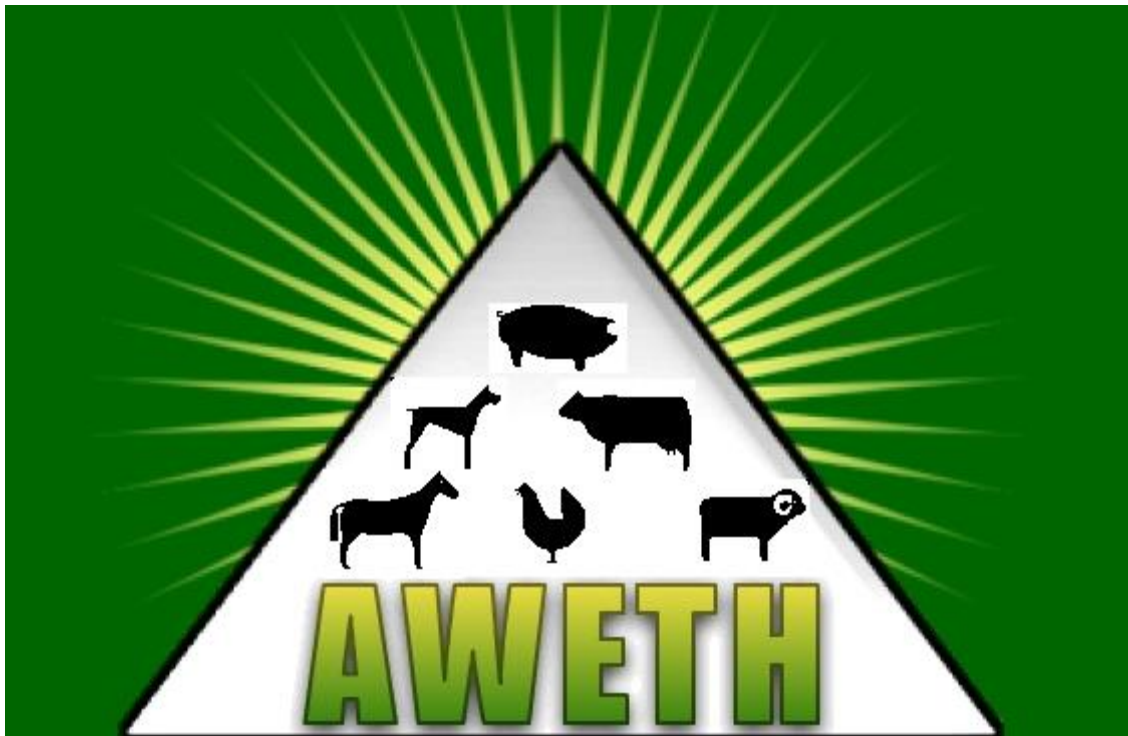


# Animal welfare, etológia és tartástechnológia



## Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 19

Issue 1

Gödöllő  
2023



## Tartalomjegyzék/Content

<i>Simonné Agócs Kata Eszter, Szabó Rubina Tünde: Különböző apiterápiás házak bemutatása és fogyasztói megítélése</i>	1-6
<i>Simona Almäšiová, Róbert Toman, Martina Pšenková, Vladimír Tančin, Ivona Jančo: Determination of elements level in sheep milk from two regions of Slovakia and health risk assessment of its consumption</i>	7-17
<i>Ecker András, Lázár Bence, Tóth Roland, Várkonyi Eszter, Gócza Elen: Embrionális gonádból származó sejtszuszpenciók beépülésének vizsgálata Magyar parlagi gyöngytyúkban</i>	18-25
<i>Fűrész Attila, Fintha Gabriella, Szentes Szilárd, Wagenhoffer Zsombor, Szalai Ferenc, Penksza Károly: Magyar házibivallyal való legeltetés hatásainak felmérése száraz gyepeken, mint potenciális élőhelykezelési módszer</i>	26-32
<i>Holló Gabriella, Füller Imre, Németh Kristóf: Magyartarka tenyészbikák ivadékteljesítmény-vizsgálati eredményei</i>	33-39
<i>Jeník David, Kopec Tomas, Chládek Gustav, Falta Daniel: Growth dynamics of young fattened bulls measured by non-stress methods at the commercial feedlot</i>	40-46
<i>Kárpáti Edina, Gáspárdy András, Sáfár László, Gulyás László: Az átlagos beltenyésztettség kétféle módon való meghatározása a gyimesi racka példáján keresztül</i>	47-54
<i>Jan Kuchtík, Květoslava Šustová, Libor Kalhotka, Radek Filipčička, Leona Konečná, Tomáš Kopec: Somatic cells counts and total bacterial counts in goat milk</i>	55-59
<i>Penksza Károly, Wagenhoffer Zsombor, Nagy Beatrix, Szentes Szilárd, Bajnok Márta, Bodnár Ákos, Fűrész Attila: Gyepgazdálkodási és cönológiai vizsgálatok Mezőszilas (Mezőföld) melletti juhlegelőn</i>	60-67
<i>Penksza Károly, Turcsányi-Járdi Ildikó, Fűrész Attila, Saláta-Falusi Eszter: Marhalegelők vegetációjának vizsgálata az Ipoly-völgy homoki gyepeiben</i>	68-74
<i>Penksza Károly, Fűrész Attila, Stilling Ferenc, Szentes Szilárd, Viszló Levente: Cönológiai vizsgálatok különböző telepített és felújított magyar szürke szarvasmarha és magyar házibivally legelőn a Zámolyi-medencében</i>	75-83
<i>Póti Péter, Vertséné Zándoki Rita, Kosztolányiné Szentléleki Andrea, Baschán Árpád, Pajor Ferenc: Új lehetőség az állattartó épületek levegőjének tisztítására</i>	84-91
<i>Tokodyné Szabadi Nikolett, Tóth Roland, Lázár Bence, Várkonyi Eszter, Liptói Krisztina, Tokody Dániel, Ady László, Gócza Elen: Klímaváltozás hatása a házi tyúk reprodukív rendszerére</i>	92-101
<i>János Tózsér, Rita Vertséné Zándoki, Andrea Kosztolányiné Szentléleki, Bence Tarr, Márton Szűcs: Evaluation of body measurements of limousin heifers by backward regression analysis in Western Hungary</i>	102-117
<i>Malam Abulbashar Mujitaba, Gabriella Kútvölgyi, István Egerszegi, Nóra Vass, Szilárd Bodó: In vitro conservation of gametes: the way forward to conserve the genetic resources of autochthonous sheep breeds</i>	118-125



---

<i>Urbán Martin, Ivan Carl Dela Rosa, Ecker András, Benedek Zsuzsanna, Nagy Szabolcs Tamás, Bodó Szilárd, Gócza Elen: Sertés fibroblaszt alapú génbank</i>	126-131
<i>Tőzsér János, Vertséné Zándoki Rita, Kosztolányiné Szentléleki Andrea: Spanyol szarvasmarhák bemutatása, különös tekintettel az őshonos fajtákra, valamint kutatásuk eredményeire</i>	132-155

---



## KÜLÖNBÖZŐ APITERÁPIÁS HÁZAK BEMUTATÁSA ÉS FOGYASZTÓI MEGÍTÉLÉSE

*Simonné Agócs Kata Eszter, Szabó Rubina Tünde*

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet,  
Állattenyésztés-technológiai és Állatjóléti Tanszék  
2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.  
agocskata2000@gmail.com

Received – Érkezett: 25.11.2022.  
Accepted – Elfogadva: 10.05.2023.

### Összefoglalás

Apiterápiának nevezzük a méhek által termelt anyagok gyógyászatban való felhasználását. A méhesházak is ezt a célt szolgálják, ahol a rezgés, a hőmérséklet és a kaptár illata fejt ki hatását a szervezetre. Munkánk során célunk volt bemutatni apiterápiás méhesházakat, illetve kérdőív segítségével felmérni a fogyasztók ismereteit ezen apiterápiás lehetőséggel kapcsolatban. Három apiterápiás ház tulajdonossal készült interjú. Az első, felkeresett apiterapeuta, csupán a gyógyításra használja fel egyszemélyes méhesházát. Magyarország legnagyobb ház tulajdonosánál is készült felmérés, ahol lehetőség van csoportokkal is látogatni a házat, de betegeket is fogad kúra szerűen. Erdélyben felkeresett méhészkicsi, két személyes házában fogadja ingyenesen a súlyos betegeket, de turistaként is látogatható a ház. Kérdőívet 184 résztvevő töltötte ki. Válaszokból látható, hogy igény van az apiterápia közelebbi megismerésre. Lengyel kutatás szerint a felmérésben résztvevők egyharmada, míg a saját eredményeink szerint több mint kétharmada élne a kipróbálás lehetőségével. A kitöltők ajánlásai alapján az ismeretterjesztés legjobb módja a közösségi oldalakon keresztüli informálás lenne. Emellett nyílt napokkal, különböző programokkal, ismeretterjesztő előadásokkal lehetne hatást elérni.

**Kulcsszavak:** apiterápiás ház, apiterápia, méhészet

### Introduction of different apitherapy houses and their consumer assessment

#### Abstract

Apitherapy is that natural substances, produced by honey bees, can be used in medicine. In the apitherapy house, the vibration, the temperature and the smell of the hive can affect the body positively. The aim of the study was to survey of the knowledge about honey bee products and apitherapy houses. Three bee keeper were interviewed. An apiterapeuta has been using her one-man apitherapy house only as a treatment. The owner of the largest apitherapy house in Hungary was interviewed. In his house, it is possible to attend a group and listen to a lecture about apitherapy and honey bees, but patients receive their treatment too. A Transylvanian beekeeper, welcomes seriously ill patients free of charge in her small, two-man apitherapy house, but the house is also open to tourists. A survey was created and completed by 184 participants of different ages and genders via a social networking site. It is clear from the responses, that there is a need for a better



understanding of apitherapy. According to Polish research, a third of survey respondents, and more than two thirds of our responders, would like to try apitherapy house. The best way to raise awareness would be to give inform through social networking sites. In addition, open days, various programmes and lectures could generate impact.

**Keywords:** apitherapy house, apitherapy, apiculture

## Bevezetés

Az apiterápia a méhek által előállított termékek (pl.: méz, propolisz, méhméreg, virágpór) gyógyászati célú felhasználását jelenti (Hellner et al. 2008). Az apiterápiás ház egy olyan épület, ahol a méhek és az ember nem tudnak közvetlenül érintkezni, mert egy szűnyogháló választja el őket, de a levegő átjárhat. Az apiterápiás méhesházak használata számos pozitív hatással bír. Az akusztikus hatásakor a monoton zümmögő hang jótékony az agy számára, pihentető és antidepresszáns hatása kiterjed az ember érzelmi állapotára. A mikrovibrációs hatás a méhek szárnyainak rezegtetéseiből jön létre. A kaptár és az apiterápiás ház kialakításakor ügyelni kell ezért a szigetelésre, ezzel felerősíthető a mikrovibráció (Arih & Korošec, 2015). Hőhatással is bírnak a méhek, mivel a fiasítás neveléséhez 33-36°C hőmérsékletet biztosítanak (Örösi 1957). Az érzelmi hatás sem elhanyagolható, mivel az endorfin kiválasztását serkenti a pozitív visszajelzések és a kellemes látvány által. Az élményhez hozzáad, ha a páciens a kezelés előtt közvetlenül megfigyelheti a méhek munkáját egy látványkaptárban. Hozzátesz még ehhez a ház kényelmes kialakítása, a megfelelő méretű fekhely, az ablakok, szellőztetés, világítás. Fontos, hogy a kaptárok feletti szabad hely magassága legalább 100 centiméter legyen, de arányosan a méhcsaládok számával, ne legyen túl nagy az épület belseje, hogy a méhek hatásukat megfelelően ki tudják fejteni ([http1](#)).

Egy kaptárban 50-100000 méh él, propolisszal borítanak be mindent, ami gondoskodik a megfelelő környezetről a magas páratartalom és a 32-35°C ellenére is (Örösi 1957). A propolisz hatásmechanizmusa a fenoloknak és egyéb vegyületeknek (pl.: pinokembrin, galangin, pinobanksin) köszönhető. Antibakteriális szerként hat, megállítja a baktériumsejtek osztódását, elpusztítja a sejtfalat, a baktérium citoplazmáját és leállítja a fehérjeszintézist (Anjum et al., 2019). Kaptárban lévő levegőt folyamatos áramoltatással frissítik (Örösi 1957). Ezt a vírus és baktériummentes levegőt tudják az emberek akár közvetlenül egy inhalátor maszk segítségével vagy anélkül beszívni egy apiterápiás házban. Az áramlást az inhalátorba épített kis ventilátor segítheti, a meleg levegő mozgásával közvetlenül a testbe jutnak a kaptár levegő egészségügyileg értékes összetevői. A reggeli és az esti órákban legintenzívebb az élmény, amikor a legtöbb méh a kaptárban tartózkodik ([http 2](#)). Megtalálható benne több más méhészeti termékben is fellelhető vegyület, például terpének, karotinoidok, feromonok, hormonok, méhek mirigyváladéka. Rendkívül jól lehet kezelni vele a hörghurutot, depressziós megbetegedéseket, allergiát, asztmát. Egy méhesházban fontos a nyugalom, a relaxáció, megszakítás nélküli alvás, így tudják elérni a nyugodt légzést, tudják növelni a tüdő kapacitását (Kopala et al. 2019).

Az apiterápiás házak használatának elterjedése Németországból indult, manapság pedig már Ausztriában, Szlovéniában és Magyarországon is egyre népszerűbbé válik. Célunk volt felkeresni apiterápiás méhesházakat és bemutatni azok használatát, illetve kérdőív segítségével felmérni ezen házak ismertségét.

## Anyag és módszer

Kérdőívet készítettünk az apiterápiás ház ismeretéről, illetve ahhoz kapcsolódó attitűdről. Kérdések között szerepelt a méhektől való félelem, az apiterápiás ház ismerete, a kipróbálási lehetőség és a népszerűsítés megítélése.

Három apiterápiás méhesház tulajdonossal készítettünk interjút és az általuk bemutatott házak felmérést is elvégeztük. A kérdések között szerepelt a méhészet jellegének feltérképezése, a ház építésének célja, kivitelezése, a méhekkel való bánásmód, a ház felhasználásának részletei, nyitvatartása, az esetleges kezelések megvalósítása, turisztikai fejlődési lehetőségek.

A felkeresett apiterápiás házak Mohán, Hajdúszoboszlón és Ivómezején (Románia) helyezkednek el.

## Eredmények

A megosztott kérdőívet 184 fő töltötte ki, döntően kisvárosban lakó személyek. A kitöltők 29,3%-a fél a méhektől, 130 fő (70,7%) viszont nem. 147 kitöltő nem hallott még az apiterápiás méhesházakról, 36 személy pedig valamilyen módon már rendelkezett ismeretekkel. Rövid tájékoztató után a megkérdezettek 84%-a kipróbálná az apiterápiás házat, viszont 29 fő elzárkózik az élmény megtapasztalásától.

A Hajdúszoboszlón található méhesház tulajdonosa apiterapeuta, akinek a méhesházát saját betegei a kezelések alkalmával ingyenesen látogathatják. A apiterápiás méhesház semmilyen turisztikai, ismeretterjesztő funkciót nem lát el, szigorúan csak, mint kezelés, illetve kezelés kiegészítés használható a ház. Az első belépés előtt a betegen egy teljes méhallergia tesztet végeztek el. A negatív eredmény birtokában a helyszínen a beteg kap egy méhszúrást, majd az apiterapeuta ellenőrzi a kialakult válaszcsoportot. A gyékény házba ajánlottan fürdőruhában kell belépni, szúnyogháló gondoskodik a méhmentes környezetről. A betegeknek szigorúan tilos bármilyen elektronikus eszközt vagy könyvet bevinni, csak a pihenés, alvás a megengedett. Gyermek nem látogathatják az épületet a méhek zavarásának előkerülése végett.

A méhesház időszakosan késő tavasztól (tartósan nappali 25°C) kora ősziig működik, amíg az átlaghőmérséklet 25 °C felett van, ilyenkor a legaktívabbak a gyűjtésben a méhek. A kaptárok 14 keretes Nagyboconádi rendszerűek, DK-I tájolásúak. A téglalap alakú gyékényház három oldala zárt, a kaptárok (4-4 db) a két hosszú oldal mentén vannak elhelyezve. A leghidegebb időben a negyedik oldal (ajtó) egy részét is lehet gyékénnyel borítani. A családok kezelése a házon belül történik, ilyenkor egy gyékénnyel fedett ablakot lehet kinyitni. Lényeges a minden oldalról létesített kerítés és sövény a megfelelő röppálya kialakítása miatt. Telelési időszak alatt az apiterápiás ház nem látogatható. A vibrációs hatás a méz érlelése (víz párologtatás) során a legintenzívebb, a kaptárlevegő folyamatos áramoltatása is segíti az apiterápiás kezelést. Ebben az apiterápiás házban a ventilátorok használata kizárt, csak a természetes kaptárlevegő keverést alkalmazzák. Az apiterapeuta biológiai méhészkedést folytat, kezelése csak természetes vagy növényi alapú szerekekkel történik. Pergetésre évente egyszer kerül sok a hárs, vagy az akácvirágzás után. Beteleléskor teli mézes keretekkel rendelkezik a család, ami a legkedvezőbb állapot. Az apiterapeuta leginkább mozgásszervi megbetegedésekkel foglalkozik, ahol a méhtoxin használható szteroidok helyett. A méhesházban csak a rezgések és a kaptárlevegő a gyógyító, a toxinterápia egy külön rendelésben történik. A betegek kezelése során egy plusz, ingyenes szolgáltatás a méhesház használata.

Mohán található Magyarország egyik legnagyobb apiterápiás háza. Tapasztalt méhész, a Magyar Apiterápiás Társaság tagja nyitotta meg apiterápiás házát 2016-ban (1. kép). Igényes környezetben található épület előtt régi méhészeti eszközökből, kaptárokból álló kis kiállítás látható. A házhoz egy közösségi tér kapcsolódik, ahol biztosítható kóstolók, előadások megtartása. Az épület azon oldalán, ahol a kaptárkijárók nyílnak, két méter magas kerítéssel van lerekesztve egy kisebb udvar, ahol a tartalék kaptárok vannak. Ide egy átlátszó üvegajtón lehet bejutni, amikor méhészeti munkákat lehet elvégezni és itt tud betekintést nyerni az érdeklődő is. Az apiterápiás ház fából épült, hőszigetelt, berendezése között szerepel egy lenyitható francia ágy, mivel éjszakára is bérelhető a ház. További berendezése a háznak pihenő ágyak és székek, plakátok információt adnak a bent tartózkodóknak. Üvegfalú kaptár segítségével betekintést nyerhetünk a méhek mindennapjaiba. Az apiterápiás ház 12 darab Nagybeczonádi 16 keretes fekvőkaptárral rendelkezik, ebből 10 kaptár alkotja a 80 centiméter széles fekvőfelületet. A méheket és a látogatót egy rostaszövet és egy farács választja. A fennmaradó kettő kaptár pedig a ház méretei miatt szükséges, hogy elegendő mennyiségű kaptárlevegő jusson (több mint 48  $\text{lég m}^3$ ) be a házba, a kaptárillat intenzív legyen. Ezen két kaptár dolgozói egy fából készült csövön jutnak ki a szabadba. A kaptárokból a lépek melegéptérményként vannak elhelyezve, azaz a keretek párhuzamosan állnak a kijáráshoz képest. A kaptárok falemez borítást kapnak a számunkra kedvezőbb hógazdálkodás miatt, amennyiben az apiterápiás házat nem látogatják. Az épület tájolása déli. A méhészeti munkákat a ház belsejében lehet elvégezni, a méhek ekkor az ablakokon tudnak távozni. Évente kétszer történik pergetés, repce és akácvirágzás után. Allergiatesztet nem végezhetnek az idelátogatókkal, így az elővigyázatosság elengedhetetlen. A ház terápiás hatását célszerű egyedül élvezni, ám ebben a méhes házban van lehetőség több személy egyidejű látogatására, a mindenkori pandémiás szabályok betartása mellett. A házba bevinni szigorúan tilos elektronikus eszközt a kezelések alatt. Az apiterápiás ház tavasztól ősziig tart nyitva

### **1.kép: Az apiterápiás ház belseje (Moha)**



(Foto: Simonné Agócs Kata Eszter)

Picture 1: Inside of an apiterapy house (Moha)

Erdélyben, az Ivó völgyében található méhesházat is felmértük. A ház 12 m<sup>2</sup>, melyet 9 kaptár szolgál ki (2. kép). Oldalanként 4-4 kaptár van elhelyezve, melyek a fekvőfelületet biztosítják, a 9. kaptár pedig egy üvegfalú látványkaptár, amelyhez csatlakoztatható inhalátor is. A kaptárlevegőn kívül fontos szerepe van az úgynevezett apiszaunának, miszerint a nyári napokon annyira felmelegszik a ház, hogy szaunaként használható. A hobbi méhészetben évente egyszer, kétszer pergetnek az időjárástól függően. Ez az apiterápiás ház két főnek ideális méretű, ám többen is használhatják egyszerre. A ház tavasztól októberig tart nyitva. Esős időben is látogatható a ház, hiszen ilyenkor az összes méh bent tartózkodik a kaptárban. Kiegészítő ismeretterjesztő munkájuk a kaptárprogram. Ez egy valódi méhkaptár keretekkel, a kereteken lép és méz helyett érdekességek, tudnivalók olvashatók a méhek életéről.

## 2. kép: Erdélyi méhesház belseje



(Foto: Simonné Agócs Kata Eszter)

Picture 2: Inside of a Transylvanian apiterapy house

## Következtetések

Méhészeti termékek népszerűségével kapcsolatban a folyamatos fogyasztói monitorozás lényeges, hogy a méhészek és feldolgozók információk kapjanak. Az apiterápiás házak esetében lényeges a nem allergiás vendégek bevonása. Eredményeink alapján a megkérdezettek több mint 70%-a nem fél a méhektől, ami által valószínűsíthető az allergiások alacsonyabb aránya. *Kopala és mtsai* (2019) eredményei igazán alacsony allergiás arányról számol be a méhészeti termékekkel kapcsolatban (0,8%). A megkérdezett 517 személy kevesebb mint 20 %-a hallott már a kaptárlevegő jótékony hatásairól. Ezt a méhészeti terméket ismerték legkevésbé a válaszadók. Ez az adat hasonló az apiterápiás házak ismeretére kitérő kérdésünkre adott válaszokat figyelembe véve. *Kopala és mtsai* (2019) kutatásában a kitöltők 9,7 %-a próbálta már a kaptárlevegő terápiát, majd miután megismerték a gyógyításban is jótékony hatásait már a válaszadók 37,3 %-a nyilatkozott úgy, hogy szívesen használná a kaptárlevegőt a továbbiakban. Felmérésükben a





méhesházakról olvasott rövid ismertető után a válaszadók 84 %-a jelezte, hogy kipróbálna egy ilyen lehetőséget. A két eredmény különbsége mögött a megkérdezett célcsoport lokációja húzódnak meg, miszerint *Kopala és mtsai* (2019) felmérésében nagyvárosi személyek vettek részt. Az általunk bemutatott adatokat kisvárosi környezetben lakó személyek szolgáltatták. Összefüggés mutatható ki a mezőgazdasággal lévő kapcsolat, illetve a méhészeti termékeket, köztük a kaptárlevegő ismeretével kapcsolatban (*Topal et al.* 2021).

*Erdélyi* (2021b) munkája bemutatta, hogy 307 kitöltő közül egy sem említette a kaptárlevegőt, illetve annak jótékony hatását a méhészeti termékek felsorolása során.

A mézfogyasztási szokásokról készült kutatásban a válaszadók 43,28%-a találkozott már méhészeti termékekkel foglalkozó hirdetésekkel, ám nagyobb részben (56,72%) még nem. Túlnyomórészt a digitális médiából, közösségi oldalakról tájékozódnak a fogyasztók. Digitális média még a televízió és a rádió, de ezekkel a forrásokkal sokkal kevesebben élnek. Nem digitális csatornák közül a legnépszerűbb a szórólap és a sajtó. Legkevésbé a méhészetek reklámjai jutnak el a fogyasztóhoz. Ez annak köszönhető, hogy a termelő méhészeknek kevesebb ideje marad a szakmai munkák mellett még reklámok készítésére (*Erdélyi*, 2021a). Saját felmérésünk alapján is realizálódik a közösségi médián keresztüli tájékozódás meghatározó hányada. *Erdélyi* (2021a) eredményei mellett válaszadóinknak igénye lenne ismeretterjesztő előadásokra és nyílt napokra is. A szórólap viszont kevésbé volt népszerű reklámozási mód a saját kutatásunkban.

A bemutatott felmérések azt bizonyítják, hogy szükség van a beporzók hasznosságának hirdetésére, ezáltal a fogyasztók megismerhetik a méhészeti termékeket, apiterápiás lehetőségeket. A apiterápiás házak reális és közvetlen módja az ismeretterjesztésnek az apiterápián belül.

## Felhasznált irodalom

- Anjum S. I., Ullah A., Khan K. A., Attaullah M., Khan H., Ali H., Bashir M. A., Tahir M., Ansari M. J., Ghramh H. A., Adgaba N., Dash C. K.* (2019): Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26. 7. 1695–1703. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.08.013>.
- Arih I. K., Korošec T. A.* (2015): Api-tourism: transforming Slovenia's apicultural traditions into a unique travel experience. *WIT Transactions on Ecology and The Environment* 193, Sustainable Development and Planning VII. 963-974.
- Erdélyi T.* (2021a): A magyar háztartások mézfogyasztási és vásárlási szokásai 6. *Méhészet*, 69. 6. 24–25.
- Erdélyi T.* (2021b): A magyar háztartások mézfogyasztási és vásárlási szokásai 5. *Méhészet*, 69. 5. 24–25.
- Kopala E., Kuznicka E., Balcerak M.* (2019): Survey of consumer preferences on the bee product market. Part 1. Honey. *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Anim. Sci.*, 58. 2. 153–158. <https://doi.org/10.22630/AAS.2019.58.2.16>
- Örösi P. Z.* (1957): Méhek között. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest, pp. 706.
- Topal E., Adamchuk L., Negri I.; Kösoğlu M., Papa G., Dârjan M.S., Cornea-Cipcigan M., Margaoan R.* Traces of Honeybees, Api-Tourism and Beekeeping: From Past to Present. *Sustainability*, 13. 11659. <https://doi.org/10.3390/su132111659>
- http1: <http://o-paceke.ru/uli-dlya-biorezonansnoy-apiterapii/> Letöltés: 2022. 01. 04.
- http2: <https://mezesgergo.hu/kaptarlevego-terapia/> Letöltés: 2021. 12. 09.



## DETERMINATION OF ELEMENTS LEVEL IN SHEEP MILK FROM TWO REGIONS OF SLOVAKIA AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF ITS CONSUMPTION

*Simona Almášiová<sup>1</sup>, Róbert Toman<sup>1</sup>, Martina Pšenková<sup>1</sup>, Vladimír Tančin<sup>1</sup>, Ivona Jančo<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiological Sciences, Institute of Animal Husbandry, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra

<sup>2</sup>Slovak University of Agriculture in Nitra, AgroBioTech Research Center, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra  
robert.toman@uniag.sk

Received – Érkezett: 28.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 01.03.2023.

### Abstract

Milk as a nutritional dense component of diet plays a tremendous role in building a healthy society. However, due to environmental pollution, milk can contain heavy metals and trace elements as well which can threaten human health. The objective of this study was to determine and compare the content of 22 elements (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn) in raw sheep milk collected from the area with potentially undisturbed environment (region Stredné Považie) and area with the heavily disturbed environment (region Spiš) in Slovakia. Analysis of the elements was determined using an inductively coupled plasma-optical emission spectrometer with axial plasma configuration and with auto-sampler SPS-3. Concentrations of only 8 elements (Ca, Na, K, Mg, Al, Fe, Li, and Zn) were found above the detection limit in samples from the potentially undisturbed area, while a whole range of elements was found in samples from the area with heavily disturbed region except three elements (Ag, Cd, and Co) which were below the limit of detection. Significantly higher ( $P < 0.05$ ) concentrations of Na, K, and Zn were found in the Spiš region. The highest concentration of four essential elements Ca, K, Mg, Na, and toxic element Al in samples of sheep milk was found. The hazard index (HI) values were higher than 1 in samples from both monitored farms (6.57 from the farm in the Spiš region and 4.95 in the Stredné Považie region). The highest target hazard quotient (THQ) represents the presence of Al (3.95 and 4.92) in both regions and As (2.17) in the Spiš region. THQ of other monitored elements was less than 1, which means these elements would unlikely cause adverse health effects. Our results indicate that exclusive and long-term consumption of milk from spotted farms can potentially lead to adverse non-carcinogenic health effects due to regular intake of heavy metals, especially Al and As, which can be hazardous mainly for risky groups.

**Keywords:** sheep milk, elements content, risk assessment of consumption, Slovakia



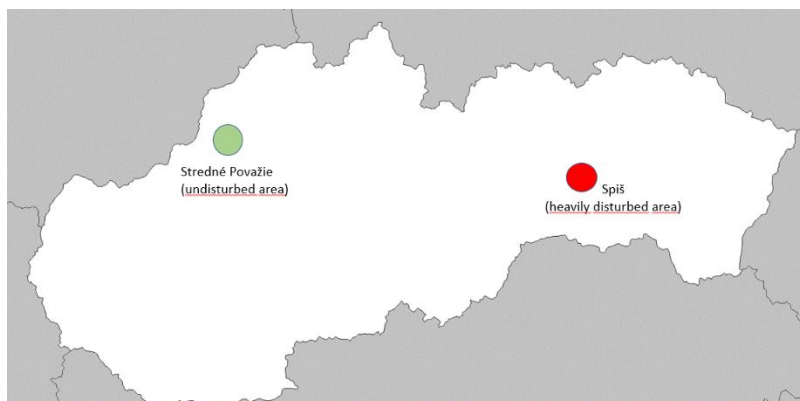
## Introduction

Because of rich nutritional profile, good accessibility and preferred taste, milk represents significant role in human nutrition (Saribal, 2020; Pompilio et al., 2021). Milk and dairy products contain quality proteins, essential fatty acids and micronutrients, mainly Ca, Mg and K (Licata et al., 2004; Kapila et al., 2013) and its regular consumption has beneficial effect for human health (Srbely et al., 2019). The intake of milk dairy products contributes to build bones mass, maintain muscle mass, prevent from civilization diseases (Aune et al., 2013; Fardelonne, 2019; Lee et al., 2018; Nivine et al., 2019). Nowadays, the consumption of sheep and goat milk and cheeses is increasing, mainly at the local level, products bought from small farmers (Kováčová et al., 2021). However, milk and dairy products may as well contain various amounts of different contaminants, such as residues of pesticides or heavy metals which are widely distributed in the environment. Toxic elements transferred through the food chain may harm human health (Rahimi, 2013; Zhou et al., 2017). Even small amounts of toxic elements on regular consumption can pose adverse health effect, negatively influence development or function of organs and even cause the outbreak of illness (Girma et al., 2014). Intake of toxic elements represents higher risk for vulnerable groups, such children, elderly and people with diseases (Rahimi, 2013). Therefore, it is important to monitor the level of trace elements in milk and dairy products which is a major source of nutrition, in childhood in particular. The presence of heavy metals in milk is controlled according to the EU's defined maximum level (EC No 1881/2006). Consequently, the concentration of elements in milk and dairy products indicates their safety and nutritional value (Zhou et al., 2017). The aim of the study was to determine the content of essential and toxic elements in samples of sheep milk collected from two farms in Slovakia from areas with different environmental burden, to monitor and compare the current occurrence of elements and to refer to the suitability of the usage for human consumption according to results of risk assessment.

## Material and methods

The occurrence of 22 chemical elements (Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn) in sheep milk from two selected farms were monitored. The Ministry of the Slovak Republic and the Slovak Environmental Agency has determined the environmental regionalization of Slovakia. The country is divided into three types of environmental quality: regions with a potentially undisturbed environment, and region with a slightly disturbed and heavily disturbed environment. Region Spiš represents heavily disturbed area and region Stredné Považie is considered to be potentially undisturbed area (Klinda et al., 2016). Twenty one samples in total were collected from tank milk during period of lactation every two weeks (in 2021 from farm in Stredné Považie and in 2022 from farm in Spiš). Both herds consisted of 450 individuals, ewes from Stredné Považie were Tsigai breed and from Spiš improved valachain x lacaune. Monitored farm from Stredné Považie used conventional way of farming, while farm from region Spiš is an ecological farm.

**Figure 1: Map of Slovakia with investigated regions location- Stredné Považie and Spiš.**



Analysis of the elements was determined using an inductively coupled plasma-optical emission spectrometer with axial plasma configuration and with auto-sampler SPS-3. Detection limits ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) of measured trace elements were as follows: Ag 0.3; Al 0.2; As 1.5; Ba 0.03; Ca 0.01; Cd 0.05; Co 0.2; Cr 0.15; Cu 0.3; Fe 0.1; K 0.3; Li 0.06; Mg 0.01; Mn 0.03; Mo 0.5; Na 0.15; Ni 0.3; Pb 0.8; Sb 2.0; Se 2.0; Sr 0.01 and Zn 0.2. and wavelength of determination (nm) follows Ag 328.068; Al 167.019; As 188.980; Ba 455.403; Ca 315.887; Cd 226.502; Co 228.615; Cr 267.716; Cu 324.754; Fe 234.350; K 766.491; Li 670.783; Mg 383.829; Mn 257.610; Mo 204.598; Na 589.592; Ni 231.604; Pb 220.353; Sb 206.834; Se 196.026; Sr 407.771; and Zn 206.200. The legitimacy of the whole method was verified using the certified reference material. The same laboratory method and same instruments were used in a previous study by our research group (Toman et al., 2021).

All results of this study were processed using Statistica Cz version 10 (TIBCO Software, Inc., Palo Alto, CA, USA). All obtained results are listed as mean values with standard deviation. Differences in concentrations of the analyzed elements in sheep milk between the farms were compared by the ANOVA and student's t-test. A probability level of  $P < 0.05$  was considered statistically significant.

Concentrations of individual essential elements found in milk were compared with recommended doses for Slovak population (MZ SR, 2015). To health risk assessment of heavy metal present in samples of milk calculation of EDI (estimated daily intake) was made by using following formula:

$$EDI = \frac{(C \times W)}{BW}$$

where C (mg/kg) represents mean level of monitored element, W represents mean daily consumption of milk in Slovakia and BW is mean body weight for man, which is 70 kg. Mean daily consumption of milk in Slovakia is by Statistical Office of Slovakia 0.13 kg per person (Sitárová, 2021). The estimated weekly intake (EWI) of the toxic metals Al and As were calculated by the equation:

$$EWI = EDI \times 7$$

The risk assessment was performed by comparing the calculated EDI and EWI values with set toxicological limits listed in table 2. Consequently, the target hazard quotient (THQ) and hazard index determination (HI) was used for following calculations in the present study. THQ was



established by the US Environmental Protection Agency for the estimation of non- carcinogenic risk associated with the reference dose and exposure:

$$THQ = \frac{EDI}{RfDo}$$

where EDI is already explained and RfDo is the reference oral dose (mg/kg/day). The reference dose for Al, As, Ba, Cd, Cr, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, Zn, Cu, and Fe are 0.0004, 0.0003, 0.2, 0.001, 0.003, 0.002, 0.005, 0.02, 0.0035, 0.0004, 0.6, 0.3, 0.04, 0.7 mg/kg BW/day, respectively (US-EPA IRIS, 2018; USEPA, 2011; USEPA, 2012). If the THQ value is greater than 1, potential non-carcinogenic effects could occur, while adverse health effects would be unlikely caused when  $THQ < 1$  (Boudebbouz et al., 2022). Since, usually we are not exposed to single contaminant, but to mixtures of them in low doses, hazard index was performed to assess the cumulative risk of more than one metal contained in monitored samples by summing the THQ of each metal monitored in the present study. HI value below 1 means that consumption of sheep milk is considered to be safe, whereas hazard index higher than 1 indicates that long term consumption should be considered as a potential cause of adverse health consequences (Boudebbouz et al., 2022).

## Results and discussion

Various range of monitored elements was found in samples of ewe milk from region Spiš. Concentrations only of three elements, Ag, Cd and Co, were lower than limit of detection, while in ewe milk samples from region Stredné Považie following elements: Mo, Ba, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sr, Se, As, Sb, Ag, Cd and Co were not detected. To compare with previous studies in Slovakia concentrations of Cd, Cu, As, Ni and Pb were under limit of detections in samples of ewe milk from undisturbed areas (Pšenková et al., 2022; Tunegová et al., 2018) and areas with slightly disturbed environment (Pšenková and Toman, 2021) and heavily disturbed environment (Tunegová et al., 2018). Significant differences were found in levels of Na, K and Zn ( $P > 0.05$ ) and higher concentrations were present in samples from heavily disturbed area. Concentrations of all elements from both areas are listed in Table 1 below.

Cadmium and lead are considered to be the most widespread xenobiotic metals in the environment and at the same time the most dangerous for human consumption (Kilicaltun et al., 2020). The evidence that even regular and long-term consumption of low amounts of Cd and Pb can pose a health problems, as it is highly cumulative, causes pathological changes and these elements are carcinogenic (Castro-González et al., 2019; Amegah et al., 2021). The maximum determined value for lead according to the European Commission (2006) and Codex Alimentarius (2005) is 0.020 mg/L. Mean oncentration of Pb in samples from Spiš region was  $0.034 \pm 0.042$  mg/kg, which is higher than maximum permissible limit, however standard deviation is high in this case too.

**Table 1: Comparison of content of elements in sheep from heavily disturbed and potentially undisturbed area (mg/kg)**

	<b>Spiš (heavily disturbed area)</b>	<b>Stredné Považie (undisturbed area)</b>
<b>Ca</b>	1669.304 ± 121.094	1704.837 ± 386.896
<b>Na</b>	482.737 ± 62.446*	384.668 ± 52.440
<b>K</b>	1049.076 ± 89.385*	750.640 ± 108.339
<b>Mg</b>	158.446 ± 12.571	150.705 ± 17.874
<b>Mo</b>	0.022 ± 0.018	ND
<b>Al</b>	0.850 ± 0.860	1.059 ± 1.309
<b>Ba</b>	0.496 ± 0.041	ND
<b>Cr</b>	0.004 ± 0.008	ND
<b>Cu</b>	0.088 ± 0.010	ND
<b>Fe</b>	2.023 ± 0.456	2.232 ± 0.473
<b>Li</b>	0.012 ± 0.005	0.014 ± 0.003
<b>Mn</b>	0.076 ± 0.030	ND
<b>Ni</b>	0.114 ± 0.029	ND
<b>Pb</b>	0.034 ± 0.042	ND
<b>Sr</b>	1.475 ± 0.211	ND
<b>Zn</b>	4.701 ± 0.419*	2.863 ± 1.619
<b>Se</b>	0.170 ± 0.178	ND
<b>As</b>	0.351 ± 0.141	ND
<b>Sb</b>	0.076 ± 0.086	ND
<b>Ag</b>	ND	ND
<b>Cd</b>	ND	ND
<b>Co</b>	ND	ND

Note: ND = not detected; \*  $P < 0.05$

There are many studies where higher lead content was detected than this limit as well (Kazi et al., 2009; Suturovic et al., 2014; Pompilio et al., 2021). Presence of strontium in samples from region Spiš is recommended to take into account with sufficient consumption of calcium. Since present level of strontium in samples represent only 2 % of contribution of total daily intake for strontium for an adult man, this element is an antagonist of calcium, it adheres to the surface of bones in adulthood and during childhood it can be used to form the mineral part of the bone and thus it is stored in the body for many years. If there is a lack of calcium and protein in a child's diet, strontium can cause poor bone growth. (ATSDR, 2020).

In table 2. comparison of EDI (estimated daily intake) of toxic elements from both farm, percentage contribution according to the appropriate set limit for each element and calculated THQ index are listed. In table 3. the percentage of contributions of essential elements in monitored farms are listed.

**Table 2: Comparison of EDI, % contributions and THQ index for samples from heavily disturbed and potentially undisturbed area**

	EDI (mg/day) Spiš	EDI (mg/day) Stredné Považie	Limits	% contributio n Spiš	% contribution Stredné Považie	THQ Spiš	THQ Stredné Považie
<b>Al</b>	0.001579	0.001967	2 mg.kg <sup>-1</sup> PTWI (JECFA, 2012)	0.08 %	0.1 %	3.95	4.92
<b>As</b>	0.000652	ND	15 µg.kg <sup>-1</sup> PTWI (JECFA, 2011)	4.35 %	0 %	2.17	0
<b>Ba</b>	0.000921	ND	0.2 mg.kg <sup>-1</sup> TDI (WHO, 1990)	0.46 %	0 %	0.005	0
<b>Cr</b>	0.000007	ND	*	*	*	0.002	0
<b>Li</b>	0.000022	0.000026	2 µg.kg <sup>-1</sup> p-RfD (U.S. EPA, 2008)	1.1 %	1.3 %	0.011	0.013
<b>Mo</b>	0.000041	ND	*	*	*	0.008	0
<b>Ni</b>	0.000212	ND	13 µg.kg <sup>-1</sup> TDI (EFSA, 2020)	1.6 %	0%	0.01	0
<b>Pb</b>	0.000063	ND	*	*	*	0.02	0
<b>Sb</b>	0.000141	ND	6 µg.kg <sup>-1</sup> TDI (WHO, 2003)	2.35 %	0 %	0.35	0
<b>Sr</b>	0.002739	ND	0.13 mg.kg <sup>-1</sup> TDI (WHO, 2010)	2.10 %	0 %	0.005	0
<b>Zn</b>	0.008730	0.005317	**			0.03	0.02
<b>Cu</b>	0.000163	ND	**			0.004	0
<b>Fe</b>	0.003757	0.004145	**			0.005	0.006

ND – element was not detected in our samples (not possible to calculate EDI, naturally); \* tolerable intake was not established or was withdrawn; \*\* PTDI for risk elements were not calculated in the present study.

Essential elements play an important role in metabolic functions such as maintaining pH homeostasis, osmotic pressure, nerve conduction, muscle contraction (Bakircioglu et al., 2016). Inadequate intake of macroelements (Ca, Mg, K, Na), either insufficient or excessive, is associated with serious health problems such as hypertension, osteoporosis, cardiovascular diseases and others (Bilanžić et al., 2015). The content of macroelements and microelements in milk can vary significantly. Their amount depends on many factors, such as the age of the animal, health status, lactation period, breeding, season or feed quality, but also the method of milk processing, production process, fermentation or possible fortification. (Bakircioglu et al., 2016; Bilandžić et al., 2015; Wang et al., 2014). Concentrations of calcium in present study were similar with results from previous Slovak studies (Pšenková and Toman, 2021; Pšenková et al., 2022; Tunegová et al.,

2016), but lower than in Austria (Mayer and Fiechter, 2012) and Croatia (Antunovic et al., 2020). Concentrations of Mg in our samples are higher than from previous Slovak studies (Pšenková and Toman, 2021; Pšenková et al., 2022), but also lower in comparison with samples from Austria (Mayer and Fiechter, 2012) and Croatia (Antunovic et al., 2020). Levels of Fe were higher in samples from both farms than in Italy (Miedico et al., 2016) and Croatia (Antunovic et al., 2020).

**Table 3: The percentage of contributions of essential elements in monitored farms**

	<b>Recommended daily intake</b>	<b>% contribution Spiš</b>	<b>% contribution Stredné Považie</b>
<b>Ca<sup>a</sup></b>	1100 mg	19.72 %	20.09 %
<b>Cu<sup>a</sup></b>	1400 µg	0.81 %	0 %
<b>Fe<sup>a</sup></b>	10 mg	2.63 %	2.90 %
<b>Mg<sup>a</sup></b>	410 mg	5.02 %	4.77 %
<b>Mn<sup>b</sup></b>	2.3 mg	0.43 %	0 %
<b>Se<sup>a</sup></b>	65 µg	34 %	0 %
<b>Zn<sup>a</sup></b>	12 mg	5.1 %	3.10 %

<sup>a</sup> (MZ SR, 2015); <sup>b</sup>(Institute of medicine, 2001)

To sum up THQs for all monitored elements counted for one scenario (for adults with mean daily consumption) HI for farm in Spiš region (heavily disturbed area) represents value 6.57, while for Stredné Považie region (potentially undisturbed area) HI 4.946 is slightly lower. For the HI values, Al made the largest contribution in both farms, followed by As in samples from Spiš, while THQ for elements Sb, Pb, Zn, Li, Ni, Mo, Fe, Ba, Sr and Cr was lower than 1. In samples from Stredné Považie Al was followed with THQ lower than 1 for Li, Zn, Cu and Fe as well. Other elements were under the limit of detection in those samples. However, we have to mention, that Al in samples from both monitored areas was determined with high variability of results. Boudebbuz et al. (2022) found THQ of Ni, Zn, Cu, Fe and Cr < 1 in samples of cows milk from Algeria, Cd higher > 1 for infants, Cr > for children and Pb > 1 for all age groups, except adults with one serving of cow milk per day. The largest contribution for HI was made by Pb, followed by Cr, Cd and Ni. HI values in the study from Algeria were far higher than 1, which means heavy metals may cause adverse effects over a lifetime for all ages with the three counted scenarios (1, 2, and 3 serving cow milk by day) through milk consumption. Hazard quotient in samples of cows milk from Ladakh, a trans-Himalayan high-altitude region, India for Al, As, Ba, Cd, Cu, Fe, Pb, Se and Zn during summer and winter season, both were below the threshold level (< 1). HI for both season were also under the threshold level and As was found to have the highest contribution in HI, while Al the lowest contributor (Giri et al., 2021). In Iran, in 36 raw and 36 pasteurized milk samples, THQ for Cd, Cu, Pb and Zn was also lower than 1 (Sobhanardakani, 2018).





## Conclusion

Considering that pollutants can be transferred to the human body through food consumption, food safety is great concern to consumers. According to results of sample analysis, we can conclude that there are marked differences between the samples from undisturbed and heavily disturbed area. Since in samples from region Stredné Považie (undisturbed area), the only toxic elements Al and Li were found in low concentrations, in samples from region Spiš (heavily disturbed area) more toxic elements occurred. The most serious concern relates to mean content of Pb, which is higher than maximum permissible level. Significantly higher ( $P < 0.05$ ) concentrations of Na, K and Zn were found in samples from heavily disturbed area. Concentrations of Ag, Cd and Co were under the limit of detection in samples from both monitored areas. The hazard index (HI) values were higher than 1 in samples from both monitored farms (6.57 from the farm in the Spiš region and 4.95 in the Stredné Považie region). The highest target hazard quotient (THQ) represents the presence of Al (3.95 and 4.92) in both regions and As (2.17) in the Spiš region. THQ of other monitored elements was less than 1, which means these elements would unlikely cause adverse health effects. Our results indicate that exclusive and long-term consumption of milk from spotted farms can potentially lead to adverse non-carcinogenic health effects due to regular intake of heavy metals, especially Al and As, which can be hazardous mainly for risky groups.

Considering the results we can assume that the regular long term consumption can be even more dangerous for vulnerable groups, but further calculations are needed.

## Acknowledgments

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under Contract no. APVV-18-0227.

## References:

- Amegah, A. K., Sewor, C., Jaakkola, J. J. K.* (2021): Cadmium exposure and risk of adverse pregnancy and birth outcomes: A systematic review and dose–response meta-analysis of cohort and cohort-based case–control studies. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 31. 2. Art. 2.
- Antunović, Z., Mioč, B., Klir, Ž., Širić, I., Držaić, V., Lončarić, Z., Bukvić, G., Novoselec, J.* (2020): Concentrations of mercury and other elements in ewes' milk: Effect of lactation stage. *Chemosphere*, 261, 128128.
- ATSDR* (2020): (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) Public Health Summaries Strontium.
- Aune D, Giovannucci E, Boffetta P, Fadnes LT, Keum N, Norat T.* (2013): Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Int J Epidemiol*. 46. 3. 1029–1056.
- Bakircioglu, D., Topraksever, N., Yurtsever, S., Kizildere, M., Kurtulus, Y. B.* (2016): Investigation of macro, micro and toxic element concentrations of milk and fermented milks products by using an inductively coupled plasma optical emission spectrometer, to improve food safety in Turkey. *Microchemical Journal*, 136. 33–138.



- Bilandžić, N., Sedak, M., Djokić, M., Božić, D., Solomun-Kolanović, B., Varenina, I.* (2015): Differences in macro- and microelement contents in milk and yoghurt. *Archives of Biological Sciences*, 67. 4. 1391–1397.
- Boudebboz, A., Boudalia, S., Bousbia, A., Gueroui, Y., Boussadia, M. I., Chelaghmia, M. L., Zebza, R., Affoune, A. M., Symeon, G. K.* (2022): Determination of Heavy Metal Levels and Health Risk Assessment of Raw Cow Milk in Guelma Region, Algeria. *Biological Trace Element Research*. 201. 4. 1704-1716
- Castro – González, N. P., Calderón – Sánchez, F., Pérez – Sato, M., Soní – Guillermo, E., & Reyes – Cervantes, E.* (2019): Health risk due to chronic heavy metal consumption via cow's milk produced in Puebla, Mexico, in irrigated wastewater areas. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 12. 1.38–44.
- Codex Alimentarius Commission* (2005):(CAC), “General Standard for Food Additives, Codex Stan 192-1995 (rev. 6-2005),” CAC, Rome, 2005.
- Commission Regulation* (2006): (EC) No. 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- EFSA CONTAM* (2020): Panel. Update of risk assessment of nickel in food and drinking water. *EFSA J.*, 18. 6268
- Fardellone P.* (2019): The effect of milk consumption on bone and fracture incidence, an update. *Aging Clin Exp Res.*, 31. 6. 759–764.
- Giri, A., Bharti, V. K., Kalia, S., Kumar, B., Chaurasia, O. P.* (2021): Health Risk Assessment of Heavy Metals Through Cow Milk Consumption in Trans-Himalayan High-Altitude Region. *Biological Trace Element Research*, 199. 12. 4572–4581.
- Girma, K., Tilahun, Z., Haimanot, D.* (2014): Review on milk safety with emphasis on its public health”, *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 9. 2. 166–183,
- Institute of Medicine* (2001): Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. The National Academies Press. Washington, DC. USA. 800s.
- JECFA.* (2011): Arsenic. In Safety evaluation of certain contaminants in food. *FAO JECFA Monographs 8*, WHO: Geneva, Switzerland, FAO: Rome, Italy, 153–316.
- JECFA.* (2012): Safety evaluation of certain contaminants in food. WHO: Geneva, Switzerland, 825.
- Kapila R, Kavadi PK, Kapila S.* (2013): Comparative evaluation of allergic sensitization to milk proteins of cow, buffalo and goat. *Small Ruminant Research*, 112. 1.191–198.
- Kazi, T. G., Jalbani, N., Baig, J. A., Kandhro, G. A., Afridi, H. I., Arain, M. B., Jamali, M. K., Shah, A. Q.* (2009): Assessment of toxic metals in raw and processed milk samples using electrothermal atomic absorption spectrophotometer. *Food and Chemical Toxicology*, 47. 9. 2163–2169.
- Kiliçaltun, S.* (2020): Essential elements and heavy metal levels in sheep milk and its dairy products. *Middle East Journal of Science*, 6. 2. 94–103.
- Klinda J, Bohuš P,* (2008): Environmental regionalization of Slovak Republic, MŽPSR and SAŽP. <http://www.minzp.sk/files/environmentalna-regionalizacia-sr.pdf>. Accessed 31 July 2020
- Kováčová, M., Výrostková, J., Dudriková, E., Zigo, F., Semjon, B., Regecová, I.* (2021): Assessment of Quality and Safety of Farm Level Produced Cheeses from Sheep and Goat Milk. *Applied Sciences*, 11. 7. Art. 7.



- Lee, M., Lee, H., Kim, J. (2018): Dairy food consumption is associated with a lower risk of the metabolic syndrome and its components: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, 120. 4. 373–384.
- Licata, P., D. Trombetta, M. Cristani, F. Giofrè, D. Martino, Calo M., Naccari F., (2004): Levels of “toxic” and “essential” metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. *Environ Int*, 30. 1. 1–6
- Mayer, H. K., Fiechter, G. (2012): Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *International Dairy Journal*, 24. 2. 57–63.
- Miedico, O., Tarallo, M., Pompa, C., Chiaravalle, A. E. (2016): Trace elements in sheep and goat milk samples from Apulia and Basilicata regions (Italy): Valuation by multivariate data analysis. *Small Ruminant Research*, 135. 60–65.
- MZ SR. (2015): Odporúčané výživové dávky pre obyvateľstvo v Slovenskej republike (Recommended daily intake of nutrients for population in the Slovak Republic) (9. revision). *Vestník MZ SR*, 63, Obzor: Bratislava, Slovenská republika. 17–28.
- Nivine I Hanach, Fiona McCullough, Amanda Avery (2019): The Impact of Dairy Protein Intake on Muscle Mass, Muscle Strength, and Physical Performance in Middle-Aged to Older Adults with or without Existing Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Advances in Nutrition*, 10. 59–69,
- Pompilio, C.-G. N., Francisco, C.-S., Tulio, F. de M.-T. M., Samuel, S.-M. S., Elisa, G.-J. F. (2021): Heavy metals in blood, milk and cow’s urine reared in irrigated areas with wastewater. *Heliyon*, 7. 4.
- Pšenková, M., Toman, R. (2021): Determination of Essential and Toxic Elements in Raw Sheep’s Milk from Area of Slovakia with Environmental Burden. *Biological Trace Element Research*, 199. 9. 3338–3344.
- Pšenková, M., Toman, R., Almášiová, S. (2022): Analysis of concentrations of risk and toxic elements in sheep milk from area of slovakia with potentially undisturbed environment. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, e5422–e5422.
- Rahimi, E. (2013): Lead and cadmium concentrations in goat, cow, sheep, and buffalo milks from different regions of Iran. *Food Chemistry*, 136. 2. 389–391.
- Saribal, D. (2020): ICP-MS Analysis of Trace Element Concentrations in Cow’s Milk Samples from Supermarkets in Istanbul, Turkey. *Biological Trace Element Research*, 193. 1. 166–173.
- Sitárová, T. *Spotreba potravín v SR v roku* (2020): (Food consumption in Slovakia in 2020). Statistical Office of the Slovak republic: Bratislava, The Slovak republic, 2021, 30 p.
- Sobhanardakani, S. (2018): Human Health Risk Assessment of Cd, Cu, Pb and Zn through consumption of Raw and Pasteurized Cow’s Milk. *Iranian Journal of Public Health*, 47. 8. 1172–1180.
- Srbely V, Janjua I, Buchholz AC, Newton G. (2019): Interventions Aimed at Increasing Dairy and/or Calcium Consumption of Preschool-Aged Children: A Systematic Literature Review. *Nutrients*, 11. 4. 714.
- Suturović, Z., Kravić, S., Milanović, S., Đurović, A., Brezo, T. (2014): Determination of heavy metals in milk and fermented milk products by potentiometric stripping analysis with constant inverse current in the analytical step. *Food Chemistry*, 155, 120–125.
- Toman, R., Pšenková, M., Imrich, I., Hluchý, S., Almášiová, S. (2021): Essential and non-mutagenic elements in raw ewe milk. *Science, Technology and Innovation*, 14. 3. Art. 3.



- Tunegová, M., Toman, R., & Tancin, V.* (2016): Monitoring of selected essential elements and contaminants at sheep and cow farms in Eastern Slovakia. *Journal of Central European Agriculture*, 17. 4. 1221–1232.
- Tunegová, M., Toman, R., Tančin, V., Janíček, M.* (2018): Occurrence of selected metals in feed and sheep's milk from areas with different environmental burden. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 12. 1. Art. 1.
- U.S. Environmental Protection agency* (2018): Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary.
- U.S. EPA.* (2008): Provisional peer-reviewed toxicity values for lithium. U.S. Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA, EPA/690/R-08/016F.
- USEPA* (2011): USEPA Regional Screening Level (RSL) Summary Table: November 2011.
- USEPA* (2012): EPA Region III Risk-based Concentration (RBC) Table 2008 Region III, 1650 Arch Street, Philadelphia, Pennsylvania 19103.
- Wang, H., Liu, Z., Liu, Y., Qi, Z., Wang, S., Liu, S., Dong, S., Xia, X., Li, S.* (2014): Levels of Cu, Mn, Fe and Zn in Cow Serum and Cow Milk: Relationship with Trace Elements Contents and Chemical Composition in Milk. *Acta Scientiae Veterinariae.*, 15.
- WHO* (2003): Antimony in drinking water. WHO/SDE/WSH/03.04/074. World Health Organization, pp. 14
- WHO* (1990): Environmental health criteria 107: Barium. United Nations Environment Programme, International Labour Organization and World Health Organization: Geneva, Switzerland, 1990; pp. 148
- WHO* (2010): Strontium and strontium compounds. WHO: Geneva, Switzerland, pp. 63.
- Zhou, X.* (2017). Analysis of 22 Elements in Milk, Feed, and Water of Dairy Cow, Goat, and Buffalo from Different Regions of China', *Biological Trace Element Research*, 176. 1. 120–129.



## EMBRIONÁLIS GONÁDBÓL SZÁRMAZÓ SEJTSZUSZPENZIÓK BEÉPÜLÉSÉNEK VIZSGÁLATA MAGYAR PARLAGI GYÖNGYTYÚKBAN

*Ecker András<sup>1,2</sup>, Lázár Bence<sup>1,2,3</sup>, Tóth Roland<sup>1,2</sup>, Várkonyi Eszter<sup>3</sup>,  
Gócza Elen<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet,  
Állatbiotechnológia Tanszék

2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4.

<sup>2</sup>Agrár-biotechnológia és precíziós nemesítés az élelmiszerbiztonságért Nemzeti Laboratórium  
2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4.

<sup>3</sup>Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ, Haszonállat-génmegőrzési Intézet  
2100 Gödöllő, Isaszegi út 200.  
ecker.andras@phd.uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 03.04.2023.

### Összefoglalás

A jelenkor állattenyésztési tendenciái mellett egyre nagyobb hangsúlyt kap a termelésből kiszoruló fajták génmegőrzése. Míg emlősök esetében már jól megoldott technológiák állnak rendelkezésünkre, madaraknál problémákat okoz a hímek (ZZ) homogamétás jellege, hiszen a hímivar-sejt mélyhűtése nem biztosítja mindkét ivari kromoszóma megőrzését. Ezen probléma megoldása érdekében új módszerek kifejlesztésére van szükség. Kísérletünkben az izolált 10 napos magyar parlagi parlagi gyöngytyúk embrionális gonádokat emésztettük és sejtszuszpenziót készítettünk belőlük. Ez a szuszpenzió egyebek mellett tartalmazta az ivarsejtek prekursorait, az ősvarsejteket (primordial germ cell, PGC) is. A sejteket PKH26 piros fluorescens festékkel jelöltük, majd injektáltuk őket 3 napos embriók véráramába. Négy nappal később a 7 napos embriókat felbontottuk, izoláltuk a gonádjaikat és sztereomikroszkóp alatt megvizsgáltuk a beépülést a festett sejtek jelenléte alapján. Eredményeink azt mutatták, hogy kilenc sikeres injektálásból három esetben sejtbeépülés történt. Ezek közül két esetben női ivarú, egy esetben hím ivarú sejtszuszpenziót injektáltunk. A továbbiakban szeretnénk bevonni a kísérletbe egy mélyhűtési lépést, így vizsgálva az embrionális gonádsejt-szuszpenziók injektálásának potenciálját a génmegőrzés terén.

**Kulcsszavak:** magyar parlagi gyöngytyúk, génmegőrzés, PGC, gonád

## Examination of embryonic gonadal cell suspension integration in Hungarian landrace guinea fowl

### Abstract

The present tendencies in animal husbandry put more and more emphasis on the gene preservation of the breeds excluded from production. While the mammalian species already have reliable methods for this, avians are problematic due to the homogametic nature of the male (ZZ) animals. To solve this problem the development of new technologies is necessary. In our experiment 10-day-old HUNGarian landrace guinea fowl embryonic gonads were isolated and digested to create a cell suspension. This suspension contained various cell types, including primordial germ cells or PGCs. We marked the cells with the PKH26 red fluorescent stainer and injected them into the circulation of 3-day-old embryos. After four days we dissected the gonads from the 7-day-old embryos and examined the integration under stereo microscope according to the presence of stained cells. Our results showed that out of nine successful injections in three cases there were integrated stained cells in the gonads. Out of these in two cases female cells, in one case male cells were injected into the embryo. Our future goal is to include a freezing step into the experiment so we could check the potential of embryonic gonadal cell suspension injection in gene preservation.

**Keywords:** Hungarian landrace guinea fowl, gene preservation, PGC, gonad

### Irodalmi áttekintés

Az *in vitro* génbankok terén többféle lehetőség áll rendelkezésünkre, attól függően, hogy az egyedek mely sejtjének raktározása a cél (*Petitte és mtsai*, 2004; *Petitte*, 2006; *Barna és mtsai*, 2016; *Szalay*, 2017). Ezek az eljárások a genetikai információ megőrzésére törekszenek, aminek konszenzusosan leginkább elfogadott módja a mélyhűtés, hiszen ily módon az örökítőanyagot hosszú távon, kisebb költséggel, mobilisan lehet prezerválni (*Liu és mtsai*, 2013). Azonban azt is figyelembe kell venni, hogy a génmegőrzéshez olyan sejtekre van szükségünk, amelyekből a lehető leggyorsabban, a lehető legjobb hatásfokkal reprodukálni lehet a megőrzendő faj egyedeit, ebből a perspektívából pedig a mélyhűtés problémákat vet fel.

Globálisan az egyik leginkább alkalmazott és ezzel együtt legjobban kidolgozott módszer a génbankok létrehozására a spermamélyhűtés. A spermiumot az teszi ideálissá ezen felhasználásra, hogy nagy mennyiségben kinyerhető az egyedekből az állat egészségének kockáztatása nélkül. Maga a sejt kis víztartalommal bír, így viszonylag jól fagyasztható. Több emlősfajnál napjainkban már jól kidolgozott technológiák szerint, jó hatásfokkal történik a spermamélyhűtés (*Ugur és mtsai*, 2019; *Yáñez-Ortiz és mtsai*, 2022).

Madarak esetében a szaporító szervrendszer kialakulása (*Tóth és mtsai*, 2018) és sajátosságai nagymértékben eltérnek az emlősökétől, így sajnálatos módon nem a hímivarsejt mélyhűtése a legoptimálisabb lehetőség. Ennek fő oka az, hogy míg az emlősökben a női ivarkromoszómapár azonos (XX), a hímé pedig eltérő (XY), addig a madaraknál ez fordítottan (hím: ZZ, női ivar: ZW) működik, ezért a spermium fagyasztása során nem konzerválódik a W-kromoszóma. Ettől függetlenül a hímivarsejt mélyhűtése továbbra is fontos technológia a madarak génmegőrzésének területén is.

Opcióként megemlíthető a petesejt mélyhűtése is, azonban ez a technológia komoly akadályokba ütközik. A madár petesejt, vagyis a tojás, a legnagyobb méretű női ivarsejt, ezzel

együtt nagyon magas víz-, és fehérjetartalommal bír, ami ellehetetleníti a mélyhűtést. Ennek következtében más technológiát célszerű alkalmazni.

Emlősöknél lehetőség van a megtermékenyített petesejt fagyasztására, madaraknál azonban sokkal inkább az embrióból származó őssejteket, például ősvarsejteket (primordial germ cell, PGC) (Setioko és mtsai, 2007; Nakamura, 2016; Woodcock és mtsai, 2019; Divya és mtsai, 2021; Lázár és mtsai, 2021), illetve a napos kori csibéből vagy az embrióból kiműtött hím vagy női ivarszervet szokták felhasználni a génmegőrzéshez (Silversides és mtsai, 2013). Az ősvarsejtek felhasználása, bár mindenképp ígéretes, jelentős fejlesztéseket igényel, ugyanis a sejtek tenyésztő médiuma egyelőre túlzottan specifikus, így minden faj esetén új médiumot szükséges fejleszteni. Ezzel szemben a teljes gonád mélyhűtése esetén nincs szükség a sejtenyésztési lépésre, így univerzálisabban használható technológia. Mindkét módszer alkalmas lehet arra, hogy egy másik fajtából származó állatba beültetve a sejteket, azok a recipiens szervezetbe integrálódjanak, és ott a donor fajra jellemző spermiumot, illetve petesejteket kezdjenek termelni. Ha ezeket a spermiumokat/petesejteket a donor fajból származó ivarsejttel megtermékenyítjük, már az első generációban 100%-os sikerrátával visszanyerhetjük az eredeti genotípust (Szalay, 2017).

Az általunk tesztelt módszer az embrionális gonádokból emésztés útján kapott sejtuszpenzió génbanki felhasználásának lehetősége volt, amit már sikeresen teszteltek házi tyúk embriók felhasználásával (Tiambo és mtsai., 2021; Hu és mtsai, 2022). Az itt dokumentált kísérlet volt az első, ami a magyar parlagi gyöngytyúkban próbálta reprodukálni ezt az eredményt. Célunk az izolált magyar parlagi gyöngytyúk gonádsejt-tenyészetek festése és injektálása volt recipiens embrióba, majd ezen sejtek beépülésének vizsgálata a fluoreszcencia jelenléte alapján.

## Anyag és módszer

Kísérletünkhöz a gödöllői Haszonállat-génmegőrzési Intézetből származó magyar parlagi gyöngytyúk tojásokat használtunk fel. A tojásokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen levő Genetika és Biotechnológia Intézet Alkalmazott Embriológia és Őssejtbiológia csoportjának laboratóriumában található keltetőben inkubáltuk 37,8 °C hőmérsékleten és 70% páratartalom mellett tíz napig. A motorizált keltetőben a tojások az inkubáció teljes ideje alatt forgatva voltak, hogy elkerüljük az embrió letapadását. A tizedik napon az alkohollal fertőtlenített tojásokat felbontottuk és mikroszkóp alatt izoláltuk az embriók gonádját. A gonádokat nemenként külön 1,5 ml-es csövekben levő 2:1 arányú DMEM:víz (Gibco) keverékbe gyűjtöttük. Az embriók ivarának meghatározását arra alapoztuk, hogy ebben az embrionális fejlődési stádiumban a hímek jobb ivarszervének visszafejlődése már megkezdődött, így asszimetrikus gonádpárral rendelkeztek, ami segítette a nemek elkülönítését.

A leggyűjtött gonádokat 0,25% Tripszin-EDTA oldatban emésztettük 37°C hőmérsékleten inkubálva, 700 rpm-es rázatást alkalmazva. 10 percenként szuszpendálva az egyre lazább gonádokat, ezt ismételtük addig, amíg az emésztés sikeresen szétbontotta a szöveteket. Mikor ezt elértük, ősvarsejt tenyésztőmédiummal (DMEM kalcium nélkül (Gibco, 21068-028), szövettenyésztéshez használt víz (Gibco, A12873-01), piruvát (Gibco, 11360039), MEM vitamin oldat (Gibco, 11120052), MEM aminosavak (Sigma, M5550), B27 (Gibco 17504044), glutamax (Gibco, 35050038), nem esszenciális aminosavak (Gibco, 11140035), nukleozidok (EmbryoMax, ES-008-D), B-merkaptotanol (Gibco, 31350010), CaCl<sub>2</sub> (Sigma, C4901-100G), ovalbumin (Sigma, A5503), heparin (Sigma, H3149-25KU), Penicilin-Sztreptomycin (Gibco, 15070-063), házi tyúk szérum (Sigma, C5405), humán aktivin (Invitrogen, PHC9564), bFGF (Gibco, 13256-029), ovotranszferin (Sigma, C7786)(Whyte et al., 2015) leállítottuk az emésztést. 40 µm

lyukátmérőjű szűrőn szűrtük át a szuszpenziót, majd centrifugával üleptettük és DPBS-ben (Gibco) szuszpendáltuk fel a sejteket.

Az így kapott sejtoldatból centrifugával (2000 rpm, 20°C, 4 min) pelletet készítettünk, majd felsuszpendáltuk a sejtfestésnél használt Diluent C pufferbe. Hozzáadtuk a PKH26 piros fluoreszcens sejtfestéket és fénytől védve 2 percig folyamatos szuszpendálás mellett inkubáltuk. Ennek lejártaival a festést ösvarsejt tenyésztőmédiával állítottuk le. Sejtszámolást végeztünk a NanoEntek Arthur Fluorescent Cell Counter (NanoEntek, Dél-Korea) sejtszámolóval, hogy ellenőrizzük a festés sikerességét, valamint beállítsuk az optimális (5000 sejt/ $\mu$ l) sejtkoncentrációt az injektáláshoz.

Miután kialakítottuk a megfelelő sejtuszuszpenziót, három napig inkubált tojások héján kb. 1,5 cm x 1,5 cm nagyságú ablakot nyitottunk csipesszel úgy, hogy ráláthassunk a Hamburger-Hamilton 16. stádiumú embrióra (*Hamburger és Hamilton, 1951*) (1. ábra). Szájpipettára erősített kihegyezett üvegapilláris segítségével nagyjából 2  $\mu$ l szuszpenziót juttattunk az embrió véráramába, majd sterilizált parafilmmel lezártuk a tojásokat és visszatettük őket a keltetőbe további keltetésre.

### **1. ábra: HH16 stádiumú Magyar parlagi gyöngytyúk embrió a sejtinjektálás előtt**



*Figure 1: HH16 Hungarian landrace guinea fowl embryo before cell injection*



A PKH26 festék a sejtosztódás során a citoplazmával együtt oszlik tovább az utódsejtekbe, így bizonyos sejtosztódási ciklus után (4-5) kihígul és detektálhatatlanná válik. A festést követően 4. napon (7,5 napos embriókban) még látható a festés, így vizsgálható a donoreredetű sejtek beépülése az ivarszervekbe a PKH26-expresszió jelenléte alapján. A vizsgálatot Leica DFC 7000T (Leica, Németország) sztereómikroszkóp alatt végeztük.

## Eredmények és értékelésük

Eredményeinket a sztereómikroszkópos elemzés során készült fotókkal szemléltetjük. Az injektálások során célunk volt mindkét nemhez tartozó sejtuszuspenzió használata. A 24 tojásba 18 injektálást végeztünk, ezekből 9 embrió fejlődött tovább a 7. napig. A PKH26 jelölt sejtek jelenléte alapján 3 embrió gonádjai tartalmaztak donoreredetű sejteket. Ezek az 1., 2. és 6. injektálási sorszámmal ellátott egyedek voltak.

A sikeres injektálásokról egy alkalommal hímivarú (1), míg két esetben nőivarú (2,6) gonádokból származó sejtkeveréket használtunk. Mindhárom esetben jól láthatóak a gonádban és a gonád körül a piros fluoreszcenciát mutató PKH26-jelölt sejtek (2.-3. *ábra*).

### **2. ábra: Magyar parlagi gyöngytyúk gonád (1.) hímeredetű PKH26 piros fluoreszcens festékkel jelölt ősvarsejtekkel**

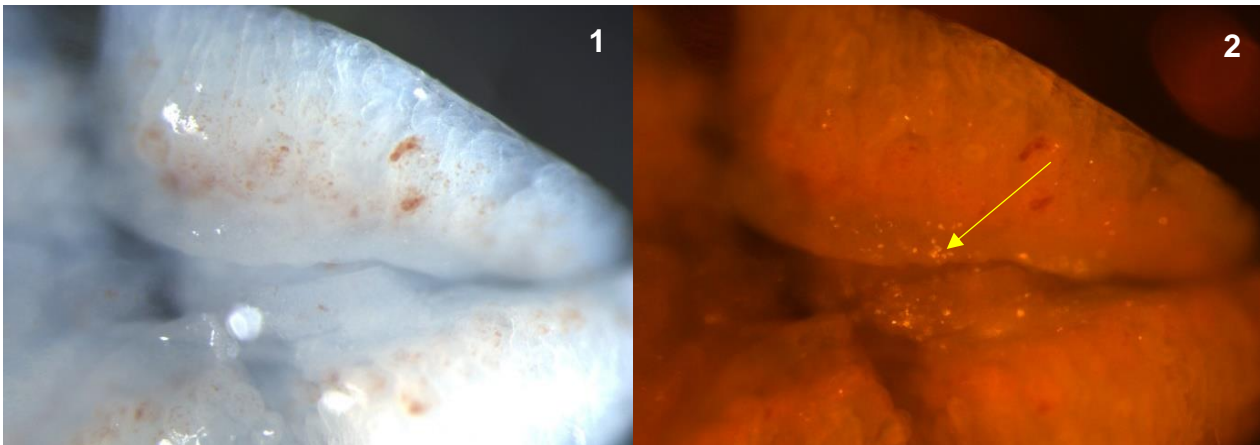


Figure 2: Hungarian landrace guinea fowl gonad (1.) with male donor-derived PKH26 marked red fluorescent PGCs

**3. ábra: Magyar parlagi gyöngytyúk gonád (2., 6.) tojóeredetű PKH26 piros fluoreszcens festékkel jelölt ősvarsejtekkel**

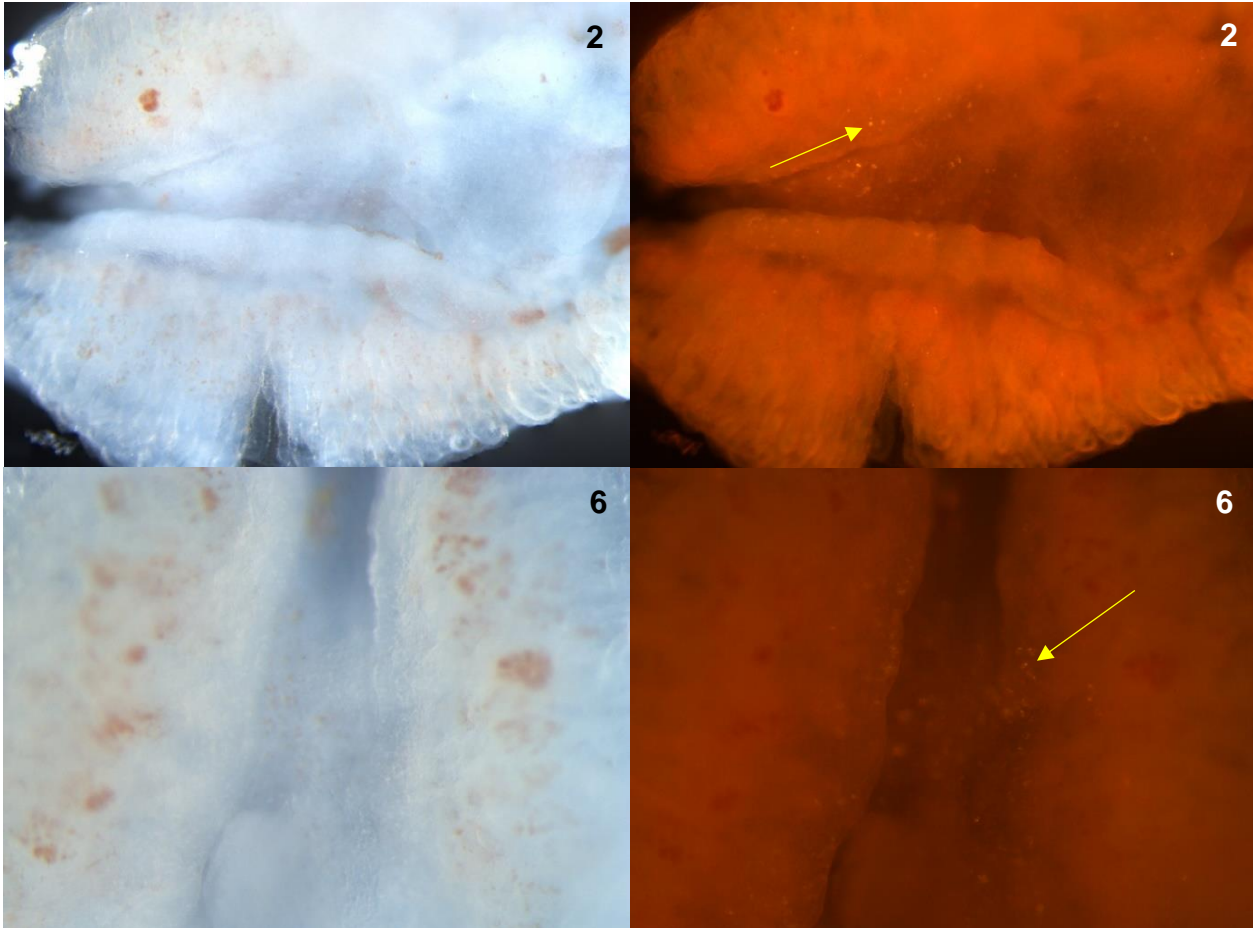


Figure 3: Hungarian landrace guinea fowl gonad (2., 6.) with male donor-derived PKH26 marked red fluorescent PGCs

A sejtek jelenléte a gonádon kívül feltételezéseink szerint annak köszönhető, hogy a 7. napon a PGC-k még nem léptek be maradéktalanul az ivarlécbe, így némelyikük még a szövetekben futó vérerekben található.

Mindent összevetve sikerült reprodukálni a *Tiambo és mtsai* (2021) és *Hu és mtsai* (2022) által leírt technológia sikerességét magyar parlagi gyöngytyúk esetén is. Mindkét említett munka magában foglalt egy mélyhűtési lépést is, melynek során az izolált gonádokat egészben mélyhűtötték. Megfigyeléseik szerint a 8-10 napos embriókból származó gonádsejtek jobban beépültek a recipiens gonádokba, mint a 11 napos embriókból származók. Az általunk javasolt 10 napos embrióból történő gonádlegyűjtés párhuzamos ezzel a megfigyeléssel, ugyanis a magyar parlagi gyöngytyúk hosszabb kelési idejének köszönhetően a 10 napos gyöngytyúk embrió nagyjából a 8-9 napos házi tyúk embrióval megegyező fejlődési stádiumban van. Az injektálás sikerességét nézve kísérletünk 16,7%-os rátával bírt, ami összeegyeztethető az alapul vett cikk 11-21%-os injektálási rátájával (*Tiambo és mtsai*, 2021; *Hu és mtsai*, 2022).

## Következtetések és javaslatok

A kísérletben elvégzett vizsgálatok alapján a következő eredményeket és irányelveket fogalmazhatjuk meg a további munkára vonatkozóan:

- Eredményeink bizonyítják, hogy a bemutatott technológia használható magyar parlagi gyöngytyúkok esetén is ivarszervi kimérák előállítására.
- A kísérletet érdemes lehet megismételni úgy, hogy az embriókat későbbi fejlődési stádiumban tudjuk vizsgálni (8-9. nap), ezzel vizsgálva az ösivarsejtek migrációjának sebességét és hatékonyságát.
- A távlati cél egy működőképes gonádmélyhűtési lépés beiktatása lenne a procedúrába, ezzel kihasználva a technológia nyújtotta génmegőrzési potenciált.

## Irodalomjegyzék

- Barna, J., Liptói, K., Barna, E., Liptói, K., Patakiné Várkonyi, E. (2016): Save what can be saved- new possibilities in in vitro gene preservation of poultry species. Literature review. Magyar Allatorvosok Lapja, 138. 621–630.
- Divya, D., Shukla, R., Chatterjee, R., Sagar, G., Rajendra Prasad, A., Bhattacharya, T. (2021): Production of Transgenic Chimeric Chicken from Cryopreserved Primordial Germ Cells and its Validation by Developing shRNA Transgenic Chicken Chimera. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-275932/v1>
- Hamburger, V., Hamilton, H. L. (1951): A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Journal of Morphology*, 88. 3. 49–92.
- Hu, T., Taylor, L., Sherman, A., Tiambo, C. K., Kemp, S. J., Whitelaw, B., Hawken, R. J., Djikeng, A., és McGrew, M. J. (2022): A low-tech, cost-effective and efficient method for safeguarding genetic diversity by direct cryopreservation of poultry embryonic reproductive cells. *ELife*, 11. <https://doi.org/10.7554/eLife.74036>
- Lázár, B., Molnár, M., Sztán, N., Végi, B., Drobnyák, Á., Tóth, R., Tokodyné Szabadi, N., McGrew, M. J., Gócza, E., Patakiné Várkonyi, E. (2021): Successful cryopreservation and regeneration of a partridge colored Hungarian native chicken breed using primordial germ cells. *Poultry Science*, 100. 8. 101207. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101207>
- Liu, J., Cheng, K. M., Silversides, F. G. (2013): Fundamental principles of cryobiology and application to ex situ conservation of avian species. *Avian Biology Research*, 6. 3. 187–197. <https://doi.org/10.3184/175815513X13740778695007>
- Nakamura, Y. (2016): Poultry genetic resource conservation using primordial germ cells. *Journal of Reproduction and Development*, 431–437.
- Petitte, J. N. (2006): Avian germplasm preservation: Embryonic stem cells or primordial germ cells? *Poultry Science*, 85. 2. 237–242. <https://doi.org/10.1093/ps/85.2.237>
- Petitte, J. N., Liu, G., Yang, Z. (2004): Avian pluripotent stem cells. *Mechanisms of Development*, 121, 9. 1159–1168. <https://doi.org/10.1016/j.mod.2004.05.003>
- Setioko, A. R., Tagami, T., Tase, H., Nakamura, Y., Takeda, K., Nirasawa, K. (2007): Cryopreservation of premordial germ cells (PGCs) from White Leghorn embryos using commercial cryoprotectants. *The Journal of Poultry Science*, 44. 73–77.



- Silversides, F. G., Robertson, M. C., Liu, J.* (2013): Cryoconservation of avian gonads in Canada. *Poultry Science*, 92. 10. 2613–2617. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03185>
- Szalay, I.* (2017): Génbanki kutatások régi haszonállataink védelmében (Szalay István, Wensky Ágnes, Eds.). Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó.
- Tiambo, C. K., Kibui, P. W., Kamidi, C., Muteti, C., Hu, T., Kemp, S., McGrew, M.* (2021): Laboratory training manual on biobanking and recovery of indigenous poultry genetic resources by cryopreservation of primordial germ cells (PGCs).
- Tóth, R., Lázár, B., Góczy, E.* (2018): A házityúk-ivarszerv kialakulásának érdekességei. *Természet Világa*, 149. 11.
- Ugur, M. R., Saber Abdelrahman, A., Evans, H. C., Gilmore, A. A., Hitit, M., Arifiantini, R. I., Purwantara, B., Kaya, A., Memili, E.* (2019): Advances in Cryopreservation of Bull Sperm. *Frontiers in Veterinary Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00268>
- Whyte, J., Glover, J. D., Woodcock, M., Brzeszczynska, J., Taylor, L., Sherman, A., Kaiser, P., McGrew, M. J.* (2015): FGF, Insulin, and SMAD Signaling Cooperate for Avian Primordial Germ Cell Self-Renewal. *Stem Cell Reports*, 5. 1–12.
- Woodcock, M. E., Gheyas, A. A., Mason, A. S., Nandi, S., Taylor, L., Sherman, A., Smith, J., Burt, D. W., Hawken, R., McGrew, M. J.* (2019): Reviving rare chicken breeds using genetically engineered sterility in surrogate host birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116. 42. 20930–20937. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906316116>
- Yáñez-Ortiz, I., Catalán, J., Rodríguez-Gil, J. E., Miró, J., Yeste, M.* (2022): Advances in sperm cryopreservation in farm animals: Cattle, horse, pig and sheep. *Animal Reproduction Science*, 246. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106904>

## MAGYAR HÁZIBIVALLYAL VALÓ LEGELTETÉS HATÁSAINAK FELMÉRÉSE SZÁRAZ GYEPEKEN, MINT POTENCIÁLIS ÉLŐHELYKEZELÉSI MÓDSZER

Fűrész Attila<sup>1</sup>, Fintha Gabriella<sup>2</sup>, Szentes Szilárd<sup>3</sup>, Wagenhoffer Zsombor<sup>3</sup>, Szalai Ferenc<sup>4</sup>, Penksza Károly<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Növényteni Tanszék  
2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Biológiai-tudományi Doktori Iskola  
2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.

<sup>3</sup>Állatorvostudományi Egyetem, Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Intézet  
1078 Budapest István u. 2.

<sup>4</sup>Mátrai Bivalyrezervátum  
3064 Szurdokpüspöki, Lapos tanya 1.  
furesz.attila.zoltan@phd.uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 10.05.2023.

### Összefoglalás

Napjainkban az éghajlatváltozás hatásai miatt a mezőgazdasági területek fenntarthatósága komoly kihívássá vált. Ezen területek fenntartásáért a legeltetett állatállomány, mint például a magyar házibivaly, nagyon fontos szerepet játszhat. Kutatásunk célja az volt, hogy a magyar házibivalyok által legeltetett Szurdokpüspöki területek több éves vegetációjának adatait cönológiai felmérésekkel összehasonlítsuk, a növényzet változását a relatív ökológiai mutatók, a természetvédelmi értékek alapján nyomon kövessük, valamint a gyepterületek takarmányozási értékeinek különbségeit megállapítsuk. A felméréseket három olyan mintaterületen végeztük el, ahol 2, 4 és 6 éve cserjeirtás zajlik. A gazdaságilag fontos pázsitfűfélék és hüvelyesek száma, illetve borítottsága egyaránt növekedett. A cserjések magas aránya eltolódott a gypfajok felé. A domináns faj a *Festuca valesiaca* volt. A Pignatti-féle életforma-rendszer alapján a terület nem volt túllegeltetve. Az eredmények alapján a magyar házibivalyokkal történő legeltetés mind természetvédelmi, mind gazdasági szempontból sikeresen működött. A kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3-I-MATE/2 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült, valamint a kutatást a AKGF-119-1-202 projekt támogatta.

**Kulcsszavak:** cserjeirtás, gyeptakarmányozási érték, relatív ökológiai mutatók, bivaly legeltetés



## Effects of Hungarian water buffalo grazing on dry grasslands as a potential habitat management method

### Abstract

Nowadays, the sustainability of agricultural fields has become a significant issue due to the impacts of climate change. Grazing livestock, such as Hungarian water buffalo, can have a very important role in the sustainability of these areas. Our aim in this research was to compare vegetation data from several years of domestic water buffalo grazing in the areas of Szurdokpuszti by using cenological surveys, to monitor vegetation changes based on relative ecological indicators, conservation values. The surveys were carried out in three sample areas where there have been removing shrubs for 2, 4 and 6 years. Both the amounts and cover of economically important grasses and legumes increased. The high proportion of shrubs has shifted towards grassland species. *Festuca valesiaca* was the dominant species. According to Pignatti's life-form system, the area was not overgrazed. The results showed that the grazing by domestic water buffalo was successful for both conservation and economic reasons. Supported by the ÚNKP-22-3-I-MATE/2 New National Excellence Program of the Ministry for Culture and Innovation from the source of the National Research, Development and Innovation Fund, and AKGF-119-1-202.

**Keywords:** removing shrubs, grassland management value, relative ecological indicators, water buffalo grazing

### Bevezetés

Hazai viszonylatban a legeltetés a gyengébb területeken zajlik, melyek közül számos legelő felhagyásra is került és rendszerint gyomosodó térszínekké alakult át (Szemán, 2003). A hazai gyepek a természetvédelmi kezelések, az emberi beavatkozások nélkül (Szabó és mtsai, 2010; Klimek és mtsai, 2007; Besnyői és mtsai, 2012; Török és mtsai, 2011, 2018; Pywell és mtsai, 2002) vagy gyepgazdálkodási tevékenységek nélkül (Szentés és mtsai, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2011, 2012a, 2012b) leromlanak, elgyomosodnak, becserjésednek (Penksza és mtsai, 1994, 1996, 2016). Ezen túl az elmúlt időszakban egyre inkább újabb gyepek telepítése és fenntartása folyik (Török és mtsai, 2011; Vida és mtsai, 2008; Hajnóczki és mtsai, 2021), ami egyben napjaink egyik leggyakrabban alkalmazott élőhely-rekonstrukciós beavatkozásai közé tartozik. A legeltetés azon túl, hogy a visszagyepesítést követően javasolt, önállóan is alkalmas a gyepterületek kezelésére, miután a gyepek váza már kialakult (Penksza és mtsai, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2013, 2021; Szentés és mtsai, 2007, 2009a, 2012a, 2022; Valkó és mtsai, 2011, 2012). Legtöbb esetben természetvédelmi területkezelés során magyar szürke szarvasmarhával legeltetnek annak érdekében, hogy megőrizték a füves élőhelyek biodiverzitását és restaurálják a gyepterületeket (Török és mtsai, 2014, 2018; Kiss és Penksza, 2018; T-Járdi és mtsai, 2022; Magyar és mtsai, 2017), de kisebb mértékben a magyar tarka vagy húsmarhával is történik legeltetés (Kárpáti és mtsai, 2004; Járdi és mtsai, 2021; Kovácsné Koncz és mtsai, 2015, 2017; Tasi és mtsai, 2014; Halász és mtsai, 2015, 2016; Saláta és mtsai, 2011, 2012; Szabó és mtsai, 2011; Halász és Nagy, 2013; Halász és mtsai, 2016).

Ezen túl egyre nagyobb szerepet kap a magyar házibivallyal történő legeltetés. A Zámolyi-medencében már Uj és mtsai, (2013a, 2013b, 2014), Penksza és mtsai, (2021) közöltek legeltetésre vonatkozó eredményeket, akik arra a következtetésre jutottak, hogy a magyar házibivallyal történő legeltetés az eddigi eredmények alapján gyepgazdálkodási és természetvédelmi szempontból

kedvezően hatott. *Tóth és mtsai* (2003) a Hortobágyon végzett vizsgálatai alapján azt állította, hogy a magyar házibivalyok szisztematikus legeltetése egy 15 évig libalegelőként használt gyepteljes degradációját is a visszájára tudta fordítani. Ma a magyar házibivaly jelentős hányada nemzeti parkjaink területein található meg, elsősorban nedves élőhelyeken, vizes területeken, mint például a Fertő-Hanság Nemzeti park, illetve a Balaton-felvidéki Nemzeti Park egyes területein. *Penksza és mtsai* (2008) a Tapolcai-medencében végzett felméréseket, *Besnyői és mtsai* (2012) pedig a Kisbalaton mellett.

A vizsgálatunk során arra kerestük a választ, hogy a magyar házibivaly milyen mértékben képes a cserjeirtás után fenntartani a területet, valamint természetvédelmi és gyepgazdálkodási szempontból értékessé alakítani.

### Anyag és módszer

A terepi munkákat Mátrában, a Szurdokpüspöki mellett található Mátrai Bivalyrezervátum területén végeztük el.

A vizsgálat 3 mintaterületen folyt. Ezeken a mintaterületeken 2, 4 és 6 éve történt cserjeirtás, illetve szárazzás, és azóta vízibivalyok legeltetésével tartják fenn a területet.

A fajokat gyepgazdálkodási szempont szerinti bontásban is feltüntetjük. Külön kiemeltük a pázsitfűvek és a pillangósok közül azokat a fajokat, amelyeknek a borítási értéke 10%-nál, illetve 5%-nál nagyobb (*Szentes és mtsai*, 2012), valamint az egyéb kategóriában az 1%-nál kisebb, illetve nagyobb borítási értékkel rendelkező fajokat.

A mintaterületeket a fajok természetvédelmi értékkategóriái (*Simon*, 2000) szerint is értékeltük. A gyepteljes előforduló fontosabb növényfajok takarmányozási értékének meghatározását *Klapp és mtsai* (1953) munkája alapján végeztük el.

### Eredmények és értékelés

A területen a gyepgazdálkodási szempontból fontos pázsitfűvek mennyisége a fajszámot és a borítási értékeket is figyelembe véve nőtt, valamint a pillangósok mennyisége is jelentősebb lett. Jelentős változás pedig az eltolódás volt, ami a cserjék nagy arányából a gyepalkotó fajok arányába tolódott el. A domináns faj a *Festuca valesiaca* és *F. rupicola* lett. A természetvédelmi kategóriák alapján (1. ábra) az idő előre haladásával a gyomok és a zavarástűrő fajok aránya csökkent és a természetes vegetáció fajai nőttek. A Klapp-féle értékek alapján a 4 és a 6 éve már a magyar házibivalyokkal kezelt területen a magasabb gyepgazdálkodási értékű fajok aránya nőtt (2. ábra).

**1. ábra: A mintaterületek fajainak Simon-féle természetvédelmi értékkategóriák szerinti megoszlása**

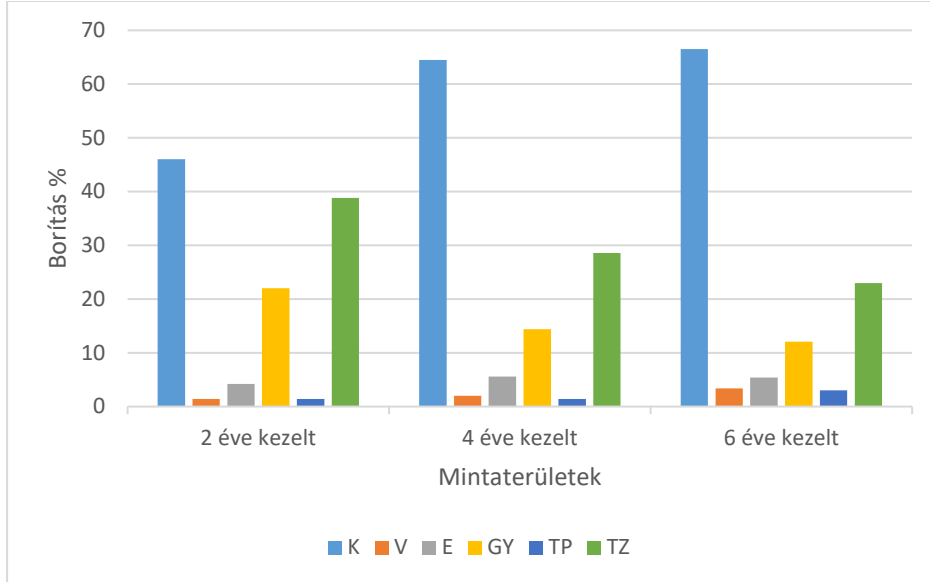


Figure 1: Distribution of species in the sample areas according to Simon's nature conservation value categories

**2. ábra: A fajok megoszlása a Klapp-féle takarmányértékek alapján, az egyes mintaterületeken**

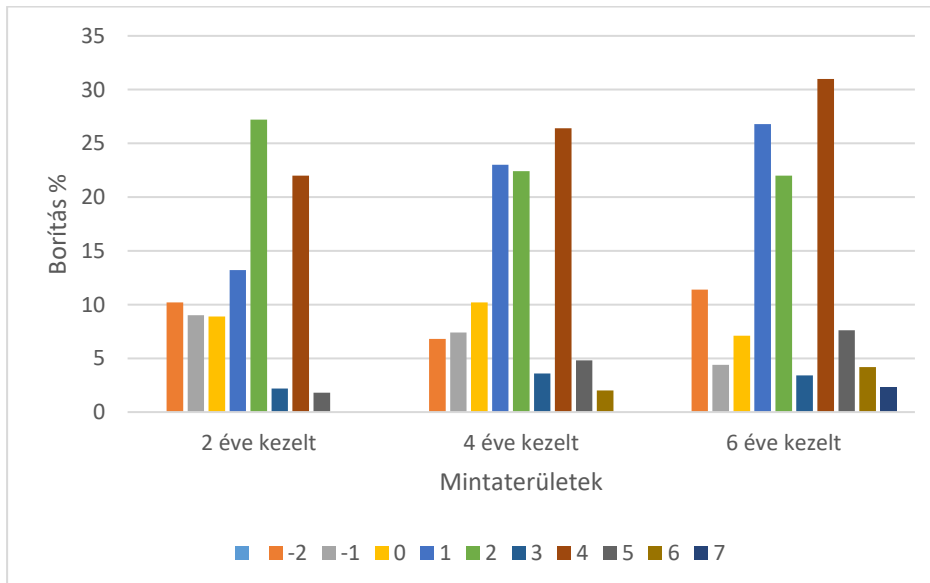


Figure 2: The distribution of the species by the Klapp feed quality values in the areas



## Következtetések, javaslatok

A vizsgált mintaterületeken a házi vízibivalyokkal történő legeltetési gyepterkezelési gyakorlat mindkét szempontból, vagyis természetvédelmi és gazdálkodási szempontból is sikeres volt. A magyar házibivaly egyrészt alkalmas még olyan élőhelyek kezelésére, amire a magyar szürke szarvasmarha sem képes. Olyan növénycsoportok elfogyasztására is képes, mint a sások (*Carex*), szittyók (*Juncus*) és a közönséges nád (*Phragmites australis*), ezzel a vizes élőhelyek kezelését, rehabilitációját végzi el. A vizsgálat alapján pedig száraz gyepekben is alkalmazható legeltetésre és a cserjék visszaszorítására.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3-I-MATE/2 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült, valamint a kutatást a AKGF-119-1-202 projekt támogatta.

## Irodalom

- Besnyői V., Szerdahelyi T., Bartha S., Penksza K. (2012): Kaszálás felhagyásának kezdeti hatása nyugat-magyarországi üde gyepek fajkompozíciójára. Gyepgazdálkodási Közlemények, 10. 1-2. 13–20.
- Hajnóczki S., Pajor F., Péter N., Bodnár Á., Penksza K., Póti P. (2021): *Solidago gigantea* Ait. and *Calamagrostis epigejos* (L) Roth invasive plants as potential forage for goats. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49. 1. 12197
- Halász A., Nagy G. (2013): Complexity Of Local Measurements In Cattle Behavioural Studies In: Berckmans, D.- Vandermeulen, J. (szerk.) *Precision Livestock Farming '13*. Leuven, Belgium. 223-228. Paper: 186.
- Halász A., Tasi J., Rásó J. (2015): Fás legelő, legelőerdők, erdősávok és fasorok használata ökológiai gazdálkodási rendszerben. *Növénytermelés*, 64. 4. 77–89.
- Halász A., Nagy G., Tasi J., Bajnok M., Mikone J. E. (2016): Weather regulated cattle behaviour on rangeland. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14. 4. 149–158.
- Kárpáti B., Sarudi Cs., Csorbai A., Marton I. (2004): A magyar szürke szarvasmarha tartásának ökonómiai és környezet-gazdálkodási elemzése. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 8. 33–49.
- Kiss T., Penksza K. (2018): A legeltetés hosszú távú hatása kiskunsági füves pusztákon. *Természetvédelmi Közlemények*, 24. 104–113.
- Klapp E., Boeker P., König F., Stählin A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. *Grünland*, 2. 38–40.
- Klimek S., Gen. Kemmermann A. R., Hofmann M., Isselstein J. (2007): Plant species richness and composition in managed grasslands: The relative importance of field management and environmental factors. *Biological Conservation*, 134. 559–570.
- Kovácsné Koncz N., Béri B., Deák B., Kelemen A., Radócz Sz., Valkó O. (2015): Mély fekvésű gyepek élőhely kezelése különböző szarvasmarhafajták legeltetésével. 27. Georgikon Napok, 225–234.
- Kovácsné Koncz N., Penksza V., Posta, J., Béri, B. (2017): Különböző szarvasmarhafajták legelőviselkedésének összehasonlító vizsgálata hortobágyi szikeseken. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 15. 2. 29–36.

- Magyar V., Penksza K., Szentes Sz. (2017): Comparative investigations of biomass composition in differently managed grasslands of the Balaton Uplands National Park, Hungary. Gyepgazdálkodási Közlemények, 15. 1. 49–56.
- Penksza K., Morschhauser T., Horváth F., Asztalos J. (1994): A Kétágú-hegy vegetációtérképe. Bot. Közlem., 81. 157–164.
- Penksza K., Káder F., Benyovszky B. M. (1996): Vegetációtanulmány a Balatonalmádi (Vörösberény) melletti Megye-hegyről. Bot. Közlem., 83. 77–90.
- Penksza K.; Tasi J., Szentes, Sz. (2007): Eltérő hasznosítású Dunántúli középhegységi gyeppek takarmányértékeinek változása. Gyepgazdálkodási Közlemények, 5. 26–33.
- Penksza K., Tasi J., Szentes Sz., Centeri Cs. (2008): Természetvédelmi célú botanikai, takarmányozástani és talajtani vizsgálatok a Tapolcai és Káli medencei szürkemarha és bivaly legelőin. Gyepgazdálkodási Közlemények. 6. 47–54.
- Penksza K., Tasi J., Szabó G., Zimmermann Z., Szentes Sz. (2009a): Természetvédelmi célú botanikai ÁASYQ AWS és takarmányozástani vizsgálatok adatai Káli-medencei juhlegelőhöz. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 51–58.
- Penksza K., Wichmann B., Szentes Sz. (2009b): Szarvasmarha-, juh- és lólegelők összehasonlító vizsgálata a Tapolcai és a Káli-medencében – 2008. év. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 59–63.
- Penksza K., Házi J., Tóth A., Wichmann B., Pajor F., Gyuricza Cs., Póti P., Szentes Sz. (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarha legelő szezonális táplálóanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassza mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. Növénytermelés, 62. 1. 73–94.
- Penksza K., Ifj. Viszló L.; Stilling F., Turcsányi-Járdi I., Pápay G. (2021): Magyar szürke szarvasmarhaszántóból kialakított legelő természetvédelmi gyepgazdálkodási vizsgálata Csákvár melletti „szűzföld” területén. Gyepgazdálkodási Közlemények, 19. 2. 3–14.
- Pywell R. F., Bullock J. M., Hopkins A., Walker K. J., Sparks T.H., Burke M. J. W., Peel S. (2002): Restoration of species, rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi, site experiment. Journal of Applied Ecology, 39. 294–309.
- Saláta, D., Wichmann, B., Házi, J., Falusi, E., Penksza, K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. A Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 7. 3. 234–262.
- Saláta D., Falusi E., Wichmann B., Házi J., Penksza K. (2012): Faj és vegetáció, összetétel elemzés legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fás legelők különböző növényzeti típusaiban. Bot. Közlem., 99. 143–160.
- Simon T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Tankönyvkiadó, Budapest, 976.
- Szabó G., Zimmermann Z., Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Penksza K. (2010): Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési, fertő gyepeiben. Gyepgazdálkodási Közlemények, 8. 31–38.
- Szemán L. (2003): Ökológiai gyepgazdálkodás. A NAKP „B” kötete, Budapest, Gödöllő.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J. (2007): Gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dunántúli középhegység néhány természetes gyepében. Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 3. 127–149.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J., Malatinszky Á. (2008): A legeltetés természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és Káli medencében. Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 4. 829–835.
- Szentes Sz., Tasi J., Házi J., Penksza K. (2009a): A legeltetés hatásának gyepgazdálkodási és természetvédelmi vizsgálata Tapolcai- és Káli-medencei lólegelőn a 2008. évi gyepgazdálkodási idényben. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 65–72.



- Szentes Sz., Wichmann B., Házi J., Tasi J., Penksza K. (2009b): Vegetáció és gyepek produkció havi változása badacsonytördemeci szürkemarha legelőkön és kaszálón. Tájökológiai Lapok, 7. 2. 319–328.
- Szentes Sz., Penksza K., Dannhauser C., Coezte R. (2011): Nedves fekvésű gyepek botanikai összetételének, produkciójának és beltartalmi értékeinek növedékenkénti változása szürkemarha legelőn a Tapolcai-medencében. Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 7. 180–198.
- Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Szabó G., Zimmermann Z., Házi J., Wichmann B., Hufnágel L., Penksza K., Bartha S. (2012a): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. Central European Journal of Biology, 7. 6. 1055–1065.
- Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Szabó G., Zimmermann Z., Házi J., Wichmann B., Hufnágel L., Penksza K., Bartha S. (2012b): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. Central European Journal of Biology. 7. 6. 1055–1065.
- Tasi J., Bajnok M., Halász A. Szabó F., Harkányiné Székely Zs., Láng V. (2014): Magyarország komplex gyepegzálkodási adatbázis létrehozásának első lépései és eredményei, Gyepegzálkodási Közlemények, 1-2. 57–64.
- T-Járdi I., Penksza K., S.-Falusi E. (2022): Vegetation investigation of cattle pastures in the Ipoly Valley, Dejtár. Gyepegzálkodási Közlemények, 20. 1. 53–54.
- Tóth Cs., Nagy G., Nyakas A. (2003): Legeltetett gyepek értékelése a Hortobágyon. Agrártudományi közlemények, Executive publisher, Debrecen, 10. 50–54.
- Török P., Kelemen A., Valkó O., Deák B., Lukács B., Tóthmérész B. (2011): Lucerne dominated fields recover native grass diversity without intensive management actions. Journal of Applied Ecology, 48. 257–264.
- Török P., Valkó O., Deák B., Kelemen A., Tóthmérész B. (2014): Traditional cattle grazing in a mosaic alkali landscape: Effects on grassland biodiversity along a moisture gradient. PLoS ONE, 9. 5. e97095
- Török P., Penksza K., Tóth E., Kelemen A., Sonkoly J., Tóthmérész B. (2018): Vegetation type and grazing intensity jointly shape grazing on grassland biodiversity. Ecology and Evolution, 8. 10326–10335. <https://doi/full/10.1002/ece3.4508>
- Uj B., Juhász L., Póti P., Besnyői V., Szerdahelyi T., Ifj. Viszló L., Penksza K. (2013a): Bivalylegeltetés hatása a magas aranyvessző (Solidago gigantea) terjedésére egy Zámoly-medencében található mintaterületen) Sustainable development in the Carpathian Basin” conference, Budapest, Hungary, November 21-23., 135–136.
- Uj B., Juhász L., Szemán L., Ifj. Viszló L., Penksza A., Szentes Sz., Tóth A., Penksza K. (2013b): Cönológiai vizsgálatok különböző telepített és felújított gyepekben, Agrártudományi Közlemények, 51. 55–58.
- Uj B., Juhász L., Szemán L., Ifj. Viszló L., Penksza A., Szentes Sz., Házi J., Sutyinszki Zs., Tóth A., Penksza K. (2014): Telepített és felújított gyepek, parlagok összehasonlító botanikai, gyepegzálkodási vizsgálata, Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 10. 1. 85–106.
- Vida E., Török P., Deák B., Tóthmérész B. (2008): Gyepek létesítése mezőgazdasági művelés alól kivont területeken: a gyepesítés módszereinek áttekintése. Botan. Közlem., 95. 115–125.
- Valkó O., Török P., Tóthmérész B., Matus G. (2011): Restoration potential in seed banks of acidic fen and dry-mesophilous meadows: Can restoration be based on local seed banks? Restoration Ecology, 19. 9–15.
- Valkó O., Török P., Matus G., Tóthmérész B. (2012): Is regular mowing the most appropriate and cost, effective management maintaining diversity and biomass of target forbs in mountain hay meadows? Flora, 207. 303–309.



## MAGYARTARKA TENYÉSZBIKÁK IVADÉKTELJESÍTMÉNY- VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

*Holló Gabriella<sup>1</sup>, Füller Imre<sup>2</sup>, Németh Kristóf<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Precíziós  
Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék  
7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.

<sup>2</sup>Magyartarka Tenyésztők Egyesülete, Bonyhád  
7150 Bonyhád, Zrínyi utca 3.  
hollo.gabriella@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 27.01.2023.  
Accepted – Elfogadva: 03.04.2023.

### Összefoglalás

Jelen tanulmányban, 1571 ivadékteljesítmény-vizsgálatban részt vett bika adatát elemeztük 20 éves időintervallumban, 2002 és 2021 között. A vizsgálatban azoknak az apáknak a hatását elemeztük, amelyek több mint 10 utóddal rendelkeztek. Létrehoztunk két csoportot a vágási életkor alapján és külön elemeztük a 9 vizsgált tulajdonságot. Idősebb életkorban történő vágáskor, a súlygyarapodás csökken, míg az izmoltság elbírálása élő állapotban és a vágás utáni EUROP minősítési kategóriák pontszáma nő. A színhúskehízés is az előző tendenciát követi, vagyis az idősebb életkorban vágott ITV bikák színhúskehízése kedvezőbb. A küllemi bírálat hatékonyan szolgálja a vágási tulajdonságok, különösen az izmoltság szelekcióval történő javítását. A fiatalabb életkorban vágott bikáknak közel a fele teljesített átlag felett, ami jelentős árbevétel többletet jelentett. Az eredmények alapján kitűnik, hogy a növendékbikák hústermelési kapacitása meghaladja a korábbi generációkét, tehát a hímivarú állatok nagyobb végsúlyra tovább hizlalhatók, túlzott mértékű faggyúbeépülés nélkül. Mindez indokolttá teszi a fajtára korábban kidolgozott hizlalási technológia újragondolását, nevezetesen a nagyobb végsúlyra történő hizlalást. A magyartarka fajtának a vágómarha-előállításban betöltött szerepének fenntartásához és javításához elengedhetetlen a korszerű tenyésztési eljárások – a hústermelőképesség ivadékvizsgálatának – alkalmazása a mindennapi gyakorlatban.

**Kulcsszavak:** magyartarka, ivadékteljesítmény-vizsgálat

### Progeny performance test results of Hungarian Simmental sires

#### Abstract

In this study, we analyzed the data of 1,571 bulls participating in progeny tests in a 20-year time interval, between 2002 and 2021. In the study, we analyzed only the effect of those sires who had more than 10 offsprings. It was created two groups based on the slaughter age and analyzed the 9 investigated traits, separately. At an older age slaughtered bull, weight gain is reduced, while live muscle score and post-slaughter EUROP muscle category score increase. The carcass meat yield also follows the previous trend, namely, the meat yield of progenies slaughtered at an older age is more favorable. The type classification effectively serves to improve the slaughtering traits,

especially the muscularity through selection. Almost half of the bulls slaughtered at a younger age performed above average, which meant a significant surplus in sales. Based on the results, the meat production capacity of the sires exceeds that of the previous generations, so the male progenies can be further fattened to a higher final weight, without excessive accumulation of fat into their body. All these results definitely suggest to reconsider the fattening technology previously developed for the breed, namely the fattening to a higher final weight. To maintain and improve the role of the Hungarian Simmental breed in the slaughter cattle production, it is essential to apply modern breeding procedures –progeny test for meat production capacity – in everyday practice.

**Keywords:** Hungarian Simmental, progeny test

## Bevezetés

A magyartarka kettős hasznosítású fajta, amely egyesíti magában a minőségi tejtermelés (magas tejszír- és tejfehérje-tartalom) és hústermelés (kiváló vágóérték, korszerű húsminőség) iránt napjainkban támasztott igényeket (MTE, 2016). A fajta erőssége nemcsak a koncentrált tejtermelésben és a jó szervezeti szilárdságban, hanem a kiváló vágóértékben és a korszerű húsminőségben (márványozott, porhanyós) is megmutatkozik. A magyartarka felveszi a versenyt a nagytestű húsmarhafajtákkal, így a húshasznú anyatehéntartásban is versenyképes alternatívát jelent. A fajta a hízóalapanyag-előállításban fontos értékmérő tulajdonságokban is jeleskedik; kiváló borjúnevelő képesség, jó legelő- és gulyakészség jellemzi (URL<sup>1</sup>).

Az ivadékteljesítmény-vizsgálat (ITV) a tenyészállatok termelési, küllemi és gazdasági tulajdonságaiban megmutatkozó genetikai képességeinek az ivadékon keresztül történő előrejelzésére szolgál. A hústermelési tulajdonságok vizsgálata esetén az ITV-nek ki kell terjednie a nőivarú ivadékok anyai tulajdonságaira, valamint a hímivarú ivadékok hústermelő képességének vizsgálatára (Szabó, 2005). A súlygyarapodás és a vágóérték közepesen, illetve jól öröklődő tulajdonságoknak számítanak, emiatt az azonos körülmények között, központi ivadékvizsgáló állomáson 12-15 bikaivadék teljesítménye megfelelő megbízhatósággal nyújt információt a tenyészbika hústermelő képességének örökítéséről.

2012. január 1-től egy új, ún. Kettőshasznú Termelési Index (KTI) képezi a kettőshasznú magyartarka tenyészbikák rangsorolásának alapját, amelyben az indexalkotó főtulajdonságok tenyészértékei (tej, hús, fitness) gazdasági jelentőségüknek megfelelően kerültek súlyozásra. A nagyobb tenyészérték minden esetben jobb genetikai képességeket jelent, amely többletköltség (vétélár) a mindennapokban az ivadékok nagyobb termelőképességén (tej, hús, fitness) keresztül többszörösen megtérül.

Munkánk célkitűzése az ivadékteljesítmény-vizsgálatban részt vevő magyartarka tenyészbikák adatbázisának egy 20 éves időintervallumban (2002 és 2021 között) történő elemzése, valamint a vágási életkor hatásának megállapítása az azonos apáktól származó bikák hízekonysági eredményeire és a vágóértékére.

## Anyag és módszer

A vizsgálat során összesen 1571 ITV-ben részt vett bika adatát dolgoztuk fel és értékeltük. A vágási életkor alapján két csoportot hoztunk létre. Az első csoportba tartoztak az átlagosan 508 napos, a másodikba pedig az 582 napos életkorban levágott utódok. A fiatalabb életkorban vágott bikák 39 apától, míg az idősebb csoportba tartozók 28 apától származtak, és összesen 602, illetve

387 utód teljesítményét értékeltük csoportonként. A vizsgálatban csak azok az apák szerepeltek, amelyek minimum 10 utóddal rendelkeztek. Mindösszesen kilenc tulajdonság: a hizlalási végsúly, a súlygyarapodás az ITV alatt, az izmoltság minősítése élő állapotban, a hasított felek súlya, a nettó súlygyarapodás, a vágási kihozatal, az EUROP izmoltsági és a faggyúsági kategória, valamint a színhús kihozatal adatait elemeztük. Az apák további csoportba osztása a fenti tulajdonságokban mért szignifikáns eltérések ( $P < 0,05$ ) alapján történt, amelyeket egytényezős variancia-analízissel, az SPSS 27.0 program segítségével határoztunk meg.

## Eredmények

### Az 508 napos életkorban vágott ITV bikák eredményei

A hizlalási végsúly tekintetében az első utódcsoport teljesítménye 77 kg-mal és 141 kg-mal szignifikánsan kisebb, mint a másik két utódcsoporté (1. táblázat). A második utódcsoportba a legtöbb bika ( $n=17$ ) és utódai ( $n=294$ ) tartoztak, és 673 kg-os átlagos hizlalási végsúlyt értek el. A súlygyarapodást tekintve már jóval kevesebb bika ( $n=11$ ) és utóda ( $n=206$ ) értek el szignifikánsan jobb eredményt, mint a hizlalási végsúlynál. A legrosszabb utódcsoportéhoz képest 157 g/nap- és több, mint 440 g/nap-os többlet súlygyarapodás figyelhető meg.

### 1. táblázat: A fiatalabb életkorban (508 nap) vágott utódok eredményei

Tulajdonság (1)	I. utódcsoport (2)		II. utódcsoport (3)		III. utódcsoport (4)	
	$\bar{x} \pm SD$	utódszám (5)	$\bar{x} \pm SD$	utódszám (5)	$\bar{x} \pm SD$	utódszám (5)
Hizlalási végsúly, kg (6) (apák száma) (7)	596,08 $\pm$ 51,87 <sup>a</sup> (14)	291	672,97 $\pm$ 49,89 <sup>b</sup> (17)	294	736,45 $\pm$ 98,54 <sup>c</sup> (1)	17
Súlygyarapodás, g/nap (8) (apák száma) (7)	1213,55 $\pm$ 148,01 <sup>a</sup> (28)	386	1370,83 $\pm$ 146,27 <sup>b</sup> (10)	205	1660,36 $\pm$ 225,4 <sup>c</sup> (1)	11
Izmoltsági pontszám (9) (apák száma) (7)	6,35 $\pm$ 1,07 <sup>a</sup> (33)	487	7,20 $\pm$ 0,82 <sup>b</sup> (6)	115	-	
Nettó súlygyarapodás, g/nap (10) (apák száma) (7)	692,84 $\pm$ 86,46 <sup>a</sup> (34)	492	764,96 $\pm$ 71,15 <sup>b</sup> (3)	82	858,47 $\pm$ 89,73 <sup>c</sup> (2)	28
Színhús kihozatal, % (11) (apák száma) (7)	69 $\pm$ 2,09 <sup>a</sup> (21)	294	71,08 $\pm$ 1,61 <sup>b</sup> (18)	308	-	
Vágási kihozatal, % (12) (apák száma) (7)	58,12 $\pm$ 2,35 <sup>a</sup> (18)	281	60,02 $\pm$ 2,42 <sup>b</sup> (19)	295	63,90 $\pm$ 1,79 <sup>c</sup> (2)	26
Hasított felek súlya, kg (13) (apák száma) (7)	348,06 $\pm$ 33,26 <sup>a</sup> (18)	246	399,56 $\pm$ 37,34 <sup>b</sup> (21)	356	-	
EUROP izmoltsági pont (14) (apák száma) (7)	3,19 $\pm$ 0,64 <sup>a</sup> (17)	237	3,74 $\pm$ 0,48 <sup>b</sup> (22)	365	-	
EUROP faggyúsági pont (15) (apák száma) (7)	2,35 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup> (33)	527	2,88 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup> (6)	75	-	

a,b,c  $P < 0,05$

Table 1: Results of at a younger age slaughtered progeny bulls

(1)trait; (2)progeny bull group I.; (3)progeny bull group II.; (4)progeny bull group III.; (5)number of progeny bulls; (6)final live weight; (7)number of sires; (8) weight gain; (9)live muscle score; (10)net weight gain; (11)lean meat percentage; (12)dressing percentage; (13) carcass weight; (14)EUROP muscle score; (15) EUROP fat score

Az izmoltság és EUROP izmoltsági pontszámánál, valamint a színhús kihozatalnál két szignifikánsan eltérő utódcsoport különíthető el. A nettó súlygyarapodás esetében 166, illetve 72

g/napos többletgyarapodás figyelhető meg a legjobban teljesítő csoportban. A színhúskihozatalnál ez 2%-os, míg izmoltsági pontszám vonatkozásában 0,5-ös pontszám növekedést eredményezett.

A vágási kihozatal esetében kettő apa utódai érték el 63,9 %-ot. Ez az érték közel 2%-os többletkihozatalt jelent. A hasított felek súlya esetében a legjobb csoport 399,56 kg-os eredményt ért el, ami 52 kg-mal nehezebb féltestsúlyt jelent. Megjegyzendő, hogy ennél a tulajdonságnál a bikák többsége a jobb utódcsoportba tartozik. A EUROP faggyúsági pontnál 1-essel a jelöljük a faggyúval kevésbé borított testet, 5-össel pedig a legjobban borítottat, vagyis a kedvezőbb az, ha a pontszám minél kisebb. Elmondható, hogy a bikák többsége a kedvező utódcsoportba tartozik.

A legjobban teljesítő apák közül Nyögéri Hegyhát Enzim (21 719) három tulajdonságban is remekelt. Utódainak átlagos hizlalási végsúlya több, mint 100 kg-val, hasított feleinek súlya 50 kg-val haladta meg az összes bika átlagát. Az EUROP izmoltsági pontja holtversenyben Bonyhádi Remete Siwil-lel (31 379) 4-es, azaz U besorolású lett, míg az összes apaállat utódainak csak a fele volt U minősítésű. Izmoltsági pontszám esetén Vasvári Konrád Hubertus (24 229) érte el a legjobb eredményt 7,35 ponttal. Teveli Járás Imposium (23 556) súlygyarapodás és nettó súlygyarapodás kategóriákban is első helyen végzett, mindkét esetben jelentősen felülmúlva az átlagot. A színhúskihozatal és a vágási kihozatal esetében Teveli Füge Dionis (20 064) utódai teljesítettek a legjobban. A legkisebb EUROP faggyúsági pontszámot Böszörményi Sármos Evergreen (31 789) utódai érték el.

#### *Az 582 napos életkorban vágott ITV bikák eredményei*

A legtöbb tulajdonság esetében csak két utódcsoportot lehetett létrehozni, vagyis kisebb eltérések voltak az adatok között (2. táblázat).

A hizlalási végsúlyban a két utódcsoport között 77 kg a különbség. A súlygyarapodásban a bikák többsége kisebb súlygyarapodású utódcsoportba tartozik. Ebben a kategóriában három bika eredménye szignifikánsan felülmúlta a többiét, ami számszerűen 135 g/nap-os súlygyarapodást jelent. A fiatalabb korban vágott ITV bikák eredményével szemben, a súlygyarapodási értékek kisebbek, jelezve azt, hogy a növekedési/gyarapodási ütem az életkor előrehaladtával csökken. Az EUROP izmoltsági pont és a színhúskihozatal viszont kedvezőbb a későbbi életkorban vágott bikáknál; 3,4, illetve 3,8 az EUROP izmoltsági pont (3 pont: R, 4 pont: U), a színhúskihozatal pedig 70, illetve 72,5% a két utódcsoportban. A nettó súlygyarapodás hasonló tendenciát mutat, mint a súlygyarapodás, azaz értéke kisebb, mint a korábbi életkorban vágott ITV bikáké. A bikák többsége az első utódcsoportba tartozott a nettó súlygyarapodást és a színhúskihozatal tekintve.

A EUROP izmoltsági pontszám esetében viszont lényegesen több bika került a jobb izmoltsági kategóriába (második utódcsoport). A vágási kihozatal, a hasított felek súlya és az EUROP faggyúsági pont is jobb eredményekkel zárt, mint az 502 napos vágási életkorú ITV bikáknál. Az EUROP faggyúsági pont esetében a bikák között nem voltak szignifikáns eltérések és az átlag nagyobb volt, mint a fiatalabb életkorban vágott ITV bikáké – jelezve, hogy az életkor előrehaladtával a faggyúbeépülés üteme nő.

**2. táblázat: Az idősebb életkorban (582 nap) vágott utódok eredményei**

Tulajdonság (1)	I. utódcsoport (2)		II. utódcsoport (3)		III. utódcsoport (4)	
	$\bar{x}\pm SD$	utódszám (5)	$\bar{x}\pm SD$	utódszám (5)	$\bar{x}\pm SD$	utódszám (5)
Hizlalási végsúly, kg (6) (apák száma) (7)	644,36±55,46 <sup>a</sup> (11)	139	720,51±67,11 <sup>b</sup> (17)	248	-	
Súlygyarapodás, g/nap (8) (apák száma) (7)	1187,01±161,3 <sup>a</sup> (25)	340	1322,12±129,88 <sup>b</sup> (3)	47	-	
Izmoltsági pontszám (9) (apák száma) (7)	5,80±1,22 <sup>a</sup> (6)	86	7,07±0,89 <sup>b</sup> (22)	301	-	
Nettó súlygyarapodás, g/nap (10) (apák száma) (7)	661,01±86,61 <sup>a</sup> (23)	318	734,22±77,1 <sup>b</sup> (5)	69	-	
Színhúskehízatal, % (11) (apák száma) (7)	69,65±2,07 <sup>a</sup> (15)	240	72,46±1,79 <sup>b</sup> (13)	147	-	
Vágási kihozatal, % (12) (apák száma) (7)	58,99±1,84 <sup>a</sup> (18)	268	61,90±2,85 <sup>b</sup> (7)	79	64,50±2,28 <sup>c</sup> (3)	40
Hasított felek súlya, kg (13) (apák száma) (7)	364,88±34,30 <sup>a</sup> (4)	49	422,05±40,17 <sup>b</sup> (23)	328	489,78±62,40 <sup>c</sup> (1)	10
EUROP izmoltsági pont (14) (apák száma) (7)	3,36±0,6 <sup>a</sup> (9)	140	3,83±0,5 <sup>b</sup> (19)	247	-	
EUROP faggyúsági pont (15) (apák száma) (7)	2,30±0,40 (28)	387	-		-	

<sup>a,b,c</sup> P<0,05

Table 1: Results of at an older age slaughtered progeny bulls

(1)trait; (2)progeny bull group I.; (3)progeny bull group II.; (4)progeny bull group III.; (5)number of progeny bulls; (6)final live weight; (7)number of sires; (8) weight gain; (9)live muscle score; (10)net weight gain; (11)lean meat percentage; (12)dressing percentage; (13) carcass weight; (14)EUROP muscle score; (15) EUROP fat score

A vágási kihozatal esetében a legtöbb bika az 59%-os vágási kihozatalt produkálta, ennél jobb eredményt a második utódcsoport egyedei értek el; 62%-ot. A legjobb, 64,5%-os vágási százalék három bika utódait jellemezte. A hasított felek átlagsúlya 422 kg a legtöbb utódot adó második utódcsoportban, míg az első utódcsoportban átlagosan 365 kg. Egy bika utódai a harmadik utódcsoportban a legnehezebb hasított félttest súlyt (490 kg) mutatták. Idősebb életkorban a súlygyarapodás/nettó súlygyarapodás csökken, míg az izmoltság elbírálása élő állapotban és a vágás utáni EUROP minősítési kategóriák pontszáma nő. A színhúskehízatal is az előző tendenciát követi, vagyis az idősebb életkorban vágott ITV bikák színhúskehízatala kedvezőbb. Az eredmények megegyeznek Füller (2010) korábbi megállapításaival. A növekedés (hizlalás) intenzitását jellemző mutatószámok alakulását az életkor jelentős mértékben befolyásolja, ezért a hizlalási technológia kialakításánál nagy figyelmet kell szentelnünk a biológiai és közgazdasági optimum helyes arányára, amely a hízómarha-ágazat gazdaságosságát nagymértékben befolyásolja (Füller, 2010).

A csoportban a legkiemelkedőbb apa, Derecskei Karakter Emperor (24 679), egyedüli húshasznú tenyészbikaként négy tulajdonságban is a legjobb eredményt érte el. A hizlalási végsúlya és a hasított felek súlya jelentősen meghaladja az 502 napos korban vágott bikák közül a legjobb egyedekét. Az 582 napos életkorban vágott bikák átlageredményét lényegesen felülmúlja, 83 kg-mal nagyobb végsúlyban vágódtak ivadécai, továbbá 78 g/nappal jobb súlygyarapodást értek



el utódai, a EUROP minősítése pedig U kategóriájú. A súlygyarapodást vizsgálva Bonyhádi Hócipő Aréna (21 940) végzett az első helyen, de az átlaga 300 gramm/nappal kevesebb a fiatalabb korban vágott bikacsoporthoz képest. Az azonos életkorban vágott bikákhoz képest viszont 156 g/nap a súlygyarapodásban mért előnye. Ménesbirtok Tarka Profil (15 510) az izmoltsági pontszám területén végzett elől, 7,5 ponttal megelőzve a fiatalabb életkorban vágott legjobb apát is ebben a tulajdonságban, saját csoportjában pedig 0,7 ponttal kedvezőbb az értéke. Bonyhádi Miklós Eredményes (26 151) színhúskihozatala és vágási százaléka felülmúlja mind a fiatalabb életkorú bikakét, mind csoporttársait. Előnye 4-5%-os a két tulajdonság esetében a csoporttársak átlagértékéhez hasonlítva. A EUROP faggyússági pontszámok tekintetében négy apa is a kedvező, 2 pontot érte el. Bénifarm Lóvér Mertin (25 700), Rádóci Óperencia Gerjen (28 590), Bénifarm Rezső Irat (30 752) és Teveli Rómeó Ilárium (31 378) bikák esetében, az utódok faggyússága mintegy 0,31 ponttal kedvezőbb, mint a többi csoportba tartozó bika átlaga.

Az apa hatása, Füller (2010) szerint, a küllemi izmoltság pontszámán túl, a színhússzázalék esetében mutatkozik meg a legmarkánsabban. Az apák közül 29 bika ért el átlagon felüli eredményt a fiatalabb életkorban történt vágáskor, míg az idősebb életkorú átlagon felül teljesített bikacsoportok 14 bika utódai voltak (1., 2. ábra).

**1. ábra: Az átlag feletti színhúskihozatalú bikautódok a fiatalabb életkorban történő vágáskor**



Figure 1: Bull progenies slaughtered at a younger age above the average lean meat yield

A fentiek azt jelzik, hogy a két tulajdonság tenyésztői (szelekciós) módszerekkel történő javítása hatékony, tehát jelentős genetikai előrehaladás realizálható a populációban. A színhúskihozatal a fiatalabb életkorban vágott ITV bikáknál átlagosan 69%, míg az idősebb életkorban 70,62%.

**2. ábra: Az átlag feletti színhúskihozatalú bikautódok az idősebb életkorban történő vágáskor**

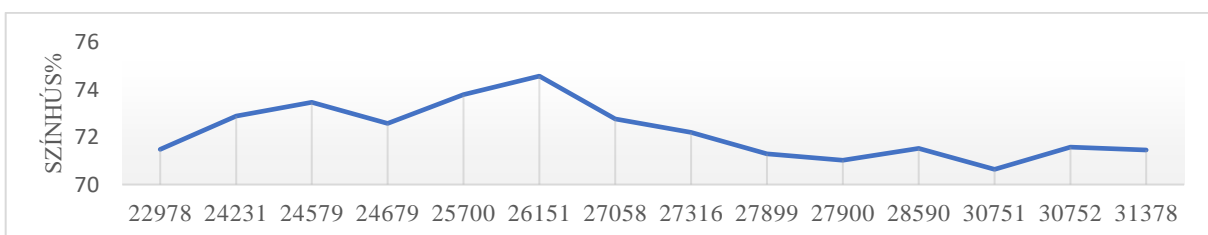


Figure 2: Bull progenies slaughtered at a later age above the average lean meat yield

## Következtetések

*ITV eredmények 508 napos életkorban történő vágáskor:* a hizlalási végsúly, a súlygyarapodás, a nettó súlygyarapodás és az izmoltsági pontszám tulajdonságok esetében szignifikánsan jobb eredményt az apák 2,6%, 5% és 15%-a ért el, ezzel szemben 46%- és 56%-uk átlag feletti teljesítményt a színhúskelet és az EUROP izmoltság vonatkozásában mutatott. A vizsgált tulajdonságokban az eredményeket összesítve hat bika ért el kiemelkedő eredményeket, amelyből kettő volt húshasznú.

*ITV eredmények 582 napos életkorban történő vágáskor:* a hizlalási végsúly, izmoltsági pontszám és EUROP izmoltság esetében szignifikánsan jobb eredményt az apák több mint fele (61%, 79% és 68%) ért el, addig a súlygyarapodás, nettó súlygyarapodás és a színhúskelet esetében ez az arány 11%, 18% és 46%. A vizsgált tulajdonságokban az eredményeket összesítve nyolc bika ért el kiemelkedő eredményeket, amelyből egy volt húshasznú. Az idősebb életkorban, nagyobb hizlalási végsúlyban levágott utódcsoportok kisebb súlygyarapodást értek el, ugyanakkor színhúskelettermelésük, izmoltsági pontszámuk és EUROP minőségük kedvezőbb volt. Az eredmények szerint a növendékbikák hústermelési kapacitása meghaladja a korábbi generációkét, tehát a hímivarú állatok nagyobb végsúlyra tovább hizlalhatók, túlzott mértékű faggyúbeépülés nélkül. Mindez indokoltá teszi a fajtára korábban kidolgozott hizlalási technológia újragondolását, nevezetesen a nagyobb végsúlyra történő hizlalást.

## Irodalomjegyzék

- Füller I. (2010): Hústermelő-képesség javítására irányuló szelekció továbbfejlesztése a magyar tarka fajtában. PhD-dolgozat, Kaposvár
- MTE (2016): A magyartarka fajta tenyésztési programja. Magyartarka Tenyésztők Egyesülete (MTE), Bonyhád. 5.
- Szabó F. (2005): Húsarhatenyésztés. Mezőgazda Kiadó, 15-220.
- URL<sup>1</sup>: [magyartarka.hu/egyesulet/bemutakozunk](http://magyartarka.hu/egyesulet/bemutakozunk) letöltve: 2022. november 20.



## GROWTH DYNAMICS OF YOUNG FATTENED BULLS MEASURED BY NON-STRESS METHODS AT THE COMMERCIAL FEEDLOT

*Jeník David, Kopec Tomas\*, Chládek Gustav, Falta Daniel*

Mendel University in Brno, Faculty of AgriSciences, Department of Animal Breeding,  
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic  
tomas.kopec@mendelu.cz

Received – Érkezett: 16.11.2022.  
Accepted – Elfogadva: 03.04.2023.

### Abstract

The experiment aimed to evaluate the growth ability of Czech Fleckvieh Simmental bulls at the beginning of fattening in the conditions of a modern commercial stable on a private farm. A total of 40 bulls were included in the experiment, which were moved to the stable at the age of 2 months, and the measurements were carried out up to 8 months of age. The bulls were measured at regular intervals of 14 days using a device that eliminates the stress of the animals and thereby increases their welfare. The measurement was carried out using a non-stress device, the live weight of the animals and the withers height were recorded. The net weight gain was determined from the measured data, which reached an average of 1.14 kg/day during the entire experiment. In addition, the growth curve was evaluated using the measured values of live weight and height at withers. The animals at 60 days had an average weight of 106 kg and a height at withers of 86.3 cm. At 120 days, the average weight was 167.3 kg and the height was 95.3 cm. At the age of 210 days, the average weight of the bulls was 283.6 kg and the height was 109.7 cm. The correlation coefficients between measured live weight and height at withers was 0.94 ( $p < 0.05$ ) and between live weight and daily weight gain was 0.35 ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Czech Fleckvieh Simmental, bull, fattening, non-stress method, withers height, feedlot

### Introduction

Czech Fleckvieh Simmental as a dual-purpose cattle breed, is valued not only for its relatively high milk yield with a breeding target of 7.500-8.500 kg milk for an adult cow but also excels in its beef production, where the breeding target for fattened bulls is 1.300 g and higher with slaughter yield 57–59% (Czech Fleckvieh Assoc., 2022). The main indicator of meat production is growth during the fattening period. Growth ability is characterized primarily by daily weight gain, which has been proven to be one of the most significant influences on the profitability of cattle fattening (Syrůček et al. 2017). For comparison, we can use as an example the most common dairy breed, which is Holstein cattle, where a daily gain of around 1094 g was determined for bulls up to 412 days of age (Chládek et al. 2011), while the Czech Fleckvieh Simmental reached 1.558 g/day gain according to a previous experiment (Jeník et al. 2020). This comparison shows the suitability of Simmental breed for both milk and meat production under certain conditions and farming systems, where profit is made not only by the sale of milk but by the secondary production such as fattening and the subsequent sale of beef.

The growth ability is influenced by several factors, such as breed, genetic predisposition (Pesonen et al. 2015), nutrition (Funnell, 2015) and microclimatic conditions. In addition, the biggest problems faced by cattle breeders are too low slaughter weight and the use of feeding systems that are not suitable for utilizing the fattening capacity of animals, with negative consequences for the quality of carcasses and meat (Basarab et al. 2007; Węglarz, 2010). The slaughtering age is also an important factor. Daily weight gains can be visualized by a growth curve. Uneven weight gains during fattening are described in the work of Chládek et al. (2011) when they observed fluctuations in daily gains at the end of the fattening period in Czech Fleckvieh Simmental cattle, which subsequently caused large economic losses for breeders.

Differences in growth ability necessarily exist between breeds, but also between individuals of the same breed, which highlights the influence of body size on slaughter age and slaughter weight (Mazzucco et al. 2016). It can be deduced from this that the length of fattening significantly affects the growth parameters and the quality of carcass. This statement is also supported by the work of Ustuner et al. (2020), who confirmed that both initial weight at the beginning of fattening and timing of the end of the fattening period is important in the final efficiency of meat production. As stated by Filipčík et al. (2020), on average, Czech Fleckvieh Simmental bulls are fattened up to 646 days of age. Given the constant advances in cattle genetics, it is necessary to periodically recalculate the genetic parameters (Svitáková et al. 2014). The next step to intensify and increase the efficiency of fattening is to monitor the vital signs of animals using automatic systems (e.g. neck responder), which greatly facilitate herd management. This is very important for today's cattle breeds, which focus on highly intensive production, thus require constant care and monitoring of health and welfare (Chládek et al. 2006, Jeník et al. 2020)

## Materials and Methods

The experiment took place on a private farm in Katov (468 m above sea level), South Moravian Region, Czech Republic (49°19.914811'N, 16°16.568953'E), specifically in a newly built commercial feedlot with the capacity of 300 individuals.

Measurements were carried out on 40 young Czech Fleckvieh Simmental bulls, which were housed freely in a pen with deep bedding (straw). The live weight and height at withers were measured every 14 days between 33 and 272 days of age using a non-stress method, the Agroninja system. The weight at birth was determined to be 33.29 kg. (Bene et al. 2013). The animals were fed ad libitum with mixed feed ration two times a day. Feed was regularly got out every hour using an automatic feed distributor from Lely. Composition of the feed ration is long-term set to an average daily gain of 1.5 kg/day and is compiled and checked by the farm's independent nutritionist. Main components of the feed ration are maize silage, grass haylage, alfalfa haylage, hay, straw, grain fodder and mineral mixture.

From the measured values, the average daily gain was subsequently calculated and the growth was evaluated, which was influenced by two indicators. The first indicator was changes in live weight and the second indicator was represented by changes in height at withers. The data were processed in MS Excel. The software Statistica 14. was used to perform the statistical analysis: one-way ANOVA (post hoc analysis using the Tukey test) and Pearson correlation test. The differences between means were considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

**Results**

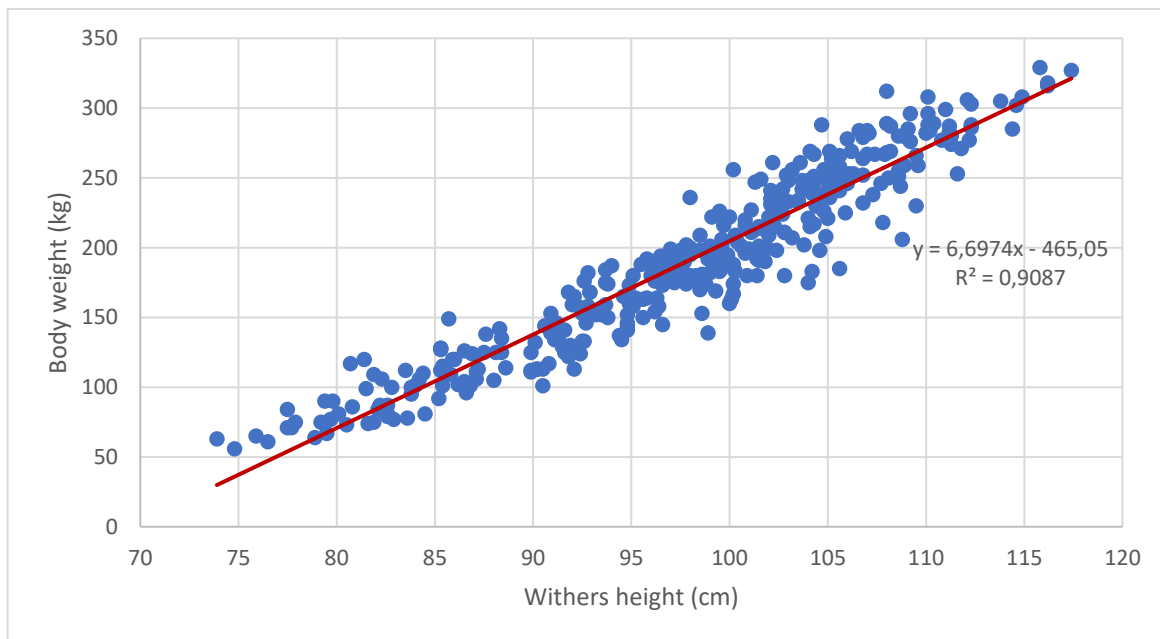
The average weight of the bulls was 196.73 kg (standard error of the mean, SEM, 3.82 kg), the average height at withers was 98.86 cm (SEM 0.52 cm) and the average daily gain was 1.14 kg/day (SEM 0.01 kg). Measurements using the Agroninja device were carried out at an average distance of 3.23 m, a minimum distance was 2.48 m and a maximum of 6.65 m. The average age of the animals was 142.86 days (SEM 3.03 days).

**Table 1: Pearson correlation coefficients among observed traits**

	Body weight (kg)	Withers height (cm)	Average daily gain (kg/day)	Age (days)
Body weight (kg)	1.0000	0.9396	0.3446	0.9311
Withers height (cm)		1.0000	0.3466	0.8898
Average daily gain (kg/day)			1.0000	0.0062
Age (days)				1.0000

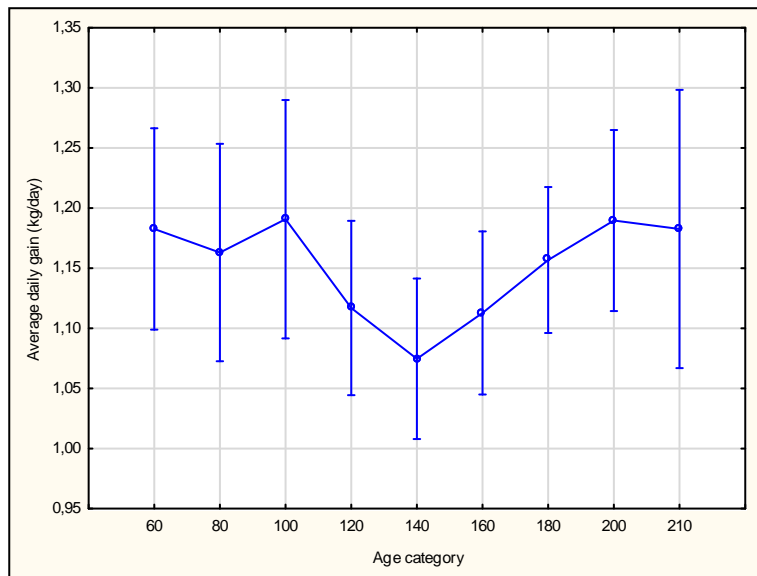
The correlation between the estimated weight of the bulls and the estimated height at withers was 0.94. The strong correlation is also confirmed by *Figure 1*, where the regression relationship between live weight and height at withers is shown. The weight of bulls can be predicted based on the height of the withers. If the height at withers increases by 1 cm, the average live weight increases by 6.70 kg. A strong correlation was also observed between age and live weight and between age and height at withers. On the contrary, there was a low correlation (0.35) between average daily gain and both estimated traits, height at withers and live weight of bulls.

**Figure 1: The linear relationship of body weight to withers height**

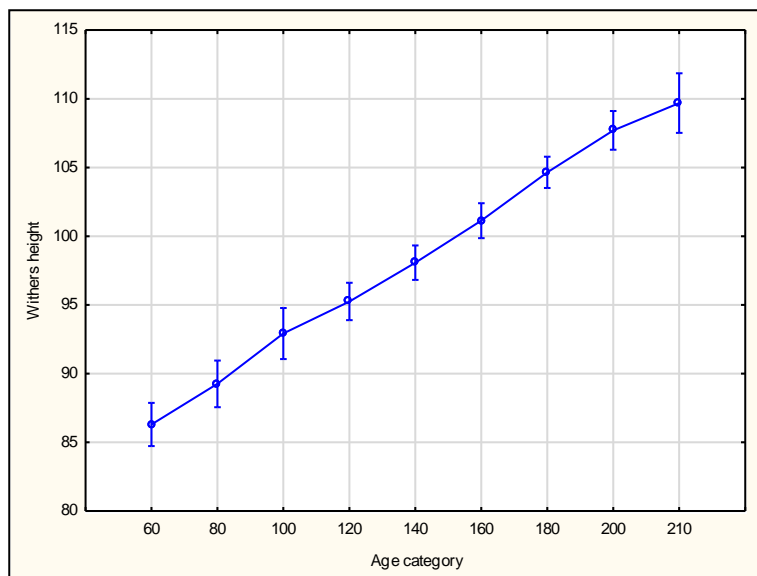


Figures 2, 3 and 4 show the effect of age on live weight, height at withers and average daily gain. For this purpose, bulls were divided into 9 age categories, so that there were bulls with age of +/-5 days in each category, and individual bulls appeared only once in each category. The average daily gain between the age categories did not differ significantly in neither case. The highest daily gain (1.19 kg/day) was recorded in the age category of 100 days, and on the contrary, the lowest (1.07 kg/day) was at 140 days. Bulls in the lowest and highest age categories achieved almost the same increase (1.18 kg/day).

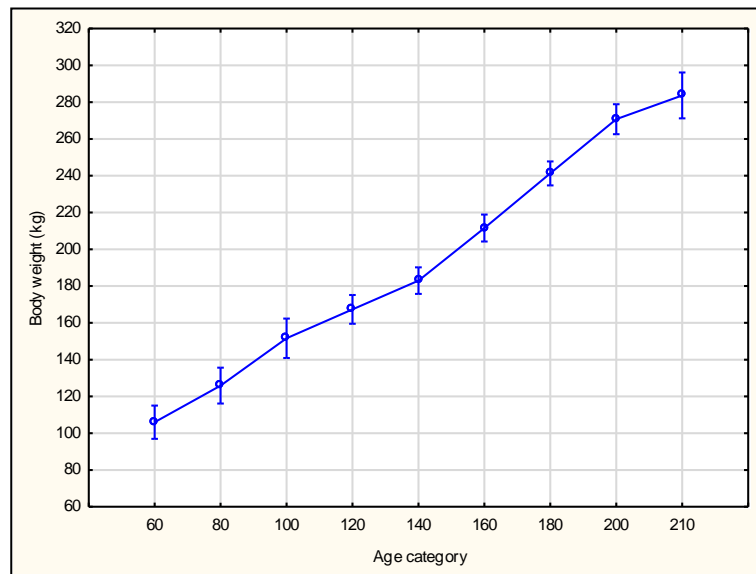
**Figure 2: Influence of age category on average daily gain**



**Figure 3: Influence of age category on withers height**



**Figure 4: Influence of age category on body weight**



Conversely, in the case of live weight and height at withers, a highly significant effect of age was observed ( $p < 0.01$ ), and the differences between most age categories were statistically confirmed ( $p < 0.05$ ) (Figure 3 and 4). Continuous increase in live weight and height at withers with age was observed. The lowest live weight (106.00 kg) and at the same time the lowest height at withers (86.30 cm) was achieved by bulls aged 60 days. These values increased continuously with age, and the highest weight (283.64 kg) and height at withers (109.69 cm) were achieved by bulls aged 210 days. At 120 days of age, the bulls reached an average weight of 167.32 kg and a height at withers of 95.25 cm. At 180 days of age, the average weight of the bulls was 241.28 kg and the height at withers was 104.65 cm.

## Discussion

Bull fattening is influenced by several factors, such as genetic predisposition and age at the beginning and end of fattening (Ustuner et al. 2020). The bulls in the experiment showed an average daily gain of 1.14 kg/day, which can be considered a reasonable gain for that age period under such conditions, as Kvapilík (2017) has already reported. The observed 167.32 kg live weight of 120-day-old bulls and 283.64 kg live weight of 210-day-old bulls are slightly lower results than that of performance test reported by Czech Beef Cattle Association (2022). The reason for this is that only the top bulls can become breeding bulls based on the performance test. Among the bulls in our experiment twins also were included, whose growth rate is worse at the beginning of fattening, as also reported by Cabrera et al. (2021), and so they are economically more difficult for breeders.

As for the growth of the body size, which was determined by height at withers, the bulls showed a linear growth curve. At the end of the experiment, at the age of 210 days, the animals reached an average height at withers of 109.69 cm. This growth curve cannot be compared with



other results at the moment, as there are currently no other studies on this topic involving animals of such a young age.

## Conclusion

Based on the experiment with fattening bulls of the Czech Fleckvieh Simmental breed, it can be concluded that during their intensive growth period it is possible to fatten them more efficiently and thereby increase their productivity. Efficiency can also be achieved by continuously monitoring the growth of bulls. For this purpose, the Agroninja system is suitable and beneficial for breeders and further research, because it increases work safety, in addition, it does not cause stress to animals, consequently, it supports their welfare. It is recommended to continue this research and compare with data obtained from other commercial feedlots. Based on the current results, it can be concluded that the measured live weight values correspond to the standards of the Czech Fleckvieh Simmental breed.

## Acknowledgment

This work was supported by the Internal Grant Agency of Mendel University in Brno grant AF-IGA2022-IP-099 (*Use of modern stress-free methods for monitoring vital activities and evaluation of meat performance of fattened bulls*).

## References

- Basarab, J.A., Aalhus, J.L., Shah, M.A., Mir, P.S., Baron, V.S., Dugan, M., Okine, E.K., Robertson, W.M., (2007): Effect of feeding sunflower seeds on the performance, carcass characteristics, meat quality, retail stability and sensory characteristics of pasture-fed and feedlot finished beef. *Can. J. Anim. Sci.*, 87. 15–27. <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/A06-047>
- Bene, S., Polgar, J.P., Szabo, F. (2013): Some effects on birth weight of calves and calving difficulty of cows. 2. The results of milking cattle in Hungary. *Magyar Allatvosok Lapja*, 135. 390–399.
- Cabrera, V.E.; Fricke, P.M. (2021): Economics of Twin Pregnancies in Dairy Cattle. *Animals*, 2021, 11, 552.
- Chládek, G., Falta, D. (2006): Beef performance of Holstein calves slaughtered at 300 kg of live weight. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 54. 4. 13–20.
- Chládek, G., Žižlavský, J., Šubrt, J. (2011): A Comparison of Carcass Proportions in Czech Pied and Montbeliarde Bulls with a High Carcass Weight. *Czech Journal of Animal Science*, 50. 3. 109–115.
- Chládek, G., Ingr, I. (2001): Meat production and quality of Holstein bulls fattened to 405–480 kg of live weight. *Czech Journal of Animal Science*, 46. 370–374.
- Czech Beef cattle Association (2022): Deadlines for checking the performance of meat breeds. Czech Beef cattle Association, Available from: <https://www.cschms.cz/>





- Czech Fleckvieh Association (2022): Breeding goal: Basic parameters of breeding goal. Czech Fleckvieh Breeders Association. Available from: <https://www.cestr.cz/cs/slechtenci/chovny-cil>
- Filipčík, R., Falta, D., Kopec, T., Chládek, G., Večeřa, M., Rečková, Z. (2020): Environmental Factors and Genetic Parameters of Beef Traits in Fleckvieh Cattle Using Field and Station Testing. *Animals*, 10. 11. 2159.
- Funnell, A. (2015): Robots and the future of agriculture. Available from: <http://www.abc.net.au/radionational/programs/futuretense/a-swarmof-agbots/6968940>
- Jeník, D., Falta, D., Navrátil, S., Večeřa, M., Polák, O., Chládek, G. (2020): Monitoring of vital activities in fattening bulls as an innovative element of feedlots. *Animal Welfare, Ethology and Housing Systems*, 16. 2. 126–130.
- Kvapilík, J. ed., (2017): Ročenka „Chov skotu v České republice. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2017, Praha, 91s.
- Mazucco, J.P., Goszczynski, D.E., Ripoli, M.V., Melucci, L.M., Pardo, A.M., Colatto, E., Rogberg-Muñoz, A., Mezzadra, C.A., Depetris, G.J., Giovambattista, G., Villarreal, E.L. (2016): Growth, Carcass and Meat Quality Traits in Beef from Angus, Hereford and Cross-breed Grazing Steers, and their Association with SNPs in Genes Related to Fat Deposition Metabolism. *Meat Science*, 114. 121–129.
- Pesonen, M., Huuskonen, A.K. (2015): Production, Carcass Characteristics and Valuable Cuts of Beef Breed Bulls and Heifers in Finnish Beef Cattle Population. *Agricultural and Food Science*, 24. 3. 164–172.
- Svitáková, A., Bauer, J., Příbyl, J., Vesela, Z., Vostry, L. (2014): Changes Over Time in Genetic Parameters for Growth in Bulls and Assessment of Suitability of Test Methods. *Czech Journal of Animal Science*, 59. 19–25.
- Syrůček, J., Kvapilík, J., Bartoň, L., Vacek, M., Stádník, L. (2017): Economic Efficiency of Bull Fattening Operations in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65. 2. 527–536.
- Ustuner, H., Ardicli, S., Arslan, O., Brav, F.C. (2020): Fattening Performance and Carcass Traits of Imported Simmental Bulls at Different Initial Fattening Age. *Large Animal Review*, 26. 4. 161–165.
- Weglarz, A. (2010): Beef quality as related to slaughter weight of bulls as related to weight at slaughter. *Ann. Anim. Sci.*, 10. 467–476.



## AZ ÁTLAGOS BELTENYSZTETTSÉG KÉTFÉLE MÓDON VALÓ MEGHATÁROZÁSA A GYIMESI RACKA PÉLDÁJÁN KERESZTÜL

*Kárpáti Edina<sup>1,3</sup>, Gáspárdy András<sup>1</sup>, Sáfár László<sup>2</sup>, Gulyás László<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Intézet, Állatorvostudományi Egyetem, Budapest, István utca 2, 1078 Budapest, Magyarország

<sup>2</sup>Magyar Juh- és Kecsketenyésztők Szövetsége, Lőportár u. 16, 1134 Budapest, Magyarország

<sup>3</sup>Állattudományi Tanszék, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Széchenyi István Egyetem, Vár tér 2, 9200 Mosonmagyaróvár, Magyarország  
edina.karpati@gmail.com

Received – Érkezett: 08.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 10.05.2023.

### Összefoglalás

A gyimesi racka a racka-csoportba tartozó juhoknak az Erdélyben tenyésztett változata. Az 1990-es évek elején újra betelepítették Magyarországra (akkor még csak kis egyedszámban), majd a következő években néhány nagyobb tenyészállatimportnak köszönhetően a fajta hazai létszáma megnövekedett. A gyimesi racka anyajuhok törzskönyvezett állománya ma közel 1000 egyedből áll. A szerzők az egyedek Wright-féle beltenyésztési együtthatóját (Coefficient of Inbreeding – COI) a Pedigree Viewer szoftver segítségével becsülték meg a teljes törzskönyvi adatok alapján (2005-től 2020-ig). Majd, az átlagos beltenyésztettségi együtthatókat az alapértékeken és a normalizálás érdekében transzformált értékeken is meghatározták. A teljes törzskönyvi populáció (n=16947) átlagos COI együtthatója az alapértékeken számítva 1,99% volt, szemben a beltenyésztett egyedek részpopulációjának magasabb értékével (n=3828, 8,81%). Az anyai nemzedékek számának növekedésével a COI szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) nő a teljes törzskönyvi populációban (a nyolcadik nemzedékben már 10,72%), míg a beltenyésztett egyedek csoportjában a COI inkább stagnál a 8 és 10% közötti tartományban, bár az ANOVA generációk közötti szignifikáns különbségeket igazol. A logtranszformációval kapott korrigált súlyozott átlag és mértani átlag alacsonyabb értéket vesz fel (1,43% és 6,30%). Úgy gondoljuk, hogy ezek az alacsonyabb értékek nem csak kedvezőbbek, de a csoportok átlagát megbízhatóbban jellemzőek is, mert azokat a normális eloszlást jobban megközelítő adatbázison kaptuk. A számított COI értékek alapján a mai gyimesi racka állomány homozigotizációja emelkedett mértékűnek tekinthető, ami a jövőbeni gondosabb párosításra hívja fel a figyelmet.

**Kulcsszavak:** beltenyésztési együttható, párosítási terv, leszármazás anyai nemzedékenként



## Determining the average inbreeding coefficient in two ways using the example of the Gyimesi Racka

### Abstract

The Gyimesi Racka is one of the Zackel-group variants bred in Transylvania. In the early 1990s it was re-introduced into Hungary (only in small numbers), then in the following years the national population of the breed increased due to some major imports of breeding animals. The stud book herd of the Gyimesi Racka ewes consists of almost 1000 individuals today.

The authors estimated individual Wright's inbreeding coefficient (COI) using Pedigree Viewer software based on the whole pedigree data (from 2005 to 2020). Mean inbreeding coefficients were also determined at baseline and transformed values.

The average COI of the total herd book population ( $n=16947$ ) was 1.99%, compared to the higher value of the subpopulation of inbred individuals ( $n=3828$ , 8.81%). As the number of maternal generations increased, the COI increased too significantly ( $P<0.001$ ) in the total herd book population; in the eighth generation it was already 10.72%. On the other hand, in the subset of inbred individuals, the COI was more stagnant in the range of 8% and 10%, even though ANOVA confirms significant differences between generations. The corrected weighted mean and geometric mean obtained by log transformation took lower values (1.43% and 6.30%, respectively). We believe that the latter values are not only more favourable from the genetic diversity point of view, but also more reliable to characterize the mean of a group of animals, because they were obtained from a database that is closer to the normal distribution.

However, based on the COI values calculated via both ways, the homozygosity status of today's Gyimesi Racka stock is threateningly high, which draws attention to careful mating plan in the future.

**Key words:** coefficient of inbreeding, planning mating, descendance by maternal generations

### Bevezetés

A gyimesi racka elődei Kis-Ázsiából kerültek a Kárpátok déli hegyvonulataiba. A gyimesi racka a racka juhcsoporthoz tartozó legnagyobb testmértetű képviselője. Mára kevés helyen található fajtatiszta képviselője (pl. Gyimesi-havasok, Háromszéki-havasok). Az 1990-es évek elején újra betelepítették Magyarországra (akkor még csak kis egyedszámban), majd a következő években néhány nagyobb tenyészállatimportnak köszönhetően a fajta hazai állománya növekedett. A törzskönyvezett gyimesi racka anyajuhok állománya ma közel 1000 egyedből áll. Jellegzetes csigas szarva van, ami a kosok esetében hosszabb (Gáspárdy, 2011). Nem ritka a szarvatlanság sem. Kevertgyapjas bundája szennyes fehér, nem ritkán színes foltokkal tarkázott. A fej és a lábvégek többnyire feketék, a szem körüli folt gyakran fekete, amit ókulának hívnak. Teje vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag, a havasi legelőn gyarapodó izomzata zamatos ételek alapja (Koppány, 2002).

A törzskönyv jelenti az alapot a haszonállatok tenyésztéséhez, ami őshonos fajtáink esetében a legtöbb esetben zárt és csak a törzskönyvezett szülők utódai kerülnek bejegyzésre. Az őshonos fajtáink a populáció méret tekintetében gyakran közel állnak a kritikus szinthez, vagyis amikor a nőstényei 100, a hímjei pedig 5 egyedszám alatt vannak. Ha egyáltalán nincsenek szaporodóképes egyedek, akkor a fajta kihaltnak tekinthető (Fröhlich és Kopte, 2014). A helyi őshonos állatok alacsonyabb teljesítményük miatt gyakran kiszorulnak a termelésből, és helyüket



átveszik az intenzív világfajták (Majjala, 1970). Sajnos az is előfordul, hogy ezek az egyedek nem felelnek meg az ipar és a kereskedelem aktuális igényeinek és ezért kikerülnek az érdeklődés homlokteréből (Sambraus, 2016). Emellett, a régi háziállat fajtáinkat a genetikai változatosságuk beszűkülése is veszélyezteti. Egy állatállomány homozigotizációja több módon és mérőszámmal is kifejezhető. Az egyik ilyen a pedigré alapján számított beltenyésztettségi együttható. A beltenyésztettségi együttható annak valószínűségét írja le, hogy egy adott lókuszt két alléja származás tekintetében azonos. Akkor beszélünk beltenyésztésről, ha egymással rokonságban lévő szülők párosításából születnek meg az utódok. Közvetlen genomi információ alapján is lehet ma már több mikroszatellita (Kovács et al., 2019) és több ezer SNP (Ferenčaković et al., 2013) értékelésével ún. molekuláris homozigotizációt (autozigotizációt) becsülni. Mitokondriális DNS (mtDNS) minták összehasonlításával is vizsgálták a gyimesi racka és a curkána (Turcana) közötti genetikai távolságot (Kusza et al., 2015). Az ún. Geneseeke Ovine SNP50 BeadChip felhasználásával nyert megállapítást, hogy a fehér és fekete hortobágyi rackák jól elkülönülnek egymástól a ROH (Runs of Homozygosity) alapján (Zsolnai et al., 2021).

Jelen dolgozat azt tűzte ki céljává, hogy megállapítsa a gyimesi racka juhpopuláció törzskönyvi adatai alapján a fajta beltenyésztettségi állapotát és felhívja a tenyésztők figyelmét a fajta genetikai diverzitásának megőrzésére. A fajta homozigotizációjának mértékét kétféle módon állapítottuk meg: az egyedi beltenyésztettségi együtthatók számtani átlagával, valamint a transzformált egyedi együtthatók mértani átlagával.

## Anyag és módszer

A gyimesi rackaállomány törzskönyvi feldolgozásához a Magyar Juh- és Kecsketenyésztők Szövetsége (MJKSZ) az egész országot lefedő Excel adatbázisát használtuk fel (2005-2020). Az adatok előkészítése (anyai nemzedék kódolása, pedigré fájl készítése) után kiszámoltuk a Wright-féle egyedi beltenyésztettségi együtthatókat (Coefficient of Inbreeding – COI) a Pedigree Viewer szoftver használatával (Kinghorn és Kinghorn, 2010). A pedigré fájl egy adattáblázat, aminek az első oszlopában az összes törzskönyvbe felvett egyed, a második és harmadik oszlopában ezek szülei (apa, anya) szerepelnek az azonosító számaikkal. Az alapító egyedeknek ismeretlen a származása, így ezek soraiban a szülők 0-s azonosítóval jelennek meg.

A feldolgozás elején elvégeztük a COI normalitás-vizsgálatát Kolmogorov-Smirnov one-sample teszt és Lilliefors teszt segítségével a teljes állományban. Amennyiben e tesztek értékei szignifikánsak, akkor azt a hipotézist, miszerint az adott eloszlás normális, el kell utasítani. A mi esetünkben szignifikáns értékeket kaptunk (K-S  $d = 0,4305$ ,  $P < 0,01$ ; Lilliefors  $P < 0,01$ ), tehát a COI eloszlása nem volt normális (1. ábra). Az eloszlás normalizálása érdekében természetes alapú logaritmus transzformációt alkalmaztunk ( $COI \rightarrow \text{LogCOI}$ ) és a normalizált adatokon újra elvégeztük a normalitás vizsgálatának tesztjeit, csak a beltenyésztett részállományban (ahol a COI nagyobb, mint 0). Az eloszlás szemmel láthatóan normalizálódott (1. ábra), azonban a tesztek ezt nem igazolták (K-S  $d = 0,1032$ ,  $P < 0,01$ ; Lilliefors  $P < 0,01$ ). Ennek ellenére úgy gondoljuk, hogy a transzformált értékek statisztikai feldolgozása megbízhatóbb, mint a nem transzformált értékek esetében. Ugyanakkor, mind a COI, mind a LogCOI statisztikai feldolgozását elvégeztük az eredmények összevetése érdekében.

**1. ábra: A COI lefutása és normalitásvizsgálata a teljes állományban (bal), a logCOI lefutása és normalitásvizsgálata a beltenyésztett részpopulációban (jobb)**

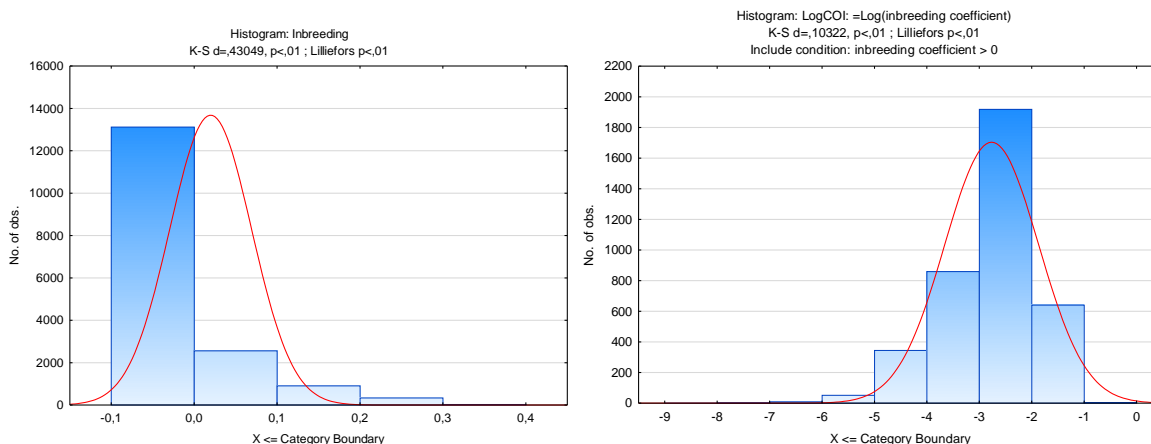


Figure 1: Course of COI and normality test in the entire population (left), course of logCOI and test of normality in the inbred sub-population (right)

A statisztikai feldolgozás a Statistica programmal valósult meg (TIBCO Software Inc., 2020). Először a teljes állományra és a beltenyésztett részállományra számítottunk számtani átlagot és 95%-os konfidencia intervallumot a COI-ban. Majd, a beltenyésztett részállományra határoztuk meg ugyanezen értékeket a LogCOI-ban. Később, a One-Way ANOVA modellben az ivar (hím, nőstény) és az anyai nemzedékek száma (1-8 között) hatását vizsgáltuk a kétféle beltenyésztési együttható alakulására. A hatások szignifikancia szintjét (p-érték, ANOVA), valamint ezek osztályainak páros szignifikancia szintjét (p-érték, post hoc test (Unequal N Tukey HSD-Honestly Significant Difference) is kiszámítottuk.

A statisztikai feldolgozást követően a LogCOI eredményeit visszatranszformáltuk, hogy értelmezhető átlagot (mértani átlag,  $COI_{back} = e^{LogCOI}$ ) és ennek 95%-os konfidencia intervallumait (alsó konfidencia intervallum =  $e^{-95%LogCOI}$  és felső konfidencia intervallum =  $e^{+95%LogCOI}$ ) megkapjuk. A tapasztalatokra alapozva, nem a szórás értékekkel foglalkoztunk, mert azok visszatranszformált értéke félrevezetően magas, ugyanakkor a konfidencia intervallum érthetőbben fogja közre a mértani átlagot. Végezetül kiszámítottuk a teljes állomány korigált súlyozott beltenyésztettségi értékeit a  $COI_{back}$  mértani átlagok felhasználásával az elemszámok figyelembevételével.

## Eredmények és értékelés

A gyimesi rackaállomány törzskönyve (2005 és 2020 között) összesen 16947 egyed adatait tartalmazza. Ebből rokontenyésztett volt 3828 egyed, míg 13052 nem volt rokontenyésztett. A pedigre vizsgálatra alapozott COI-számítás az ismeretlen szülői háttérű egyedek, vagyis az alapító ősök között nem vesz figyelembe rokonságot, valamint ezek beltenyésztettségi együtthatóját 0-nak veszi. A teljes törzskönyvi állomány átlagos beltenyésztettsége 1,99%, míg a rokontenyésztett egyedek beltenyésztettsége 8,81% (1. táblázat). Megvizsgáltuk a teljes törzskönyvi állomány, valamint a rokontenyésztett egyedek beltenyésztettségi együtthatóját az ivar szerint is. A teljes

állományban a kosok beltenyésztettsége 2,37%, a nőtényeké pedig ettől igazoltan eltér: 1,73% ( $P<0,001$ ). A rokontenyésztett egyedek esetében a kosok (8,84%) és a nőtények (8,77%) között nem volt szignifikáns különbség ( $P=0,750$ ).

**1. táblázat: A beltenyésztettségi együttható a teljes és a rokontenyésztett állományban ivaronként, valamint anyai nemzedékeként**

Hatás	Minden egyed	Rokontenyésztett egyedek	Rokontenyésztett egyedek aránya
	Beltenyésztettségi együttható, -95%CI számtani átlag +95%CI	Beltenyésztettségi együttható, -95%CI számtani átlag +95%CI	%
<b>Teljes állomány:</b>			
	0,0191 0,0199 0,0206 (n=16947)	0,0859 0,0881 0,0903 (n=3828)	22,59
Ivar:	$P<0,001$	$P=0,750$	
Hím	0,0225 0,0237 0,0250 (n=7149)	0,0853 0,0884 0,0915 (n=1901)	26,59
Nőtény	0,0163 0,0173 0,0182 (n=9798)	0,0846 0,0877 0,0908 (n=1927)	19,67
<b>Anyai nemzedék:</b>			
	$P<0,001$	$P<0,001$	
1	0,0000 <sup>a</sup> (n=2255)	-	0,00
2	0,0003 0,0006 <sup>a</sup> 0,0008 (n=6712)	0,1941 0,2243 <sup>d</sup> 0,2544 (n=17)	0,25
3	0,0201 0,0218 <sup>b</sup> 0,0235 (n=3934)	0,0933 0,0982 <sup>b,c</sup> 0,1030 (n=874)	22,22
4	0,0472 0,0501 <sup>c</sup> 0,0531 (n=2054)	0,0782 0,0821 <sup>a</sup> 0,0860 (n=1255)	61,10
5	0,0594 0,0633 <sup>d</sup> 0,0672 (n=1188)	0,0777 0,0820 <sup>a</sup> 0,0864 (n=917)	77,19
6	0,0798 0,0848 <sup>e</sup> 0,0897 (n=621)	0,0849 0,0898 <sup>a,b,c</sup> 0,0947 (n=586)	94,36
7	0,0808 0,0900 <sup>e</sup> 0,0991 (n=172)	0,0830 0,0921 <sup>a,b,c</sup> 0,1013 (n=168)	97,67
8	0,0643 0,1072 <sup>d,e</sup> 0,1501 (n=11)	0,0643 0,1072 <sup>a,c</sup> 0,1501 (n=11)	100,00

abcde – az eltérő felső indexbe tett betűk statisztikailag igazol különbséget jeleznek ( $P<0,05$ )

abcde - letters in different superscripts indicate a statistically significant difference ( $P<0.05$ )

*Table 1: The inbreeding coefficient for the entire population and inbred sub-population per sex and maternal generation*

A feldolgozás nyolc anyai nemzedéket különböztetett meg. A beltenyésztettségi együttható nemzedékekénti (anyai nemzedék) értékei szintén az 1. táblázatban kerülnek bemutatásra. Megállapítható, hogy a COI a második nemzedéktől folyamatosan és jelentősen emelkedik a teljes populációban (0,00%-ról 10,72%-ra;  $P<0,001$ ). A rokontenyésztett részpopuláción belül a beltenyésztettségi együttható 8-10% közötti értékeken stagnál (gyakorlatilag  $P<0,05$ ). Ez alól kivételt képez a kis elemszámú (17 egyed) 2. generáció 22,43%-kal. A nemzedékekénti vizsgálat feltárja, hogy a beltenyésztett részpopuláció létszáma a második nemzedéktől (n=17) a negyedik (n=1255, a megszületések szerint teljesnek tekinthető) nemzedékig nő. Illetőleg, hogy a

beltenyésztett részpopuláció teljes populáción belüli aránya (%) az egymást követő nemzedékekben egyre drasztikusabb méretet ölt.

A statisztikai feldolgozást követően a LogCOI eredményeit visszatranszformáltuk, hogy értelmezhető mértani átlagot kapjunk a rokontenyésztett részállományban, továbbá ezen belül az ivar és az anyai nemzedék szerint (2. táblázat). A 2. táblázat második oszlopában tájékoztató jelleggel kerülnek ismertetésre a teljes állomány korrigált súlyozott beltenyésztettségi értékei is. A teljes törzskönyvi állomány beltenyésztettségének mértani átlaga 1,43%, míg a rokontenyésztett egyedeké 6,30%. A teljes állományban a kosok beltenyésztettsége 1,72%-nak, a nőtényeké pedig 1,22%-nak tekinthető. A rokontenyésztett egyedek esetében a kosok (6,40%) és a nőtények (6,21%) között nem volt szignifikáns különbség ( $P=0,301$ ). Az anyai nemzedékek vonatkozásában megállapítható, hogy a  $COI_{back}$  szintén a második nemzedéktől folyamatosan és jelentősen emelkedik a teljes populációban (0,00%-ról 9,54%-re). Viszont, a rokontenyésztett részpopuláción belül a beltenyésztettségi együttható kezdeti csökkenést követően, az ötödik nemzedéktől emelkedni kezd (5,69%-ról 9,54%-ra,  $P<0,05$ ).

**2. táblázat: A  $COI_{back}$  korrigált súlyozott átlagai és mértani átlagai a teljes és a rokontenyésztett állományban ivaronként, valamint anyai nemzedékenként**

Hatás	Minden egyed $COI_{back}$ beltenyésztettségi együttható, súlyozott átlag	Rokontenyésztett egyedek $COI_{back}$ beltenyésztettségi együttható, -95%CI mértani átlag +95%CI
Teljes állomány:		
	0,0143 (n=16947)	0,0613 0,0630 0,0649 (n=3828)
Ivar:		$P=0,301$
Hím	0,0172 (n=7149)	0,0615 0,0640 0,0666 (n=1901)
Nőtény	0,0122 (n=9798)	0,0596 0,0621 0,0647 (n=1927)
Anyai nemzedék:		
		$P<0,001$
1	0,0000 (n=2255)	-
2	0,0005 (n=6712)	0,1738 0,2124 <sup>d</sup> 0,2595 (n=17)
3	0,0157 (n=3934)	0,0665 0,0706 <sup>c</sup> 0,0750 (n=874)
4	0,0348 (n=2054)	0,0542 0,0569 <sup>a</sup> 0,0599 (n=1255)
5	0,0440 (n=1188)	0,0536 0,0570 <sup>a,b</sup> 0,0605 (n=917)
6	0,0671 (n=621)	0,0668 0,0711 <sup>c</sup> 0,0757 (n=586)
7	0,0719 (n=172)	0,0654 0,0736 <sup>a,b,c</sup> 0,0829 (n=168)
8	0,0954 (n=11)	0,0693 0,0954 <sup>a,b,c,d</sup> 0,1313 (n=11)

abcd – az eltérő felső indexbe tett betűk statisztikailag igazol különbséget jeleznek ( $P<0,05$ )

abcde - letters in different superscripts indicate a statistically significant difference ( $P<0,05$ )

Table 2: The corrected weighted averages and geometric averages of  $COI_{back}$  in the entire population and inbred sub-population per sex and maternal generation

## Következtetések és javaslatok

A gyimesi racka törzskönyve 15 év alatt kb. 17000 állatot regisztrált (ebből kb. 4000 állat rokontenyésztett). A nem transzformált adatokat összehasonlítva megállapítható, hogy a teljes törzskönyvi állomány átlagos beltenyésztettségi együtthatója alacsonynak mondható (1,99%), míg a rokontenyésztett egyedek esetében ez magasabb (8,81%). Logtranszformációval kapott korrigált súlyozott átlag és mértani átlag ezeknél alacsonyabb értéket vesz fel (1,43% és 6,30%). Úgy gondoljuk, hogy az utóbbi értékek nem csak kedvezőbbek, de az állatsoport átlagát megbízhatóbban jellemzőek is, mert azokat a normális eloszlást jobban megközelítő adatbázison kaptuk. A teljes állományban a kosok beltenyésztettsége 2,37%, a nőstényeké pedig ettől igazoltan eltér: 1,73% ( $P < 0,001$ ). Ugyanakkor, a rokontenyésztett egyedek körében a kosok (8,84% és 6,4%) és a nőstények (8,77% és 6,21%) között nem volt szignifikáns különbség ( $P = 0,750$  és  $P = 0,301$ ) egyik módszerrel történt számítás szerint sem. Ez arra enged következtetni, hogy a beltenyésztettség alakulásában az ivarnak nincs szerepe, hiszen mindkét ivar megszületésének az esélye 50-50%. A transzformált adatok feldolgozásával hamarabb észlelhető a rokontenyésztett részállomány beltenyésztettségi együtthatójának anyai nemzedékenkénti (utolsó öt) emelkedése, míg a nem transzformált adatokon számítva ez csak később (utolsó három nemzedékben) észlelhető. A nem transzformált és a transzformált eredményeket összevetve az látható, hogy az utóbbi matematikai művelet finomított a számokon. Fontosnak tarjuk, hogy ezek az eredmények eljussanak a tenyésztőkhöz is, annak érdekében, hogy felhívja a figyelmüket a sérülékeny diverzitás problematikájára. Sajnos a mai rohanó világban nehéz az őshonos állatoknak lépést tartani és felvenni a versenyt az intenzív kultúrfajtákkal, ami a veszélyezett státuszukat is okozza. Párosítási tervek szigorúbb előírása és betartása részét képezheti egyes őshonos genotípusok tenyésztési programjának.

## Irodalomjegyzék

- Ferenčaković M., Hamzić E., Gredler B., Solberg TR., Klemetsdal G., Curik I., Sölkner J., (2013): Estimates of autozygosity derived from runs of homozygosity: empirical evidence from selected cattle populations. *J Anim Breed Genet.*, 130. 4. 286–293. <https://doi.org/10.1111/jbg.12012>.
- Frölich K., Kopte S. (2014): Alte Nutztierassen. Selten und Schützenswert, *Cadmos*, 98. 12–14; 28–29; 38.
- Gáspárdy A. (2011): Horn conformation by the Zackels. *Journal d’Ethnozootechnie de Roumanie*, 1. 1. 38–58.
- Kinghorn B.P., Kinghorn A.J. (2010): Pedigree Viewer 6.5. University of New England: Armidale, Australia.
- Koppány G. (Szerk.) (2002). Megőrzött ízek. Juhételek. Timp© Kft. Budapest. 18–19.
- Kovács E., Tempfli K., Shannon A., Zenke P., Maróti-Agóts Á., Sáfár L., Bali Papp Á., Gáspárdy A. (2019): STR diversity of a historical sheep breed bottlenecked, the Cikta. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 29. 1. 41–47.
- Kusza Sz., Zakar E., Budai Cs., Ciszter LT., Ioan Padeanu J., Gavojdian D. (2015): Mitochondrial DNA variability in Gyimesi Racka and Turcana sheep breeds. *Acta Biochimica Polonica*, 62. 2. 273–280. [http://dx.doi.org/10.18388/abp.2015\\_978](http://dx.doi.org/10.18388/abp.2015_978)
- Majjala K. (1970): Need and Methods of Gene Conservation in Animal Breeding, *Ann. Genet. Sel.*





Anim., 2. 4. 403–415. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-2-4-403>

*Sambraus H.H.* (2016): Was ist eine alte und gefährdete Rasse? “Innovative approaches in biotechnology and genetic engineering applied in rare breed preservation” 27th Annual Meeting of DAGENE, from 22nd to 24th of April 2016, Hilgertshausen-Tandern, Germany, Danubian Animal Genetic Resources, 1, 7–11.

TIBCO Software Inc. (2020). Data Science Workbench, version 14. <http://tibco.com>.

*Zsolnai A., Egerszegi I., Rózsa L., Anton I.* (2021): Genetic status of lowland-type Racka sheep colour variants. *Animal*, 15. 2. 100080. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100080>



## **SOMATIC CELL COUNTS AND TOTAL BACTERIAL COUNTS IN GOAT MILK**

*Jan Kuchtik<sup>1\*</sup>, Květoslava Šustová<sup>2</sup>, Libor Kalhotka<sup>1</sup>, Radek Filipčík<sup>1</sup>, Leona Konečná<sup>1</sup>, Tomáš Kopec<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Mendel University in Brno, Faculty of AgriSciences,  
Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

<sup>2</sup>Ambis University, Lindnerova 575/1, 180 00 Praha 8 – Libeň, Czech Republic

\*corresponding author: prof. Dr. Ing. Jan Kuchtik,  
kuchtik@mendelu.cz

Received – Érkezett: 15.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 01.03.2023.

### **Summary**

The main aim of our study was to evaluate the somatic cell count (SCC) and the total bacterial count (TBC) in the raw goat's milk immediately after milking. The study was carried out in seven goats of the Brown Short-haired (BSH) breed during the whole lactation. An integral part of our study was to evaluate the effect of the stage of lactation (SL) on the daily milk yield (DMY), basic milk components (contents of fat, total protein and lactose), and pH of milk and relationships between all monitored indicators. All monitored goats were in the second lactation and throughout the study, all these goats were clinically healthy. Individual milk recording and sampling of each goat were carried out on the mean 64, 109, 146, 181 and 218 day of lactation. During milk recording and sampling all monitored goats were milked by hand. During lactation, the mean values of Log SCC ranged from 3.68 to 7.16 and the mean values of Log TBC from 5.30 to 9.49, whilst the SL had a significant ( $p \leq 0.01$ ) influence on both of these indicators. Both the Log SCC and the Log TBC had a significant ( $p \leq 0.01$ ) correlation only with the content of lactose, whilst both of these correlation were negative. However, the correlation between the Log SCC and the Log TBC was significantly ( $p \leq 0.05$ ) positive. Regarding the effect of the SL on all other monitored traits, this factor had a significant ( $p \leq 0.01$ ) effect on the DMY and contents of all basic milk components. Nevertheless, the SL had no significant effect on pH. Despite the fact that the SL had a significant ( $p \leq 0.01$ ) effect on the fat and protein contents, in general it can be stated that their contents were quite variable. On the other hand the contents of lactose gradually decreased during lactation. In conclusion, it can be stated that the results of our study suggest that the content of lactose may be a good predictor of both the SCC and the TBC and that when the SCCs increase the TBCs also increase and vice versa.

**Keywords:** goat milk, somatic cell count, total bacterial count, basic milk components, pH, hand milking



## Introduction

Many studies show that the SCC in goat milk compared to their counts in cow milk, due to apocrine milk secretion process in goats, are generally higher and show higher variability. The SCC also represents a sensitive marker for udder health and is considered to be a useful parameter to evaluate the relationship between intramammary infection (IMI) and changes in milk characteristics (Raynal-Ljutovac et al. 2007). The SCCs are also affected by non-infectious factors, when according to Jiménez-Granado et al. (2014) the most important these actors are fraction of milking, stage of lactation and number of lactation, whilst according to Paape et al. (2001), the SCCs in clinically healthy goats range from 270,000 to 2,000,000/mL. However, in the EU, there is no legal limit for this indicator in goat milk.

The TBC is used to evaluate the bacteriological quality of milk, while this quality trait is mainly affected by milking method, hygiene of milking equipment and storage tanks, hygiene of milkers and environment in the milking parlor. However, according to Contreras et al. (2003) a high prevalence of IMI also contribute to an increase in bacterial counts. According to Delgado-Pertiñez et al. (2003) the TBCs in bulk samples range from  $10^3$  to  $10^6$  Colony Forming Units (cfu)/mL. In conclusion to the above it must be added that the EU determines for small ruminants the limits for the TBC in bulk milk, in contrast to SCC, when these limits are:  $1,500 \times 10^3$  cfu/mL in milk subjected to heat treatment and  $500 \times 10^3$  cfu/mL for milk not subjected to heat treatment.

The main aim of our study was to evaluate the SCC and the TBC in the raw milk of Brown Short-haired goats during lactation and their relationships to selected milk traits. An integral part of our study was to evaluate the effect of the stage of lactation (SL) on all monitored indicators.

## Material and methods

The study was carried out on a organic goat dairy farm located on the territory of the PLA Beskydy in Czech Republic. Experimental procedures and animal care conditions followed the recommendation of European Union directive 86/609/EEC and were approved by Expert Commission for Ensuring the Welfare of Experimental Animals of Mendel University in Brno.

Seven goats of Brown short-haired breed (BSH) in the second lactation were involved in the study, while this breed is currently included among European animal genetic resources. At the beginning of the study and during the whole lactation all monitored goats were clinically healthy. The kidding occurred from 29<sup>th</sup> January to 2<sup>nd</sup> February and the weaning of kids was carried out at their average age of 55 days. After weaning all monitored goats began to be machine milked twice a day. During the study, the daily feed ration of goats consisted of pasture (*ad libitum*), meadow hay (*ad libitum*), concentrate mixture (1 kg/doe) and mineral lick (*ad libitum*). During our study, all goats were kept in one flock under identical conditions without any discernible differences in their nutrition or management.

Individual milk recording and sampling of each goat were carried out on the mean 64, 109, 146, 181 and 218 day of lactation. As mentioned above, after weaning all monitored goats began to be machine milked twice a day. However in the days when milk recording and sampling were carried out, all monitored goats were milked by hand. Milk yield recording was carried out in the morning milking (7 a.m.) and in the evening milking (7 p.m.), while milk samples were taken only from morning milking. (first milk was discarded). Individual milk samples were cooled to 5-8 °C and transported to the specialized milk laboratory at Mendel University in Brno and to the private Laboratory for Milk Analysis in Brno-Tuřany (Bohemian-Moravian Association of Breeders, a.s.). All monitored goats were dried off within fourteen days after the last recording and sampling.

The SCC was determined using fluoroopto-electronic apparatus BENTLEY 2500 (Czech State Standard EN ISO No. 13366-2). The TBC was determined according to CSN EN ISO 4833-1 (560083). (Microbiology of the food chain – Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique. The DMY (in g) was recorded as total yield of morning plus evening milking. Fat (F) content (in %) was determined by Gerber’s acidobutyrometric method (Czech Technical Standard ISO No. 2446). Total protein (TP) content (in %) was determined according to the Czech Technical Standard EN ISO 8968-1 using a Kjeltac (Foss Electric, Denmark). Lactose (L) content (in %) was determined polarimetrically (Czech Technical Standard No. 570530). The pH of milk was measured with the pH-meter WTW 95 with the probe WTW SenTix 97.

Before performing statistical analysis, the SCCs and TBCs were transformed into logarithmic form to normalize their frequency distribution. The software Statistica 14 was used to perform the statistical analysis (StatSoft CR s.r.o., Prague, Czech Republic). Data was analysed via analysis of variance procedure, one-way ANOVA (post hoc analysis using the Tukey test). The effects of the SL were included in ANOVA model. The differences between means were considered statistically significant at  $p \leq 0.05$  and  $p \leq 0.01$ . Pearson correlation coefficients were calculated for all measured traits via Statistica 14 software (\*  $p \leq 0.05$ ; \*\*  $p \leq 0.01$ ).

## Results and discussion

The SL (Table 1) had a significant ( $p \leq 0.01$ ) effect on the Log SCC which is in line with Kuchtik et al. (2015) and Margatho et al. (2018). However, in contrast, Králíčková et al. (2013) and Kuchtik et al. (2021) did not find the effect of this factor on this indicator. Quite a number of studies show that the Log SCC gradually increases depending on the day of lactation. However, in our study the mean values of Log SCC were quite variable. Specifically, in the first two samplings the values of this indicator were relatively low, but in the third sampling there was an unexpected significant ( $p \leq 0.01$ ) increase of the Log SCC (from 3.68 to 7.13). Subsequently, an insignificant decrease in Log SCC was registered, but a slight increase of this indicator (from 6.62 to 7.16) was detected again during the last sampling. However, these changes had no effect on the health status of all monitored goats.

**Table 1: Mean values of all monitored indicators during lactation**

Indicator	Mean day of lactation					Range of individual samples	Overall mean	SEM	P
	64 (A)	109 (B)	146 (C)	181 (D)	218 (E)				
Log SCC	4.81 <sup>CdE</sup>	3.68 <sup>CDE</sup>	7.13 <sup>AB</sup>	6.62 <sup>aB</sup>	7.16 <sup>AB</sup>	1.61-8.06	5.88	<b>0.3021</b>	**
Log TBC	5.70 <sup>DE</sup>	5.30 <sup>DE</sup>	6.47 <sup>DE</sup>	9.49 <sup>ABC</sup>	8.98 <sup>ABC</sup>	4.08-12.82	7.19	<b>0.3609</b>	**
DMY (g)	2000 <sup>d</sup>	2814 <sup>E</sup>	2407	2871 <sup>aE</sup>	1600 <sup>BD</sup>	800-3500	2339	<b>121.7879</b>	**
Fat (%)	3.02 <sup>E</sup>	3.32 <sup>e</sup>	3.16 <sup>E</sup>	2.68 <sup>E</sup>	4.21 <sup>AbCD</sup>	2.15-5.44	3.28	<b>0.1191</b>	**
TP (%)	2.74 <sup>BE</sup>	3.17 <sup>ACd</sup>	2.65 <sup>BE</sup>	2.88 <sup>bE</sup>	3.38 <sup>ACD</sup>	2.51-3.96	2.96	<b>0.0560</b>	**
Lactose (%)	4.76 <sup>CD</sup>	4.56 <sup>d</sup>	4.37 <sup>A</sup>	4.25 <sup>Ab</sup>	4.48	4.10-4.98	4.48	<b>0.0430</b>	**
pH	6.56	6.62	6.57	6.55	6.71	6.47-7.01	6.60	<b>0.0204</b>	N.S.

DMY = daily milk yield; TP = total protein; a,b,d,e -  $p \leq 0.05$  \*; A,B,C,D,E -  $p \leq 0.01$  \*\*; N.S.: not significant

The SL also had a significant ( $p \leq 0.01$ ) effect on the Log TBC, which is in line with the result published by *Margatho et al.* (2018). In contrast, *Paschino et al.* (2020) and *Kuchtik et al.* (2021) did not find a significant influence of this factor on this indicator. Relatively low values of the Log TBC were found, in contrast to the Log SCC, until the third sampling, i.e. until the middle of lactation. Subsequently, however, in the case of the two last samplings, significantly ( $p \leq 0.01$ ) higher values of this indicator (9.49 and 8.98) were found compared to the first three samplings. This fact, in our opinion, was mainly influenced by the human factor (change of the milker), because a significant increase of the Log TBC, as in the case of Log SCC, was not reflected both in the health status of the goats and in significant changes in milk indicators. This fact is also confirmed by the correlations between Log SCC and Log TBC on the one hand and the contents of the F and TP on the other hand, when all these correlations, see *Table 2*, were insignificant. However, the correlation between the Log SCC and the L content and the Log TBC and the content of L were in both cases significantly ( $p \leq 0.01$ ) negative which to some extent suggests, that the decrease of the L content may be a good prerequisite for increasing both Log SCC and Log TBC. As for the correlation between the Log SCC and the Log TBC, this was significantly ( $p \leq 0.05$ ) positive, which to some extent suggests that when the SCCs increase the TBCs also increase and vice versa. At the end of this part, it should be added that the correlations both between Log SCC and pH and between Log TBC and pH were insignificant in both cases, which is a bit surprising because quite a lot of studies show that significant changes in both Log SCC and Log TBC have a significant effect on pH.

**Table 2: Correlation coefficients between all monitored indicators**

Indicator	Log SCC	Log TBC	DMY	Fat	TP	Lactose	pH
LogSCC	1.00	0.38*	-0.16	0.07	-0.10	-0.42**	0.16
Log TBC		1.00	-0.14	0.14	0.20	-0.48**	0.14
DMY			1.00	-0.50**	-0.23	-0.08	-0.37*
Fat				1.00	0.64**	0.04	0.26
TP					1.00	-0.05	0.43**
Lactose						1.00	0.02
pH							1.00

DMY = daily milk yield; TP = total protein; \* -  $p \leq 0.05$ ; \*\* -  $p \leq 0.01$ .

Many studies also show that the F and TP contents gradually increase during lactation and the DMY gradually decreases, while the SL usually has a significant effect on all these indicators. In the present study the SL had a significant ( $p \leq 0.01$ ) influence on all these indicators, which is in line with *Králíčková et al.* (2013) and *Paschino et al.* (2020). However, in the present study the DMY had an unexpectedly increasing level from the first to the fourth sampling. In contrast, the contents of F and TP had relatively highly variable values in this period, when especially the contents of TP were relatively very low in the third and fourth sampling. This fact, in our opinion, was mainly influenced by the relatively high DMY. In conclusion to this part, however, it must be stated that within the last sampling there was a significant ( $p \leq 0.01$ ) decrease in the DMY and a significant ( $p \leq 0.01$ ) increase in the contents of F and TP.

As for the content of L, its content gradually decreased during lactation and the SL had a significant ( $p \leq 0.01$ ) influence on this indicator, which is in accordance with the data published by

Králičková et al. (2013) and Vacca et al. (2018). In conclusion, it is still necessary to state that the content of L was not lower than 4% in any of the individual samples, which according to some studies is the limit for IMI.

## Conclusions

The stage of lactation had a significant influence on all monitored indicators, with the exception of pH. Both the Log SCC and the Log TBC had a significant correlation only with the content of lactose, whilst both of these correlation were negative. However, the correlation between the Log SCC and the Log TBC was significantly positive. Despite the fact that the SL had a significant influence on the contents of fat and total protein, in general it can be stated that their contents were during lactation quite variable. On the other hand the contents of lactose gradually decreased during lactation. In conclusion, it can be stated that the results of our study suggest that the decrease of lactose content may be a good prerequisite for increasing both Log SCC and Log TBC.

## References

- Contreras A, Luengo C, Sanchez A, Corrales JC. (2003): The role of intramammary pathogens in dairy goats. *Livest Prod. Sci.*, 79. 273–283.
- Delgado-Pertiñez M, Alcalde MJ, Guzmán-Guerrero JL, Castel JM, Mena Y, Caravaca, F. (2003): Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-extensive systems in Spain. *Small Rumin. Res.*, 47. 51–61.
- Jiménez-Granado R, Sánchez-Rodríguez M, Arce C, Rodríguez-Estévez V. (2014): Factors affecting somatic cell count in dairy goats: A review. *Span. J. Agric. Res.*, 12. 133–150.
- Králičková Š, Kuchtík J, Filipčík R, Lužová T, Šustová K. (2013): Effect of chosen factors on milk yield, basic milk composition and somatic cell count of organic milk of Brown short-haired goats. *Acta Univ. Agric. Silv. Mendel Brun.*, 61. 99–105.
- Kuchtík J, Králičková Š, Zapletal D, Weglarzy K, Šustová K, Skrzyżala I. (2015): Changes in physico-chemical characteristics, somatic cell count and fatty acid profile of Brown Short-haired goat milk during lactation. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 33. 71–83.
- Kuchtík J., Šustová K., Sýkora V., Kalhotka L., Pavlata L., Konečná L. (2021): Changes in the somatic cells counts and total bacterial counts in raw goat milk during lactation and their relationships to selected milk traits, *Italian Journal of Animal Science*, 20. 1. 911–917.
- Margatho G, Rodríguez-Estévez V, Medeiros L, Simões J. (2018): Seasonal variation of Serrana goat milk contents in mountain grazing system for cheese manufacture. *Revue Méd. Vét.*, 169. 166–172.
- Paape MJ, Poutrel B, Contreras A, Marco JC, Capuco AV. (2001): Milk somatic cells and lactation in small ruminants. *J. Dairy Sci.*, 84. (E. Suppl.) E237–E244.
- Paschino P, Stocco G, Dettori ML, Pazzola M, Marongiu ML, Pilo CE, Cipolat-Gotet C, Vacca GM. (2020): Characterization of milk composition, coagulation properties, and cheese-making ability of goats reared in extensive farms. *J. Dairy Sci.*, 103. 7. 5830–5843.
- Raynal-Ljutovac K, Pirisi A, De Cremoux R, Gonzalo C. (2007): Somatic cells of goat and sheep milk: analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Rumin. Res.*, 68. 126–144.
- Vacca GM, Stocco G, Dettori ML, Pira E, Bittante G, Pazzola M. (2018): Milk yield, quality, and coagulation properties of 6 breeds of goats: environmental and individual variability. *J. Dairy Sci.*, 101. 8. 7236–7247.



## GYEPGAZDÁLKODÁSI ÉS CÖNOLÓGIAI VIZSGÁLATOK MEZŐSZILAS (MEZŐFÖLD) MELLETTI JUHLEGELŐN

Penksza Károly<sup>1</sup>, Wagenhoffer Zsombor<sup>2</sup>, Nagy Beatrix<sup>3</sup>, Szentes Szilárd<sup>2</sup>,  
Bajnok Márta<sup>2</sup>, Bodnár Ákos<sup>3</sup>, Fűrész Attila<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,  
Növénytani Tanszék, Agrobotanika Csoport, 2100 Gödöllő Páter K. u. 1.

<sup>2</sup> Állatorvostudományi Egyetem, Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi  
Intézet, 1078 Budapest István u. 2.

<sup>3</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet  
2100 Gödöllő Páter K. u. 1.  
penksza.karoly@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 10.05.2023.

### Összefoglalás

Mezőföldön, Mezőszilas határában lévő juhlegelő vegetációját vizsgáltuk, természetvédelmi, gyeppgazdálkodási szempontjából. A területen három vegetáció típus csoportot különítettünk el. A mélyebben fekvő terület mocsárréti térszín a lejtőkön löszgyep foltok, illetve jellegtelen szárazgyepi vegetáció típusok találhatóak. A mélyebb fekvésű üdebb területek azon foltjai, amelyekben az uralkodó fajok az *Agrostis stolonifera*, *Festuca arundinacea* és a *Lolium perenne* legeltetésre leginkább alkalmasak. A *Juncus infexus* óriási tövei legelésre alkalmatlanok, eltávolításuk indokolt. A terület legmélyebben fekvő, legtovább vízborítás alatti térszínén a *Carex riparia* és *Carex acutiformis* magassásos állományait találtuk meg. Az első terület (A) dombhátán előforduló zárt vegetáció jellegtelen száraz gyep volt, ahol a löszgyepi elemek közül a barázdált csenkesz (*Festuca rupicola*) található meg és domináns is helyenként. A második terület (B) volt a lejtőnek azon része, ahol szinte csak egyéves pázsitfűvek, elsősorban a fedél rozsnok (*Bromus tectorum*) alkot összefüggő állományokat. Az őszi időszakra kizöldül, de a területen az évelő fajok aránya nagyon csekély, a terület szinte egy felhagyott szántó képét mutatja. A harmadik mintaterület (C) a völgy alján található üde gyep. Ebben az uralkodó fajok a *Poa angustifolia*, de előfordult a *Poa humilis* is, valamint gyeppgazdálkodási szempontból nagyon fontos a *Lolium perenne* és az *Agrostis tenuis* is. A terület meredek lejtőin degradált löszgyepi állományok találhatóak, de védett fajokat is tartalmaznak. Ezek közé tartozik, a homoki gyepekben gyakori érdes csüdfű (*Astragalus asper*), a löszgyepek karakterfajaként is szereplő kései pitypang (*Taraxacum serotinum*). A terület juhokkal való legeltetése a terület vegetációját mind természetvédelmi mind gyeppgazdálkodási szempontból értékes. A térszín száraz déli lejtőjén található jellegtelen szárazgyep uralkodó faja a *Bromus tectorum*. Ezen a területen tápanyag utánpótlása vagy a terület felülvetése van szükség. A kutatást az F-119-1-202 project támogatta.

**Kulcsszavak:** lösz vegetáció, gyeppgazdálkodási érték, relatív ökológiai mutatók



## Grassland management and coenology investigations in the sheep pasture near Mezőszilas (Mezőföld)

### Abstract

We examined the vegetation of the sheep pasture in Mezőföld, on the border of Mezőszilas, from the point of view of nature conservation and grassland management. Three groups of vegetation types were separated in the area. The lower-lying area is marshy, with patches of loess grass on the slopes and uncharacteristic types of dry grassland vegetation. The patches of cooler areas with deeper slopes, in which the dominant species are *Agrostis stolonifera*, *Festuca arundinacea* and *Lolium perenne* are the most suitable for grazing. The giant individuals of *Juncus infexus* are unfit for grazing, their removal is justified. We found tall stands of *Carex riparia* and *Carex acutiformis* on the deepest surface of the area, which was under water for the longest time. The first one was dry grassland with no characteristic closed grassland on the ridge of the area (A), where the *Festuca rupicola* can be found among the loess grassland elements. The second area was the part of the slope where almost only annual grasses, primarily *Bromus tectorum* (B): It turns green in the fall, but the proportion of perennial species in the area is very small, the area almost looks like an abandoned field. The third is situated at the bottom of the valley (C). The dominant species in this is *Poa angustifolia*, but *Poa humilis* also occurs, as well as *Lolium perenne* and *Agrostis tenuis*, which are very important from a lawn management point of view. On the steep slopes of the area, there are stands of degenerate loess grass, but they also contain protected species. Among them are the *Astragalus asper*, which is common in sandy grassland, and the *Taraxacum serotinum*, which is also a characteristic species of loess area. Grazing the area with sheep has kept the vegetation of the area valuable both from the point of view of nature conservation and grassland management. *Bromus tectorum* is the dominant species of featureless dry lawn found on the dry southern slope of the site. Nutrient supplementation is recommended. The research was supported by the AKGF-119-1-202 project.

**Keywords:** loess vegetation, grassland management value relative, ecological indicators,

### Bevezetés

A gyepek biológiai sokszínűségének megőrzésére egyik legalkalmasabb módszer a külterjes hasznosítás, leginkább a különböző állatokkal történő legeltetés (Malatinszky és mtsai, 2013). A gyepek extenzív hasznosítása, mind az állatok, mind a gyepek fajösszetétele számára előnyös, mind természetvédelmi, mind gazdasági hasznosítás terén. A legeltetésen belül az is meghatározó, hogy milyen állattal történik, nem csak a nagytestű állatok és fajták, hanem még a kiskérődző fajok termék-előállításában is jelentős szerepet játszik (Póti, 1998; Bedő és Póti, 1999, Póti és mtsai, 2007; Bedő és mtsai, 2005; Szentes és mtsai, 2008, 2009a, 2009b, 2009c). A magyar szürke szarvasmarhával folytatott legeltetés az alacsony szelektivitása miatt általában alkalmasabb a füves területek biodiverzitásának megőrzésére (Saláta és mtsai, 2011, 2012; Penksza és Saláta, 2022; Szabó és mtsai, 2010, 2011, 2021; Halász és Nagy, 2013; Halász és mtsai, 2016). A természetközeli élőhelyek kialakítását eredményezheti, mint a lóval, birkával vagy kecskével történő legeltetés (Penksza és mtsai, 2008, 2009a, 2009b, 2021; Penksza és Halász, 2020; Haraszty, 2014, Stilling és mtsai, 2022). Számos hazai területen elsősorban az őshonos magyar szürke szarvasmarha fajta, amely az 1960-as évekre szinte eltűnt a magyar pusztáról, de a gyepterületek fenntartásának ösztönzésével újra előtérbe került Magyarországon, és számos gyepek – elsősorban



természetvédelmi célú – fenntartójává vált (Kárpáti és mtsai, 2004; T-Járdi és mtsai, 2022). Inváziós fajok visszaszorítására is alkalmasak lehetnek a juhok is vagy a kecskék is, ha a juhokkal együtt legeltetik őket (Hajnóczki és mtsai, 2021; Stilling és mtsai, 2022).

A rétek és legelők természetvédelmi és gyepgazdálkodási értéke nagymértékben függ botanikai összetételétől, melyet a hasznos, a káros és az egyéb fajok egymáshoz viszonyított aránya határoz meg (Bajnok és mtsai, 2000; Barcsák és Kertész 1986; Barcsák 2004; Barcsák és mtsai, 1978; Kota és mtsai, 1991, 1993; Vinczeffly 1993a, 1993b; Tasi, 2018, 2019, 2020; Fehér és mtsai, 2015). A legelő állatoknak az inváziós fajok visszaszorításában is nagy szerepük lehet (Uj és mtsai, 2013a, 2013b, 2014, Bódis és mtsai, 20221; Fülöp és mtsai, 2020, 2021).

A vizsgálatunk során arra kerestük a választ, hogy a juhlegeltetés során milyen a terület fajösszetétele és a gyep gyepgazdálkodási vonatkozásai, problémái.

## Anyag és módszer

Vizsgálatainkat Mezőföldön, Mezőszilas mellett található löszvidéken végeztük. Az egyes mintaterületeken 5-5 darab 2x2 méteres kvadráton belül becsültünk meg az előforduló fajokat, és ezen adatok alapján végeztünk statisztikai elemzést is. A fajneveket Király (2009) és Engloner és mtsai (2001) alapján használtuk. A cönológiai felvételek klasszifikációját Podani (1997) alapján végeztük el, valamint az ordinációs eljárások során detrendált korrespondencia elemzést (DCA) alkalmaztuk.

## Eredmények és értékelés

Az első terület a dombháton előforduló zárt gyep. Jellegtelen gyep volt, amiben a lösz gyepi elemek közül a barázdált csenkesz (*Festuca rupicola*) található meg (A). A második terület volt a lejtőnek azon része, ahol szinte csak egyéves pázsitfűvek, elsősorban a fedélrozsok (*Brumus tectorum*) alkot összefüggő állományokat (B). A harmadik a völgyalján található üde gyep, melyben az uralkodó fajok a *Poa angustifolia*, de előfordult a *Poa humilis* (Penksza, 2009; Penksza és Böcker, 1999/2000) is, valamint gyepgazdálkodási szempontból nagyon fontos a *Lolium perenne* és az *Agrostis tenuis* is (C).

A terület a juhlegeltetés mellett fajgazdag lett, löszgyepekre jellemző fajok és védett növények jelentek meg. Ezek a következők voltak: *Festuca valesiaca*, *Agrostis stolonifera*, *Elymus repens*, *Poa angustifolia*, *Coronilla varia*, *Thymus glabrescens*, *Fragaria vesca*, *Galium verum*, *Leontodon hispidus*, *Seseli annuum*, *Pimpinella saxifraga*, *Euphorbia cyparissias*, *Linum catharticum*, *Prunella vulgaris*, *Teucrium chamaedrys*, *Cerintho minor*, *Campanula glomerata*, *Ranunculus polyanthemos*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Crataegus monogyna*, *Carex hirta*, *Plantago lanceolata*, *Leontodon autumnalis*, *Linum austriacum*, *Hypericum perforatum*, *Euphorbia pannonica*, *Andropogon ischaemum*, *Astragalus asper*, *Taraxacum serotinum*, *Stipa capillata*. A terület meredek lejtőin degradált löszgyepi állományok találhatóak, de védett fajokat is tartalmaznak. Ezek közé tartozik a homoki gyepekben gyakori érdes csüdfű (*Astragalus asper*), a löszgyepek karakterfajaként is szereplő kései pitypang (*Taraxacum serotinum*). Összességében gyepgazdálkodási szempontból fontos pázsitfűveket is tartalmaz, csak csekély mértékben.

A három terület vegetációja, elsősorban a völgytalpi terület (1-2. ábra C) tér el, a legfajgazdagabb és gyepgazdálkodási szempontból is a legértékesebb fajokat tartalmazza.

**1. ábra: Az elemzett mintaterületek (A, B, C) cönológiai felvételeinek klasszifikációs eredménye**

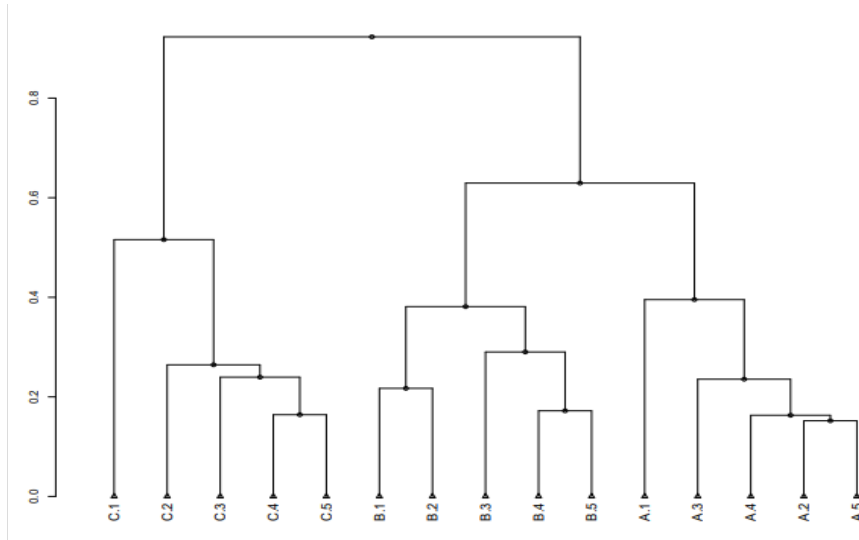


Figure 1: Classification result of the coenological surveys of the analyzed sample areas (A, B, C)

**2. ábra: Az elemzett mintaterületek (A, B, C) korrespondencia-elemzése**

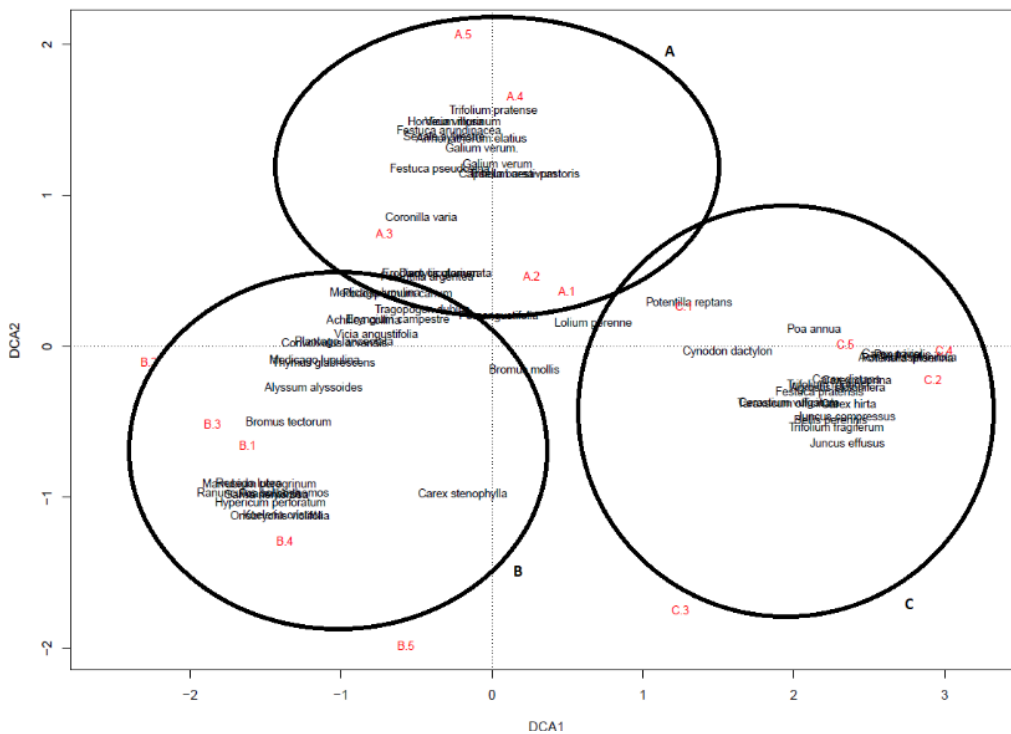


Figure 2: Detrended correspondence analysis of the coenological surveys of the sample areas (A, B, C)

## Következtetések, javaslatok

A terület fajösszetétele alapján a terület juhokkal való legeltetése természetvédelmi szempontból sok értékes fajt őrzött meg, köztük védett fajokat is. Gyepgazdálkodási szempontból a területnek vannak értékes foltjai, melyek főképp a nedvesebb térszínen jelentek meg. A korábbi vizsgálataink során elsősorban szárazgyepi területek kezelésére voltak alkalmasak a juhok (Kiss és Penksza 2018; Kiss és mtsai, 2008, 2011; Szabó és mtsai, 2010; Szentés és mtsai, 2007, 2009a, 20121; Zimmermann és mtsai, 2011; Penksza és mtsai, 2008, 2010a, 2010b, 2020; Mészáros és mtsai, 2016). A szárazgyep, ahol uralkodó faj a *Bromus tectorum* tápanyag utánpótlása vagy a terület felülvetése van szükség.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatást az AKGF-119-1-202 projekt támogatta.

## Irodalomjegyzék

- Bajnok M., Rostás M., Tasi J. (2000): Néhány legelő és rét növényzetének értékelése a takarmányozás szempontjából. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 49. 3. 247–256.
- Barcsák Z., Baskay T. B., Prieger K. (1978): Gyeptermesztés és hasznosítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 344.
- Barcsák Z., Kertész I. (1986): Gazdaságos gyeptermesztés és hasznosítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 260.
- Barcsák Z. (2004): Biogyep-gazdálkodás Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 222.
- Bedő S., Póti P. (1999): A legelő mint takarmány szerepe a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 48. 690–692.
- Bedő S., Póti P., Köles P. (2005): A magyar merinó anyajuhok tejtermelésének és tejösszetételének évszaki változása. *Tejgazdaság* 59. 7–11.
- Bódis J., Fülöp B., Lábadi V., Mészáros A., Pacsai B., Svajda P., Valkó O., Kelemen A. (2021): One year of conservation management is not sufficient for increasing the conservation value of abandoned fen meadows. *Tuexenia*, 41, 381–394.
- Englónér A. Penksza K., Szerdahelyi T. (2001): A hajtásos növények ismerete. – Egyetemi és Főiskolai tankönyv. Nemzeti tankönyvkiadó, 268.
- Fehér Zs., Hajnóczki S., Penksza P., Szőke P., Penksza K., Wichmann G. (2015): Correlation between the Diversity and Land Use in Cleared Grassland Areas in the Pannon Mountains *Journal of Earth Science and Engineering*, 5. 98–112.
- Fülöp B., Pacsai B., Bódis J. (2020): Az esetleges természetvédelmi kezelések szerepe a botanikai értékek megőrzésében – Esettanulmány a Balaton partjáról. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 18. 15–23.
- Fülöp B., Pacsai B., Bódis J. (2021): Minor Treatments Can Play a Significant Role in Preserving Natural Habitats and Protected Species on the Shore of a Central European Lake. *Agronomy*, 11. 8. 1540.
- Hajnóczki S., Pajor F., Péter N., Bodnár Á. Penksza K., Póti P. (2021): *Solidago gigantea* Ait. and *Calamagrostis epigejos* (L) Roth invasive plants as potential forage for goats. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49. 1. 12197.



- Halász, A., Nagy, G. (2013): Complexity Of Local Measurements In Cattle Behavioural Studies In: Berckmans, D.- Vandermeulen, J. (szerk.) Precision Livestock Farming '13. Leuven, Belgium. 223–228. 186.
- Halász, A., Nagy, G., Tasi, J., Bajnok, M., Mikone, J. E. (2016): Weather regulated cattle behaviour on rangeland. Applied Ecology and Environmental Research, 14. 4. 149–158.
- Kárpáti B., Sarudi Cs., Csorbai A., Marton I. (2004): A magyar szürke szarvasmarha tartásának ökonómiai és környezet-gazdálkodási elemzése. Acta Agraria Kaposváriensis, 8. 33–49.
- Kiss T., Penksza K., Tasi J., Szentes S. (2008): Juh- és marhalegelő cönológia és gyepgazdálkodási vizsgálata kiskunsági területeken. Gyepgazdálkodási Közlemények, 6. 39–45.
- Kiss T., Penksza K. (2018): A legeltetés hosszú távú hatása kiskunsági füves pusztákon. Természetvédelmi Közlemények, 24. 104–113.
- Kota M., Vinczeffy I., Kovács B., Györi Z. (1991): A gyep tápértéke. Természetes Állattartás, Hódmezővásárhely, 63–68.
- Kota M., Zsuposné Oláh A., Vinczeffy I. (1993): A gyep néhány gyógynövényének takarmányértéke és mikrobiológiai jelentősége. In.: Legeltetéses állattartás. Tudományos közlemények Debrecen, 159–169.
- Malatinszky Á., Ádám Sz., Falusi E., Saláta D., Penksza K. (2013): Climate Change Related Land User Problems in Protected Wetlands: a Study in a Seriously Affected Hungarian Area. Climatic Change, 118. 671–683.
- Mészáros L., Wichmann B., Nagy A., Penksza K. (2016): Dunaújváros környéki rekultivált felszín és természetes löszterület gyepeinek összehasonlító vizsgálata. Gyepgazdálkodási Közlemények, 14. 1. 19–29.
- Penksza K., Tasi J., Szentes Sz., Centeri Cs. (2008): Természetvédelmi célú botanikai, takarmányozástani és talajtani vizsgálatok a Tapolcai és Káli medencei szürkemarha és bivaly legelőin. Gyepgazdálkodási Közlemények, 6. 47–54.
- Penksza K., Tasi J., Szabó G., Zimmermann Z., Szentes Sz. (2009a): Természetvédelmi célú botanikai és takarmányozástani vizsgálatok adatai Káli-medencei juhlegelőhöz. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 51–58.
- Penksza K., Wichmann B., Szentes Sz. (2009b): Szarvasmarha-, juh- és lólegelők összehasonlító vizsgálata a Tapolcai és a Káli-medencében – 2008. év. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 59–63.
- Penksza K. (2009): Poa – Perje. In: Király G. (szerk.): Új magyar fűvészkönyv. pp. 510-511.
- Penksza K., Böcker, R. (1999/2000): Zur Verbreitung von Poa humilis Ehrh. ex Hoffm. in Ungarn. Bot. Közlem., 86–87. 89–93.
- Penksza K., Halász A. (2020): A természetvédelmi célú gyepkezelés jelentősége és lehetőségei. Gyepgazdálkodási Közlemények, 18. 65–68.
- Penksza K., Saláta D. (2022): Study on the changes of vegetation composition of the wood pasture near Cserépfalu, Hungary. Gyepgazdálkodási közlemények, 22. 1. 41–44.
- Penksza K., Kiss T., Benyovszky B. M., Szentes Sz. (2010a): Összehasonlító botanikai vizsgálatok a bugac-pusztai legelőn. In: Bartha S., Nagy Z. (szerk.): Botanikai, Növényélettani és Ökológiai kutatások Tuba Zoltán professzor emlékének. SZIE MKK, Gödöllő, 105–111.
- Penksza K., Szentes Sz., Loksa G., Dannhauser C., Házi J. (2010b): A legeltetés hatása a gyepekre és természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és a Káli-medencében. Természetvédelmi Közlemények, 16. 25–49.
- Penksza, K., Ifj. Viszló, L.; Stilling, F., Turcsányi-Járdi, I., Pápay, G. (2021): Magyar szürke szarvasmarha-szántóból kialakított legelő természetvédelmi gyepgazdálkodási vizsgálata Csákvár melletti „szűzföld” területén. Gyepgazdálkodási Közlemények, 19. 2. 3–14.



- Podani J. (1997): Syn-Tax 5.1: New version for PC and Macintosh computers. *Coenoses*, 12. 149–152.
- Póti P. (1998): Korszerű tartástechnológiák a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 47. 337–342.
- Póti P., Pajor F., Láczo E. (2007): Sustainable grazing in small ruminants. *Cereal Research Communications*, 35. 945–948.
- Saláta D., Wichmann B., Házi J., Falusi E., Penksza K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 7. 3. 234–262.
- Saláta D., Falusi E., Wichmann B., Házi J., Penksza K. (2012): Faj és vegetáció, összetétel elemzés legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fás legelők különböző növényzeti típusaiban. *Bot. Közlem.*, 99. 143–160.
- Stilling F., Póti P., Pajor F., Hajnóczki S. (2022): Botanical investigation of goats pastures on natural and replanted grasslands. *Gyepgazdálkodási közlemények*, 22. 1. 47–50.
- Szabó G., Zimmermann Z., Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Penksza K. (2010): Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési, fertő gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 8. 31–38.
- Szabó G., Zimmermann Z., Bartha S., Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Penksza K. (2011): Botanikai, természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha-legelőkön. *Tájökológiai Lapok*, 9. 2. 431–440.
- Szabó G., Magyar V., Szentes Sz., Penksza K. (2021): Comparative phytosociological study of long-term on Tihany Peninsula of the Balaton Uplands National Park, Hungary. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 20. 37–38.
- Szemán L. (2003): Ökológiai gyepgazdálkodás. A NAKP „B” kötete, Budapest, Gödöllő.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J. (2007): Gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dunántúli középhegység néhány természetes gyepében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 3. 127–149.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J., Malatinszky Á. (2008): A legeltetés természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és Káli medencében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 4. 829–835.
- Szentes Sz., Tasi J., Házi J., Penksza K. (2009a): A legeltetés hatásának gyepgazdálkodási és természetvédelmi vizsgálata Tapolcai- és Káli-medencei lólegelőn a 2008. évi gyepgazdálkodási idényben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 7. 65–72.
- Szentes Sz., Tasi J., Wichmann B., Penksza K. (2009b): Botanikai és gyepgazdálkodási vizsgálatok 2008. évi eredményei a badacsonytördemici szürkemarha legelőn. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 7. 73–78.
- Szentes Sz., Wichmann B., Házi J., Tasi J., Penksza K. (2009c): Vegetáció és gyep produkció havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájökológiai Lapok*, 7. 2. 319–328.
- Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Szabó G., Zimmermann Z., Házi J., Wichmann B., Hufnágel L., Penksza K., Bartha S. (2012): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Central European Journal of Biology*, 7. 6. 1055–1065.
- Tasi J. (2018): Legeltetési módszerek, *Magyar Állattenyésztők Lapja*, 23. 12. 38–39.
- Tasi J. (2019): Gyepök gyomnövényei, *Magyar Állattenyésztők Lapja*, 24. 7. 19–21.
- Tasi J. (2020): Az okszerű gyephasználás szerves része a legeltetés. *Magyar Állattenyésztők Lapja*. 25. 2. 32–33.
- T-Járdi I., Penksza K., S.-Falusi E. (2022): Vegetation investigation of cattle pastures in the Ipoly Valley, Dejtár. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 20. 1. 53–54.



- Uj, B., Juhász, L., Szemán, L., *iff.* Viszló, L., Penksza, A., Szentes, Sz., Tóth, A., Penksza, K. (2013a): Cönológiai vizsgálatok különböző telepített és felújított gyepekben, *Agrártudományi Közlemények*, 51, 55–58.
- Uj B., Juhász L., Póti P., Besnyői V., Szerdahelyi T., *Iff.* Viszló ., Penksza K. (2013b): Bivalylegeltetés hatása a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) terjedésére egy Zámoly-medencében található mintaterületen) Sustainable development in the Carpathian Basin” conference, Budapest, Hungary, November 21-23., 135–136.
- Uj B., Juhász L., Szemán L., *Iff.* Viszló L., Penksza A., Szentes Sz., Házi J., Sutyinszki Zs., Tóth A., Penksza K. (2014): Telepített és felújított gyepek, parlagok összehasonlító botanikai, gyepgazdálkodási vizsgálata, *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 10. 1. 85–106.
- Vinczeffy I. (1993a): Természetes gyepeink védelme. *DATE. DNYN*, 11. 257–281.
- Vinczeffy I. (szerk.) (1993b): *Legelő és gyepgazdálkodás*. Mezőgazda kiadó, Budapest, 400.
- Zimmermann Z. Szabó G., Bartha S., Szentes Sz., Penksza K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepek növényzetére. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 7. 3. 234–262.

## MARHALEGELŐK VEGETÁCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA AZ IPOLY-VÖLGY HOMOKI GYEPEIBEN

Penksza Károly, Turcsányi-Járdi Ildikó, Fűrész Attila, Saláta-Falusi Eszter

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet,  
Növénytan Tanszék  
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.  
\*penksza.karoly@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.11.2022.  
Accepted – Elfogadva: 10.05.2023.

### Összefoglalás

Az Ipoly-völgy két marhalegelőjének vegetációját vizsgáltuk, amelyek közül az egyik charolais (húsmarha), a másik mintaterület pedig magyar szürke szarvasmarha legelő volt. Mindkét területen két vegetáció típust elemeztünk. A charolais legelőt 2000 előtt kaszálták. Itt egy savanyú homoki vegetáció és egy mélyebben fekvő üde és szárazabb foltokkal tarkított, *Elymus repens*-szel dominált gyepterületet elemeztünk. A magyar szürke szarvasmarha legelőn is két növényzeti típust, egy kisebb legeltetési nyomás alatt lévő szárazabb sztyeprétet és egy erősen igénybe vett, pihenőhelyként is szolgáló degradált sztyeprét felvételeit készítettük el. A zavarástűrő fajok, ha eltérő mértékben is, de minden mintaterületen domináltak. A legalacsonyabb arány a magyar szürke szarvasmarha legelő kisebb legeltetési nyomás alatt álló kvadrátjaiban volt megfigyelhető. A természetközeli élőhelyet jelző fajok mennyisége is itt volt a legnagyobb, és a legtöbb védett faj is ezekben a mintanegyzetekben fordult elő. A reletív víz- és nitrogénjelző növényfajok közül a magasabb értékekhez tartozó fajok mennyisége a volt kaszáló *Elymus repens* dominálta területén jelentek meg, ami nagyobb terhelést jelent a víz és nitrogén mennyiségében is. A fajok Pignatti-féle életforma típusok megoszlása alapján jól jelzik a különböző intenzitású legeltetési nyomást. A tölevélrózsás (rozettás) fajok mennyisége a legeltetés indikátoraként minden mintaterületen jelentős volt. Szintén ajelentősebb legeltetési nyomást jelző, kúszó szárú (indás, tarackoló) fajok mennyisége is kiemelkedő volt, a legnagyobb arányukat pedig a legnagyobb legeltetési nyomásnak kitett pihenőhelyen jegyeztük fel. A felvételek alapján a charolais legelőn a savanyú homoki gyep volt érzékenyebb, ahol a legeltetési nyomásra figyelni kell a vegetáció jellegének megőrzése érdekében. A charolais legelő üdébb területén a kaszálás utáni legeltetés kedvezett a természetes vegetációra jellemző fajok megjelenésének. A jelen adatok alapján a természetes vegetáció fenntartásában a legkedvezőbbnek a magyar szürke szarvasmarhával, kis legeltetési nyomás alatt történt legeltetésű mintaterület bizonyult.

**Kulcsszavak:** Charolais, Magyar szürke szarvasmarha, *Festuca ssp.*, homoki vegetáció

### INVESTIGATION OF THE VEGETATION OF CATTLE PASTURES IN THE SANDY GRASSLANDS OF THE IPOLY VALLEY

#### Abstract

The vegetation of two different cattle pastures in the Ipoly Valley was examined in this research. One of them was beef cattle (Charolais) pasture while the other area was a Hungarian Grey cattle pasture. Two vegetation types were analyzed on both areas. The Charolais pasture was mowed before 2000. Here one sour sandy vegetation with fresh and dry patches and *Elymus*

*repens* dominated area a lower-lying, , , were examined. There were also two types of vegetation analyzed on the Hungarian Grey cattle pasture. One of them was a drier steppe under less pressure grazing, and the other one was a heavily used, degraded steppe which has been used serving as a resting place. There was a significant amount of species adapted to disturbance in each plot, but their proportions were different. The lowest rate was observed in the quadrats of pastures of the Hungarian Grey cattle under smaller grazing pressure. There was also the highest quantity of near-natural species, and protected plant was also found in these sample quadrats. Relative water and nitrogen indicator plants appeared in the *Elymus repens* dominated area of the former meadow which refers to higher disturbance. The different intensity of grazing pressure made clearly detectable the evaluation of the distribution of species according to Pignatti life form. Due to grazing, the number of species with rosette was significant in each plot. Additionally, the amount of crawling stems was outstandingly high but the highest was at the resting place exposed to strong grazing pressures. On the basis of the recordings, on the Charolais pasture the sour sandy lawn was more sensitive, where the grazing pressure should be monitored in order to preserve the characteristics of the vegetation. On the fresh area of Charolais pasture grazing after mowing favored the appearance of species characteristic of natural vegetation. Among the examined areas, the Hungarian Grey cattle pasture under grazing pressure was found as be the most favorable in maintaining the natural vegetation, Supported by the ÚNKP-22-3-I-MATE/2 New National Excellence Program of the Ministry for Culture and Innovation from the source of the National Research, Development and OTKA K-125423.

**Keywords:** Charolais, Gray Hungarian cattle, *Festuca sp.*, sandy vegetation

## Bevezetés

A mintaterület Észak-Magyarországon az Ipoly folyó mentén, Dejtár és Ipolyvece község határában található, melynek területe 430,4 ha. Az Ipoly Magyarország egyik legutolsó olyan folyója, mely a vízrendezés által kevésbé érintett (Füri, 2000; Füri és Kelemen, 1997; Verrasztó, 2010; Járdi és mtsai, 2021; T-Járdi és mtsai, 2022).

Bár az Ipoly lineáris elhelyezkedésű, az Ipoly-völgy területe mozaikos élőhelyekkel tarkított, ami a természetes, szabályozástól mentes folyónak köszönhető (Penksza és mtsai, 2012). A talaj nedvességtartalma és a különböző vegetáció foltok között kimutatható összefüggésmás vízfolyás mentén is igazolták már más magyarországi területen is (Mjazovszky és mtsai, 2007; Malatinszky és Penksza, 2001, Malatinszky és mtsai, 2013). A talajvízben bekövetkezett változások egyértelműen befolyásolják a növényzettípusok térbeli elrendezését (Verrasztó, 2010; Járdi és mtsai, 2021). A mezőgazdaság térhódításával a legelők nagy részét lecsapolták és felszántották (Nagy és Déri, 2008). E mintaterület ideális kutatási teret nyújt a természetes élőhely változásainak detektálásához.

Az Ipoly-mente ártéri élőhelyei érzékenyséjük miatt gyorsan reagálnak a különböző környezeti változásokra, ami megfelel a mintaterület kiválasztásához támasztott elvárásnak (Borhidi és mtsai, 2012; Penksza és mtsai, 2012, 2021; Mosner és mtsai, 2015). A korábbi elemzések alkalmával az derült ki, hogy a homoki vegetáció stabilabb marad, valamint a magasabban fekvő homoki hátakon kialakult vegetáció típusokat a környezeti változások- itt első sorban a vízszint változása- kevésbé érint (Járdi és mtsai, 2021; T-Járdi és mtsai, 2022).

A munka során az volt a cél, hogy kimutassuk, hogy van-e különbség az eltérő állatokkal történő legeltetés és a terület vegetáció típusa között. Kérdés volt, hogy mennyire lesz hatással a gyepré az intenzív igénybevétel?



## Anyag és módszerek

A cönológiai felvételek 2017 és 2021 között minden év május-júliusában készültek, 2×2 m-es kvadrátok segítségével, *Braun-Blanquet* (1964) módszere szerint, a fajok százalékos borítási értékét megadva.

Cönológiai adatgyűjtés céljából négy elkülönülő gyeptársulást választottunk ki, mely a vizsgálati lehatárolás szempontjából értékesnek mondható. E gyepterületeken nemzeti parki felügyelet alatt gyepgazdálkodás folyik, az alábbiakban részletezzük a területek pontos bemutatását.

**Sztyeprét (*Agrostis tenuis hegyi rét*):** Az első területen mészkérülő homoki gyeppel jellemző, ezüstperjével (*Borhidi és mtsai*, 2012). A területet 2010 előtt kizárólag kaszálóként, majd 2010-től legelőként és kaszálóként egyaránt hasznosítják. A cikkben sztyeprét (*Agrostis tenuis hegyi rét*) néven szerepel.

***Agropyron domináns nyílt gyeppel:*** A volt kaszáló nagy része üdőbb terület, ahol uralkodik a közönséges tarackbúza (*Elymus repens*), de az intenzív legeltetés eredményeként csillagpázsit is (*Cynodon dactylon*) gyakori. A volt kaszáló területén húsmarhával legeltetnek. Ezen a területen a nemzeti park őrének elmondása alapján 2-3 évente cserjeirtás is történik, főként *Crataegus monogyna* gyérítése, melyet az állatok már nem legelnek. A cikkben ezt a területet *Agropyron* domináns nyílt gyeppel nevezük el.

**Nyílt homoki gyeppel (*nedves*):** A terület magasabb térszínén kb. 20 éve marhával legeltetnek. A terület kevésbé igénybe vett részén sztyeprét található. Az előző területhez hasonló, ugyancsak 20 éve legeltetett erősen igénybe vett részét is elkülönítettük, melyet az állatok pihenőhelyeként használnak.

A természetvédelmi értékkategóriákat *Simon* (2000), a szociális magatartási típusokat *Borhidi* (1995) rendszere szolgáltatta. Az életformák vizsgálatokor és a flóraelem csoportok vizsgálatokor Flóra adatbázisból dolgoztunk (*Horváth és mtsai*, 1995). A fajnevek *Király* (2009) és *Englőner és mtsai* (2001) nomenklatúráját követik. Az adatokat *Raunkiaer* (1934) életforma-rendszere szerint is értékeltük. A területek élőhely kategóriáit *Fekete és mtsai* (1997) alapján adtuk meg.

## Eredmények és értékelés

A cönológiai felmérésben a fajok és a hozzájuk tartozó borítási értékeik jól követték a klimatikus eltéréseket. A 2022-es legszárazabb évben a vegetáció minden mintaterületén megnövekedett a szárazságtűrő fajok aránya, ezek a fajok főként a következők voltak: *Agropyron repens*, *Koeleria cristata*, *Festuca pseudovina*, *Cynodon dactylon*. A homoki sztyeppreteren a *Stypa borysthénica* borítási értékei is jelentősebbé váltak. Ezzel egy időben a kisebb biomassza miatt a legeltetési nyomás is nagyobb volt és így a tölevélrózsás és a kúszó szárú növények aránya is nagyobb lett. A csillagpázsit (*Cynodon dactylon*) nagyarányú elterjedése is ehhez kapcsolódik, ezen túl a fehér here (*Trifolium repens*) mennyisége nőtt meg. A tölevélrózsával rendelkező taxonok is mennyisége jelentős volt, a lándzsás útifű (*Plantago lanceolata*) borítási értéke megduplázódott. A szúrós fajok mennyisége is megnőtt: tövises iglice (*Ononis spinosa*), mezei iringó (*Eryngium campestre*).

A területen fontos a vízszint, a vízzel való borítás. A térszínén megjelenő mélyedésekben nedves, mocsári, lápi vagy vízhez kötött vegetáció foltok alakulnak ki, ami általánosságban is (*Körner*, 1998; *Courtwright és Findlay*, 2011, *Bátori és mtsai*, 2014) jellemző, de a Kárpát-medence központi területére különösen. A vízszint állása ezért is fontos, ami változatos és fajgazdag vegetáció megjelenéshez vezet (*Erdős és mtsai*, 2014, 2017; *Bátori*

és mtsai, 2014; Szabó és mtsai, 2010, 2011). De a jelen vizsgálat azt erősíti meg, hogy a magasabban fekvő, homoki gyepek vegetációjában is jól kimutathatók a változások.

Az adatok természetvédelmi értékkategóriák (TVK) alapján azt jelzik, hogy a természetes zavarástűrők (TZ) aránya 2021-re mindegyik mintaterületen emelkedett, ami a túllegeltetésre utal. A legeltetés szempontjából hátrányos, hogy egyes részeken túl kevés a pázsitfű, és sok a kétszikűek borítottsága, amiket a szarvasmarhák elenyésző mennyiségben fogyasztanak. Az állatok általkedvelt fajok borítási értéke a túllegeltetés során csökken (Kiss és Penksza, 2018; Szentés és mtsai, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2011, 2012a, 2012b). Ezt az állítást megerősíti a Raunkiaer féle életformák szerinti besorolás eredményei, mely szerint a hemikryptophita (H) lágyszárúak aránya a 2020 és 2021-es évekre növekedett mindegyik területen. A zavart, leromlott pihenőterületen a mintaegységek közül a legnagyobb számban a védett *Pulsatilla pratensis* subsp. *nigricans* jelent meg. A pihenő, illetve itató környékén nyílt földfelszín vagy leromlott vegetáció alakult ki az intenzív használat miatt (Magyar és mtsai, 2017, Saláta és mtsai, 2011, 2012; Catorci és mtsai, 2017; Penksza és mtsai, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2013), amelynek oka főképp a növényben megtalálható mérgező vegyületekben keresendő. A fenntartásnak fontos szerepe van az élőhely megőrzése tekintetében.

A 2017 és 2021 között végzett cönológiai felvételezés DCA elemzése alapján látható, hogy az elsőként kaszálóként hasznosított gyepek 10 év legeltetés következtében sokkal egységesebb képet mutatnak a már 20 éve legeltetett területtel (1. ábra).

### 1. ábra: A dejtári mintaterület cönológiai felvételeinek detrendált korrespondencia-elemzése a 2017-es (A) és a 2021-es (B) évben

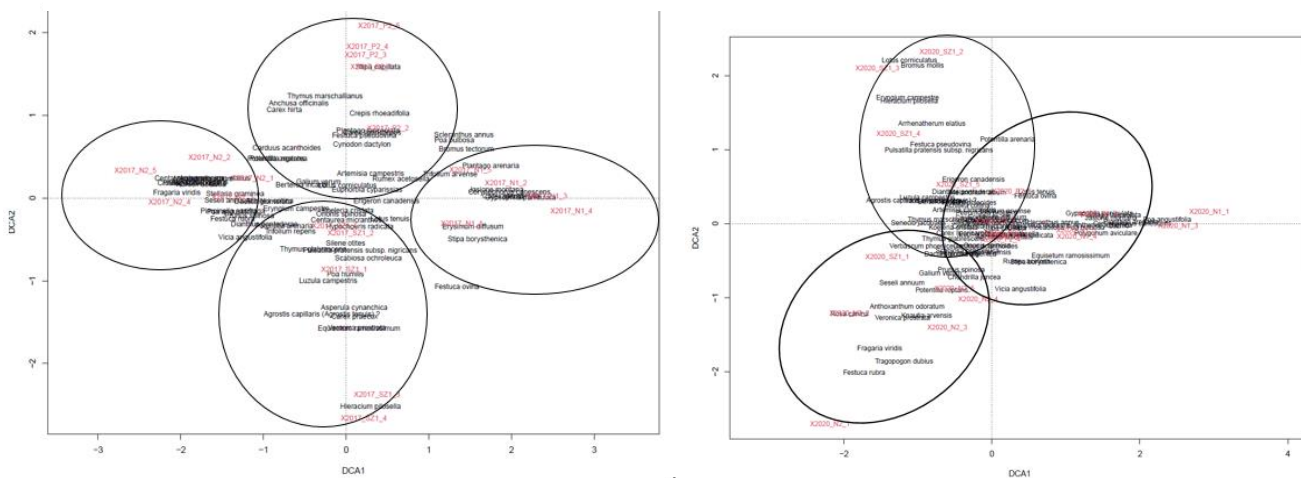


Figure 1: Detrended correspondence analysis of the coenological surveys of the Dejtár sample area in 2017 (A) and 2021 (B)

A

B

Az ÁNÉR alapú élőhelyterképfoltjai jó egyezést mutattak a kontrollként is szereplő távérzékelési adatokkal. Az északi homoki sztyeprétek magaslatain előfordulnak a jellemző homoki társulásalkotó fajok is, mint a *Stipa borysthena*. Ezen túl az egyes foltokon belüli izolált részek is kimutathatók, melyek további információval szolgálnak a területhasznosításról, amely a legeltetés szempontjából gyakorlati jelentőséggel is bír, fenntartásában a tájhasználatnak is nagy jelentősége van, valamint a vegetáció mozaikosságában és sokféleségében egyaránt.

## Következtetések és javaslatok

Az Ipoly-völgy vizsgált szakaszai (Dejtár és Ipolyvece közötti rész) természetvédelmi szempontból kiemelt értéket képvisel, mely megőrzése különösen fontos. Az öt évet átívelő vizsgálat alapján megállapítható, hogy természetvédelmi szempontból fontos a terület fenntartható használata, melyre a szarvasmarhával való legeltetés alkalmas. Az állatlétszám potenciális csökkentésével a terület túlzott használatában, és ez egyben kedvező hatású lehet a pázsitfűfajok számának és borítási értékeinek a növekedésére is.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3-I-MATE/2 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült, valamint az az OTKA K-125423 támogatta.

## Irodalomjegyzék

- Bátori Z., Farkas T., Erdős L., Tölgyesi Cs., Körmöczi L., Vojtkó A. (2014): A comparison of the vegetation of forested and non-forested solution dolines in Hungary: a preliminary study. *Biologia*, 69. 10. 1339–1348 <https://doi.org/10.2478/s11756-014-0430-4>
- Borhidi A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. *Acta Bot. Hung.* 39. 97–181.
- Borhidi A. (2003): Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Borhidi A., Kevey B., Lendvai G. (2012): Plant communities of Hungary. Akadémiai Kiadó, Budapest, 544.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensociologie. Spingerverlag, Vienna, Germany, 23–76.
- Catorci A., Piermarteri K., Penksza K., Házi J., Tardella F. M. (2017): Filtering effect of temporal niche fluctuation and amplitude of environmental variations on the trait-related flowering patterns: lesson from sub-Mediterranean grasslands. *Scientific Reports*, 7. Paper 12034.
- Čop J., Vidrih M., Hacin J. 2009: Influence of cutting regime and fertilizer application on the botanical composition, yield and nutritive value of herbage of wet grasslands in Central Europe. *Grass and Forage Science*, 64. 454–465.
- Englónér A., Penksza K., Szerdahelyi T. (2001): A hajtásos növények ismerete. – Egyetemi és Főiskolai tankönyv. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 268.
- Erdős L., Bátori Z., Penksza K., Dénes A., Kevey B., Kevey D., Magnes M., Sengl P., Tölgyesi Cs. (2017): Can naturalness indicator values reveal habitat degradation? A test of four methodological approaches. *Polish Journal of Ecology*, 65. 1. 1-13. <https://doi.org/10.3161/15052249PJE2017.65.1.001>
- Erdős L., Tölgyesi Cs., Horzse M., Tolnay D., Hurton Á., Schulcz N., Körmöczi L., Lengyel A., Bátori Z. (2014): Habitat complexity of the Pannonian forest-steppe zone and its nature conservation implications. *Ecological complexity*, 17. 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2013.11.004>
- Fekete G., Molnár Zs., Horváth F. (szerk.) (1997): A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer II. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 374.

- Füri A. (2000): Három nagy táj ölelkezése. A Duna-Ipoly Nemzeti Park. In: Tardy J. (ed): (2000): Értékkörző Magyarország. Nemzeti parkok, világörökség. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, 132–133.
- Füri A., Kelemen Z. (1997): A Duna-Ipoly Nemzeti Park létesítése. Természet, 11. 4. 415.
- Fűrész A., Pajor F., Penksza P., Sipos L., Szentes Sz., Penksza K. (2022): Duna menti homoki gyepek domináns *Festuca* fajainak beltartalmi értékei (előzetes tanulmány). Gyepgazdálkodási Közlemények, 20. 2. 3–7.
- Járdi I., Saláta D., S.-Falusi E., Stilling F., Pápay G., Zachar Z., Falvai D., Csontos P., Péter N., Penksza K. (2021): Habitat Mosaics of Sand Steppes and Forest-Steppes in the Ipoly Valley in Hungary. Forests, 12. 135.
- Király G. (szerk.) (2009): Új Magyar Fűvészkönyv. Magyarország Hajtásos Növényei. Határozókulcsok; Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 456.
- Kiss T.; Penksza K. (2018): A legeltetés hosszú távú hatása kiskunsági füves pusztákon. Természetvédelmi Közlemények, 24. 104–113.
- Magyar V., Penksza K., Szentes Sz. (2017): Comparative investigations of biomass composition in differently managed grasslands of the Balaton Uplands National Park, Hungary. Gyepgazdálkodási Közlemények, 15. 1. 49–56.
- Penksza K., Malatinszky Á. (2001): Adatok a Putnoki–dombság edényes flórájához. Kitaibelia, 6. 149–155
- Malatinszky Á., Ádám Sz., Falusi E., Saláta D., Penksza K. (2013): Climate Change Related Land User Problems in Protected Wetlands: a Study in a Seriously Affected Hungarian Area. Climatic Change, 118. 671–683.
- Mjazovszky Á.; Csontos P.; Tamás J. (2007): A patakkísérő növényzet vizsgálata négy hazai táj viszonylatában. Botanikai Közlemények, 94. 45–55.
- Mosner E.; Weber A.; Carambia M.; Nilson E.; Schmitz U.; Zelle B.; Donath T.; Horchler P. (2015): Climate change and floodplain vegetation—future prospects for riparian habitat availability along the Rhine River. Ecol. Eng., 82. 493–511. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.013>
- Nagy G.; Déri E. (2008): Lengyel, S. Irányelvek a Pannon Száraz Löss—és Szikespuszta Gyeprek Rekonstrukciójához és Természetvédelmi Szempontú Kezeléséhez; Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 57.
- Penksza K; Tasi J., Szentes, Sz. (2007): Eltérő hasznosítású Dunántúli középhegységi gyepek takarmányértékeinek változása. Gyepgazdálkodási Közlemények, 5. 26–33.
- Penksza K., Tasi J., Szentes Sz., Centeri Cs. (2008): Természetvédelmi célú botanikai, takarmányozástani és talajtani vizsgálatok a Tapolcai és Káli medencei szürkemarha és bivaly legelőin. Gyepgazdálkodási Közlemények, 6. 47–54.
- Penksza .K, Tasi J, Szabó G, Zimmermann Z., Szentes Sz. (2009a): Természetvédelmi célú botanikai ÍASYQ AWSés takarmányozástani vizsgálatok adatai Káli-medencei juhlegelőhöz. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 51–58.
- Penksza K., Wichmann B., Szentes Sz (2009b): Szarvasharha-, juh- és lólegelők összehasonlító vizsgálata a Tapolcai és a Káli-medencében – 2008. év. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 59–63.
- Penksza K., Nagy A., Laborczi A., Pintér B., Házi J. (2012): Wet habitats along River Ipoly (Hungary) in 2000 (extremely dry) and 2010 (extremely wet). Journal of Maps, 8. 2. 157–164. <https://doi.org/10.1080/17445647.2012.680777>
- Penksza K., Házi J., Tóth A., Wichmann B., Pajor F., Gyuricza Cs., Póti P., Szentes Sz. (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarha legelő szezonális táplálóanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassza mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. Növénytermelés, 62. 1. 73–94.

- Penksza K., Saláta D., Pápay G., Péter N., Bajor Z., Lisztes-Szabó Zs., Fűrész A., Fuchs M., Michéli E. (2021): Do Sandy Grasslands along the Danube in the Carpathian Basin Preserve the Memory of Forest-Steppes? *Forests*, 12. 2. 114. <https://doi.org/10.3390/f12020114>
- Saláta D., Wichmann B., Házi J., Falusi E., Penksza K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 7. 3. 234–262.
- Saláta D., Falusi E., Wichmann B., Házi J., Penksza K. (2012): Faj és vegetáció-összetétel elemzés legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fás legelők különböző növényzeti típusaiban. *Bot. Közlem.*, 99. 143–160.
- Simon T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 976.
- Szabó G., Zimmermann Z., Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Penksza K. (2010): Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési, fertő gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 8. 31–38.
- Szabó G., Zimmermann Z., Bartha S., Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Penksza K. (2011): Botanikai, természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha-legelőkön. *Tájökológiai Lapok*, 9. 2. 431–440.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J. (2007): Gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dunántúli középhegység néhány természetes gyepében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 3. 127–149.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J., Malatinszky Á. (2008): A legeltetés természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és Káli medencében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 4. 829–835.
- Szentes Sz., Tasi J., Házi J., Penksza K. (2009a): A legeltetés hatásának gyepgazdálkodási és természetvédelmi vizsgálata Tapolcai- és Káli-medencei lólegelőn a 2008. évi gyepgazdálkodási idényben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 7. 65–72.
- Szentes Sz., Wichmann B., Házi J., Tasi J., Penksza K. (2009b): Vegetáció és gyep produkció havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájökológiai Lapok*, 7. 2. 319–328.
- Szentes Sz., Penksza K., Dannhauser C., Coezte R. (2011): Nedves fekvésű gyep botanikai összetételének, produkciójának és beltartalmi értékeinek növedékenkénti változása szürkemarha legelőn a Tapolcai-medencében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 7. 180–198.
- Szentes, Sz., Sutyinszki, Zs., Szabó, G., Zimmermann, Z., Házi, J., Wichmann, B., Hufnágel, L., Penksza, K., Bartha, S. (2012a): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Central European Journal of Biology*, 7. 6. 1055–1065.
- Szentes, Sz., Sutyinszki, Zs., Szabó, G., Zimmermann, Z., Házi, J., Wichmann, B., Hufnágel, L., Penksza, K., Bartha, S. (2012b): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Central European Journal of Biology*. 7. 6. 1055–1065.
- T.-Járdi I., Saláta D., S.-Falusi E., Kovács G.P., Láposi R., Zachar Z., Penksza K. (2022): Habitat Changes along Ipoly River Valley (Hungary) in Extreme Wet and Dry Years. *Water*, 14. 787. <https://doi.org/10.3390/w14050787>
- Verrasztó Z. (2010): Környezeti monitoring vizsgálatok az Ipoly vízgyűjtőjén (célkitűzések és általános tájékoztatás). *Tájökológiai Lapok*, 8. 535–561.

## CÖNOLÓGIAI VIZSGÁLATOK KÜLÖNBÖZŐ TELEPÍTETT ÉS FELÚJÍTOTT MAGYAR SZÜRKE SZARVASMARHA ÉS MAGYAR HÁZIBIVALY LEGELŐN A ZÁMOLYI-MEDENCÉBEN

Penksza Károly<sup>1</sup>, Fűrész Attila<sup>1</sup>, Stilling Ferenc<sup>1</sup>, Szentés Szilárd<sup>2</sup>, Viszló Levente<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Növénytan Tanszék

2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

<sup>2</sup>Állatorvostudományi Egyetem, Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállattudományi Intézet

1078 Budapest István u. 2.

<sup>3</sup>Pro Vértes Természetvédelmi Közalapítvány, 8083 Csákvár, Kenderesi u. Geszner-ház  
penksza.karoly@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 10.05.2023.

### Összefoglalás

Vizsgálataink során a Zámolyi-medencében található páskomi magyar szürke szarvasmarha és a Csíkvarisai-rét területén a magyar házibivaly legelő vegetációját mértük fel 2012-től 2022-ig. A magyar szürke szarvasmarha legelő 2 nagy részből áll. A terület egyik fele egy 2012-ben már 20 éve felülvetett gyeppel volt, a másik felét 2009-ben különböző gyeptelepítési, felújítási módokon, sávokban gyepesítették vissza, 2 évig kaszálták, majd 2011-től magyar szürke szarvasmarhával legeltetik a teljes területet. Minden gyeptípusban 7-7 cönológia felvételt készítettünk. A magyar házibivaly legelő a található, amit 2014-től 2022-ig vizsgáltuk, annak érdekében, hogy megtudjuk, vajon az inváziós *Solidago gigantea* visszaszorítására alkalmas-e a vízibivaly.

A Páskom területén az eredmények azt mutatják, hogy a különböző gyeptelepítési módszerek során a természetes állapotokhoz leginkább a szénaráhordásos módszerrel kialakított gyeppel hasonlít. Itt a legnagyobb a fajszám és a természetes gyepek fajtái is uralkodóvá válnak. A direkt vetésű, valamint a felhagyott telepített gyeppel különül el leginkább a természetközeli állapotú húsz éve felülvetett gyepterületről.

A magyar házibivaly legelőn az inváziós *Solidago* teljes mértékben visszaszorult, a legelő teljes mértékben átalakult és természetvédelmi és gyeppgazdálkodási szempontból is értékes területté vált.

A kutatást az Innovációs operatív csoportok létrehozása és az innovatív projekt megvalósításához szükséges beruházás támogatása” (VP3-16.1.1-4.1.5-4.2.1-4.2.2-8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-17) és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3-I-MATE/2 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programja is támogatta.

**Kulcsszavak:** relatív ökológiai mutatók, gyeppgazdálkodási érték, *Festuca ssp.*

## Coenological studies in different established and renovated Hungarian Grey Cattle and Hungarian water buffalo pastures in the Zámolyi Basin

### Abstract

We investigated the vegetation, botanical composition and grassland management value of an area originally converted from pasture to field by grazing and subsequently re-grazed. Based on this, the following research questions have been formed: Considering nature conservation, coenology and grassland management, in which direction does the vegetation evolve with the grazing? Was the grazing with Hungarian Grey Cattle and domestic water buffalo successful? During our investigations we surveyed the vegetation of a Hungarian Grey Cattle pasture and in the Zámolyi Basin in Páskom from 2012 (2014) to 2022. The pasture consists of 2 large parts. One part of the area was a grassland that had been oversown for 20 years in 2012, the other part of the area was replanted in 2009 with different grassland planting and renovation methods, and was mown for 2 years, and then was grazed by Hungarian Grey Cattle since 2011. We took 7-7 coenological surveys in each grassland type. The Hungarian water buffalo meadow can be found in the area of the Csíkvarsai-rét, where from 2014 to 2022 we investigated whether the Hungarian water buffalo is suitable for suppressing the invasive *Solidago gigantea*. Based on the results, the most similar to the natural condition of the different methods of establishing grassland is the grassland establishment by the method of hay application. It had the highest number of species and was dominated by natural grassland species. Direct-seeded and abandoned established grassland was the most different from grassland that had been oversown for 20 years and was in a semi-natural condition. Based on the results, the grazing with Hungarian Grey Cattle was successful by both nature conservational and economical means. In the water buffalo pasture, the invasive *Solidago* was completely suppressed, the pasture was completely transformed and became a valuable area from the point of view of crop protection and turf management.

Supported by the ÚNKP-22-3-I-MATE/2 New National Excellence Program of the Ministry for Culture and VP3-16.1.1-4.1.5-4.2.1-4.2.2-8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-.

**Keywords:** relative ecological indicators, grassland management value, *Festuca ssp.*

### Bevezetés

A hazai gyepek fenntartásához az emberi beavatkozások, természetvédelmi kezelések szükségesek (Török és mtsai, 2010, 2014; Pywell és mtsai, 2002; Szemán, 2003), de ezek mellett az utóbbi időben telepített gyepek és gyeprestaurációs munkálatok úgyszintén egyre inkább elengedhetetlenek, amire számos példa található (Török és mtsai, 2011, 2012.; Vida és mtsai, 2008; Valkó és mtsai, 2012, 2014; Bajor és mtsai, 2016; Saláta és mtsai, 2011, 2012). Ezeken a területeken a gazdasági érdekek mellett a tudatos természetvédelmi kezelések révén valósul meg a gyepek fenntartása (Török és mtsai, 2018; Malatinszky és mtsai, 2013). A visszagyepesítést követő munka során, miután a gyepek váza már kialakult, a legeltetés alkalmas lehet a gyepterületek kezelésére (Penksza és mtsai, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2009c; Szentés és mtsai, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2009c, 2011; Kiss és Penksza, 2018; Kiss és mtsai, 2011). A természetvédelmi gyakorlat és területkezelés módjai közül az élőhelyek biodiverzitásának helyreállítása és megőrzése terén a legeltetés az egyik bevált alkalmazott gyakorlat, amelynél elsősorban a magyar szürke szarvasmarhával történik a legeltetés (Deák és mtsai, 2020; Török és mtsai, 2014, 2018; Penksza és mtsai, 2013; 2021, Magyar és mtsai, 2017; Szabó és mtsai, 2010, 2011, 2021, Penksza és Saláta, 2022). Kisebb mértékben a magyar tarka vagy húsmarhával is történik legeltetés (Járđi és mtsai, 2021; T-Járđi és mtsai, 2022; Fűrész és

mtsai, 2022; Hajnáczi és mtsai, 2021; Stilling és mtsai, 2022; Kovácsné Koncz és mtsai, 2017; Tasi és mtsai, 2014; Halász és mtsai, 2015, 2016). A magyar szürke szarvasmarhával folytatott legeltetés az alacsony szelektivitása miatt általában alkalmasabb a füves területek biodiverzitásának megőrzésére, melynek eredményeképpen természetközeli élőhelyek alakulhatnak ki, ellentétben a lóval, birkával vagy a kecskével történő legeltetéssel (Haraszty, 2014; Póti, 1998; Bedő és Póti, 1999, Póti és mtsai, 2007; Bedő és mtsai, 2005).

A Zámolyi-medencében a legeltetésre vonatkozó eredményeket Uj és mtsai (2013a, 2013b, 2014), továbbá Penksza és mtsai (2021) közölték, akik arra a következtetésre jutottak, hogy az addigi gyakorlat gyepgazdálkodási szempontból előnyös volt.

A fenntartható tájhasználati módok közül a legeltetés ösztönzése, az ökológiai értékek megőrzésén túl az egyre inkább nagyobb mértékben terjeszkedő inváziós növényfajok visszaszorításában is szerepet játszhat, amelyben a vízbivaly alkalmazható.

A vizsgálataink során a Páskom területén arra kerestük a választ, hogy a különböző gyeptelepítési módszerek közül melyik lesz leginkább alkalmas a természetvédelmi és a gyepgazdálkodási céloknak? Ezen túl a magyar házibivaly legelőn hogy a legelő állatok milyen mértékben képes az inváziós magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) fajt visszaszorítani?

## Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Zámolyi-medencében található Zámoly településtől északkeletre elhelyezkedő Páskom területén és a Csíkvarsai-réten végeztük.

A fajokat Tasi (2011) szerinti gyepgazdálkodási csoportok szerint elemeztük.

A mintaterületeket a fajok természetvédelmi értékkategóriái (Simon, 2000) és a szociális magatartásformái alapján (Borhidi, 1993) is értékeljük. Az életforma elemzést Pignatti (2005) életforma típusai alapján is elvégeztük, amely az áttelelő szerv elhelyezkedésén kívül a fajok morfológiai sajátosságait is figyelembe veszi. A gyeppen előforduló fontosabb növényfajok takarmányozási értékének meghatározását Klapp és mtsai (1953) munkája alapján végeztük el.

2013-ban, egy a Zámoly-medencében található magyar házibivalyilegelőt vizsgáltunk meg ebből a szempontból, ahol 3 mintaterület lett kijelölve, melyek közül a kontroll (k), ahol nem legeltetnek, a másik két területet viszont már 2012 óta legeltetik házibivalyokkal, mocsárrét, amit mint legelő megnevezést (l) használunk és bakhátas (b) művelés alatt álló felhagyott terület.

Minden mintaterületeken 7-7 darab 2x2 méteres kvadráton belül becsültük az előforduló faj borítási értékét. Az adatok statisztikai elemzését is elvégeztük.

## Eredmények és értékelés

A felvételezés során a magyar szürke szarvasmarha területek (Páskom) között a vizsgálat első évében jelentősek voltak a különbségek, az előforduló fajoknak mindösszesen csak 0,5%-a volt közös, és a vegetáció nagy részét zavarástűrő taxonok (Simon, 2000; Borhidi, 1993) alkották. 2022-re a közös fajok mennyisége megnövekedett. Az uralkodó pázsitfűvek nem csak, mint gazdasági jelentőségű fajok, hanem mint területen előforduló természetes gyeppotenciális fajok lettek. A leggyakoribbá a *Festuca rupicola* vált, ami a terület potenciális lejtősztyepp vegetációjának domináns és egyben karakterfaja is (Borhidi és mtsai, 2012; Penksza, 2009a, Englóner és mtsai, 2001). A Borhidi féle szociális magatartás típusok értékszámai alapján (Borhidi, 1993) és Simon (2000) természetvédelmi értékkategóriái alapján is ez alá lett támasztva. A területen is gyakori *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Festuca*



*arundinacea* más régióban is széleskörűen alkalmazott faj a felülvetéseknel (Szemán, 2003). A parlagok esetében pedig a *Poa angustifolia* szaporodhat fel (Bartha és mtsai, 2010; Penksza, 2000b). A gazdasági szempontból szintén fontos pillangósok mennyisége nem volt jelentős. Ez számos irodalmi hivatkozással összecseng, amikor a pillangósok mennyisége a legeltetés hatására megnő (Steiner és Grabe, 1986; Purgar és mtsai, 2008; Makedos és Papanastasis, 1996). A *Trifolium repens* mennyiségének növekedése pedig a túlzott egyoldalú legeltetés eredménye (Steinshamn és mtsai, 2001). A vetett lucerna földön a *Medicago sativa* dominanciájának a csökkenését Török és mtsai (2011) adatai is megerősítik. A Pignatti-féle életformák megoszlásában az adatok alapján a területen túllegeltetést nem folyt, mert nem szaporodtak fel a kúszó vagy tarackoló életmódú évelő fajok (H rept), sem a tölevélrózsás (T ros és H ros) fajok (Zimmermann és mtsai, 2012). A fajok természetvédelmi kategóriái alapján a természetes zavarástűrők (TZ) arány volt a legnagyobb. A gyomfajok (GY) mennyisége első sorban a vizsgálat első éveiben volt jelentős, különösen a direkt vetésű mintaterületen. A Borhidi-féle szociális magatartási típusok alapján is a természetes zavarástűrő fajok (DT) fordultak elő a legnagyobb arányban. A gyepterminológiai irányba való elmozdulásának indikátoraként pedig a kompetitor fajok (C) mennyisége nőtt meg a 2020-2022-es évekre.

A csíkvarsai-réten a kontroll (k) mintaterületen a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) borítása az egyes kvadrátokon belül is és átlagosan is 50 és 90% között alakult mindvégig a vizsgálati időszakban. A lápréten (l) az inváziós faj boítási értéke az első vizsgálati év 5-40%-ról már 2015-ben jelentősen lecsökkent néhány %-ra (1. ábra).

### 1. ábra: A *Solidago gigantea* átlag borítási értékei (k: kontroll, l: legelő, b: bakhátas terület)

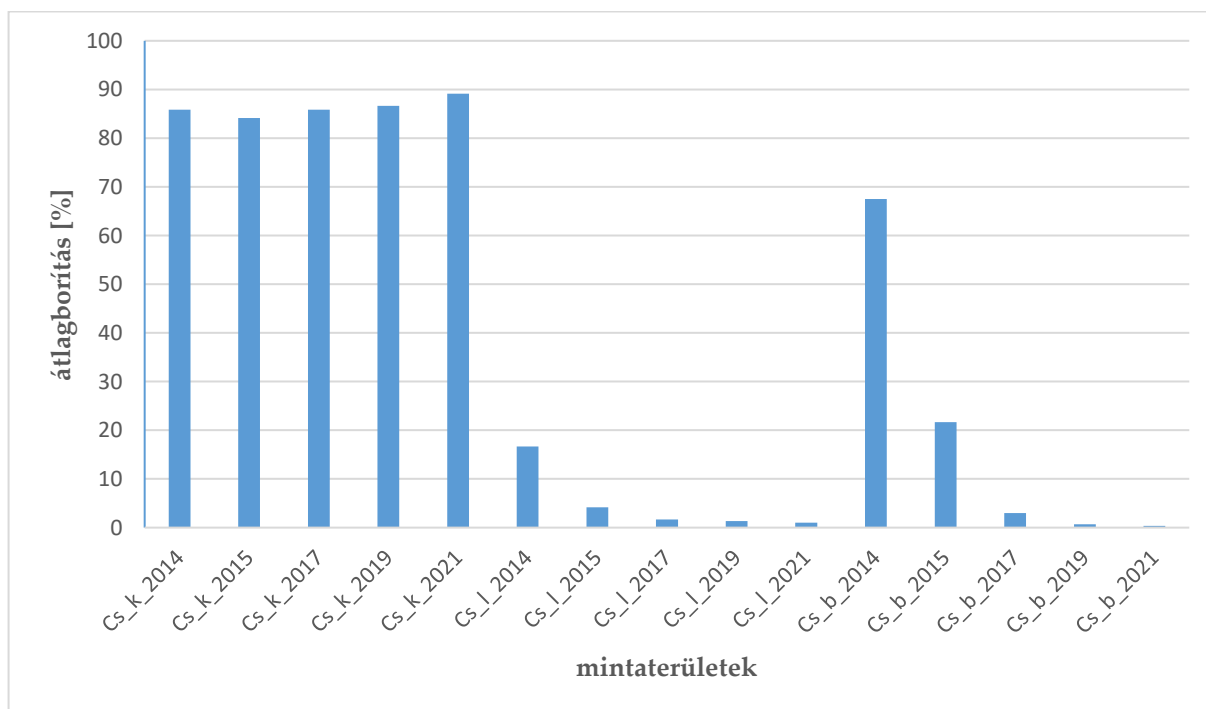


Figure 1. Average coverage values of *Solidago gigantea* (k: control, l: pasture, b: buck-backed area).

A bakhátas területen (b) a vizsgálati időszak harmadik évére a *Solidago gigantea* átlagborítása több, mint 60%-ról szintén néhány csak %-ra csökkent le, illetve 2021-re már el is tűnt területről.

## Következtetések, javaslatok

A természetbarát, mégis hosszú távon legnagyobb gazdasági haszon eléréséhez a vizsgált telepítési módok közül a szénamurvás vetést javasoljuk, amellel, hogy az adatok alapján természetvédelmi szempontból is értékes a terület. A szénamurva száraz évszék esetén is jó takarást biztosít a fiatal kelő növények számára, így azok az aszályt jobban viselik. Ez a módszer javasolható gyeptörésre is, ha gyeptörésre nincs szükség vagy ha az valamilyen okból nem megengedett (Viszló, 2012). A lucerna vetése bár a jelen vizsgálatban jó eredményt ért el mind a zöldtömeg mennyiségét, mind minőségét illetően, hosszú távon mégsem javasolt (Margóczi és mtsai, 2009), mert hosszú távon a lucerna visszaszorul és egyéb kezelés hiányában a gyomfajok szaporodnak fel benne.

A magyar házibivaly az inváziós *Solidago* visszaszorítására teljes mértékben alkalmas volt, alkalmasabb, mint a magyar szürke szarvasmarha (Uj és mtsai, 2013a, 2013b, 2014, Bódis és mtsai, 20221; Fülöp és mtsai, 2020, 2021), amit más hazai területen is érdemes lesz alkalmazni.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Innovációs operatív csoportok létrehozása és az innovatív projekt megvalósításához szükséges beruházás támogatása” c. pályázati felhívásra (VP3-16.1.1-4.1.5-4.2.1-4.2.2-8.1.1-8.2.1-8.3.1-8.5.1-8.5.2-8.6.1-17) és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3-I-MATE/2 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

## Irodalom

- Bajor Z., Zimmermann Z., Szabó G., Fehér Zs., Járđi I., Lampert R., Kerény-Nagy V., Penksza P., L Szabó Zs., Székely Zs., Wichmann B., Penksza K. (2016): Effect of conservation management practices on sand grassland vegetation in Budapest, Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14. 3. 233–247.
- Bedő, S., Póti, P. (1999): A legelő, mint takarmány szerepe a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 48. 690–692.
- Bedő, S., Póti, P., Köles, P. (2005): A magyar merinó anyajuhok tejtermelésének és tejösszetételének évszaki változása. *Tejgazdaság*, 59. 7–11.
- Borhidi, A. (1993): A magyar flóra szociális magatartásformái. A KTM Term. Hiv. és a JPTE Kiadványa. Pécs.
- Borhidi A., Kevey B., Lendvai G. (2012): *Plant communities of Hungary*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Bódis J., Fülöp B., Lábadi V., Mészáros A., Pacsai B., Svajda P., Valkó O., Kelemen A. (2021): One year of conservation management is not sufficient for increasing the conservation value of abandoned fen meadows. *Tuexenia* 41: 381–394.
- Deák, B., Valkó, O., Nagy, D.D., Török, P., Torma, A., Lőrinczi, G., Kelemen, A., Nagy, A., Bede, A., Mizser, Sz., Csathó, A.I., Tóthmérész, B. (2020): Habitat islands outside nature reserves – threatened biodiversity hotspots of grassland specialist plant and arthropod species. *Biol. Conserv.* 241, 108254 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108254>.

- Deák, B., Valkó, O., Török, P., Tóthmérész, B. (2016): Factors threatening grassland specialist plants – a multi, proxy study on the vegetation of isolated grasslands. *Biol. Conserv.* 204:255–262.
- Englőner, A., Penksza, K., Szerdahelyi, T. (2001): A hajtásos növények ismerete. – Egyetemi és Főiskolai tankönyv. Nemzeti tankönyvkiadó pp. 268.
- Fülöp B., Pacsai B., Bódis J. (2020): Az esetleges természetvédelmi kezelések szerepe a botanikai értékek megőrzésében – Esettanulmány a Balaton partjáról. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 18. 15–23.
- Fülöp B., Pacsai B., Bódis J. (2021): Minor Treatments Can Play a Significant Role in Preserving Natural Habitats and Protected Species on the Shore of a Central European Lake. *Agronomy*, 11. 8. 1540.
- Fűrész A., Szentés Sz., Fintha G., Wagenhoffer Zs., Szalai F., Penksza K. (2022): Házi vízi bivallyal való legeltetés hatásainak felmérése száraz gyepeken, mint potenciális élőhelykezelési módszer. In: Bényi E.-Bodnár Á.-Pajor F.-Póti P- (szerk.) VIII. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Nap : Előadások és poszterek összefoglaló kötete = 8th Scientific Day of Animal Breeding in Gödöllő : Book of Abstracts of presentations and Posters Gödöllő, Magyarország : Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem p. 72.
- Hajnáczki, S., Pajor, F., Péter, N., Bodnár, Á. Penksza, K., Póti, P. (2021): *Solidago gigantea* Ait. and *Calamagrostis epigejos* (L) Roth invasive plants as potential forage for goats. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49. 1. 12197.
- Halász A., Tasi J., Rásó J. (2015): Fás legelők, legelőerdők, erdősávok és fasorok használata ökológiai gazdálkodási rendszerben. *Növénytermelés*, 64. 77–89.
- Halász A., Nagy G., Tasi J., Bajnok M., Mikone J. E. (2016): Weather regulated cattle behaviour on rangeland. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14. 149–158.
- Haraszthy L. (2014): Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon. Pro Vértes Természetvédelmi Közalapítvány, Csákvár, Hungary
- Kárpáti, B., Sarudi, Cs., Csorbai, A., Marton, I. (2004): A magyar szürke szarvasmarha tartásának ökonómiai és környezetgazdálkodási elemzése. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 8. 33–49.
- Kiss, T., Penksza, K. (2018): A legeltetés hosszú távú hatása kiskunsági füves pusztákon. *Természetvédelmi Közlemények*, 24. 104–113.
- Klapp, E., Boeker, P., König, F., Stählin, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. *Grünland*, 2. 38–40.
- Kovácsné Koncz, N., Penksza, V., Posta, J., Béri, B. (2017): Különböző szarvasmarhafajták legelői viselkedésének összehasonlító vizsgálata hortobágyi szikéseken. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2. 29–36.
- Magyar, V., Penksza, K., Szentés, Sz. (2017): Comparative investigations of biomass composition in differently managed grasslands of the Balaton Uplands National Park, Hungary. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 15. 1. 49–56.
- Makedos I. D., Papanastasis V. P. (1996): Effect of NP fertilisation and grazing intensity on species composition and herbage production in a Mediterranean Grassland and land use system. 16th EGF Meeting, 1. 103–108.
- Malatinszky Á., Ádám Sz., Falusi E., Saláta D., Penksza K. (2013): Climate Change Related Land User Problems in Protected Wetlands: a Study in a Seriously Affected Hungarian Area. *Climatic Change*, 118. 671–683.
- Margóczy K., Fehér M., Hrytan M., Gradzikiewicz M. (2009): Parlagok és természetvédelmi célú gyepesítések értékelése Ásotthalom, Tiszaalpár és Kardoskút határában. – természetvédelmi Közlemények, 15. 182–192.

- Penksza K. (2009a): Poaceae – Pázsitfűvek nemzetségeinek határozókulcsa. Festuca – Csenkeszek, Lolium – Vadóc, Festulolium – Korcsvadóc. In: Király G. (szerk.): Új magyar fűvészkönyv. 498–509.
- Penksza, K. (2009b): Poa – Perje. In: Király, G. (szerk.): Új magyar fűvészkönyv. 510–511
- Penksza K. Saláta D. (2022): Study on the changes of vegetation composition of the wood pasture near Cserépfalu, Hungary. Gyepgazdálkodási közlemények, 22. 1. 41–44.
- Penksza K; Tasi J., Szentes, Sz. (2007): Eltérő hasznosítású Dunántúli középhegységi gyepek takarmányértékeinek változása. Gyepgazdálkodási Közlemények, 5. 26–33.
- Penksza K., Tasi J., Szentes Sz., Centeri Cs. (2008): Természetvédelmi célú botanikai, takarmányozástani és talajtani vizsgálatok a Tapolcai és Káli medencei szürkemarka és bivaly legelőin. Gyepgazdálkodási Közlemények, 6. 47–54.
- Penksza .K, Tasi J, Szabó G, Zimmermann Z., Szentes Sz. (2009a): Természetvédelmi célú botanikai és takarmányozástani vizsgálatok adatai Káli-medencei juhlegelőhöz. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 51–58.
- Penksza K., Wichmann B., Szentes Sz (2009b): Szarvasmarha-, juh- és lólegelők összehasonlító vizsgálata a Tapolcai és a Káli-medencében – 2008. év. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 59–63.
- Penksza, K., Házi, J., Tóth, A., Wichmann, B., Pajor, F., Gyuricza, Cs., Póti, P., Szentes, Sz. (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarka legelő szezonális táplálóanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassa mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. Növénytermelés, 62. 1. 73–94.
- Penksza, K., Ifj. Viszló, L.; Stilling, F., Turcsányi-Járdi, I., Pápay, G. (2021): Magyar szürke szarvasmarha-szántóból kialakított legelő természetvédelmi gyepgazdálkodási vizsgálata Csákvár melletti „szűzföld” területén. Gyepgazdálkodási Közlemények, 19. 2. 3–14.
- Pignatti, S. (2005): Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. – Braun, Blanquetia, 39. 1–97
- Póti, P. (1998): Korszerű tartástechnológiák a juhtenyésztésben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 47. 337–342.
- Póti, P., Pajor, F., Lácó, E. (2007): Sustainable grazing in small ruminants. Cereal Research Communications, 35. 945–948.
- Purgar, D.D., Šindrak, Z., Vokurga, A., Primorac, A., Bolarič, S. (2008): Soil assessment based on botanical composition on habitats of autochthonous populations of red clover (*Trifolium pratense* L.) Cereal Research Communications, 36. 1727–1730.
- Pywell, R. F., Bullock, J. M., Hopkins, A., Walker, K. J., Sparks, T.H., Burke, M. J. W. Peel, S. (2002): Restoration of species, rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi, site experiment. Journal of Applied Ecology, 39. 294–309.
- Saláta, D., Wichmann, B., Házi, J., Falusi, E., Penksza, K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 7. 3. 234–262.
- Saláta, D., Falusi, E., Wichmann, B., Házi, J., Penksza, K. (2012): Faj és vegetáció, összetétel elemzés legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fás legelők különböző növényzeti típusaiban. Bot. Közlem., 99. 143–160.
- Simon, T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Steiner J. J., Grabe D. F. (1986): Sheep grazing effects on subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) Development and seed production in western Oregon (USA). Crop Science, 26. 367–372.
- Steinshamn H., Gronmyr F., Tveit H. (2001): Seasonal changes in botanical composition of an organically managed pasture. International Occasional Symposium of the European Grassland Federation. Organic Grassland Farming, Wirzenhausen.

- Stilling F., Póti P., Pajor F., Hajnóczki S. (2022): Botanical investigation of goats pastures on natural and replanted grasslands. *Gyepgazdálkodási közlemények*, 22. 1. 47–50.
- Szabó G., Zimmermann Z., Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Penksza K. (2010): Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési, fertő gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 8. 31–38.
- Szabó G., Zimmermann Z., Bartha S., Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Penksza K. (2011): Botanikai, természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha-legelőkön. *Tájökológiai Lapok*, 9. 2. 431–440.
- Szabó G., Magyar V., Szentes Sz., Penksza K. (2021): Comparative phytosociological study of long-term on Tihany Peninsula of the Balaton Uplands National Park, Hungary. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 20. 37–38.
- Szemán, L. (2003): Ökológiai gyepgazdálkodás. A NAKP „B” kötete, Budapest, Gödöllő.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J. (2007): Gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dunántúli középhegység néhány természetes gyepeiben. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 3. 127–149.
- Szentes Sz., Penksza K., Tasi J., Malatinszky Á. (2008): A legeltetés természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és Káli medencében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 4. 829–835.
- Szentes Sz., Tasi J., Házi J., Penksza K. (2009a): A legeltetés hatásának gyepgazdálkodási és természetvédelmi vizsgálata Tapolcai- és Káli-medencei lólegelőn a 2008. évi gyepgazdálkodási idényben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 7. 65–72.
- Szentes Sz., Tasi J., Wichmann B., Penksza K. (2009b): Botanikai és gyepgazdálkodási vizsgálatok 2008. évi eredményei a badacsonytördemici szürkemarha legelőn. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 7. 73–78.
- Szentes Sz., Wichmann B., Házi J., Tasi J., Penksza K. (2009c): Vegetáció és gyep produkció havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájökológiai Lapok*, 7. 2. 319–328.
- Szentes Sz., Penksza K., Dannhauser C., Coezte R. (2011): Nedves fekvésű gyep botanikai összetételének, produkciójának és beltartalmi értékeinek növedékenkénti változása szürkemarha legelőn a Tapolcai-medencében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 7. 180–198.
- Szentes Sz., Sutyinszki Zs., Szabó G., Zimmermann Z., Házi J., Wichmann B., Hufnágel L., Penksza K., Bartha S. (2012): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Central European Journal of Biology*, 7. 6. 1055–1065.
- Tasi J. (2011): Gyepgazdálkodás alapjai, SZIE Jegyzet, Gödöllő, pp. 43.
- Tasi J., Bajnok M., Halász A., Szabó F., Harkányiné Székely Zs., Láng V. (2014): Magyarországi komplex gyepgazdálkodási adatbázis létrehozásának első lépései és eredményei. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 1-2. 1–8.
- Török P., Deák B., Vida E., Valkó O., Lengyel Sz., Tóthmérész B. (2010): Restoring grassland biodiversity: sowing low-diversity seed mixtures can lead to rapid favourable changes. *Biological Conservation*, 143. 806–812.
- Török P., Kelemen A., Valkó O., Deák B., Lukács B., Tóthmérész B. (2011): Lucerne dominated fields recover native grass diversity without intensive management actions. *Journal of Applied Ecology*, 48. 257–264.
- Török P., Miglécz T., Valkó O., Kelemen A., Deák B., Lengyel Sz., Tóthmérész B. (2012): Recovery of native grass biodiversity by sowing on former croplands: Is weed suppression a feasible goal for grassland restoration? *Journal for Nature Conservation*, 20. 41–48.

- Török, P.-Valkó, O.-Deák, B.-Kelemen, A.-Tóthmérész, B. (2014): Traditional cattle grazing in a mosaic alkali landscape: Effects on grassland biodiversity along a moisture gradient. *Plos ONE*, 9. 5 e97095
- Török P., Penksza K., Tóth E., Kelemen A., Sonkoly J., Tóthmérész B. (2018): Vegetation type and grazing intensity jointly shape grazing on grassland biodiversity. *Ecol. Evol.*, 8. 10326–10335. <https://doi.org/10.1002/ece3.4508>
- Uj, B., Juhász, L., Szemán, L., ifj. Viszló, L., Penksza, A., Szentes, Sz., Tóth, A., Penksza, K. (2013a): Cönológiai vizsgálatok különböző telepített és felújított gyepekben, *Agrártudományi Közlemények*, 51. 55–58.
- Uj B.,- Juhász L., Póti P., Besnyői V., Szerdahelyi T., Ifj. Viszló ., Penksza K. (2013b): Bivalylegeltetés hatása a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) terjedésére egy Zámoly-medencében található mintaterületen) Sustainable development in the Carpathian Basin” conference, Budapest, Hungary, November 21-23., 135–136.
- Uj B., Juhász L., Szemán L., Ifj. Viszló L., Penksza A., Szentes Sz., Házi J., Sutyinszki Zs., Tóth A., Penksza K. (2014): Telepített és felújított gyepek, parlagok összehasonlító botanikai, gyepgazdálkodási vizsgálata, *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 10. 1. 85–106.
- Valkó O., Török P., Matus G., Tóthmérész B. (2012): Is regular mowing the most appropriate and cost, effective management maintaining diversity and biomass of target forbs in mountain hay meadows? *Flora*, 207. 303–309.
- Valkó O., Török P., Deák B., Tóthmérész B. (2014): Prospects and limitations of prescribed burning as a management tool in European grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 15. 26–33.
- Vida E., Török P., Deák B., Tóthmérész B. (2008): Gyepek létesítése mezőgazdasági művelés alól kivont területeken: a gyepesítés módszereinek áttekintése. *Botan. Közlem.*, 95. 115–125.
- Viszó L. (2012): A természetkímélő gyepgazdálkodás, *Pro Vértes Természetvédelmi Közalapítvány*, Csákvár.
- Zimmermann Z. Szabó G., Bartha S., Szentes Sz., Penksza K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepek növényzetére *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 7. 3. 234–262.
- Zimmermann Z., Szabó G., Csathó A., Sallainé Kapocsi J., Szentes Sz., Juhász M., Házi J. Komoly C., Virágh K., Harkányiné Székely Zs., Lampert R., Sutyinszki Zs., Bartha S. (2014): The impact of the lesser blind mole rat [*Nannospalax* (superspecies leucodon)] on the species composition and diversity of a loess steppe in Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research*, 12. 577–588.

## ÚJ LEHETŐSÉG AZ ÁLLATTARTÓ ÉPÜLETEK LEVEGŐJÉNEK TISZTÍTÁSÁRA

*Póti Péter<sup>1</sup>, Vertséné Zándoki Rita<sup>1</sup>, Kosztolányiné Szentléleki Andrea<sup>1</sup>,  
Baschán Árpád<sup>2</sup>, Pajor Ferenc<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet,  
Állattenyésztés-technológiai és Állatjóléti Tanszék

2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.

<sup>2</sup>MIELEMED MPM Kft.

1149 Budapest, Egressy út 27-29. 3/B

Poti.Peter@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 22.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 03.04.2023.

### Összefoglalás

Az istállólevegő számos, az állatok és gondozóik számára káros hatással bíró anyagot tartalmazhat (gázok, por, mikroorganizmusok, vírusok). A legkisebb méretű (<2,5 µm) szálló porrészecskék a mélyebb légutakba is bejutnak, magukkal szállítva a felületükön megtapadt kórokozókat is.

Megfelelő termelési mutatókat csak egészséges állományokban várhatunk, az istállólevegő tisztasága pedig jelentős hatással bír az egészségi állapotra és az állatjólétre. Járványos betegségek (pl. afrikai sertéspestis, baromfiinfluenza) rendszeresen nehéz helyzet elé állítják a tenyésztőket. Az istállóklíma a dolgozók egészségére, közérzetére is hatást gyakorol.

A szerzők célja egy innovatív technológia bemutatása zárt tartástechnológiák levegőjének tisztítására. A MESP technológia (mikroelektrosztatikus kicsapítás) során elektromos mezőjű, szigetelt szűrő kerül alkalmazásra, amely hatékonyan távolítja el a port, gombákat, pollent, kormot, füstöt, és jól hatástalanítja a vírusokat, baktériumokat. Állattartó telepeken, istállókban a technológia még nem került alkalmazásra. Üzemelése során szinte nincs hulladékképződés: a szűrő mosás után azonnal újra használható hatékonyságvesztés nélkül, így a szűrők tervezett élettartama 10 év is lehet. Az ózonképződés gyakorlatilag elhanyagolható. Elektromos ív és szikraképződés, illetve áramütésveszély nincs. Mikrobiális szennyeződéskockázat nem alakul ki. Energiafogyasztása alacsony. Széles hőmérséklet- és páratartományban alkalmazható (-15 °C - 50 °C; akár 100%-os páratartalom).

A semlegesítőképeség vizsgálat során vírusok tekintetében 96,84 - 99,99; baktérium esetén >99,99 %-os hatékonyságot eredményez. A MESP módszer kiváló megoldást jelenthet a zárt tartástechnológiában élő állatállományok járványos megbetegedésektől való megvédésére.

**Kulcsszavak:** levegőfertőtlenítés, mikorelektrosztatikus kicsapítás, istállólevegő

### A new possibility for ensuring clean air in farm buildings

#### Abstract

Stall air may contain various contaminants (gases, dust, microorganisms, viruses) that are harmful for animals and workers. Smallest dust particles (<2,5 µm) can enter even lower parts of the respiratory system, carrying pathogens on their surfaces.

Proper production level can be expected only in a healthy stock, and air quality has significant effect on health and welfare status of animals. Contagious diseases like African swine fever and

bird flu regularly bring farmers into hard situations. Stall climate also affects health and comfort of farm workers.

Aim of the study was to introduce an innovative technology in air cleansing of indoor livestock housing technologies. In MESP (mikroelektrosztatikus precipitáció) technology, insulated filters with electrostatic maze are applied that remove dust, fungi, black, fume, and inactivate bacteria and viruses. This technology has not been applied in farm buildings yet. MESP technology avoids waste production: filters are ready to be used again after washing, without loss of efficiency, with a lifetime of approximately 10 years. Ozone production is negligible. There is neither electric arc formation, nor danger of electric shock. No risk of microbial contamination takes place. Its energy demand is low. MESP can be applied within wide ranges of temperature and air humidity conditions (-15 °C - 50 °C; even 100% humidity).

In tests, efficiency results for elimination of viruses and bacteria were 96,84 - 99,99% and >99,99%, respectively. MESP technology can be an ideal solution for defence against contagious diseases in indoor housing systems.

**Keywords:** air purifying, microelectrostatic precipitation, stall air

## Az istállólevegő összetételének jelentősége

### *Az istállólevegő hatása a termelésre*

Az istállólevegő - mely zárt tartás esetén nagyon eltérő összetételű lehet a külső levegő összetételétől - számos, az állatok és gondozóik számára káros hatással bíró anyagot tartalmazhat. A levegő szennyező anyagai három fő csoportba sorolhatók: gázok (pl. CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>), por, mikroorganizmusok és vírusok.

A porszennyezettség forrásai a padozat, az alomanyagok, a száraz takarmányok, a külső levegő, a virágpor, valamint az állati eredetű hámsejtek lehetnek. A legmagasabb mértékű porrészecske képződés a baromfiistállóknak figyelhető meg. A por hatása függ az eredetétől, összetételétől, méretétől. A porkoncentráció meghatározása szemcseméret alapján történik. A 10 mikrométernél kisebb átmérőjű lebegő porszemcsék a szervezetre a legveszélyesebbek. A 10µm, 4µm, 2.5µm és 1µm nagyságokat külön mérik, ezekre a PM<sub>10</sub> és a PM<sub>2,5</sub> stb. jelölést használjuk. A legkisebb szálló por a PM<sub>2,5</sub>, ennél már csak a vírusok és baktériumok kisebbek: azok pont ezekhez a nagyon kicsi porszemcsékhez kapcsolódva jutnak be a légterbe (Aarnik és mtsai, 2011; Predicala és mtsai, 2013; deRoos és mtsai, 2019; Yuferev, 2022). Az istállólevegő maximális porrészecske tartalmát 150/ml-ben határozták meg (Aarnik és mtsai, 2011).

A kórokozók az istállólevegőbe kerülhetnek a külső levegőből (szellőztetés), illetve trágyából, vizeletből, alomanyagokból, takarmányból, állatok váladékaiból. Zárt tartásban a meleg levegő a magas páratartalommal párosulva a csírák gyors terjedését biztosítja (Adams és mtsai, 2022). Az istálló berendezéseinek tisztítása nem jelent garanciát a levegő csírafejlődés elleni védelmére vonatkozóan. A kórokozók jelenléte a porszennyezettséggel együtt értékelendő, hiszen mennyiségük szorosan összefügg a por mennyiségével. A porszemcsék a mélyebb légutakba is bejuthatnak (0-5 mikrométer méretűek), magukkal szállítva a felületükön megtapadt kórokozókat is (Hamamura és Park, 2010; Lee és mtsai, 2021; Adams és mtsai, 2022; Yuferev és mtsai, 2022).

Az istállólevegő minősége alapvetően befolyásolja a termelés gazdaságosságát. Megfelelő termelési mutatókat csak egészséges állományokban várhatunk, és az istállólevegő tisztasága nagy hatással bír az egészségi állapotra és az állatok jóllétére. A por az állatokra toxikus, irritáló, allergiát okozó hatással bír, amely elsősorban a bőr, szem, légzőszervek nyálkahártyáinak megbetegedését idézi elő; valamint a szemcsék felületén tapadó kórokozók révén fertőzéseket közvetít (Anderson és mtsai, 2020; Yuferev, 2022). A betegségek megelőzése



kiemelkedő fontossággal bír, hiszen a betegségekkel sújtott állatállományokban a csökkent termelési paramétereken kívül a magas kezelési költségekkel (állatorvos, gyógyszerek) is szembe kell nézni, valamint bizonyos betegségek esetén az egyedek, vagy akár az egész állomány kényszervágására is sor kerülhet. A járványos betegségek, mint pl. afrikai sertéspestis, illetve baromfiinfluenza, rendszeresen nehéz helyzetek elé állítják a hazai tenyésztőket is.

Mint ahogy Európa legtöbb országába, Magyarországra is a területén vonuló vadmadárfajokkal jutott be a madárinfluenza vírusa. A betegséget a madarak legkönnyebben ürülékkel tudják átadni egymásnak. Nincs szükség tehát az egyedek közvetlen érintkezésére; elegendő, ha a vírust hordozó madár ürüléke szalmával, takarmánnyal bejut a tartástechnológiába. Az ürüléken kívül a fertőző madár tolla is fertőző forrás lehet (*Al-Abassi és mtsai, 2004; Kammon és mtsai, 2022*). Leggyakrabban a fertőző ürülékkel szennyezett alomanyaggal, szalmával, takarmánnyal, de sok esetben az állatgondozók cipő talpával, ruhájával kerül be a fertőzés a baromfiólba, illetve a zárt baromfitartó épületbe. A hazai esetek és külföldi tapasztalatok is igazolják, hogy a madárinfluenza vírust a téli hideg sem mindig képes elpusztítani, alacsony hőmérsékleten is fertőzőképes marad (*http1; Erastova és mtsai, 2022*).

Az állatállományon kívül, a nem megfelelő istállóklíma a dolgozók egészségére és közérzetére is negatív hatást gyakorol (*Zhiping és mtsai, 1996; Schiffmann és mtsai, 2005; Ogunleye és mtsai, 2022*).

Az istálló levegőjét szennyező anyagok csökkentésére illetve kiküszöbölésére több megoldást is javasolnak.

A külső eredetű por koncentrációja csökkenthető az istálló megfelelő elhelyezésével, védő fasor telepítésével, a szellőztető berendezéseknél porszűrő használatával (*Mostafa és Boeschler, 2011; Winkel és mtsai, 2017*). A belső porképződés csökkenthető a takarmányok óvatos kezelésével, az istálló gyakori takarításával, óvatos alomcserével (előtte nedvesítést alkalmazva), a páratartalom és hőmérséklet megfelelő szinten tartásával (a páracseppek segítik a porszemek ülepedését, a magas hőmérséklet pedig a levegőbe emelkedésüket), illetve levegőtisztító berendezések alkalmazásával (*Chang és mtsai, 2001; Mostafa és Boeschler, 2011; Manuzon és mtsai, 2014; Yuferev és mtsai, 2022*).

Az istállólevegő csíratelhelése csökkenthető minden olyan módszerrel, amely a porkoncentrációt csökkenti, valamint a megfelelő egyedsűrűség kialakításával, a trágya és vizelet rendszeres eltávolításával, a megfelelő minőségű takarmány és alomanyag használatával, rendszeres takarítással (*Hamamura és Park, 2010; Yuferev és mtsai, 2022*). Ideálisnak tekinthető az olyan istállólevegő tisztító technológia, amely lehetővé teszi mind a szálló por, mind a kórokozók eltávolítását az istállólevegőből.

### *Légtisztítási technológiák*

Többféle technológiával előállított levegőtisztító berendezés létezik, a maguk előnyeivel és hátrányaival.

Azok a módszerek, amelyek poreltávolító, pormegsemmisítő hatással nem rendelkeznek, nem jelentenek teljesen hatékony megoldást, mivel ez esetben a levegőben lévő kórokozók száma csökken, de a leülepedett porszemcsékhez tapadva még mindig jelen vannak az istállóban, és bármikor a levegőbe kerülhetnek (légmozgás hatására).

A főbb légtisztítási technikák az *1. táblázatban* láthatók, előnyeiket és hátrányaikat összefoglalva.

**1. táblázat: Levegőtisztítási módszerek előnyei és hátrányai**

<b>Alkalmazott technika(1)</b>	<b>Előny(2)</b>	<b>Hátrány(3)</b>
HEPA szűrő(4)	poreltávolítási hatékonyság magas(14)	nem pusztítja el a kórokozókat(23)
UV sugárzás(5)	tárgyakat hatékonyan fertőtleníti(15)	áramló levegő fertőtlenítésére nem alkalmas, poreltávolítás nincs(24)
Ózon(6)	hatékony fertőtlenítés(16)	egészségre ártalmas(25)
Elektrosztatikus ESP(7)	hatékony sterilizálás és részecske eltávolítás(17)	ózontermelés: egészségre ártalmas(26)
Fotokatalizátor(8)	hatékony fertőtlenítés(18)	poreltávolítás nincs(27)
Plazma(9)	hatékony levegősterilizálás(19)	poreltávolítás igen gyenge(28)
Bipoláris ionizáció(10)	hatékony levegősterilizálás(20)	poreltávolítás igen gyenge(28)
Vegyszerek (peracetsav, hidrogénperoxid)(11)	kórokozók hatékony pusztítása(21)	mérgező hatás(29)
Negatív ionok(12)		gyenge sterilizáló és részecskeeltávolító hatás(30)
MESP(13)	hatékony levegőfertőtlenítés és részecskeeltávolítás(22)	

*http2 nyomán*

*Table 1. Advantages and disadvantages of different air purifying and air sterilizing methods.*

Technique(1); Advantage(2); Disadvantage(3); HEPA filter(4); UV radiation(5); Osone(6); Electrostatic ESP(7); Photocatalisation(8); Plasma(9); Bipolar ionization(10); Chemicals (peracetate; hydrogen-peroxide)(11); Negative ions(12); MESP(13); high dust elimination(14); efficient disinfection of objects(15); Efficient disinfection(16); Efficient sterilization and particle elimination(17); Efficient disinfection(18); Efficient air sterilization(19); Efficient air sterilization(20); Efficient elimination of pathogens(21); Efficient air disinfection and elimination of particles(22); Does not kill pathogens(23); Not suitable for disinfection in air flow; no particle elimination takes place(24); Harmful for human and animal health(25); Osone production (harmful for human and animal health)(26); No particle elimination(27); Weak particle elimination(28); Poisoning effect(29); Weak sterilizing and particle eliminating effect(30)

A kizárólag szűrőket alkalmazó technológiák hátrányai - azon kívül, hogy a kórokozókat bár kiszűrjük, de nem semmisítik meg - hogy csökkentik a légszállítás kapacitását, növelik a légmozgatás energiaszükségletét, a szűrőbetétek rövid idő alatt telítődnek, ezért gyakori cseréjük szükséges. Elmaradása esetén jelentősen romlik a szellőztetés hatékonysága. A szűrők cseréje szakértelmet, precíz, pontos munkavégzést, az elhasznált szűrők tárolása, kezelése, megsemmisítése jelentős humán-, állategészségügyi, valamint környezeti kockázatot jelent, amely elvégzése egyben jelentős költséget igényel.

## A MESP technológia

### *A MESP általános jellemzői*

A MESP technológia (mikroelektrosztatikus precipitátor – mikroelektrosztatikus kicsapódás) során erős elektromos mezőjű, szigetelt szűrő kerül alkalmazásra, amely rendkívül hatékonyan távolítja el a levegőben szálló részecskéket, gombákat, port, polleneket, kormot, füstöt, és erőteljesen hatástalanítja a vírusokat és baktériumokat. Állattartó egységekben a technológia még nem került alkalmazásra.

### *Legfontosabb jellemzői:*

- nincs hulladékképződés: mosható és újra felhasználható szűrők, rendkívüli költséghatékonysággal. A szűrők tervezett élettartama akár 10 év is lehet (AQT laboratóriumi teszt: a MESP szűrők porleválasztási hatékonysága 100-szoros mosás után mindössze 1,3%-kal csökkent).
- ózonképződés: max. 10 ppb
- levegőtisztítás- és sterilizálás: gombák, vírusok, baktériumok pollenek, korom, füst, por ellen
- nincs hatékonyságvesztés a szűrő mosása után, azt követően azonnal használható
- nincs elektromos ív és szikraképződés, nincs áramütésveszély
- nincs mikrobiális szennyeződéskockázat
- alacsony energiafogyasztás, alacsony légellenállás, energiatakarékos és környezetbarát (sokkal kisebb légellenállása miatt már sokkal kisebb légáramlási sebesség mellett is ugyanolyan hatékonysággal működik; a kisebb légáramlás kisebb áramfogyasztást, kevesebb energiaigényt jelent)
- tűzállóság
- széles hőmérséklet- és páratartomány: -15 °C és 50 °C között, akár 100 %-os páratartalommal is használható
- emberi jelenlét mellett is használható
- könnyű telepítés és karbantartás

### *A MESP technológia különböző kórokozókra vonatkozó semlegesítőképeség vizsgálati eredményei*

A fertőtlenítő képesség értékelése minden bemutatott vizsgálat esetén tesztkamrákban történt, független, akkreditált kutató laboratóriumok által. A következő kórokozókra vonatkozó semlegesítőképeséget vizsgálták eddig aeroszolokban:

- SARS-CoV-2 (izolátum: USA-CA1/2020 GenBank: MN994467.1; laboratórium: Innovative Bioanalysis Inc; 3188 Airway Ave Suite D Costa Mesa, CA 92626; forrás: *Yee és mtsai, 2021*)
- Influenza A vírus (A/PR8/34 H1N1; laboratórium: Guang Zhou Institute of Biotechnology, 510063 Guandong, Huangpu District, Guangzhou, Jiantashan Road 1.; forrás: *http3*)
- *Staphylococcus albus* baktérium (laboratórium: Shanghai WEIPU Testing Technology Group Co. LTD; 200441 Shanghai, Baoshan District, Changjiang Road 48. 1-3.; forrás: *Test Report of WEIPU Testing Technology, 2022*)

A fenti vizsgálatok során biztosított környezeti feltételeket a 2. táblázat mutatja be.

**2. táblázat: A levegőtisztító képesség mérése során biztosított hőmérsékleti és páratartalmi értékek a különböző kórokozók vizsgálata esetén**

Kórokozó(1)	Hőmérséklet, °C(2)	Páratartalom, % (3)	Forrás(4)
SARS-CoV-2	21,6	46%	Yee és mtsai, 2021
Influenza A vírus	23-25	50-60	http3
<i>Staplylococcus albus</i>	20-25	50-70	WEIPU, 2011

Table 2: Temperature and humidity parameters in testing boxes  
Pathogen(1); Temperature, °C(2); Humidity, %(3); Source(4)

A különböző kórokozók ellen, különböző laboratóriumokban tapasztalt semlegesítőképeségeik eredményeit a 3. táblázatban foglaljuk össze.

**3. táblázat: A fertőtlenítés hatékonyság vizsgálat eredményei MESP technológia (Airquality MESP® Air Sterilizing Purifier) esetén**

Kórokozó(1)	aeroszol TCID50/m <sup>3</sup> bemenet(2)		aeroszol TCID50/m <sup>3</sup> MESP után(3)		Forrás(4)
	minta 1(5)	minta 2(6)	minta 1(5)	minta 2(6)	
SARS-CoV-2	minta 1(5)	6,02 x 10 <sup>6</sup>	minta 1(5)	6,02 x 10 <sup>2</sup>	Yee és mtsai, 2021
	minta 2(6)	6,02 x 10 <sup>6</sup>	minta 2(6)	6,02 x 10 <sup>2</sup>	
	minta 3(7)	6,02 x 10 <sup>6</sup>	minta 3(7)	6,02 x 10 <sup>2</sup>	
Influenza A vírus	minta 1(5)	7,48 x 10 <sup>5</sup>	minta 1(5)	1,6 x 10 <sup>3</sup>	http3
	minta 2(6)	5,06 x 10 <sup>5</sup>	minta 2(6)	1,6 x 10 <sup>3</sup>	
	minta 3(7)	3,42 x 10 <sup>5</sup>	minta 3(7)	1,6 x 10 <sup>3</sup>	
		aeroszol cfu/m <sup>3</sup> bemenet(8)	aeroszol cfu/m <sup>3</sup> MESP után(9)	Forrás(4)	
<i>Staplylococcus albus</i>	minta 1(5)	1,2 x 10 <sup>5</sup>	minta 1(5)	0,0	WEIPU, 2011
	minta 2(6)	1,0 x 10 <sup>5</sup>	minta 2(6)	0,0	
	minta 3(7)	1,1 x 10 <sup>5</sup>	minta 3(7)	0,0	

TCID50 = Tissue Culture Infectious Dose (szövetkultúra fertőző dózis) a vírusnak az a hígítása, amely az assay körülményei között várhatóan a leoltott szövetkultúrák felét megfertőzi(10)

cfu = Conony Forming Unit (telepképző egység)(11)

Table 3: Efficiency of MESP technology (Airquality MESP® Air Sterilizing Purifier) against different pathogens.

Pathogen(1); aerosol TCID50/m<sup>3</sup> input(2); aerosol TCID50/m<sup>3</sup> output(3); source (4) ;sample1(5); sample2(6); sample3(7); aerosol cfu/m<sup>3</sup> input(8); aerosol cfu/m<sup>3</sup> output(9); TCID50 = Tissue Culture Disinfection Dose: dilution rate of the virus that is expected to infect half of the tissue culture in assay(10); cfu = coliny forming unit(11)

A semlegesítési képesség PM2,5 alatti porrészecskék esetén, 24 órás működtetés alatt 94,3 % volt.

A Covid-19 vírus elleni fertőtlenítési hatékonyság az aeroszolban mért értékek alapján 99,99%-nak bizonyult.. Három ismétlés során azonos fokú hatékonyságot tapasztaltak. A két kontroll levegőmintában a koncentráció 21,6 °C-on, 46% páratartalom mellett 6,06 x 10<sup>6</sup> –ról 5,43 x 10<sup>6</sup> –ra és 5,41 x 10<sup>6</sup>-ra változott a vizsgálat ideje alatt (Yee és mtsai, 2021).

Influenza vírus tekintetében 30m<sup>2</sup>-es teszt kamrában 60 perces időtartam alatt, 23-25 °C-on, 50-60 % relatív páratartalom mellett, 96,84 – 98,71%-os semlegesítő képességet

tapasztaltak, 3 ismétlésben végzett vizsgálat során. A kontroll mintákban ezzel szemben, azonos hőmérséklet és páratartalom mellett, a vírus természetes pusztulási aránya 83,40 – 85,22% volt (*http3*).

*Staphylococcus albus* baktériumok esetén MESP technológia alkalmazásával mindhárom vizsgálati mintában >99,99%-os fertőtlenítési hatékonyságot értek el. Azonos feltételek (20 m<sup>3</sup> tesztkamra, 20-25°C, 50-70% páratartalom) mellett a kontroll mintákban a természetes pusztulási ráta mindössze 23,50 – 26,72% volt (*WEIPU*, 2011).

A mérések eredményei egyértelműen bizonyítják a technológia hatékonyságát.

## Következtetések

Az istállólevegő összetétele igen jelentős hatással bír mind az ott termelő állatok, mind az ott dolgozó személyek jóllétére, egészségi állapotára, így befolyásolja a termelési mutatókat. A porkoncentráció csökkentésére, illetve a járványos megbetegedések elleni védelem szempontjából mindenképpen előnyös a levegőtisztító eszközök alkalmazása zárt tartástechnológia esetén.

Olyan levegőtisztító eszközökre van szükség, amelyek a patogéneket nemcsak kiszűrik, hanem semlegesítik is; egyidejűleg alkalmasak az istálló pormentesítésére – hiszen a kórokozók egy része a mikro-porszemcsékkel kerül a légutakba –; mindemellett üzemeltetésük gazdaságos és környezetbarát.

A MESP technológia megfelel az említett feltételeknek. Magas hatékonyságúnak bizonyult mind a legkisebb szemcseméretű (PM 2,5) por semlegesítésében, mind a vírusok és baktériumok eliminálásában. A kifejezetten állatpatogén kórokozók elleni hatékonyság vizsgálata zárt tartástechnológiában folyamatban van.

Az istállóban meglévő szellőztetési rendszerek kompatibilis része, valamint a saját ventilátorral rendelkező szellőztető készülékek önálló, a szellőztető rendszertől független eleme lehet.

## Irodalomjegyzék

- Aarnink, A.J.A.; Cambra-López, M.; Lai, T.L.H.; Ogink, N.W.M.* (2011): Deeltjesgrootteverdeling en bronnen van stof in stallen: samenvattende rapportage. Wageningen UR Livestock Research. Rapport 452. <https://research.wur.nl/en/publications/deeltjesgrootteverdeling-en-bronnen-van-stof-in-stallen-samenvatt>
- AlAbassi, A.M.; Sultan, N.; Witwit, M.L.* (2006): Facts of Bird Flue. Medical Journal of Babylon, 3. 3–4.
- Anderson, B.; Yondon, M.; Bailey, E.; Gray, G.C.* (2020): Environmental Bioaerosol Surveillance as an Early Warning System for Pathogen Detection in North Carolina Swine Farms: A Pilot Study. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68. 12. <https://doi.org/10.1111/tbed.13683>
- Chang, C.W.; Chung, H.; Huang, C.F.; Su, H-S.* (2001): Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses, *Annals of Occupational Hygiene*, 45. 6. 457–465. DOI: 10.1093/annhyg/45.6.457
- Erastova, D.A.; Galbraith, J.A.; Cain, K.E.; Stanley, M.T.* (2022): Effects of urban sugar water feeding on bird body condition and avian diseases. *Avian Biology Research* 15. 3. 175815592211101. doi: 10.1177/17581559221110107
- Hamamura, T. – Park, J.H.* (2010): Regional Differences in Pathogen Prevalence and Defensive Reactions to the "Swine Flu" Outbreak among East Asians and Westerners. *Evolutionary Psychology*, 8. 3. 506–515.

- Kammon, A.; Doghman, M.; Eldaghayes, I. (2022): Surveillance of the spread of avian influenza virus type A in live bird markets in Tripoli, Libya, and determination of the associated risk factors. *Veterinary World*, 15. 7. 1684–1690. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1684-1690>
- Lee, M. ; Koziel, J.A. ; Macedo, N. ; Paris, N.V. (2021): Mitigation of Particulate Matter and Airborne Pathogens in Swine Barn Emissions with Filtration and UV-A Photocatalysis. *Catalysts*, 11. 11. 1302. <https://doi.org/10.3390/catal11111302>
- Manuzon, R. ; Zhao, L.W. ; Gecik, C. (2014): An optimized electrostatic precipitator for air cleaning of particulate emissions from poultry facilities. *ASHRAE Transactions*, 120. 490–503.
- Ogunleye, T.; Taiwo, A.M.; Akinhanmi, T.F.; Arowolo, T. (2022): Assessment of air quality, health status and lung function of workers from selected poultry management systems in Ogun State, Nigeria. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 18. 4. 101159 <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2022.101159>
- Mostafa, E.; Buescher, W. (2011): Indoor air quality improvement from particle matters for laying hen poultry houses. *Biosystems Engineering*, 109. 1. 22-36. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2011.01.001>
- Predicala, B.Z.; Alvarado, A.C.; Girard, M.; Belzile, M.; Lemay, S.; Feddes, J. (2013): Effectiveness of an innovative air cleaning system for reducing ammonia, dust and odor emissions from swine barns. Conference: 2013 Kansas City, Missouri, July 21 - July 24, 2013. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan. <https://doi.org/10.13031/aim.20131620703>
- Schiffmann, S.; Studwell, C.E.; Landerman, L.; Sundry, J.S. (2005): Symptomatic Effects of Exposure to Diluted Air Sampled from a Swine Confinement Atmosphere on Healthy Human Subjects. *Environmental Health Perspectives*, 113. 5. 567–576. <https://doi.org/10.1289/ehp.6814>
- de Rooij, Smit, L.A.M.; Erbrink, E.J.; Hagens, T.J.; Hoek, G.; Ogink, N.W.M.; Wounters, I.M. (2019): Endotoxin and particulate matter emitted by livestock farms and respiratory health effects in neighboring residents. *Environment International*, 132. 105009. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105009>
- WEIPU Testing Technology (2022): Test Report nr. SHA01-22070446-JC-01EN
- Winkel, A.; Mosquera, J.; Aarnik, A.J.; Ogink, N.W.M. (2017): Evaluation of manure drying tunnels to serve as dust filters in the exhaust of laying hen houses: Emissions of particulate matter, ammonia, and odour. *Biosystems Engineering* 162. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.07.006>
- Yee, D. ; Kabbani, S. ; Brockman, A. ; Noble, K. (2021): Efficacy of the airquality AHU-MESP air purifier against SARS CoV2. <https://en.airquality.com/docs/FAH%20SARS-CoV-2%20disinfection%20performance%20IBA%20Lab%20report.pdf>
- Yuferev, L. Yu. (2022): Testing a combined electrical installation and air disinfection in a poultry house. *Agricultural Engineering (Moscow)*, 24. 3. Farm machinery and technologies. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-3-45-50>
- Zhiping, W. ; Malmberg, P. ; Larsson, B.-M. ; Anita, S. (1996): Exposure to bacteria in swine-house dust and acute inflammatory reactions in humans. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 154. 5. 1261–1266. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.154.5.8912733>

http1: <https://www.mme.hu/madarinfluenza-informaciok-0>

http2: [www.nuxon.hu](http://www.nuxon.hu)

http3:

[https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/114030/download/1032258/114030\\_19\\_20210712060743763671.pdf](https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/114030/download/1032258/114030_19_20210712060743763671.pdf)

## KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A HÁZI TYÚK REPRODUKTÍV RENDSZERÉRE

Tokodyné Szabadi Nikolett,<sup>1,2\*</sup>, Tóth Roland<sup>1,2</sup>, Lázár Bence<sup>1,2</sup>, Várkonyi Eszter<sup>3</sup>,  
Liptói Krisztina<sup>3</sup>, Tokody Dániel<sup>4</sup>, Ady László<sup>4</sup>, Gócza Elen<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet,  
Állatbiotechnológia tanszék

2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4.

<sup>2</sup>Agrár-biotechnológia és precíziós nemesítés az élelmiszerbiztonságért Nemzeti Laboratórium

2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4.

<sup>3</sup>Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ, Haszonállat-génmegőrzési Intézet  
2100 Gödöllő, Isaszegi út 200.

<sup>4</sup>NextTechnologies Kft. Komplex Rendszerek Kutatóintézet

2234 Maglód, Sugár út 44.

\*tokodyne.szabadi.nikolett@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 21.11.2022.  
Accepted – Elfogadva: 03.04.2023.

### Összefoglalás

A klímaváltozás hatására megemelkedett középhőmérséklethez, illetve a szélsőséges nyarakhoz való alkalmazkodás képessége nélkülözhetetlen háziállataink számára. A fenntartható mezőgazdaság egyik fontos eleme, hogy háziállataink képesek legyenek tolerálni a megemelkedett környezeti hőmérsékletet.

A megtermékenyített erdélyi kopasznyakú tyúktojásokat a Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ - Haszonállat-génmegőrzési Intézetből (NBGK-HGI) gyűjtöttük. A megtermékenyített tojásokat kezelések szerint három csoportba sorolt házi tyúktól gyűjtöttük. Az első, a (C) kontroll csoport, amik normál körülmények között nőttek fel. A második csoportot (heat treatment and heat stressed – HTHS) 2 napos korban 12 órán keresztül hőkezelésnek (38,5 °C) majd 23 hetes korukban hőstresszeltük (30 °C) 12 héten át. A harmadik csoportot (heat stressed – HS) csak hőstresszeltük 30 °C-on való tartással szintén 12 hétig.

Kutatásunk során elsőként szaporodási paramétereket és az embriófejlődés sikerességét vizsgáltuk.

A biotechnológia területén régóta várt cél a madár embriókból izolált őssejtvonalak létrehozása. Csoportunk 26 primordiális csírasejt (Primordial germ cell – PGC) vonalat hozott létre, amelyek hőkezelés és nem kezelt tyúkok tojásában fejlődött embriókból származnak. Ezen PGC vonalak használatával csoportunk megvizsgálhatja a hőstressz hatását a hőkezelés utód generációjában.

Ezekben a primordiális ivarsejt tenyészetekben a mikroRNS-ek (miRNS) expressziós szintjének változása volt kimutatható. A miRNS-ek közül a miR-138-nak tulajdonítanak nagyobb szerepet. A PGC minták vizsgálata során azt találtuk, hogy a miR-138 expresszió a HTHS csoportból származó PGC-kben magasabb volt, mint a kontroll csoportban.

Tehát a létrehozott PGC vonalakkal lehetőségünk van jellemezni a hőkezelés és a hőstressz hatását házi tyúkban.

**Kulcsszavak:** klímaváltozás, házi tyúk, primordiális ivarsejt, sejttenyésztés

## The negative effects of climate change on the chicken reproductive system

### Abstract

It is now well established that animal adaptation to heat stress is one of the most critical elements of the future of agriculture. Breeders, due to broad usage of poultry in the EU and worldwide, have to face with changing farming conditions.

Fertilized eggs of Transylvanian Naked Neck Chicken were collected from three groups of hens at National Centre for Biodiversity and Gene Conservation - Institute for Farm Animal Conservation in Gödöllő (NBGC - IFC), Hungary, then incubated at 38°C at 60% humidity. The first one, the control group (C), grew up under normal conditions without exposure to any heat treatment and stress. In the second group (HTHS) the 2-day old chicks were subjected to heat treatment (38.5°C) for the first 12 hours followed by heat stress 30°C at 23-week old continuing about 12 weeks long. The third group (HS) was only heat stressed.

In our work, different reproduction parameters and embryo developmental rate of three groups were compared.

In the field of biotechnology, it is a long-awaited goal to establish stem cell lines isolated from the avian embryos. Our group established 26 Primordial Germ Cell (PGC) lines derived from embryos developed in the eggs of heat-treated and non-treated hens. By using these PGC lines, our group can examine the impact of heat stress on the next generation of heat-treated chickens. The main family of microRNA (miRNA) studied in chicken is miR-138. Our analysis indicated that in the HTHS there is a higher miR-138 expression in PGC than in the control group. We found an increased level of another miRNA expression in PGC of chicken when we used the heat treatment.

Using these established PGC lines, we can characterize the effect of heat treatment and heat stress in the next generation.

**Keywords:** climate change, chicken, primordial germ cells, cell culture

### Irodalmi áttekintés

Kutatásunk két fő mozgató rugója, hogy hogyan lehetne megőrizni a gazdasági termelés hatékonyságát klímaváltozás idejében, illetve, hogy a megemelkedett igényeket kielégítő ipari termelés okozta genetikai anyag veszteséget ellensúlyozzuk.

A magas hőmérséklet minden szaporasági és termelési paramétert negatívan befolyásol, ezáltal súlyos gazdasági kiesést okoz, akár a húsminőség, akár a tojástermelés mennyiségére nézve. Napjainkban már számos mérsékelt övi területen is, így hazánkban is egyre szárazabbak és forróbbak a nyarak. Ennek okán a hőstressz okozta károk a nagyüzemek esetében jelentősek, így a hőstressz hatására bekövetkező negatív hatások megelőzésére egyre nagyobb igény mutatkozik. A jövő hatékony mezőgazdaságának kialakításában nagy szerepe lesz az állatok fokozott adaptációs képességének, mivel világszerte megnövekedett az igény a baromfi termékekre (Nawab és mtsai, 2018).

A mezőgazdasági termelés fejlődése a házasítástól eljutott az egy-egy adott tulajdonságra célzottan történő tenyésztésig, ami ipari méretekben nagyfokú genetikai anyag veszteséshoz vezetett. Napjainkban, csak a tyúkfajtákat nézve már 14 fajta tűnt el véglegesen a Földről. Ez a tény egyre inkább átalakítja az emberiség szemléletét, elfogadottá vált a biodiverzitás fenntartására való törekvés mind a növény-, mind az állatvilágban (FAO, 2013). Tehát a figyelem középpontjába ennek az aránynak az egyensúlyban tartása került, vagyis működő mezőgazdasági termelés mellett a ritka gének megőrzésének biztosítása (FAO, 2007).



Ehhez nélkülözhetetlen hatékony génkonzerválási stratégiák kidolgozása, majd azok optimalizálása az eltérő fajokra, fajtákra. Madarak esetében a Primordiális ivarsejt (*Primordial germ cell* – PGC) tenyészetek létrehozása, és tanulmányozása során kapott információk hozzájárulhatnak mindkét probléma kör megoldásához.

Madarak esetében a PG sejtek az embrió keringési rendszerét használják arra, hogy eljussanak az ivarszervtelepekig (*Intarapat*, 2011). A Hamburger és Hamilton nevezéktan szerinti HH 12-14-es stádiumban belépnek az embrió vérkeringésébe, majd két és fél napon eléri a vérben a csúskoncentrációt (HH 14-17) (*De Melo Bernardo* és *mtsai*, 2012), ez az az időablak, amikor a leszívott vérből lehetséges PGC vonalakat létrehozni.

Kutatócsoportunk a legfrissebb szakirodalmi adatok alapján adaptált protokollokat fejlesztve képes a házi tyúk PG sejtek hatékony kinyerésére, és tiszta sejttenyészetek alapítására, fenntartására. A génmegőrzés pedig ezeknek a sejttenyészeteknek a hatékony mélyhűtésével valósulhat meg, mivel a reprodukálható mélyhűtési technikát alkalmazva hoztunk létre génbankot házi tyúk fajtákból izolált PGC tenyészetekből (*Lázár* és *mtsai*, 2017; *Lázár* és *mtsai*, 2018).

A génmegőrzésen túl, a PGC tenyészetek új alkalmazási lehetőséggel is szolgálnak az állatbiotechnológiai kutatások terén. Lehetőséget biztosítanak az ősvarsejtek karakterizálására, a fejlődésspecifikus gének, illetve mikroRNS-ek expressziós mintázatának vizsgálatára. Ahhoz, hogy megértsük az állatok hőstresszre adott válaszaik mögött meghúzódó molekuláris folyamatokat, molekuláris szintű génextpressziós vizsgálatok elvégzése szükséges. A PGC tenyészetek ezekben a kísérletekben modellrendszerként alkalmazhatók a szülői generáción végzett kezelések hatására végbemenő molekuláris folyamatok tanulmányozására is (*Vinoth* és *mtsai*, 2018; *Tóth* és *mtsai*, 2019).

Kutatásunk célja volt, a PGC tenyészetek karakterizálása, modellrendszerként való alkalmazás, a szülői generáción alkalmazott hőkezelés hatásának kimutatása génextpressziós szinten. Valamint epigenetikai örökíthetőségének igazolása.

## Anyag és módszer

### *A házi tyúk tartása, hőkezelése*

A megtermékenyített Kendermagos Erdélyi Kopasznyakú tyúk tojásokat a Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ, Haszonállat-génmegőrzési Intézetétől (NBGK-HGI) származtak, illetve az állatkísérletek is itt folytak az állatok védelméről és kíméletéről szóló 1998. évi XXVIII. törvénynek megfelelően, amihez a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Állategészségügyi és Állatvédelmi Igazgatósága engedélyt adott.

A tojásokat MIDI F500S keltetőgépben 37,8°C-on, 70%-os páratartalom mellett inkubáltuk. A kikelés utáni első 24 órában a csibéket infravörös lámpa alá helyeztük 32 °C-on nedvszívó papíralmon, a takarmány és a víz ad libitum hozzáférhető volt (*Tóth* és *mtsai*, 2021). Ezután a 2 napos fiókák harmadát visszahelyeztük a keltetőgépbe hőkezelésre. A hőmérsékletet 38,5°C-ra, a páratartalmat pedig 60%-ra állítottuk be 12 órán keresztül. Az ivóvíz és a takarmány ad libitum volt bent. A többi csibét mélyalmon, ad libitum takarmányozás mellett, 32 °C-on tartottuk. Ezután a hőkondicionált és kezelést nem kapott állatokat azonos körülmények között neveltük. Ivarérést követően (23 hetesen) a hőkondicionált csoportot (*heat treatment and heat stressed* – HTHS) és a kezelést nem kapott állatok felét (*heat stressed* - HS) hőstresszeltük, 30 °C-on való tartással 12 hétig, egy légtérben, faforgács és zeolit keverék almon, 16 órás világítás mellett, a takarmány és víz ad libitum elérhető volt. Azok az állatok, amelyek nem kaptak sem hőkondicionálást sem hőstresszt, azokat tekintettük kontroll (C) csoportnak.

Az utód generáció vizsgálatához a megtermékenyített tojásokat a kezelések szerint három csoportba sorolt házi tyúktól gyűjtöttük. Miszerint volt a kontroll (C) csoport, a 2 naponas hőkezelés és 23 hetesen hőstresszelt csoport (HTHS) valamint a 23 hetes korban hőstresszelt csoport (HS) (1. ábra).

1. ábra: Hőkezelési kísérlet folyamatábrája

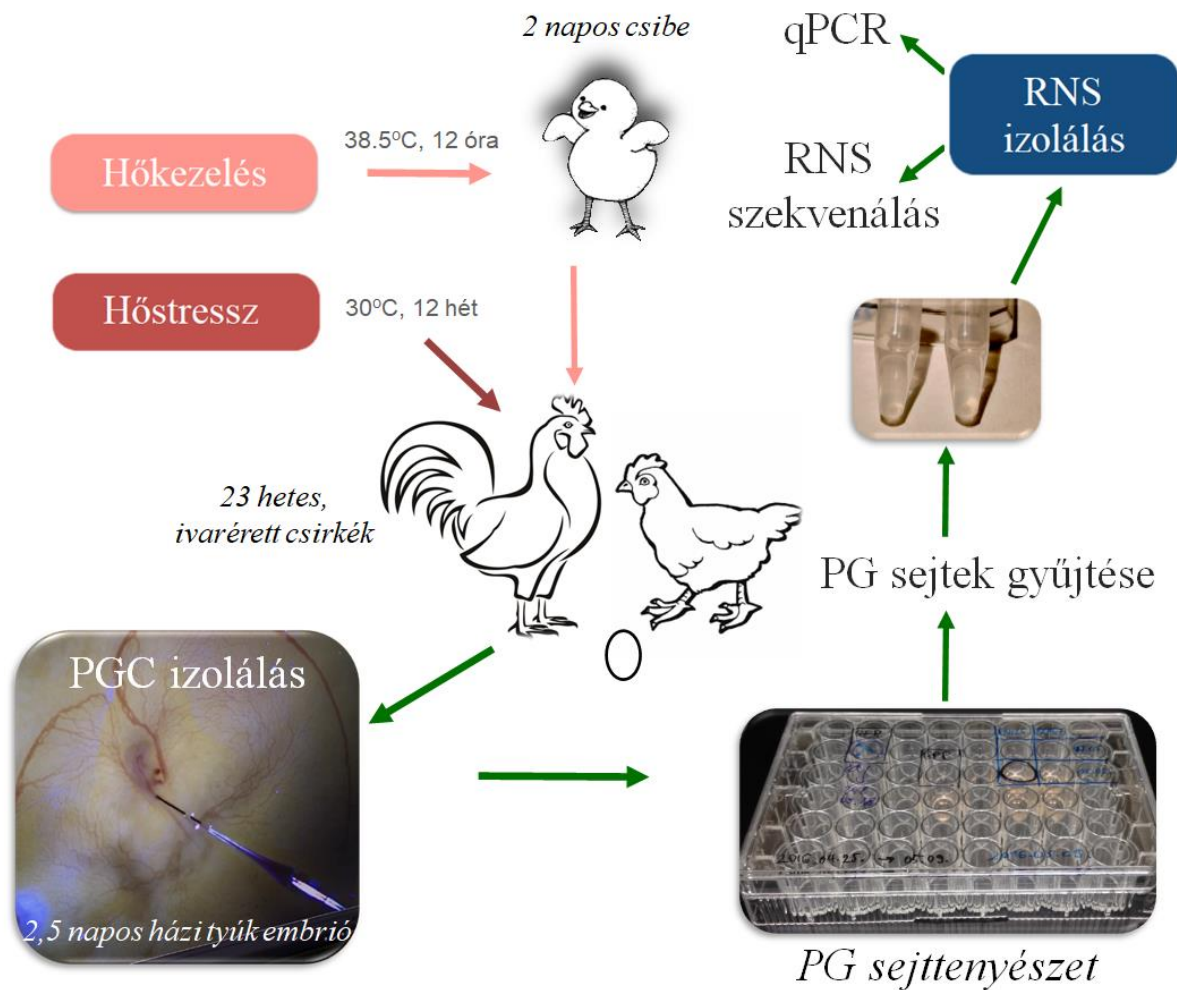


Figure 1: Flow diagram of heat treatment experiments

The 2-day old chicks were subjected to heat treatment (38.5°C) at 60% humidity for the first 12 hours followed by heat stress (30°C) at 23-week old continuing about 12 weeks long.

In the experiment, primordial germ cell (PGC) lines were established from the next generation of animals exposed to direct heat (from embryos in the HH14-16 stage of development). We isolated DNA and RNA from the PG cell lines created in this way, from which we later performed qPCR studies and RNA sequencing.

A kikelés után 24 óra elteltével a csibéket 38,5°C-os környezeti hőmérsékleten hőkezelésnek, 60%-os páratartalom mellett 12 órán keresztül. Ivarérést követően hőstresszt alkalmaztunk, két héten át 30°C-os hőmérsékleten való tartással.

A kísérletben közvetlen hőhatásnak kitett állatok utód generációjából (HH14-16 fejlődési állapotban levő embriókból) alapítottunk primordiális ősvarsejt (PGC) vonalakat. Az így létrehozott PG sejtvonalakból RNS-t izoláltunk, amiből később qPCR vizsgálatokat, illetve RNS szekvenálást végeztünk.

#### *PG sejtek gyűjtése, tenyésztése*

A megtermékenyített tojásokat keltetőgébe helyeztük (37,8°C, 70%-os páratartalom), majd 2,5 nap elteltével izoláltuk a PG sejteket a Hamburger-Hamilton féle nevezékten HH14-16-os stádiumú embriók véréből (*Hamburger és Hamilton, 1951*). Az izolálás az embrió dorzális aortáján keresztül történt egy üveg mikropillárisal, amivel 1-2 µl vért tudtunk összegyűjteni. Ezt a mennyiségű vért egy speciális tenyésztőmédiumba helyeztük, ami csak a PG sejtek fejlődését támogatja, egy pár héten belül a vorsejtek elpusztulnak, majd egy tiszta PGC tenyészetet kapunk. A felhasznált médium elkészítésének leírása a skóciai Roslin Intézettől származik (*Whyte és mtsai, 2015; Tóth és mtsai, 2017*).

A sejtvonalak tenyésztése során az elsődleges cél a megfelelő mennyiségű és minőségű sejtszám elérését követően az egyes vonalak visszafagyasztása és hosszú idejű tárolása -150°C-on, illetve folyékony nitrogénben, vagyis a génbank megléte (*Silva és mtsai, 2023*). A sejtek egy részét a laborunk által kifejlesztett fagyasztási protokoll alapján fagyasztottuk a hosszú távú fenntartás érdekében. Csoportunk 26 primordiális ivarsejt vonalat alapított. Lehetőség van a mélyhűtött sejtenyészetek felolvasztására, majd tovább tenyésztést követően azok vizsgálatára. Minden sejtvonal esetében az újra tenyésztést követően fagyasztunk vissza sejteket, illetve gyűjtünk le lízis pufferben RNS izoláláshoz, amik -70°C-on tárolhatók a feldolgozásig.

#### *RNS izolálás, szekvenálás*

Az RNS izolálása a három kezelési csoportból HTHS, HS és C származó tyúkok 2,5 napos tojásaiban fejlődő, HH14-16-os fejlettségi állapotú embriókból létrehozott PG tenyészetek sejtjeiből történt. A lízis pufferben gyűjtött PGC mintákat tartalmazó fagyasztó csöveket 90 másodpercre 37°C-os vízfürdőbe téve olvasztottuk fel azokat, majd a PG sejtekből RNAqueous™ Total RNA Isolation Kittel, a protokoll alapján végeztük el az RNS izolálást. Az izolálás során kapott RNS koncentrációját NanoDrop (ND-1000, Thermo Scientific, UV-Vis) spektrofotométerrel mértük.

Az RNS szekvenálást Bertrand Pain (*Stem-Cell and Brain Research Institute, USC1361 INRA, U1208 INSERM, 69675 Bron, France*) és kutatócsoportja végezte a kezelési csoportonként összeállított RNS pool mintáinkból (C, HS, HTHS).

#### *Real-time PCR*

Hőkezelés hatására indukálódó markerek expressziós mintázat változásának nyomon követését real-time PCR (qPCR) technika segítségével végeztük. A qPCR-hez 96 lyukú plate-et használtunk, a reakciót Eppendorf Mastercycler Realplex készülékben végeztük. A reakcióhoz az előzőleg elkészített cDNS oldatokból 1µl-t, a TaqMan master mixet és a primereket tartalmazó qPCR mixből 14µl-t mértünk be lyukanként. Minden minta/primer esetében 3 párhuzamos mérést végeztünk.

Belső kontrollként (háztartási génként) GAPDH-t alkalmaztunk, illetve a vizsgálandó markerek esetében a szakirodalomban is leírt primer párokat (CVH, PouV, DAZL, miR-302b-3P, miR-302b-5P, miR-213, miR-U6, miR-92, miR-138, DMRT1) használtunk (*Kisliouk és mtsai, 2011; Prastowo & Ratriyanto, 2021; Tavares és mtsai, 2018*) (1. ábra).

## **Eredmények és értékelés**

A PG sejtvonala alapítás során csoportonként 47 db tojásból indultunk ki. Az oszlop diagrammokon megfigyelhető, hogy a HS csoportban 0,7-szer kevesebb volt az életképes embriók aránya, míg a HTHS csoportban a C-hoz viszonyítva 1,1-szer több, a HS-hez képest pedig 1,57-szer annyi életképes embrióból tudtunk vért izolálni.

Az összefoglaló vonal diagrammon látható, hogy a HTHS csoportban közel azonos embrióból (22 db) indultunk ki mint a kontroll csoport (20 db) esetében, viszont 1,375-ször annyi PGC vonalat tudtunk alapítani a HTHS csoportok esetén (2. ábra). A PGC vonala alapítás sikerességének aránya (1,57) megegyezett az életképes embriók arányával (1,57) a HTHS csoportban a HS csoporthoz viszonyítva.

Megvizsgáltunk ősvarsejt (CVH, PouV, DAZL) specifikus markerek, illetve hőstresszel kapcsolt (miR-302b-3P, miR-302b-5P, miR-213, miR-U6, miR-92, miR-138, DMRT1) markerek expressziós mintázatát a kísérletben részt vett házi tyúk utód generációjából alapított PGC tenyészetekben. Az általunk vizsgált gének közül a miR-92, miR-138 és a DMRT1 esetében találtunk expressziós szint változást a kezelésekre hatására.

## 2. ábra: PG sejtvonala alapítása, tenyésztése

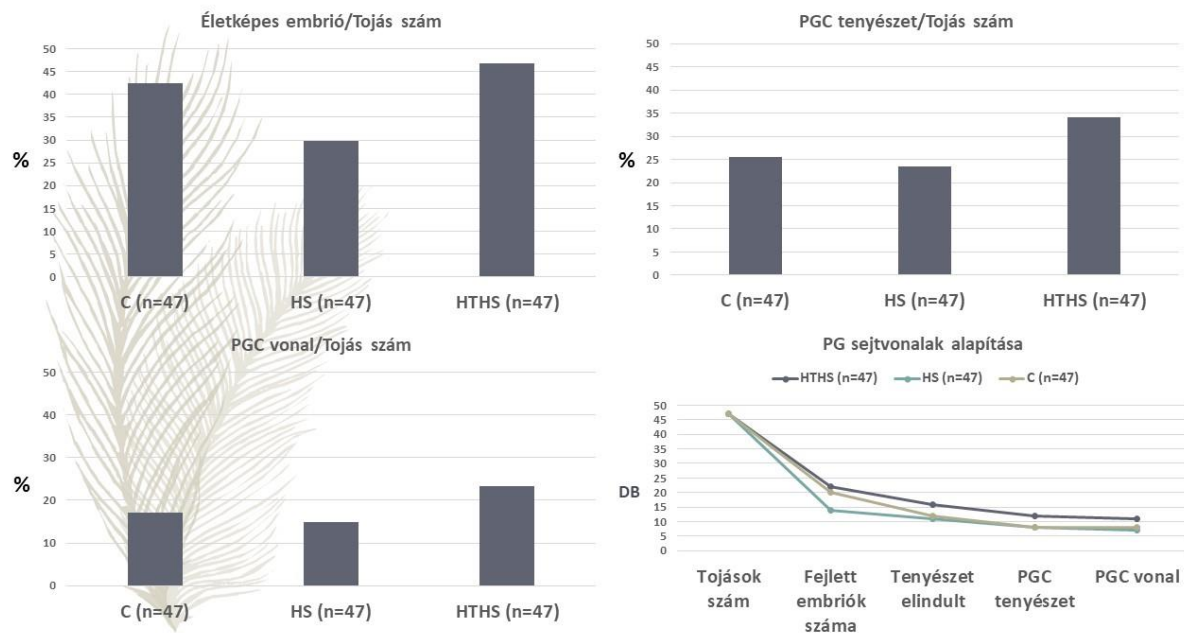


Figure 2: Establishment and cultivation of PG cell lines

The bar graphs show the ratio of viable embryos, cultured PGCs and surviving PGC lines to the starting egg number, expressed as a percentage. And the line diagram summarizes the piece numbers of the phases of cell line establishment.

C ~ Group of control animals, HS ~ Group of heat-stressed animals, HTHS ~ Group of heat-treated and heat-stressed animals

Az oszlop diagrammok az életképes embriók, a tenyészetbe vitt PGC-k és a fennmaradt PGC vonalak arányát mutatják a kiindulási tojásszámhoz viszonyítva, százalékban kifejezve. A vonal diagram pedig összefoglalja a sejtvonala alapítás fázisainak darab számait.

C ~ Kontroll állatok csoportja, HS ~ Hőstresszelt állatok csoportja, HTHS ~ Hőkezelt és Hőstresszelt állatok csoportja

A PGC-kből származó RNS mintákat kezelési csoportonként pooloztuk, majd megszekvenáltattuk. RNS szekvenálással több olyan gén esetében is kaptunk expressziós szint

változást (miR-6545, RUNX2, ENDOG), amelyek a szakirodalmi adatok alapján (Tavares és mtsai, 2018) is fontos szerepet játszanak a hőstressz során aktiválódó molekuláris folyamatokban (3. ábra).

3. ábra: RNS szekvenálási adatok *heat map* ábrája

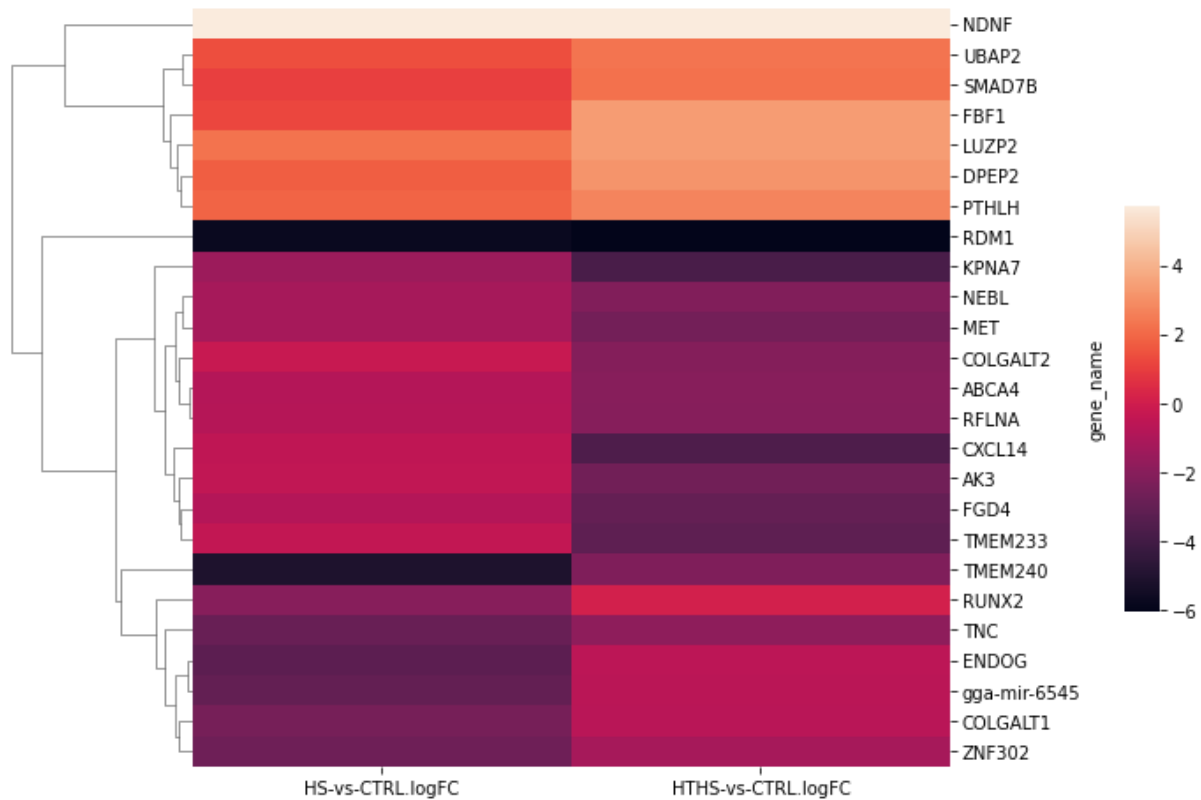


Figure 3: Heat map of RNA sequencing results

The heatmap is a summary diagram that contains the genes with altered expression in response to stress detected by RNA sequencing (abbreviations shown per row). Where the left-hand column shows the expression values measured in PGC samples from the heat-stressed group (HS) with color intensity compared to the control (C) values, while the right-hand column shows the data of the PGC samples created from the heat-conditioned and heat-stressed group (HTHS) also compared to the control (C). A light color indicates an increase in the expression level of the given gene, a dark color indicates a decrease in the expression level.

A heatmap egy összesítő ábra, amely az RNS szekvenálással detektált, stresszválaszban megváltozott expressziójú géneket (soronként feltüntetett rövidítések) tartalmazza. Ahol a bal oldali oszlop a hőstresszelt csoportból (HS) származó PGC mintákban mért expressziós értékeket színintenzitással jelzi a kontroll (C) értékekhez viszonyítva, míg a jobb oldali oszlop a hőkondícionált és hőstesszelt csoportból (HTHS) létrehozott PGC minták adatait szintén a kontrollhoz (C) viszonyítva. A világos szín az adott gén esetében kimutatott expressziós szint növekedését, a sötét szín az expressziós szint csökkenését jelzi.

## Következtetések és javaslatok

Kutatócsoportunk korábbi eredményei alapján elmondható, hogy a reprodukzív tulajdonságok kevésbé romlottak a hőkondicionált állatok esetén (HTHS), a tojástermelés és termékeny tojások mennyisége a kontroll csoporthoz volt hasonló a csak hőstresszelt (HS) tyúkokhoz képest (Tóth és mtsai, 2021). Ebben a tanulmányban pedig megerősítettük ezen állításunk, miszerint a hőkondicionálás javította az életképes embriók arányát a házi tyúkokat ért hőstressz esetén.

RNS szekvenálás eredményeként sikerült meghatározni azokat a kulcsfontosságú géneket (miR-6545, RUNX2, ENDOG), amelyek eltérő mértékben expresszálódnak a hőkondicionált, majd hőstresszelt házi tyúkok, illetve csak hőstresszelt állatok embrióiból származó PG sejtenyészetekben. Elmondható, hogy az általunk alkalmazott hőhatás, illetve hőhatások változtatták meg a génexpressziós mintázatot. Az RNS szekvenálás eredményeit qPCR elemzésekkel és szakirodalomban leírt adatokkal is megerősítettük, ami alapján elmondható, hogy a miR-6545 befolyásolja a DMRT1 kifejeződését, míg a miR-138 jelenléte hatással van a RUNX2 expressziójára (Kisliouk és mtsai, 2011; Prastowo & Ratriyanto, 2021; Tavares és mtsai, 2018).

A hőkondicionálás az ősvarsejteken is kimutatható génexpressziós szint változásokat idéz elő, ami arra utal, hogy a kezelés okozta epigenetikai változások az utód generációkra átadódnak. Tehát az általunk alkalmazott kísérleti paraméterek mellett is ki tudtuk mutatni a hőstressz során szerepet játszó faktorok expressziós szint változását az utód generációban is, ami alátámasztja a fiatal korú hőkezelés fontosságát.

Továbbiakban tervezzük az RNS szekvenálással kapott szekvenciáink egyezését vizsgálni az adatbázisokban elérhető referencia genommal, amelyet HPC (*High Performance Computing*) erőforrás felhasználásával szeretnénk elvégezni. Mivel a referencia genom nem az általunk elvégzett kezelési kísérletből származik, ezért a szekvenciák között lehetnek eltérések, így az egyezést úgy kell meghatározni, hogy minimális eltérés elfogadott legyen. Nem lehet merev egyezést vizsgálni, helyette lágy egyezést kell alkalmazni, viszont a lágy egyezés vizsgálat számítási igénye nagyobb.

A házi tyúk teljes genom szekvencia 20.000-23.000 génből áll, ami 1 milliárd DNS bázispár (Furlong, 2005). Viszont a teljes DNS szekvencia átlapolt szétvágással, a számítási feladat független részekre választható szét és így könnyen párhuzamosítható, ezáltal SMP, GPGPU architektúrán jól skálázható. A feldolgozáshoz HPC környezetben párhuzamosan futtatott python szoftvert használnánk, amihez a pyPaSWAS, pyOpenCL, pyCUDA, numpy, biopython környéteket használnánk (Warris és mtsai, 2018) a hozzáférhető HPC adottságaihoz igazítva. A magyar HPC kapacitásokban megtalálható NUMA, SMP klaszter és GPU klaszter (KIFÜ, 2018). A futtatás előkészítése az adat gyűjtésből (saját szekvenciák és a hozzá tartozó referencia genom), HPC kapacitás igénylésből és python script tervezéséből, implementálásából és teszteléséből áll. Az implementálást és tesztelést a NextTechnologies Kft.-vel együttműködve tervezzük pár számítási lépés végrehajtásával. Ezt követően a feladat HPC-én történő futtatása, eredmények letöltése következik. Az utómunkálatok során validálás és vizualizálás a NextTechnologies Kft. gépeivel fog történni.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az RRF-2.3.1-21-2022-00007, H2020-RUR-2020-1/CSA/101000728 NETPOULSAFE, 2019-2.1.11-TÉT-2019-00036 pályázataink támogatták. Valamint A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM ÚNKP-22-3-II-37 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL

FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.



## Irodalomjegyzék

- De Melo Bernardo, A., Sprenkels, K., Rodrigues, G., Noce, T., Chuva De Sousa Lopes, S. M.* (2012): Chicken primordial germ cells use the anterior vitelline veins to enter the embryonic circulation. *Biol. Open*, 1. 1146–1152.
- FAO* (2007): Interlaken Declaration on Animal Genetic Resources. Global Plan of Action for Animal Genetic Resources. Letöltve: <http://www.fao.org/3/a-a1404e.pdf>
- FAO Report* (2013): Status And Trends Of Animal Genetic Resources. 14th Session, 2013. Rome. Letöltve: <http://www.fao.org/3/my867en/my867en.pdf>
- Furlong R. F.* (2005): „Insights into vertebrate evolution from the chicken genome sequence”, *Genome Biol.*, 6. 2. 207.
- Hamburger, V., Hamilton, H. L.* (1951): A series of normal stages in the development of the chick embryo, *Journal of morphology*, 88. 1. 49–92.
- Intarapat, S.* (2011): Isolation and characterisation of chick embryonic primordial germ cell. PhD thesis, Developmental and Stem Cell Biology Department of Cell and Developmental Biology University College London (UCL) London, United Kingdom.
- KIFÜ HPC infrastruktúra.* 2018. <https://hpc.kifu.hu/hu/a-kifu-hpc-infrastrukturaja>
- Kisliouk, T., Yosefi, S., Meiri, N.* (2011): MiR-138 inhibits EZH2 methyltransferase expression and methylation of histone H3 at lysine 27, and affects thermotolerance acquisition. *Eur J Neurosci.*, 33. 2. 224–235.
- Lázár, B., Anand, M., Tóth, R., Várkonyi, E.P., Liptói, K., Gócza, E.* (2018): Comparison of the MicroRNA Expression Profiles of Male and Female Avian Primordial Germ Cell Lines. *Stem Cells Int.*, 10. 2018:1780679.
- Lázár, B., Tóth, R., Nagy, A., Anand, M., Liptói, K., Patakiné Várkonyi, E., Gócza, E.* (2017): Primordial germ cell-based biobanking of Hungarian indigenous chicken breeds. *Poult. Sci.*, 96. 62.
- Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W., Zhao, Y., Nawab, Y., Li, K., Xiao, M., An L.* (2018): Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. *J Therm Biol.*, 78. 131–139.
- Prastowo, S. & Ratriyanto, A.* (2021): miRNA target prediction of avian Z-linked DMRT1 gene during sex determination in chicken (*G. Gallus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 905. 012148. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/905/1/012148>.
- Silva, R., Joost, S., Lessard, C., Moran, D.* (2023): The economics of gene banking. In Editor (Ed.). Boes, J., Boettcher, P. & Honkatukia, M., eds. 2023. Innovations in cryoconservation of animal genetic resources - Practical guide. *FAO Animal Production and Health Guidelines*, No. 33. Rome.. 10.4060/cc3078en.



- Tavares, A.L.P., Brown, J.A., Ulrich, E.C., Dvorak, K., Runyan, R.B. (2018): Runx2-I is an Early Regulator of Epithelial-Mesenchymal Cell Transition in the Chick Embryo. *Dev Dyn.*, 247. 3. 542–554.
- Tóth, R., Lázár, B., Anand, M., Nagy, A., Patakiné Várkonyi, E., Gócza, E. (2017): Comparison the germ and stem cell specific marker expression in male and female embryo derived chicken PGCs. In: Heiszler, Zs., Hohol, R. and Éles-Etele, N. (eds) Hungarian Molecular Life Sciences Conference. Programme and Book of Abstracts. Eger, Hungary. 240–241.
- Tóth, R., Tokodyné Szabadi, N., Lázár, B., Buda, K., Végi, B., Barna, J., Patakiné Várkonyi, E., Liptói, K., Pain, B., Gócza, E. (2021): Effect of Post-Hatch Heat-Treatment in Heat-Stressed Transylvanian Naked Neck Chicken. *Animals*, 11. 6. 1575.
- Tóth, R.I., Lázár, B., Tokodyné Szabadi, N., Patakiné Várkonyi, E., Gócza, E. (2019): Óshonos magyar tyúkfajták, mint lehetséges univerzálisrecipiensek az ősvarsejt alapú génmegőrzésben. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 141. 439–447.
- Vinoth, A., Thirunalasundari, T., Shanmugam, M., Uthrakumar, A., Suji, S., Rajkumar, U. (2018): Evaluation of DNA methylation and mRNA expression of heat shock proteins in thermal manipulated chicken. *Cell Stress Chaperones*, 23. 2. 235–252.
- Warris, S., Timal, N.R.N., Kempenaar, M., Poortinga, A.M., van de Geest, H., Varbanescu, A.L., Nap, J.P. (2018): pyPaSWAS: Python-based multi-core CPU and GPU sequence alignment. *PLoS One*, 13. 1. e0190279.
- Whyte, J., Glover, J.D., Woodcock, M., Brzeszczynska, J., Taylor, L., Sherman, A., Kaiser, P., McGrew, M.J. (2015): FGF, Insulin, and SMAD Signaling Cooperate for Avian Primordial Germ Cell Self-Renewal. *Stem Cell Reports*, 5. 6. 1171–1182.



## EVALUATION OF BODY MEASUREMENTS OF LIMOUSIN HEIFERS BY BACKWARD REGRESSION ANALYSIS IN WESTERN HUNGARY

János Tózsér<sup>1</sup>, Rita Vertséné Zándoki<sup>1</sup>, Andrea Kosztolányiné Szentléleki<sup>1</sup>, Bence Tarr<sup>2</sup>,  
Márton Szűcs<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Institute of Animal Husbandry 2103 Gödöllő, Páter K. út 1., Hungary, e-mail: tozser.janos@uni-mate.hu

<sup>2</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Institute of Technical Sciences 2103 Gödöllő, Páter K. út 1.,

<sup>3</sup>Association of Hungarian Limousin and Blonde d' Aquitaine Breeders, 1134 Budapest, Lőportár utca 16. Hungary, e-mail: limousin@freemail.hu  
tozser.janos@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.01.2023.

Accepted – Elfogadva: 01.03.2023.

### Abstract

Body measurements of yearling Limousin heifers (height at withers, HW, cm; tail height, HT, cm; back length, LB, cm; width at shoulders, WS, cm; hip bone width, WHB, cm; pin width, WP, cm) were taken in 7 nucleus farms in the Western Hungarian region (n=322). The aim was to collect information on body sizes of yearling heifers and to work out regression equations for body measurements and live weight. Backward regression analyses and multifactorial regression analysis were completed using software SPSS 24.0.

Results of backward analysis revealed different  $R^2$  values were obtained (49.2 - 92.5) for prediction of withers' height, tail height, length of back, and width of shoulders. Determination coefficients above 90% in cases of withers height and tail height imply that these parameters can be predicted by regression models accurately so one of them can be estimated. Both traits are useful in breeding-strategy for planning corrective matings.

For length of back and width at shoulders, precise prediction was not possible by these parameters. More researches are needed to find out better fitting models.

Live weight could not be estimated accurately enough ( $R^2=68.5 - 68.6\%$ ) from the available body measurements (withers height, tail height, length of back, width at shoulders, width at hip bones). Since other results imply that chest girth is strongly correlated with live weight, it is considerable for Hungarian Limousine breeders to involve this trait into measured parameters.

**Keywords:** body measurements, Limousin breed, heifers, backward regression analysis

### Összefoglalás

A szerzők egyéves kor körüli limousine üszők (n=322) testméreteit (marmagasság, cm; farmagasság, cm; háthosszúság, cm; vállszélesség, cm; csípőszélesség, cm; ülőgumók távolsága, cm) értékelték 7 nyugat-magyarországi törzstenyészetben. A testméreteket Limousin és Blonde d' Aquitaine Tenyésztők Egyesületének technikusai mérte, hagyományos eszközökkel (mérőbot, mérőszalag).

Cél volt az éves korú limousine üszők testméreteire vonatkozó adatgyűjtés, illetve regressziós függvények illesztése a testméretekre és élő súlyra kapcsolatára. Az adatokat backward

regresszióanalízissel, illetve többváltozós regresszió analízissel értékelték, az SPSS 24.0 szoftvert használva.

A backward analízis során különböző determinációs együtthatókat kaptak ( $R^2=49.2 - 92.5$ ). A marmagasság és a farmagasság becslése során számított 90% feletti  $R^2$  értékek arra utalnak, hogy ezen tulajdonságok valamelyike becsülhető lenne. Mindkét magassági méret ismerete szükséges a tenyésztői munkában a korrekív párosítások tervezéséhez.

A háthosszúság és a vállszélesség méretek a rendelkezésre álló adatokból nem voltak elég pontosan becsülhetők, további vizsgálatok lennének szükségesek jól illeszkedő modellek kidolgozásához.

Az élősúly becslése a mért testméretek alapján (marmagasság, farmagasság, háthosszúság, vállszélesség, farszélesség) nem volt pontos ( $R^2=68.5 - 68.6$ ). Egyéb kutatási eredmények azt támasztják alá, hogy az övméret szorosan összefügg az élősúllyal, ezért elképzelhető, hogy a hazai tenyésztőknek is érdemes lenne bevonni a mért testméretek közé.

**Kulcsszavak:** testméretek, limousin üszők, backward regresszió analízis, többváltozós regresszió analízis

## Introduction

### Importance of body weight and measurements of beef cattle

Body weight is a crucial trait in livestock: it assists farm management processes in planning nutrition and vaccination, in marketing animals and when measuring growth performance, in decision of slaughter or breeding; and also, is a good indicator of condition (Ulutas et al., 2002; Bene et al., 2007; Haq et al., 2020).

Body measurements are also important parameters in beef cattle selection and can be used as selection criteria. At young ages they give information on the maturity of the animals, and also can be used to calculate indexes for the assessment of proportions of different body parts, as well as to estimate beef production (Bene et al., 2007; Ulutas et al., 2001; Nogalski, 2003; Litwinczuk and Szulc, 2005; Przysucha et al., 2012). Heritabilities of body measures are comparatively high (0.37–8.88) (Szabó, 1998; Arango et al., 2002; Bene et al., 2007) resulting an efficient selection. Body measurements are often used in the prediction of body weight in different farm animal species (Afolayan et al., 2007; Kashoma et al., 2011; Mutua et al., 2011; Yakubu et al., 2015; Tyasi et al., 2020) and are key indicators for the beef cattle fattening and breeding process (Li et al., 2002).

### Methods of taking body measurements

Body measurement of beef cattle is often carried out by the traditional method, with the assistance of tape measures and measuring sticks, which usually takes around 3–5 min per animal (Tózsér et al. 1995, Ouédraogo et al., 2020).

Since heart girth (chest circumference) is a measurement highly correlated with live weight, a measuring tape was developed, which contains the reference scale to find out the body weight of the animal (Sales et al., 2009; Abreu et al., 2015). However, the tape requires direct human-animal contact so it may cause stress.

On-animal measurement can induce severe stress responses among beef cattle which affect well-being and thus, feed intake and growth of cattle; and can also be a risk for technicians (Augsburger et al., 2002; Petherick et al., 2009; Li et al., 2022). To lessen stress

factors, modern digital methods have been developed for non-contact weight measurement that can be carried out by a two-dimensional CCD camera (Kongsro et al, 2014; Shi et al., 2016) or three-dimensional camera (Wongshiworapon et al., 2015).

Tőzsér et al. (2000a) measured height at withers (HW) and chest depth (CD) of 16 suckler cows and 17 dairy cows using the traditional method and video image analysis (VIA). Image measurements were carried out manually. The mean HW and CD values for suckler cows were 132±4.78 and 74±5.98 cm by traditional measurement; while 129±5.35 and 75±5.58 cm by VIA, respectively. Relevant values (HW, CD) of dairy cows were 139±6.53 and 76±4.54 cm by traditional method, and 136±5.85 and 77±3.66 cm by VIA, respectively. Relative mean errors for suckler and dairy cows ranged between 0.90% - 2.02% and 1.04 - 1.46%, respectively. HW values measured by traditional method were significantly larger than VIA values for both groups of cows ( $P<0.05$ ). CD values were independent from method of measurement ( $P>0.05$ ). Significant positive correlations were obtained between traditional and VIA body measures (suckler cow, HW:  $r=0.77$ ,  $P<0.001$ ; CD:  $r=0.96$ ,  $P<0.001$ ; dairy cows, HW:  $r=0.86$ ,  $P<0.001$ ; CD:  $r=0.87$ ,  $P<0.001$ ) which implied that video can be used to measure HW and CD precisely in farm practice.

Ozkaya et al. (2015) reported body measurements taken by traditional and video image analysis methods and live weight results for adult Limousin cows (n=56) of different ages categories (Table 1). In comparison of the traditional and VIA body measurement results, the accuracy was 98% for withers height, 97% for hip height, 94% for chest depth and 90.6% for body length. Using regression analysis,  $R^2=61.5\%$  was found when analysing regression between body surface and live weight. Regression equation including all VIA measurement traits had 88.7% reliability when estimating body weight. Despite the fact that the equipments and software for image processing have become cheaper, VIA method has not become widespread in the practice of taking cattle body measurements.

**Table 1: Body measurements of Limousin cows (n=56) by traditional and VIA method**  
(Ozkaya et al., 2015)

Parameter(1)	Traditional measurement(2)	VIA(3)
Body weight, kg(4)	616.7±21.3	–
Withers height, cm(5)	127.9±1.3	128.9±1.3
Body length, cm(6)	164.3±2.1	165.6±1.8
Chest girth, cm(7)	69.1±0.9	70.5±0.9
Hip height, cm(8)	132.9±1.3	133.8±1.3
Body area, cm <sup>2</sup> (9)	–	17223±1371

1. táblázat: Limousine tehenek testméretei hagyományos módszerrel és videokép-analízissel mérve (forrás: Ozkaya és mtsai, 2015)

Tulajdonság(1); hagyományos módszerrel(2); videokép-analízissel(3); élő súly, kg(4); marmagasság(5); testhosszúság(6); mellkasmélység(7); csípőszélesség(8); testfelület, cm<sup>2</sup>(9)

To eliminate most of the human labour, automatic methods were developed to measure cattle body dimensions. Xu (2022) marked the key points of the cattle body from RGB images through the CentreNet network, and extracted the core parameters like body length, oblique body length, and wither's height, based on the location of key points. Weales et al. (2021) divided cattle body area into three equal regions along the direction of the dorsal line, and the

widest slice in each region from top view was recorded to extract the core parameters: wither's height, chest girth, and heart circumference. Average errors ranged from 1.9 to 2.3%. *Gritsenko et al.* (2023) also used RGB-D image capture system to measure the live weight of Holstein Friesian mother cows, as well as the live weight and body sizes (height at the withers, height in the sacrum, oblique length of the trunk, chest depth, chest girth, pastern girth) of their calves (altogether  $n=561$ ). The system was based on a non-rigid 3D shape reconstruction using data gathered from 3 depth cameras. The measurements taken on generated 3D body models were compared with 9 references measured manually. With a 90% level of coincidence, the system had less than 3% errors. A machine learning model (*Ruchay, 2022*) was applied to predict the live weight: the model used body measurements and age of cattle. The accuracy of weight measurement using the model was 95.67%.

Although – based on geometric relationships - these methods enable automatic location and identification of body measurement points, the measurement results are easily influenced by the changeable postures and the differences in body shape which may result in high deviations from the real values. To avoid this, a measurement method was proposed, based on the distribution characteristics of reconstructed three-dimensional point cloud data. This method is able to extract the targeted point cloud regions automatically. In the experiment of *Li et al.* (2022), the horizontal continuous slice sequence of the complete point clouds was first extracted, then the central point of the beef cattle leg region was determined from the span distribution of the point cloud clusters in the targeted slices. After that, the boundary of leg region was identified by a “five-point clustering gradient boundary recognition algorithm” and was then calibrated, followed by the exact segmentation of the corresponding region. The key regions for body dimension data calculation were determined by the proposed algorithm, which formed as a basis for the calculation of key body dimensions. The errors of calculated oblique body length, withers height, chest width, abdominal girth, and chest girth, were 2.3%, 2.8%, 1.6%, 2.8%, and 2.6%, respectively; which implied that automatic method can be used to take body measurements of beef cattle reliably. Compared with the method that was based on the “point” features, this method, that focused on the “region” features, seemed to be more suitable to deal with incomplete point clouds and possessed limited requirements regarding animal postures.

### Prediction of live weight using body dimensions

*Hlokoe and Tyasi* (2022) used body measurement traits (heart girth (HG), body weight (BW), rump width (RW), body length (BL), head length (HL), withers height (WH), ear length (EL), rump height (RH), head width (HW) and sternum height (SH)) for the prediction of body weight in Nguni cattle (59 cows, 11 bulls) aged 2-4 years. Pearson correlation and stepwise regression was applied for the analysis of data. Body weight correlated significantly closely ( $P < 0.01$ ) with WH ( $r = 0.94$ ), HG ( $r = 0.91$ ), RH ( $r = 0.88$ ), SH ( $r = 0.90$ ), RW ( $r = 0.73$ ) and also significant positive correlations ( $P < 0.05$ ) were revealed with EL ( $r = 0.47$ ), and BL ( $r = 0.46$ ) in bulls. In case of cows, body weight had a positively high remarkable relationship ( $P < 0.01$ ) with HG ( $r = 0.75$ ), RH ( $r = 0.69$ ) and WH ( $r = 0.57$ ), and correlated with  $P < 0.05$  level of significance with BL ( $r = 0.43$ ), SH ( $r = 0.38$ ) and HW ( $r = 0.28$ ). These correlations imply that enhancement of WH, HG, SH, RH, RW, EL, BL, and HW might improve BW of Nguni cattle. Results of stepwise regression indicated that the best fitting model for estimation of BW in bulls included WH, HG, SH, RH, RW, HL, EL, and BL ( $R^2 = 0.95$ ,  $MSE = 817.51$ ) while for cows, it contained HG, RH and WH ( $R^2 = 0.62$ ,  $MSE = 4887.31$ ). Regression models including different body measurements to estimate body weight are shown in *Table 2*.

**Table 2: Regression models, determination coefficient and mean square error (MSE) for estimation of body weight Nguni cows (Source: Hlokoe and Tyasi, 2022)**

Model(1)	R <sup>2</sup>	MSE(2)
BW = -310.19 + 3.64HG	0.57	5278.80
BW = -505.83 + 2.59HG + 3.00RH	0.61	4935.20
BW = -548.81 + 2.36HG + 2.52RH + 1.23WH	0.62	4887.31
BW = -555.49 + 2.32HG + 2.42RH + 1.20WH + 0.23BL	0.62	4984.37
BW = -488.92 + 2.45HG + 2.56RH + 1.24WH + 0.17BL - 1.55SH	0.62	5058.92
BW = -431.69 + 2.44HG + 2.65RH + 1.29WH + 0.20BL - 1.60SH - 3.24HW	0.62	5168.73

2. táblázat: Regressziós modellek nguni fajtájú tehenek élősúlyának becslésére (forrás: Hlokoe és Tyasi, 2022)

Modell(1); átlagos négyzetes hiba(2)

Udoh et al. (2021) elaborated regression equations to predict body weight of White Fulani and Muturu cows (n=25 per breed) from different body measurements. Table 3. introduces the obtained models.

**Table 3: Linear regression equations to predict weight from linear body measurements in White Fulani and Muturu breeds (Source: Udoh et al., 2021)**

Parameter(1)	Breed(2)	Regression equation(3)	r	R <sup>2</sup>
Body length (BL)(4)	White Fulani	BW= 422.12+2.554BL	0.71	0.661
	Muturu	BW= -298.15+3.893BL	0.99	0.980
Face length (FL)(5)	White Fulani	BW= 50.71+4.33FCL	0.21	0.045
	Muturu	BW= -185.65+8.182FCL	0.88	0.775
Head circumference (HC)(6)	White Fulani	BW= 136.71+1.44HC	0.23	0.055
	Muturu	BW= -222.199+5.14HC	0.85	0.717
Ear length (EL)(7)	White Fulani	BW= 512.77+-11.79EL	0.42	0.177
	Muturu	BW= -324.40+31.295EL	0.77	0.587
Neck circumference (NC)(8)	White Fulani	BW= 199.43+0.76NC	0.15	0.022
	Muturu	BW= -177.18+5.65NC	0.86	0.734
Withers' height (HW)(9)	White Fulani	BW= 62.59+1.48HW	0.15	0.023
	Muturu	BW= -116.396+2.76HW	1.84	0.662
Body circumference (BC)(10)	White Fulani	BW= 456.13+4.98BC	0.89	0.787
	Muturu	BW= -264.02+3.57BC	0.99	0.980
Fore limb length (FL)(11)	White Fulani	BW= 46.54+2.399FL	0.29	0.089
	Muturu	BW= -44.46+2.77FL	0.39	0.153
Hind limb length (HL)(12)	White Fulani	BW= 134.60+1.22HL	0.15	0.021
	Muturu	BW= -235.98+4.88HL	0.85	0.725
Tail length (TL)(13)	White Fulani	BW= 171.71+0.82TL	0.31	0.094
	Muturu	BW= 46.37+1.45TL	0.44	0.195
Neck length (NL)(14)	White Fulani	BW= 94.30+5.04NL	0.39	0.153
	Muturu	BW= -890.11+34.996NL	0.91	0.829

3. táblázat: Lineáris regressziós egyenletek a fehér fulani és muturu fajták élősúlyának becslésére különböző testméretek alapján. (Forrás: Udoh és mtsai, 2021)

Paraméter(1); fajta(2); regressziós egyenlet(3); testhossz(4); pofa hossza(5); fejkörméret (6); fülhossz(7); nyakkörméret(8); marmagasság(9), mellkaskörméret(10); elülső láb hossza(11); hátulsó láb hossza(12); farokhossz(13); nyak hossza(14)

It is interesting to experience the large difference between breeds regarding the relations of different body dimensions and live weight. However, in both breeds body length and body circumference were the most accurate predictors of body weight.

Haq et al. (2020) created equations to predict body weight of Jabres cattle of different sexes and ages using body dimensions by multiple linear regression and factorial analysis scores followed by multiple linear regression methods. Results showed that multiple linear regression method was preferable to use due to its better accuracy, and fitness (Table 4). Also, it is easier applicable for farmers because they can use the cattle body size measurement result directly without needing to transform it first to an other form (i.e. factor).

**Table 4. Linear regression model summary for body measurements of Jabres cattle with live weight as a dependent variable** (Source: Haq et al., 2020)

Parameter(1)	Cow/heifer(2)		Bull(3)	
	< 1yr	≥1 yr	< 1yr	≥1 yr
Constant(4)	-167.510 -	-263.129	-146.489	-326.336
Variables(5)				
Body length(6)	1.405	-	0.873	2.178
Heart girth(7)	1.760	3.149	2.324	2,943
Withers height(8)	0.088	-0.077	-	-
Rump height(9)	-0.435	0.115	-0.603	-0.955
Face length(10)	-0.187	-	-0.292	-
Face width(11)	-	-	-1.143	-0.307
Adjusted R <sup>2</sup> (12)	0,968	0,726	0,971	0,990
Std. Error of Estimate(13)	8,500	18.649	6,664	6,330
RMSE(14)	8.171	18.533	6.193	6.118
Standard deviation ratio(15)	0.174	0.521	0.161	0.099

4. táblázat: Lineáris regressziós modellek a Jabres fajta élősúlyának becslésére a testméretek ismeretében (Forrás: Haq és mtsai, 2020)

Paraméter(1); üsző=tehén(2); bika(3); állandó(4); változók(5); testhossz (6); övméret(7); marmagasság(8); farmagasság(9), pofa hossza(10); pofa szélessége(11); korrigált R<sup>2</sup>(12); becslés standard hibája(13); átlagos négyzetes eltérés(14); szórás aránya(15)

Terada et al. (1993) used body measurements of Japanese Black (JB) and Holstein Friesian (HF) heifers (JB n=15; HF n=15) and cows (JB n=16; HF n=9) to estimate live body weight. Regression coefficients and determination coefficients are shown in Table 5.

**Table 5: Results of regression analysis for prediction of body weight from body measures (Source: Terada et al., 1993)**

Item(1)	Japanese Black		Holstein	
	heifer(2)	cow(3)	heifer(2)	cow(3)
Hip height(4)	-	-	-	-0.165
Body length(5)	0.204	0.214	-	-
Chest girth(6)	0.707	0.755	0.497	0.371
Chest depth(7)	-	-0.325	-	-
Chest width(8)	-	0.252	0.188	0.237
Rump length(9)	-	-0.379		0.394
Hip width(10)	-	-	0.345	0.474
R2	0.856	0.924	0.965	0.971

5. táblázat: Regresszió analízis eredményei japán fekete és holstein fríz szarvasmarhák testméretei alapján becsült élősúlyokra vonatkozóan (Forrás: Terada és mtsai, 1993)

Paraméter(1); üsző(2); tehén(3); csípőmagasság(4); testhossz(5); övméret(6); mellkasmélység (7); mellkasszélesség(8); farszélesség(9), csípőszélesség(10)

Again, it is worth attention that in different breeds at different age groups, different parameters were involved in the estimation. What is common, that chest girth was among the most important factors in prediction of body in all cases. Other authors' results also support the strong correlation between weight and body length and chest circumference (=heart girth) in different cattle breeds (Ni'am et al. 2012; Paputungan et al. 2013; Putra et al. 2014; Suliani et al., 2017; Tebug et al., 2018; Ozkaya and Bozkurt, 2009; Ashwin et al., 2019).

The aim of present study was to gather information on body measurements of yearling Limousine heifers in Hungary, to evaluate them by backward regression and to try to find a well-fitted model to predict live weight.

## Material and methods

A couple of years ago, Association of Hungarian Limousin Cattle Breeders has modified its breeding program and within the frames of modification body measurements of yearling Limousin heifers were taken in several nucleus farms in Hungary. Body measurements were taken by a skilled technician with standardized equipment under appropriate conditions (plain concrete floor, fixing animals in corridor). The methods of measurements are described in Table 6.

**Table 6: Methods for taking body measurements**

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

6. táblázat: A testméret felvételezés módja

Testméret(1); mérési pontok(2); eszköz(3); marmagasság(4); farmagasság(5); háthosszúság(6); vállszélesség (7); csípőszélesség(8); ülőgumók távolsága(9), talaj és a mar legmagasabb pontja közti függőleges távolság(10); talaj és a csípőcsont közti függőleges távolság(11); mar és ágyék közti távolság(12); a mar legszélesebb pontjai közti távolság(13); csípőcsontok közti távolság(14); ülőgumók közti távolság(15); mérőbot(16); mérőszalag(17)

Data of nucleus farms from the Western part of Hungary (7 farms with heifers 9-70; n=322 altogether) were used in this evaluation.

SPSS 24.0 was used for statistical analysis: backward regression analyses and multifactorial regression analysis were completed.

## Results and discussion

Mean values for age, weight and body measurements of Limousin heifers are presented in *Table 7*. Mature weight of an average Limousin cow is 600 kg – value of yearling heifers reached almost 70% of it (419.9 kg; 69.83%), implying an appropriate maturity of the age.



**Table 7: Descriptive statistic data of Limousine heifers in Western Hungary (n=322)**

<b>Parameters(1)</b>	<b>Mean(2)</b>	<b>Std. Deviation(3)</b>	<b>Std. Error Mean(4)</b>
Live weight, LW (kg)(5)	419.94	74.468	4.150
Age (days)(6)	428.10	44.972	2.506
Withers height, HW (cm)(7)	120.19	6.027	0.336
Tail height, HT (cm)(8)	129.53	6.282	0.350
Length of back, LB (cm)(9)	71.36	5.282	0.294
Width at shoulders, WS (cm)(10)	31.43	3.474	0.194
Width at hip bone, WHB (cm)(11)	39.66	3.293	0.184
Pin width, WP (cm)(12)	15.45	1.138	0.063

7. táblázat: Limousine üszők (n=322) leíró statisztikai adatai Nyugat-Magyarország régióban  
 Paraméterek(1); átlagérték(2); szórás(3); átlag standard hibája(4); élősúly, kg(5); életkor, nap(6); marmagasság, cm (7); farmagasság, cm(8); háthosszúság, cm(9), vállszélesség, cm(10); csípőszélesség, cm(11); ülőgumók távolsága, cm(12)

Pearson correlations between body measurements are shown in Table 8. Significant positive correlations were observed in all relations. Naturally, very strong correlations were obtained for the two height parameters ( $r \geq 0.9$ ), which supports the idea of estimating one of these measurements by a regression model. Nagy (2007), Domokos (2011), Weber et al. (2020), Haq et al. (2021) also observed close correlation (0.86) between withers' and hip height. In the same time, correlation values between width traits were intermediate (0.42 – 0.64). It has to be emphasized that all body measurements are important in selection of breeding animals, so they either have to be measured or estimated with high accuracy so that they can be used in corrective mating plans. Height at withers had the highest correlation to live weight (0.72). Surveying results of different researches, it was found that chest circumference was the body measurement that mostly related to live weight in different breeds and ages of cattle (Tózsér et al., 2000; Nagy, 2007; Terada, 1993; Hloke and Tyasi, 2022; Udoh et al. 2021, Haq et al. 2020; Ni'am et al. 2012; Paputungan et al. 2013; Putra et al. 2014; Suliani et al., 2017; Tebug et al., 2018; Ozkaya and Bozkurt, 2009; Ashwin et al., 2019), however it was not included among present measurements of Limousin heifers. Although measurement of this trait is more difficult by traditional method, it would be advisable to consider to involve it into the measured parameters. In Hungary, among beef breeds, researches were focused on body measurements of Charolais cows and heifers (Tózsér et al., 2000; 2001), but not on Limousin so far. Tózsér et al. (2020) revealed loose correlations between live weight and withers height (0.20), chest girth ( $r=0.39$ ) and chest circumference ( $r=0.48$ ) of weaned Charolais heifers in two Hungarian herds (n=20 and 21).

**Table 8: Pearson correlations in Western Hungarian farms (n=332)**

<b>Parameters(1)</b>	<b>Withers height WH (cm)(2)</b>	<b>LW (kg)(3)</b>	<b>AG (days)(4)</b>	<b>HT (cm)(5)</b>	<b>LB (cm)(6)</b>	<b>WS (cm)(7)</b>	<b>WHB (cm)(8)</b>
Live weight, LW (kg)(3)	0.724***						
Age, AG (days)(4)	0.437***	0.328***					
Tail height, HT (cm)(5)	0.959***	0.713***	0.408***				
Length of back, LB (cm)(6)	0.609***	0.672***	0.270***	0.618***			
Width of shoulders, WS (cm)(7)	0.564***	0.582***	0.243***	0.564***	0.431***		
Width at hip bone, WHB (cm)(8)	0.586***	0.620***	0.255***	0.590***	0.409***	0.642***	
Pin width, WP (cm)(9)	0.467***	0.566***	0.181***	0.460***	0.442***	0.454***	0.416***

\*\*\*=P<0.001, \*\*=P<0.01, \*=P<0.05

8. táblázat: A testméretek közti Pearson korrelációk a vizsgált limousine üszők esetén Testméret(1); marmagasság, cm(2); élő súly, kg(3); kor, nap(4); farmagasság, cm(5); háthosszúság, cm(6); vállszélesség, cm (7); csípőszélesség, cm(8); ülőgumók távolsága, cm(9)

Outcomes of multifactorial regression analysis are presented in *Table 9*.  $R^2$  values were between relatively large intervals (49% to 90%) – for height traits they were higher than for the two other traits. In case of withers and tail height, analysis consisted of 5 steps and 3-3 parameters were involved in the final models as independent variables. Withers height was predicted by live weight, age, and tail height ( $R^2=0.925$ ); while tail height was estimated the best using withers height, length of back and width at hip bones ( $R^2=0.923$ ).

**Table 9: Main results of the multifactorial regression analysis**

Method(1)	Backward regression analysis(2)			
	Dependent variables, y(3)	R <sup>2</sup> (%)	Number of steps(8)	Number of predictors variables (x)(9)
Withers height, cm(4)	92,5***	5	3	LW:0.006***, AG:0.007**, HT:0.847***
Tail height, cm(5)	92,3***	5	3	HW:0.944***, LB:0.060**, WHB:0.072*
Length of back, cm(6)	49,5***	5	3	LW:0.036***, HT:0.259***, WHB:-0.140
Width of shoulders, cm(7)	49,4***	4	4	LW:0,006*, HT:0.093**, WHB:0.426***,; WP:0.402**

\*\*\*=P<0.001, \*\*=P<0.01, \*=P<0.05

9. táblázat: A többváltozós regresszió analízis eredményei

Módszer(1); backward regresszió analízis(2); függő változók(3); marmagasság(4); farmagasság(5); háthosszúság(6); vállszélesség (7); lépések száma(8); becslésre használt változók száma(9), regressziós együttható, b(10)

Interestingly, the tail height, live weight and width at hip bones were involved in the estimation model of back length resulting an R<sup>2</sup> of 49.5%. Final model of width of shoulders after 4 steps consisted of live weight, tail height, width at hip bone and pin width, with a considerably low level of determination coefficient (0.494).

Table 10 introduces the regression equations obtained by multifactorial regression analysis to predict live weight by different body measurements.

**Table 10: Estimation of live weight by the multifactorial regression analysis**

Models(1)	Backward regression analysis(2)			
	Dependent variable, y(3)	R <sup>2</sup> (%)	Number of steps(4)	Number of predictor variables (x)(5)
Live weight, LW (kg)(7)	68.6***	1	7	AG:0.031, WH: 3.690*, HT:-0.079, LB:4.148***, WS:1,594, WHB:4.562***, WP:11.578***
Live weight, LW (kg)(7)	68.6***	2	6	AG:0.032, WH: 3.615***, LB:4.148***, WS:1,592, WHB:4.557***, WP:11.580***
Live weight, LW (kg)(7)	68.5***	3	5	WH: 3.718***, LB:4.183***, WS:1,592, WHB:4.560***, WP:11.539***

\*\*\*=P<0.001, \*\*=P<0.01, \*=P<0.05

10. táblázat: Az élősúly becslése többváltozós regresszió analízissel

Modelleg(1); backward regresszió analízis(2); függő változó(3); lépések száma(4); független változók száma(5); regressziós együtthatók, b(6); élősúly (7)

All the three models estimated live weight with the same level of determination coefficient (68.5-68.6%) using different body dimensions. The first model contained 7; the second one 6 and the third one 5 parameters. Tail height and age were not involved in the third model. It seemed that live weight could not be estimated accurately enough from the available body measurements. Since other results support that chest girth is strongly correlated with live weight (Tebug et al., 2018; Ozkaya and Bozkurt, 2009; Francis et al., 2009; Ashwin et al., 2019; Weber et al., 2020), it is worth considering for Hungarian Limousin breeders to involve this trait into measured parameters.

Table 11 also summarizes results of some researches aiming the prediction of live weight using different body measurements. All of them support that several body measures, individually or together, influenced live weight significantly.

**Table 11: Results of prediction live weight by different body measures in cattle breeds**

Breeds and sexes(1)	Results(2)	Source(3)
Female dairy cattle, mainly comprising indigenous Zebu and their crosses with Guzerat or Bos Taurus(4)	The best model to predict LW from heart girth (HG) had adjusted R <sup>2</sup> of 0.85(5)	<i>Tebug et al., (2018)</i>
Holstein, Brown Swiss and crossbred cattle(6)	Chest girth (CG) was the best parameter to predict body weight (Brown Swiss: R <sup>2</sup> =91.1%; crossbred cattle: R <sup>2</sup> =88.8%; Holstein: R <sup>2</sup> =60.7%)(7)	<i>Ozkaya and Bozkurt (2009):</i>
Indigenous, Friesian, Brahman, Red Dane and Crossbred cattle(8)	LW was strongly correlated (r= 0.90) with body length, heart girth and height at withers. Correlation with HG was outstandingly strong (r = 0.96)(9)	<i>Francis et al. (2002):</i>
Holstein crossbred cattle (male and female)(10)	HG measurement alone is sufficient (R <sup>2</sup> = 0.95) to predict LW in female calves from birth to six months of age(11)	<i>Ashwin et al. (2019):</i>
Crossed cows(12)	Effect of HG on live weight was R <sup>2</sup> = 0.53-0.78(13)	<i>Lukuju at al. (2016)</i>
Girolando cattle(14)	Step-by-step regression analysis: HG and the image of back surface affected live weight the most (R <sup>2</sup> =0.70)(15)	<i>Weber et al. (2020)</i>
Limousin bulls(16)	LW was mainly determined by width of shoulders and withers height (R= 0.74)(17)	<i>Tőzsér et al. (2020)</i>

11. táblázat: Az élősúly testméretek alapján történő becsülését bemutató néhány eredmény Fajta, ivar(1); eredmény(2); forrás(3); nőivarú szarvasmarhák, főleg zebu, illetve zebu x guzerat és zebu x Bos taurus keresztezések(4); Az élősúly legpontosabban az övméretből becsülhető, R=0,85(5); holstein, svájci barna, keresztezett(6); Az élősúly legpontosabban az övméretből becsülhető, svájci barna: R<sup>2</sup>=91,1%; keresztezettek: R<sup>2</sup>=88,8%; holstein fríz: R<sup>2</sup>=60,7%(7); őshonos, fríz, brahman, dán vörös és keresztezett(8); Az élősúly szoros összefüggésben (>0,90) volt a törzshosszal, övmérettel és marmagassággal. Az övmérettel való összefüggés kiemelkedően magas volt, r=0,96(9); holstein keresztezett, vegyes ivar(10); nőivarban születés és 6 hónapos kor között az övméretből megbízhatóan becsülhető az élősúly, R<sup>2</sup>= 0,95(11); keresztezett tehének(12); Övméret hatása az élősúlyra R<sup>2</sup> = 0,53-0,78 volt(13); giorlando szarvasmarha(14); lépésenkénti regresszió analízis: övméret és a hét felülete befolyásolta leginkább az élősúlyt(R<sup>2</sup>=0,70)(15); limousin bikák(16); az élősúlyt leginkább a vállszélesség és a marmagasság határozta meg(R= 0,74)(17)

## Conclusions

In prediction of the examined body measurements (withers' height, tail height, length of back, width of shoulders) different R<sup>2</sup>% values were obtained (49.2; 92.5). Determination coefficients above 90% in cases of withers height and tail height imply that these parameters can be predicted by regression models accurately. Both traits are useful for planning corrective matings.

For length of back and width at shoulders, precise prediction was not possible by these parameters. More researches are needed to find out better fitting models.

Live weight could not be estimated accurately enough ( $R^2=68.5 - 68.6\%$ ) from the available body measurements (withers height, tail height, length of back, width at shoulders, width at hip bones). Since other results imply that chest girth is strongly correlated with live weight, it is considerable for Hungarian Limousine breeders to involve this trait into measured parameters.

### Acknowledgements

Authors are grateful to the technicians of Association of Hungarian Limousin and Blonde d' Aquitaine Breeders for providing precise body measurement data for the evaluation.

### References

- Abreu, B. A. - Magalhães, C. J. - Duayer, E. - Machado, S. H. M. - Silva, D. A. (2015): Variação da medida torácica obtida com a fita métrica tradicional com fator de correção e com a fita de pesagem para bovinos. *Acta Biomedica Brasiliensia*, 6. 42-48. <https://doi.org/10.18571/acbm.08>
- Afolayan, R. A. – Pitchford, W. S. – Deland, M. P. B. – Mckiernan, W. A. (2007): Breed variation and genetic parameters for growth and body development in diverse beef cattle genotypes. *Journal of Animal Genetics*, 1. 13–20.
- Arango, J.A. - Cundiff, L.V. - Van Vleck, L.D. (2002): Genetic parameters for weight, weight adjusted for body condition score, height and body condition score in beef cattle. *Journal of Animal Science* 80. 3. 3112–3122.
- Ashwin, J. P. - Sanjay, P. - Amipara, G. J. - Lunagariya, P. M. - Parmar, D. J. - Rank, D. N. (2019): Prediction of Body Weight based on Body Measurements in Crossbred Cattle. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8. 3. 1597-1611.
- Augspurger, N.R. - Ellis, M. (2002): Weighing affects short-term feeding patterns of growing-finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 82. 445–448.
- Bene, Sz. - Nagy, B. - Nagy, L. - Kiss, B. - Polgár, J.P. - Szabó, F. (2007): Comparison of body measurements of beef cows of different breeds. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf*, 50. 4. 363-373.
- Domokos, Z. (2011): A hazai charolais szarvasmarha állomány típusainak és értékmérő tulajdonságainak elemzése. Doktori PhD értekezés. Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola, Gödöllő.
- Francis, J. - Sibanda, S. - Kristensen, T. (2002): Estimating Body Weight of Cattle Using Linear Body Measurements. *Zimbabwe Veterinary Journal*, 33. 15-21.
- Gritsenko, S. - Ruchay, A. - Kolpakov, V. - Lebedev, S. - Guo, H. - Pezzuolo, A. (2023): On-Barn Forecasting Beef Cattle Production Based on Automated Non-Contact Body Measurement System. *Animals*, 611. <https://doi.org/10.3390/ani13040611>
- Haq, M. S. – Budisatria, I.G.S. – Panjono, P. – Maharani, D. (2020): Prediction of live body weight using body measurements for Jawa Brebes (Jabres) cattle. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 30. 3. 552-559.
- Hloko, V. L. – Tyasi, T.L. (2022): Nguni Cattle Body Weight Estimation using Regression Analysis. *Journal of Animal Health and Production* 10. 3. 375-380. DOI:10.17582/journal.jahp/2022/10.3.375.380

- Kashoma I. P. B. – Luziga, C. – Werema, C. W. - Shirima, G. A. – Ndossi, D. (2011): Predicting body weight of Tanzania shorthorn zebu cattle using heart girth measurements. *Livestock Research Rural Development*, 23. 94.
- Kongsro, J. (2014): Estimation of pig weight using a Microsoft Kinect prototype imaging system. *Computerization and Electronics in Agriculture*, 109. 32–35.
- Li, J. - Li, Q. - Ma, W. - Xue, X. - Zhao, C. - Tulpan, D. - Yang, S.X. (2022): Key Region Extraction and Body Dimension Measurement of Beef Cattle Using 3D Point Clouds. *Agriculture* 12. 1012. <https://doi.org/10.3390/agriculture12071012>
- Litwinczuk Z. - Szulc, T. (2005): *Hodowla i użytkowanie bydła (praca zbiorowa)*. PWRiL, ISBN: 83-09-01794-4 Warszawa 412.
- Mutua, F.K. - Dewey, C. E. - Arimi, S. M. - Schelling, E. – Ogara, W.O. (2011): Prediction of live body weight using length and girth measurements for pigs in rural Western Kenya. *Journal of Swine Health and Production*, 19. 1. 26–33.
- Nagy, B. (2007): *A magyar szürke szarvasmarha néhány értékmérő tulajdonsága . Doktori PhD értekezés. Keszthely.*
- Ni'am, H.U.M. - Purnomoadi, A. -. Dartosukarno, S. (2012): The relationship of body size and body weight of Bali cows in the various age groups. *Anim. Agric. Journal*, 1. 1. 541–556
- Nogalski, Z. (2003): Relations between the course of parturition, body weights and measurements of Holstein,Friesian calves. *Czech Journal of Animal Science* 48. 2. 51–59.
- Ouédraogo, D. - Soudré, A. - Ouédraogo-Koné, S. - Zoma, B.L. - Yougbaré, B. - Khayatzadeh, N. - Burger, P.A. - Mészáros, G. - Traoré, A. - Mwai, O.A.(2020): Breeding objectives and practices in three local cattle breed production systems in Burkina Faso with implication for the design of breeding programs. *Livestock Science*, 232. 103910.
- Ozkaya, S. - Neja, W. – Krezel- Czopek, S. - Oler, A. (2015): Estimation of bodyweight from body measurements and determination of body measurements on Limousin cattle using digital image analysis. *Animal Production Science* 56. 12. 2060-2063. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN14943>
- Paputungan, U., L. - Hakim, G. - Ciptadi, G. – Lopian, H. F. N. (2013): The estimation accuracy of live weight from metric body measurements in Ongole grade cows. *J. Indonesian. Trop. Anim. Agric.* 38. 3. 149–155.
- Petherick, J.C.- Doogan, V.J.- Venus, B.K.- Holroyd, R.G.- Olsson, P. (2009): Quality of handling and holding yard environment, and beef cattle temperament: 2. Consequences for stress and productivity. *Applied Animal Behaviour Science* 120. 28–38.
- Przysucha, T. - Grodzky, H. - Gobiwsky, M. - Slósarz, J. - Piottrowsky, T. (2012): Analysis of body measurements and pelvis area index of Limousine cows. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Animal Science* 51. 107–112.
- Putra, W. P. - Sumadi, B. S. – Hartatik, T. (2014): The genetic correlation of growth traits in Aceh cattle at Indrapuri district Aceh Province. *Journal Agripet*. 14. 1. 37–41.
- Ruchay, A. - Kober, V. - Dorofeev, K. - Kolpakov, V. - Dzhulamanov, K. - Kalschikov, V. - Guo, H. (2022): Comparative analysis of machine learning algorithms for predicting live weight of Hereford cows. *Computerization and Electronics in Agriculture*, 195. 106837.
- Sales, M. F. L. - Paulino, M. F. - Valadares Filho, S. C. - Paulino, P. V. R. - Porto, M. O. – Couto, V. R. M. (2009): Composição corporal e requisitos energéticos de bovinos de corte sob suplementação em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38. 1355-1362. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000700027>
- Shi, C. - Teng, G. - Li, Z. (2016): An approach of pig weight estimation using binocular stereo system based on LabVIEW. *Computerization and Electronics in Agriculture*, 129. 37–43.

- Suliani, S. - Pramono, A. - Riyanto, J. – Prastowo, S. (2017): The relationship between body size and body weight of male Simmental Ongole crossbreed at various age in Jagalan Surakarta Abattoir. Sains Peternakan. 15. 1. 16–21.
- Szabó F. (Ed.) (1998): Beef cattle breeding (in Hungarian), Mezőgazda Kiadó, Budapest 376 pp.
- Terada, N. – Sasanuma, K. – Furuta, K. – Shinjo, A. (1993): Principal Components Analysis of Body Measurements between the Heifer and the Cow in Japanese Black and Holstein Cattle. Journal of Veterinary Epidemiology, 31. 1 – 5. doi: 10.2743/jve1986.1993.31\_1
- Tőzsér J. - Nagy A. - Gerszi K. - Mézes M. - Domokos Z. - Kertész I. - Fekete T. (1995): A herekörméret, a mellkasszélesség és mélység, valamint az élősúly fenotípusos összefüggésének változása az életkor függvényében charolais fajtájú tenyészbika-jelölteknél. Állattenyésztés és Takarmányozás, 44. 203-210.
- Tőzsér, J. - Domokos, Z. - Alföldi, L. (2000): A proposition to correct some body measurements in Charolais cow. (in Hungarian), Állattenyésztés és Takarmányozás, 49. 1. 13-22.
- Tőzsér, J. – Sutta, J. – Bedő, S. (2000a): Videókép-analízis alkalmazása a szarvasmarhák testméretének értékelésében. Állattenyésztés és Takarmányozás, 49. 385-392.
- Tőzsér, J. - Ingrand, S. - Domokos, Z. - Alföldi, L. (2001): Sex effect on body measurements and conformation traits in Charolais weaned calves. (in Hungarian), Állattenyésztés és Takarmányozás, 50. 6. 495-504.
- Tőzsér, J. - Szűcs, M. (2020): Regression analyzes to determine the selection targets in the central self-performance test in Limousin cattle breed (in Hungarian). Animal Welfare, Ethology and Housing systems, 16. 2. 189-199.
- Tyasi, T. L. – Makgowo, K.M. – Mokoena, K. – Rashijane, L. T. – Mathapo, M. C. – Danguru, L. W. – Molabe, K. M. – Bopape, P. M. – Mathye, N. D. – Maluleke, D. (2020): Multivariate adaptive regression splines data mining algorithm for prediction of body weight of Hy-line silver brown commercial layer chicken breed. Adv. Anim. Vet. Sci. 8. 8. 794-799. DOI: <http://www.doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.8.794.799>
- Udoh, E. – Godwin, E. – Unah, L. U. (2021): Prediction of body weight from linear body measurement in two breeds of cattle Jessie. Open Access Research Journal of Biology and Pharmacy, 041–046. DOI: <https://doi.org/10.53022/oarjbp.2021.3.1.0052>
- Ulutas, Z. - Saatci, M. – Ozluturk, A. (2001): Prediction of body weights from body measurements in East Anatolian Red calves. Atalürk Üniv. Ziraal Fak. Derg. 32. 1. 61-65.
- Weales, D. - Moussa, M. - Tarry, C. (2021): A robust machine vision system for body measurements of beef calves. Smart Agriculture Technology 1. 100024.
- Weber, V. A. M. - Weber, F. L. - Gomes, R. C. - Oliveira Junior, A. S. - Menezes, G. V. - Abreu, U. G. P. - Belete, N. A. S. - Pistori, H. (2020): Prediction of Girolando cattle weight by means of body measurements extracted from images. Revista Brasileira de Zootecnia 49:e20190110. <https://doi.org/10.37496/rbz4920190110>
- Wongsriworaphon, A.- Arnonkijpanich, B.- Pathumnakul, S. (2015): An approach based on digital image analysis to estimate the live weights of pigs in farm environments. Computerization and Electronics in Agriculture, 115. 26–33.
- Xu, H.X. (2022): Intelligent Measurement Algorithm of Cattle Body dimensions based on Improved CenterNet. Infrared Laser Eng. 2022, 1–7. (In Chinese)
- Yakubu, A. – Muhammed, M. M. – Ari, M. M. - Musa-Azara, I. S. – Omeje, J. N. (2015): Correlation and path coefficient analysis of body weight and morphometric traits of two exotic genetic groups of ducks in Nigeria. Bangladesh J. Vet. Anim. Sci. 44: 1-9. DOI: <https://www.doi.org/10.3329/bjas.v44i1.23112>





## IN VITRO CONSERVATION OF GAMETES: THE WAY FORWARD TO CONSERVE THE GENETIC RESOURCES OF AUTOCHTHONOUS SHEEP BREEDS

Malam Abulbashar Mujitaba<sup>1,2</sup>, Gabriella Kútvölgyi<sup>3</sup>, István Egerszegi<sup>4</sup>, Nóra Vass<sup>1</sup>, Szilárd Bodó<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doctoral School of Animal Husbandry, University of Debrecen, Böszörményi Street 138, 4032 Debrecen, Hungary.

<sup>2</sup>Institute of Animal Science, Biotechnology and Nature Conservation, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen, Böszörményi Street 138, 4032 Debrecen, Hungary.

<sup>3</sup>Institute of Animal Sciences, Department of Precision Livestock Farming and Animal Biotechnics, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40, Hungary.

<sup>4</sup>Institute of Animal Sciences, Department of Animal Husbandry and Animal Welfare, Szent István Campus, H-2100 Gödöllő, Páter Károly u 1, Hungary.  
malam.abulbashar@agr.unideb.hu

Received – Érkezett: 22.12.2022.

Accepted – Elfogadva: 01.03.2023.

### Abstract

Assisted reproductive technologies (*ARTs*) significantly improved livestock productivity and reproductive performance and enabled elite parents to produce thousands of offspring globally. However, indiscriminate use *ARTs*, lack of information and materials on autochthonous sheep breeds (*ASB*) resulted in a loss of their genetic resources (*GnR*), thus shooting up the number of at-risk and extinct *ASB* globally. This problem is more in Europe and the Caucasus region, Africa, and Asia, according to the FAO 2005, 2017, and Sustainable Development Goals, 2022 reports. Considering the current economic challenges, *in vivo* gene conservation (*INGC*) is expensive and less sustainable. Therefore, an *in vitro* gene conservation (*IVGC*) can supplement the *INGC* for better efficiency and sustainability. The current review explored the pros and cons of *ARTs* on *ASB*'s *GnR*, the need to conserve their *GnR* through *IVGC*, and the prospects of the *IVGC* on *ASB*'s *GnR* conservation. Interestingly, Vitrification with reduced volume (*e.g.*, *cryotop*) is the leading technique in oocyte cryopreservation, as it results in lower cryoprotectants toxicity, better oocyte viability, and pregnancy rates aside from being cheap and field-friendly than the other vitrification techniques. With oocyte and spermatozoa cryopreservation from the same breed, an extinct breed of interest can be regenerated in a single generation. However, oocyte cryopreservation holds a considerable prospect in *IVGC*, but the technique in sheep still needs improvements.

**Key words:** Sheep, Cryopreservation, Oocytes, Control Slow Rate Freezing, Vitrification, and Assisted Reproductive Technologies



## Introduction

Sheep contributes immensely to developing nations' economies or regions of extreme weather conditions and sub-fertile lands (*Amiridis and Cseh, 2012*). When combined with ARTs, their contributions will be overwhelming. However, wide commercial applications and the tremendous success of ARTs in sheep are restricted mainly to AI. It is primarily due to the naturally occurring anestrus period, variability in responses to super-ovulatory treatment, fertilization failure, and the necessity for surgery for recovery and transfer of gametes or embryos (*Amiridis and Cseh, 2012*). However, cryopreserving male and female gametes of the same breed can ensure the regeneration of the extinct breed population of interest in a single generation (*FAO, 2012*). However, oocyte cryopreservation (CP) is challenging due to its morphology (*plasma membrane and zona pellucida*), making water and cryoprotectants slowly move into and out of the oocyte (*Saragusty and Arav, 2011*). Moreover, metaphase II oocytes are very sensitive to CP due to their large size, low surface area to volume ratio, high water contents, and mitotic spindles (*Lussing et al., 2019*). Despite their sensitivity, it is interesting that the first success in oocyte CP was recorded in the 1980s (*Lussing et al., 2019*). In sheep, high cytoplasmic lipid droplets and complex subcellular structures significantly contribute to sheep MII oocytes' sensitivity to freezing and thawing (*Quan et al., 2017*). Thus, oocyte CP and thawing procedures are not as developed and refined as the semen and embryo. The recent development of vitrification by cryotop markedly improved the success of oocytes CP in different species, including human beings. Vitrified human oocytes by cryotop resulted in good viability (94.5 %) and pregnancy rate (41.5 %) (*Kuwayama, 2006*). Thus, if extensively exploited and established in livestock, oocytes CP holds excellent prospects for GC. This review aims to highlight the different gametes retrieval methods and their CP techniques as essential tools for gene conservation (GC) of ASB. Furthermore, to draw the attention of sheep specialists/experts and policymakers on the need and prospect of IVGC of ASB.

## The pros and cons of ARTs and the need for *in vitro* conservation of autochthonous sheep genetic resources

The flock size, success, and profitability of ARTs determine farmers' acceptability of a technique (*Sharkey et al., 2001*). To shorten generation intervals, using ARTs (*IVEP or JIVET*) becomes necessary for breeders as it is the fastest way. Similarly, with success recorded in improving the reproductive efficiency using ARTs, flock/herd size can be reduced while productive performance (*meat/milk/fur production*) and quality (*less cholesterol/less intramuscular fat/lean meat*) remain increasing (*Daly et al., 2020*), which is more environmentally friendly. It also allows inducing estrus out-of-season in seasonally sheep breeds, producing offspring of predetermined gender, GC of endangered breeds/species and control breeding which increases the overall profitability of an enterprise (*Amiridis and Cseh, 2012*).

Unfortunately, the indiscriminate use of ARTs led to the erosion of valuable GnR of ASB. According to the 2007 FAO reports, at least one livestock breed is becoming extinct each month, leading to the loss of its GnR forever; as a result, 148 Europe and the Caucasus sheep breeds have already become extinct. Moreover, North America, Europe and the Caucasus have the highest proportion of at-risk breeds globally (*FAO, 2007;2015*). Still, a recent report of 2022 Global SDG on ASB revealed a remarkable paucity of information and materials globally (87.22 %), in North America and Europe (92.25 %), and Sub-Saharan African region (97.75 %) (SDG, 2022). According to the 2022 DAD-IS local risk status report, almost all the Nigerian sheep breeds' local

risk statuses are unknown, and there is no data on the *in vivo* or *in vitro* conservation of such important genotypes (*http1*). Similarly, the population and a male-to-female ratio of Hungarian ASB are declining particularly; Alföldi suta racka, Cikta, and Cigaja have already become extinct, endangered, and at risk, respectively (*http1*). It necessitates breed identification for proper record-keeping and the use of alternative conservation techniques like the IVGC. According to the FAO (2015) report, Africa, Asia, and Latin America are lagging in technology adoption. The authors of this review could not get exact data on the rate of ARTs adoption in the African sheep industry. But based on practical experience, ARTs adoption in the African sheep industry is minimal or zero. Therefore, indiscriminate mating/uncontrol breeding are the major problem that poses a more threat to the ASB GnR in Africa. Therefore, urgent steps are needed to address this devastating trend.

### ***In vitro* conservation of gametes of autochthonous sheep breeds**

#### ***Gamete retrieval in male***

##### *Gametes retrieval from live males*

- a. *Retrieval using AV*: Semen collection by AV involves three (3) different steps/phases; i) Taming (*familiarizing animals to human presences/handling usually takes 4-6 weeks*), training phase (*4-5 weeks*), and post-training phase (*Semen with the AV*) (Ambrosi et al., 2018). The device facilitates the collection of good quality semen samples.
- b. *Retrieval using EEJ*: Gametes retrieval using this technique involves using a device called the electro-ejaculator. For details of the procedure, see Shipley et al. (2007). It is advisable to use sedatives or anesthesia before conducting the procedure (Abril-Sánchez et al., 2018). The most used devices are Bailey, Ruakura, and Lane probes (Shipley et al., 2007; [http2](http://)). It is a simple procedure as it does not involve ram training (Leboeuf et al., 2000).
- c. *Retrieval by TUMASG*: The procedure involves exteriorizing and holding the penis using sterile gauze and observing the three accessory sex glands (*bulbourethral glands, seminal vesicles, and ampullae*) with the aid of real-time transrectal ultrasound using a 7.5 MHz linear array probe. For details of the procedure, see Santiago-Moreno et al. (2013). It is a more welfare approach to collect semen in rams than the EEJ technique.

##### *Post-mortem gametes retrieval*

It involves collecting male genital organs or testes from a slaughterhouse/abattoir, after emasculation or immediately following the animal dead. For collection procedure details, see Alvarez et al. (2012). In sheep, the epididymal spermatozoa can be retrieved by; a). Slicing/mincing (Kaabi et al., 2003) b). Incision methods (Alvarez et al., 2012) or c). Retrograde flow/flushing via the ductus deferens (*less contamination*) (Bertol, 2016). Good pregnancy rates have been reported using epididymal spermatozoa in sheep (87.5 %, 58.5 %, and 55.0 %) (Ehlin et al., 2006; Rickard et al., 2014; Fernández Abella et al., 2015), and other species. Therefore, it can be used to conserve the GnR of elite rams.

#### ***Gamete retrieval in females***

Gametes can be retrieved regardless of their developmental (*primordial, pre-antral, or antral follicle*) and matured *in vitro* (Saragusty and Arav, 2011).



**Retrieval from live females (in vivo laparoscopic follicular aspiration):** It involves using a technique called ovum pick-up (OPU) which can be achieved transabdominally (Saragusty and Arav, 2011). Using the ideal aspiration elements, needle (*short: 18 or 20*), tubes (*thin and intermediate: 1 and 2 mm*), and correct aspiration vacuum pressure/flow rate (*10 and 20 ml/m*) improves the efficiency of the technique (Rodríguez et al., 2006). The recent retrieval technique uses an endoscope, a pair of trocars (*inserted 15 cm cranial to udder*), and a specifically designed catheter to aspirate the oocytes along with the follicular fluid. The technique maintains good oocyte morphology and integrity, ensures repeated collection without much ovary adhesion, and is less traumatic to the animals (Wieczorek et al., 2018).

**Retrieval from postmortem females (in vitro follicular retrieval):** Here the ovaries are sourced from either a slaughterhouse/abattoir or an immediately dead animal. For procedure details, see Dadashpour Davaci et al. (2014). The following methods are used to retrieve oocytes; a). Slicing (*using a sterile scalpel*) b). Aspiration (*aspiration pump fitted with 20-gauge needle at 10 ml H<sub>2</sub>O/m flow rate*) c). Centrifugation (*incised the ovary surface and centrifuge at 750×g for 3 m in 3 ml of pre-incubated oocytes washing medium*) d). Puncture (*using an 18-gauge needle*). The aspiration technique gives a smaller number of high-grade oocytes than the other techniques, regardless of the season. Moreover, oocyte recovery by centrifugation yielded a significantly higher monospermic and blastocyst rate than the other techniques (Dadashpour Davaci et al., 2014).

### ***Selection of ideal gametes and maturation for cryopreservation***

**Choosing the ideal sperm sample/ejaculate:** it is usually achieved cheaply in certain sheep AI stations by observing a wave motion of freshly collected semen samples as an index of fertility (David et al., 2018). The ejaculates are categorized as good, moderate, or bad quality. Similarly, semen sample ideal for freezing must meet the following standards: volume (*1.0-1.5 ml*), mass movement (*5 or 4*), concentration (*3.5-6.0 × 10<sup>9</sup>/ml*), total motility (*>70%*), and morphological abnormalities (*<15%*) (Evans and Maxwell, 1987). However, in some instances poor-quality samples of elite males can be frozen to ensure GnR conservation.

**Selecting ideal female gametes:** Here, individual oocytes are selected based on their morphological characteristics as cumulus cells, cytoplasm, and polar body (Wani et al., 2013). The most used method is morphological, for details of morphological oocyte grading, see Wani et al. (2013). Careful selection of the ideal oocyte ensures better post-thaw viability and fertility results following IVF and transfer.

**In vitro maturation of oocytes:** Oocytes to be cryopreserved are usually matured *in vitro* and denuded off cumulus cells before vitrifying. The procedure mainly involves incubation using TCM-199 supplemented with 5 % FBS and antibiotics (*100 µg/ml Streptomycin and 100 IU/ml penicillin*) in an incubator set at; 38.5 °C, 5 % CO<sub>2</sub> and in the air for 21 h (Otoi et al., 1996). Oocytes' maturation is evident by the expansion of the cumulus cells and the extrusion of the first polar body.

## Cryoconservation of gametes

### Cryopreservation of male gametes

Semen CP in rams is achieved either by vitrification (*not commonly used*) or freezing (*most widely/routinely used*). The freezing mainly takes two forms: pellets (*using a block of dried ice or solid carbon dioxide at -78.5 °C*) or straws (*most used, using liquid nitrogen at -196 °C*) (Evans and Maxwell, 1987). In sheep, semen is mostly cryopreserved in straws (*mostly 0.25 ml*). It is achieved either manually (*static LN<sub>2</sub> vapor freezing*) (Evans and Maxwell, 1987) or using a programmable freezer (Vozaf et al., 2022). It is very important that the level of the LN<sub>2</sub> must be checked and refilled regularly during freezing and storage.

### Cryopreservation of female gametes

Matured or immature oocytes can be cryopreserved for an extended period by either;

- a. *Control slow rate freezing*: this technique involved equilibration of the oocytes for 10-15 min by exposing them to one or more solutions supplemented with 1-1.5 mol/l cryoprotectant (*usually glycerol or DMSO*) and non-permeating cryoprotectants like glucose, fructose, or sucrose (Saragusty and Arav, 2011). For details, see Kasai and Mukaida (2004).
- b. *Vitrification*: involves using high initial concentrations of cryoprotectant and an ultra-rapid cooling rate to solidify the cell into a glass-like state without forming ice (Banker et al., 2017). The technique leads to fewer cyro-injuries, high success rate, simplicity, and doesn't require the use of a programmed freezer. However, a high concentration of permeating cryoprotectants may cause injury through the toxicity of the agents (Banker et al., 2017). Different techniques with reduced volume were developed recently like the cryotop, croloop, cryoleaf, plastic straw, among others (Saragusty and Arav, 2011). In pigs, vitrified germinal vesicle oocytes resulted in a better viability and developmental competence than the MII oocytes (Wu et al., 2006; Egerszegi et al., 2013). Good viability and cleavage rates were reported from vitrified-thawed oocytes in pigs: 87.1 % vs. 37.3 %; 85.4 % vs. 36.3 %; 56.8 % vs. 53.3 % (Somfai et al., 2014; Egerszegi et al., 2013; Wu et al. 2006) and sheep: 97.1 % vs. 32.9 %; 85.7 % vs. 57.5 % (Sudiman et al., 2019; Mardenli et al., 2021) respectively.

## Conclusion and recommendations

A drastic loss of ASB GnR is occurring globally, hence the need to explore other sustainable opportunities to supplement the *in vivo* GC. *In vitro* GC through gametes, CP holds a great prospect. Semen CP in sheep is well established, and the success rate is encouraging but this is not the case with oocytes. The oocytes' high sensitivity to chilling due to their large surface area-to-volume ratio and other complex cytoskeletal structures makes the success very low. Moreover, the CP technique leads to zona hardening (*due to the premature release of cortical granules*) and cytoskeletal damage, reducing the fertilization rate and developmental competence of the vitrified oocytes. Therefore, addressing the identified challenges would markedly increase the acceptability and success of the technique. Future studies should target improving cryopreserved oocytes' viability, fertilization, cleavage, pregnancy rates and if possible develop an LN<sub>2</sub>-free conservation technique for better sustainability.

**Reference:**

- Abril-Sánchez, S., Crosignani, N., Freitas-de-Melo, A., Terrazas, A., Damián, J.P., Beracochea, F., Silveira, P., Ungerfeld, R. (2018): Sedation or anaesthesia decrease the stress response to electroejaculation and improve the quality of the collected semen in goat bucks. *Anim. Int. J.* 12. 2598–2608.
- Alvarez, M., Tamayo-Canul, J., Anel, E., Boixo, J., Mata-Campuzano, M., Martinez-Pastor, F., Anel, L., de Paz, P. (2012): Sperm concentration at freezing affects post-thaw quality and fertility of ram semen. *Theriogenology*, 77. 1111–1118.
- Ambrosi, CP, Rubio, N, Giménez, G, Venturino, A, Aisen, EG, López Armengol, MF. (2018): Modeling of behavioral responses for successful selection of easy-to-train rams for semen collection with an artificial vagina. *Anim Reprod Sci.*, 193. 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.04.003>.
- Amiridis, G.S, Cseh, S. (2012): Assisted reproductive technologies in the reproductive management of small ruminants. *Anim Reprod Sci.* 130. 3-4. 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.009>
- Banker, M., Kotdawala, A., Gupta, R. (2017): The Impact of Vitrification in Artificial Reproductive Technology Programmes. *European Medical Journal*, 2. 4. 82–89.
- Bertol, M.A.F. (2016). ‘Cryopreservation of Epididymal Sperm’, in *Cryopreservation in Eukaryotes*, F. Marco-Jimenez and H. Akdemir, Eds. InTech. (Eds F Marco-Jiménez, H Akdemir), 121–135.
- Dadashpour Davachi, N, Zare Shahneh, A, Kohram, H, Zhandi, M, Dashti, S, Shamsi, H, Moghadam, R. (2014): In vitro ovine embryo production: the study of seasonal and oocyte recovery method effects. *Iran Red Crescent Med J.*, 16. 9. e20749. <https://doi.org/10.5812/ircmj.20749>.
- Daly, J, Smith, H, McGrice, HA, Kind, KL, van Wettere, WHEJ. (2020): Towards Improving the Outcomes of Assisted Reproductive Technologies of Cattle and Sheep, with Particular Focus on Recipient Management. *Animals*, 10. 2. 293. <https://doi.org/10.3390/ani10020293>.
- David, I, Kohnke, P, Fehrenbach, J, Lopes Simoes, AR, Debreuve E, Descombes, (2018): New objective measurements of semen wave motion are associated with fertility in sheep. *Reprod. Fertil. Dev.*, 30. 889–896. <https://doi.org/10.1071/RD17472>.
- Egerszegi, I, Somfai, T, Nakai, M, Tanihara, F, Noguchi, J, Kaneko, H, Nagai, T, Rátky, J, Kikuchi, K. (2013): Comparison of cytoskeletal integrity, fertilization and developmental competence of oocytes vitrified before or after in vitro maturation in a porcine model. *Cryobiology*, 67. 3. 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2013.08.009>.
- Ehling, C., Rath, D., Struckmann, C., Frenzel, A., Schindler, L., Niemann, H. (2006): Utilization of frozen-thawed epididymal ram semen to preserve genetic diversity in Scrapie susceptible sheep breeds’, *Theriogenology*, 66. 2160–2164.
- Evans, G., Maxwell, W. (1987): Salamon's artificial insemination of sheep and goats. Butterworth, Sydney. pp. 194.
- FAO (2007): The State of the World’s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by Barbara Rischkowsky and Dafydd Pilling. Rome
- FAO (2012): Section 8 collection of germplasm and tissues. In: cryoconservation of animal genetic resources, animal production and health guideline. Retrieve from: <http://www.fao.org/3/i3017e/i3017e00.pdf>. on Oct 24b 2022.



- FAO (2015): The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by Scherf, B. D. and Pilling, D. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome (available at <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>).
- Fernández Abella, D., Da Costa, M., Guérin, Y., Dacheux, J. L. (2015): Fertility of undiluted ram epididymal spermatozoa stored for several days at 4 C°, *Animal*, 9. 313–319.
- http1. DAD-IS (2022): Retrieved on November 09, 2022, from: <https://www.fao.org/dad-is/browse-by-country-and-species/en/>.
- http2., 'Lane ram ejaculator', (2022): Available online: <http://www.lane-mfg.com/Lane-Ram-Ejaculator-Instructions.pdf>.
- Kaabi, M., Paz, P., Alvarez, M., Anel, E., Boixo, J., Rouissi, H., Herraes, P., Anel, L. (2003): Effect of epididymis handling conditions on the quality of ram spermatozoa recovered post-mortem', *Theriogenology*, 60. 1249–1259.
- Kasai, M., Mukaida, T. (2004): Cryopreservation of Animal and Human Embryos by Vitrification. *Reproductive BioMedicine Online*, 9. 2. 164–170.
- Kuwayama, M. (2006): New egg freezing technique offers hope to hundreds of women. European society of human reproduction and embryology news release 19-jun-2006 retrieved on October 23<sup>rd</sup>, 2022, from: <https://www.eurekalert.org/news-releases/907116>.
- Leboeuf, B., Restall, B., Salamon, S. (2000): Production and storage of goat semen for artificial insemination, *Anim. Reprod. Sci.*, 62, 113–141.
- Lussig, B., Maggiulli, R., Fabozzi, G., Bertelle, S., Vaiarelli, A., Cimadomo, D., Ubaldi, FM, Rienzi, LA. (2019): brief history of oocyte cryopreservation: Arguments and facts. *Acta Obstet Gynecol Scand.*, 98. 5. 550–558. <https://doi.org/10.1111/aogs.13569>.
- Otoi, T., Yamamoto, K., Koyama, N., Tachikawa, S., Suzuki, T.A. (1996): Frozen-thawed in vitro-matured bovine oocyte derived calf with normal growth and fertility. *J Vet Med Sci.*, 58. 8. 811–813. <https://doi.org/10.1292/jvms.58.811>.
- Quan, G, Wu, G, Hong, Q. (2017): Oocyte Cryopreservation Based in Sheep: The Current Status and Future Perspective. *Biopreserv Biobank.* 15. 6. 535–547. <https://doi.org/10.1089/bio.2017.0074>.
- Rickard, J. P., Pini, T., Soleilhavoup, C., Cognie, J., Bathgate, R., Lynch, G. W., De Graaf, S. P. (2014): Seminal plasma aids the survival and cervical transit of epididymal ram spermatozoa. *Reproduction*, 148. 469–478.
- Rodríguez, C, Anel, L, Alvarez, M, Anel, E, Boixo, JC, Chamorro, CA, de Paz, P. (2006): Ovum pick-up in sheep: a comparison between different aspiration devices for optimal oocyte retrieval. *Reprod Domest Anim.*, 41. 2. 106–113. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00648.x>
- Saragusty, J., Arav, A. (2011): Current progress in oocyte and embryo cryopreservation by slow freezing and vitrification. *Reproduction*, 141. 1. 1–19. doi: 10.1530/REP-10-0236.
- SDG 2022, 'SDG 2.5.1, Number/proportion of animal genetic resources for food and agriculture secured in either medium- or long-term conservation facilities. Available online: <https://public.tableau.com/shared/P5TN4JFYC?:showVizHome=no>.
- Sharkey, S, Callan, RJ, Mortimer, R, Kimberling, C. (2001): Reproductive techniques in sheep. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, 17. 2. 435–455, [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30037-2](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30037-2).
- Shipley, C.F.B., Brian, C., Buckrell, M.J.A., Mylne, J.P., Hunton, J.R. (2007): Artificial Insemination and Embryo Transfer in Sheep', in *Current therapy in large animal*

- theriogenology, WB Saunders, 629–641. <https://veteriankey.com/artificial-insemination-and-embryo-transfer-in-sheep/>.
- Somfai, T., Yoshioka, K., Tanihara, F., Kaneko, H., Noguchi, J., Kashiwazaki, N., Nagai, T., Kikuchi, K. (2014): Generation of Live Piglets from Cryopreserved Oocytes for the First Time Using a Defined System for In Vitro Embryo Production. PLOS ONE, 9. 5. e97731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097731>.
- Sudiman, J, Lee, A, Ong, KL, Yuan, WZ, Jansen, S, Temple-Smith, P, Pangestu, M, Catt, S. (2019): Tolerance of lamb and mouse oocytes to cryoprotectants during vitrification. Zygote, 27. 1. 36–45. <https://doi.org/10.1017/S0967199418000606>.
- Vozaf, J, Svoradová, A, Baláži, A, Vašíček, J, Olexiková, L, Dujíčková, L, Makarevich, AV, Jurčík, R, Ďúranová, H, Chrenek, P. (2022). The Cryopreserved Sperm Traits of Various Ram Breeds: Towards Biodiversity Conservation. Animals, 12. 1311.
- Wani, A. R., Khan, M. Z., Sofi, K. A., Malik, A. A., Lone, F. A., Bhat, F. A. (2013): Effect of Follicular Size on In vitro Maturation, Fertilization and Culture of Sheep Embryos. Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University, 14.
- Wieczorek, J, Koseniuk, J, Cegla, M. (2018): The repeatable method of laparoscopic ovum pick-up (OPU) in sheep: clinical aspects and efficiency of the method. Pol J Vet Sci., 21. 4. 803–810. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2018.125603>.
- Wu, C, Rui, R, Dai, J, Zhang, C, Ju, S, Xie, B, Lu, X, Zheng, X. (2006): Effects of cryopreservation on the developmental competence, ultrastructure and cytoskeletal structure of porcine oocytes. Mol Reprod Dev., 73. 11. 1454–1462. <https://doi.org/10.1002/mrd.20579>.





## SERTÉS FIBROBLASZT ALAPÚ GÉNBANK

*Urbán Martin<sup>1,2</sup>, Ivan Carl Dela Rosa<sup>1,2</sup>, Ecker András<sup>1,2</sup>, Benedek Zsuzsanna<sup>3</sup>,  
Nagy Szabolcs Tamás<sup>3</sup>, Bodó Szilárd<sup>3</sup>, Gócza Elen<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>MATE, Genetika és Biotechnológia Intézet, 2100, Gödöllő, Szent-Györgyi Albert út 4.

<sup>2</sup>Agrár-biotechnológia és precíziós nemesítés az élelmiszerbiztonságért nemzeti laboratórium  
2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4.

<sup>3</sup>MATE, Állattenyésztési Tudományok Intézet,  
8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.

Urban.Martin@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.11.2022.

Accepted – Elfogadva: 03.04.2023.

### Összefoglalás

Manapság egyre nagyobb kihívást jelent a genetikai diverzitás megőrzése. Az afrikai sertéspestis (ASP) súlyosan tizedeli Európa vaddisznó és házisertés állományait. A hazai őshonos és a köztenyésztésből egyre inkább kiszoruló hagyományos magyar fajták kifejezetten veszélyeztetettek egy ilyen járvánnyal szemben, alacsonyabb egyedszámuk miatt.

Választásunk ezen fajták közül a magyar nagyfehér sertésfajtán belül egy archaikusabb típust képviselő core populáció egyedeire esett. Kísérleteink során a keszthelyi magyar nagyfehér törzstenyészet 25 kocájától származó fülcsipkét dolgoztunk fel. A fülcsipkékből létrehozott mintákat Knockout DMEMw/F-12 alapú médiumban tenyésztettük, és 37,5 °C-on, 5% CO<sub>2</sub> tartalom mellett inkubáltuk 15 napon keresztül. A tenyésztés végén, a sejttenyészeteket mélyhűtöttük egyedi vonalkóddal ellátott fagyasztó csövekben. A lefagyasztott sejteket -150°C fokon tároljuk a mintákból származó DNS és RNS mintákkal együtt.

Mind mélyhűtés előtt, mind mélyhűtés után elvégeztük a sejttenyészetek életképesség vizsgálatát Arthur fluoreszcens sejt számoló géppel. Átlagosan 97%-os életképes sejtet kaptunk. Ezek mellett megkezdtük a minták immunfestéssel való vizsgálatát is. Sikeresen ki tudtuk mutatni a titin és actin jelenlétét a mintákban.

A kutatócsoportunk által alkalmazott protokollok lehetőséget nyújtanak a sertés fibroblaszt tenyészetek egyszerűbb izolálására és tenyésztésére. Emellett más távlati lehetőséget is megnyithatnak, mint például az iPS tenyészetek létrehozását, amik a sertés anatómiai sajátosságai miatt alapjául szolgálhatnak majd orvosi kutatásokban alkalmazható modell rendszerek létrehozására.

**Kulcsszavak:** génbank; sertés fibroblaszt; sejttenyésztés



## Fibroblast based gene banking in pig

### Abstract

Today genetic conservation programs are an essential task for preserving genetic variability. The African swine fever is decimating the European wild boar and domestic pig population, posing a growing threat to native species. These animals have lower population numbers than the species used by the meat industry, so a pandemic like this poses a more significant threat.

One of these pig species is “Keszthelyi Large White”. This is a unique breed to Keszthely University, and the current pandemic endangers it. We isolated adult porcine fibroblast from ear tissue samples from 25 sows. The tissue samples were cultured in an adult fibroblast medium containing Knockout F12 DMEM. The fibroblasts were cultured in a CO<sub>2</sub> incubator at 37.5<sup>0</sup> Celsius and 5% CO<sub>2</sub>. After 15 days of culture, the cultures were gathered in cryotubes with individual barcodes. The samples were stored at -150<sup>0</sup>C. We collected DNA and RNA samples from the cultures for later analyses. We also tested viability before and after freezing on cultures with Arthur Fluorescent Cell Counting Machine. Viability in cell cultures was, on average, 97%. We took samples from the cell cultures and immunostained the samples detecting titin and actin.

The protocol developed by our group may pave the way for the proper isolation and culture of porcine fibroblasts to use it for further research. iPSCs from pigs can be used in various approaches. Since the pig’s anatomical system is being studied with relation to human medicine for organ replacement and other medical purpose.

**Keywords:** gene banking; porcine fibroblast, cell culturing

### Bevezetés

Manapság a génmegőrzés egyre jelentősebb kérdéssé válik a növekvő gazdasági igények és a járványos betegségek hatására. Az afrikai sertéspestis hatására jelentős elhullást figyelhettünk meg mind a vaddisznó, mind a házi sertés állományokban. Ez a betegség még inkább veszélyezteti az őshonos fajtákat, ami alacsony létszámuk miatt, akár a fajta teljes eltűnését is okozhatja. Génmegőrzési programunk alapjául pontosan ezért esett választásunk a keszthelyi nagy fehér fajta törzs állományára. Ez a sertés fajta egy archaikusabb típusa a magyar nagyfehér fajtának. A fajta robusztusabb testfelépítéssel és jó lábszerkezettel és szervezeti szilárdsággal rendelkezik, aminek hatására nagyobb technológiai tűréssel bír. A fajta hazai körülmények között alakult ki, így az itthoni körülményeket jól viseli a kisüzemi és háztáji tartásban is. Ami a génmegőrzési projekt sürgős megindítását indokolta, hogy a fajta koca állománya 45 tenyész kocát számlál. Kísérletünk célja a fajta fibroblaszt alapú génmegőrzése, az ehhez szükséges módszerek tökéletesítése és a sejttípusok karakterizálása.

### Fibroblaszt

A fibroblasztok orsó alakú, ovális nukleusszal rendelkező, lapos sejtek. Mezenchimális eredetűek és a rostos kötőszöveti állomány fontos elemei (Komuro 1990). Ezeket a sejteket könnyedén izolálhatjuk, a test bármely kötőszövettel rendelkező részéből. Ezek a sejtek fontos szerepet játszanak megfelelő szervek közötti szerkezet kialakulásában és a sebgyógyulásban.

A fibroblasztokra jellemző továbbá, hogy különböző szervek mellett speciális alakzatokat vesznek fel, és ezeket a struktúrákat izolálás után is megőrzik (S. Van Linthout és mtsai 2014). Az izolálásra szánt szövet darabokat, általában valamilyen emésztési folyamatnak vetik alá, aminek

célja, a sejtek közötti kapcsolat fellazítása. Az, hogy milyen enzimeket alkalmazunk az emésztés során az befolyásolja, hogy a tenyészet alapítására szánt minták, milyen korú állatból és annak mely részéből származnak a szövetminták. Az állat kora alapján megkülönböztetjük az embrionális és az adult sejttenyészeteket. Az embrionális sejttenyészetek alapításánál, általában felhasználjuk az embrió teljes testét. Azonban ügyelnünk kell arra, hogy először az agyat és a belső szerveket, alaposan eltávolítsuk, ugyanis az ezekből visszamaradó sejtek által termelt faktorok elősegítik a fibroblaszt sejtek differenciálódását (Freshney 1994). Az adult fibroblasztok, az embrionális fejlődésen átesett állatokból származnak, azok tényleges korától függetlenül. Ezeket általában fülből, vagy a farokból izoláljuk, ugyanis ezekben található a könnyebben feltárható fibroblaszt állomány és itt a legkisebb az esély, hogy például zsírsejtek szennyezzék tenyészetünket. Felnőtt állatok esetében különös figyelmet kell fordítanunk a fertőzések megakadályozására, hiszen az itt felhasznált szövetek általában szennyeződhetnek, mind az alommal, esetlegesen fekáliával, továbbá megnő bakteriális vagy gombás fertőzések esélye. Éppen ezért a felnőtt tenyészet alapításánál ezeket a szöveteket általában anti-biotikus és anti-mikotikus kezeléseknek is alá kell vetni (1. ábra).

### 1.ábra: Sertés fibroblaszt izolálás fülszövetből

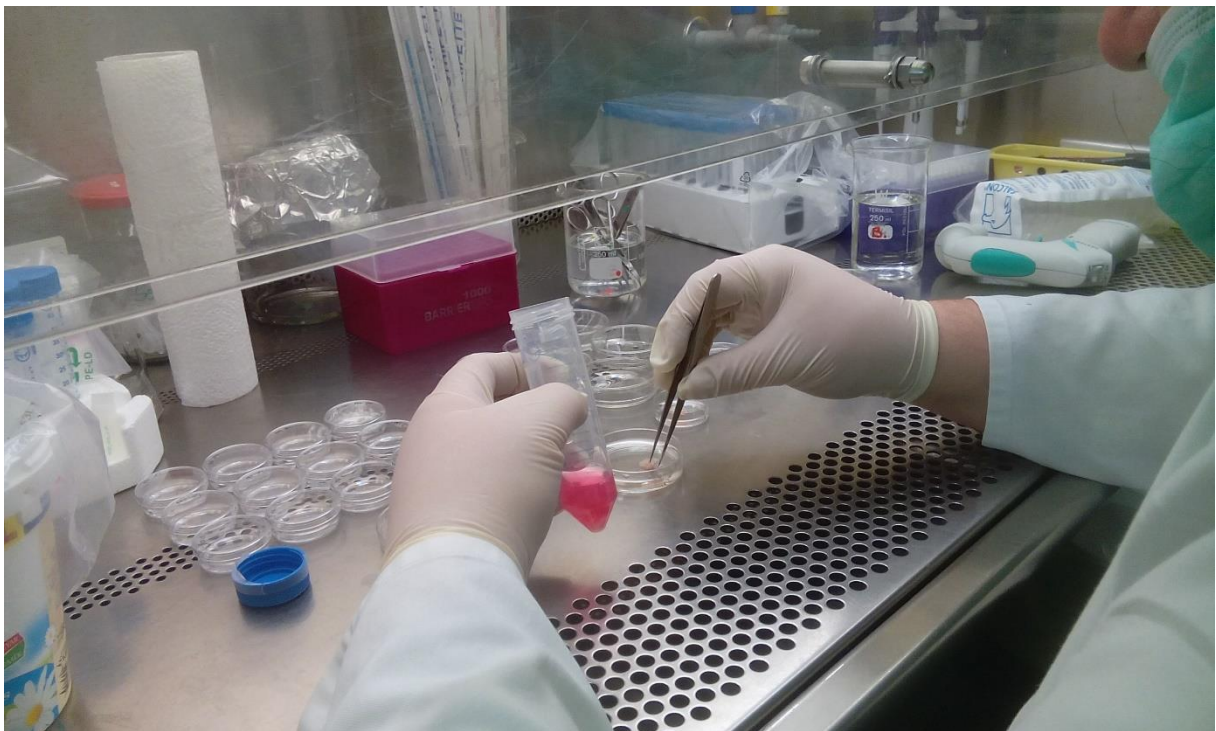


Figure 1: Porcine fibroblast isolation from ear tissue

A fibroblaszt tenyészeteket többféleképpen is felhasználhatjuk a biotechnológia keretein belül. Segítségükkel létrehozhatunk szomatikus, avagy testi sejtes klónokat (C.Kubota és mtsai, 2000). Ezzel a módszerrel kihálás szélére sodródott fajokat menthetünk meg a módszer engedélyezése esetén. Azonban a módszer hátránya, hogy a rendelkezésre álló genetikai állományt korlátozza a rendelkezésre álló sejtvonalak száma. Segítségükkel létrehozhatunk iPS sejttenyészeteket, amik gyógyászati vagy kísérleti modellek létrehozását teszik lehetővé, továbbá



hosszú generációs idejű állatoknál megkönnyítik a transzgenézis folyamatát (*W. Ruan és munkatársai 2011*).

## **Anyag és módszer**

### ***Fibroblaszt izolálás***

Kísérletek során a kocák jelölése során keletkezett fülcsipkéket használtuk fel. A szövetmintákat Knockout DMEM w/F12 alapú (GIBCO), 2,5% anti-biotikum és anti-mikotikum (GIBCO), 20% FBS (GIBCO), 1% nukleozid (GIBCO), 1% Glutamax (GIBCO), és 1% nem esszenciális aminosav (GIBCO) összetételű szállító médiumban 4 °C-on tároltuk felhasználásig. A mintákat az izolálás előtt először 70%-os etil-alkoholban mostuk 10 másodpercen keresztül, majd háromszor 2 percig steril 2,5%-os anti-biotikum-anti-mikotikum tartalmú steril DPBS-ben (GIBCO). A következő lépésben a mintákat tovább mostuk háromszor 2 percig steril DPBS-ben (GIBCO), majd eltávolítottuk a bőr felső rétegét steril eszközök segítségével. A szöveteket ezután 1mm-es darabokra vágtuk, majd II.-es típusú kollagenáz (GIBCO) és diszpáz (GIBCO) 1:1 arányú keverékében emésztettük 45 percen keresztül 37,5 °C-on Thermomixer készülékben, 350 rpm rázási sebesség mellett. Az emésztést ezután Knockout DMEM w/F12 alapú 1% penicillin-streptomycin (GIBCO), 20% FBS (GIBCO), 1% nukleozid (GIBCO), 1% Glutamax (GIBCO), és 1% nem esszenciális aminosav (GIBCO) tartalmazó adult fibroblaszt médium 1:1 arányú hozzáadásával állítottuk le. A szövet darabokat tartalmazó szuszpenziót 70 µm-es sejtszűrőn átszűrtük, majd lecentrifugáltuk. A sejt pelletet újra szuszpendáltuk 1 ml adult fibroblaszt médiumban és kihelyeztük T25-ös tenyésztőflaskára. A tenyészeteket 5% CO<sub>2</sub> tartalom mellett 37,5 °C-on tartottunk fenn.

### ***Passzálás***

Az osztódó fibroblaszt tenyészeteket bizonyos időközönként, általában két naponta, átpasszáljuk, ami eljárás során áthelyezzük a sejteket egy új tenyésztőflaskába, mely friss médiumot tartalmaz.

Az eljáráshoz szükséges médiumokat 4°C-on tároljuk, használat előtt 37°C-ra kell melegíteni vízfürdőben. Az így előkészített oldatokat tartalmazó csöveket 70%-os etil-alkohollal fertőtlenítjük, mielőtt bekészítenénk a steril fülkébe. A fibroblaszt tenyészetekről, Pasteur-pipetta segítségével eltávolítjuk a médiumot, majd 2 ml steril DPBS-sel (GIBCO) átmoszuk a tenyészeteket, majd eltávolítjuk a sejtekről. A tenyésztő flaska méretétől függően, a T25-ös flaskába 1ml, a T75-ös flaskában 2 ml 0,25%-os tripszin-EDTA (GIBCO) segítségével emésztjük a sejteket 10 percen keresztül 37,5 °C-on. Az idő letelte után a tripszines emésztést 1:2 arányú adult fibroblaszt tenyésztő médium hozzáadásával leállítjuk, majd alapos szuszpendálás után, pipettor segítségével legyűjtjük a sejtsuszpenziót 15 ml-es centrifuga csőbe. A sejtsuszpenziót 7 percen keresztül, 1200 és 1400 rpm között centrifugáljuk 4°C-on. A centrifugálás befejezése után Pasteur-pipetta segítségével eltávolítjuk a felülülő fázist a sejtekről ügyelve a pellet épségére, majd felsuszpendáljuk a sejteket 1 ml adult fibroblaszt médiumban. Ezek után a tenyésztő flaska méretétől függően, kihelyezünk 5,5ml, vagy 6,5 ml adult fibroblaszt médiumot. Az előkészített tenyésztő flaska kihelyezük az 1 ml sejtsuszpenziót, majd visszahelyezzük tovább tenyésztésre azokat a termosztátba.

### **Viabilitás mérés és immunfestés**

A tenyészetek életképességének vizsgálatához Arthur fluoreszcens sejtszámoló gép „Viabliq test” beállításán vizsgáltuk meg. A sejtszuszpenziókat propídium-jodid (Dojindo) festék hozzáadása után 15 percig inkubáltuk. A 15 perc letelte után steril DPBS (GIBCO) hozzáadásával állítottuk le a reakciót és 20 µl sejtszuszpenziót mértünk a tárgylemezekre, majd a fenn említett beállításon vizsgáltuk meg a sejteket.

Az immunfestéshez a sejteket 12 well-es platerre helyeztük ki, amiknek az aljára 0,1%-os zselatinnal (GIBCO) kezelt fedőlemezt helyeztünk. A zselatin réteg a fibroblaszt sejtek megtapadását segíti elő. A sejteket adult fibroblaszt médiumban tenyésztettük 2 napon keresztül, majd 4%-os PFA-val fixáltuk a sejteket az immunfestéshez. Az immunfestés során, sikeresen ki tudtuk mutatni az actin és a titin jelenlétét, amik jellemzően a fibroblaszt tenyészetekben megjelenő korai izomsejtek markerei.

### **Eredmények és értékelés**

Kísérletünk során 25 kocából vettünk szövetmintát, és izoláltunk fibroblasztokat. Ebből 21 sejtvonalat sikerült létrehozni és mélyhűteni. Megkezdtük a sejtvonalak karakterizálásához szükséges munkák keretén belül a viabilitási méréseket és az immunfestési vizsgálatokat.

A vizsgált tenyészetek életképessége átlagosan 97%, ami azt bizonyítja, hogy az általunk alkalmazott médium alkalmas a tenyészetek fenntartására. Az immunfestés során a vizsgált fehérjéket sikeresen ki tudtuk mutatni a mintákban (2. ábra).

#### **1. ábra Actin és Titin jelenléte fibroblaszt sejtekben**

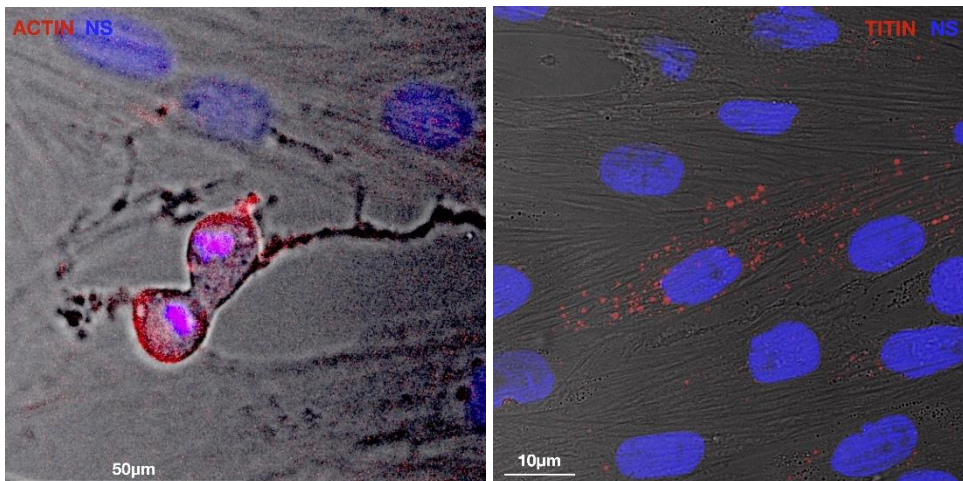


Figure2: Actin and Titin in fibroblast cells



## Következtetések és javaslatok

A jövőben folytatjuk a mintavételezést a sertés állományból. Továbbá szükségesnek érezzük a tenyésztő médium optimalizálását, hogy gyorsítsuk a sejtek osztódását. Mindezek mellett tervezzük egy adatbázis létrehozását, amivel a génbakban tárolt mintákat tudnánk könnyedén nyilvántartani. Távlati terveink között szerepel iPS tenyészetek létrehozása, melyek alkalmasak lehetnek betegség és szervmodellek létrehozására.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás az RRF-2.3.1-21-2022-00007 és a TKP2020-NKA-24 támogatásával valósulhatott meg.

## Irodalomjegyzék

- Kubota, C., Yamakuchi, H., Todoroki, J., Mizoshita, K., Tabara, N., Barber, M., Xiangzhong, Y.* (2000): Six cloned calves produced from adult fibroblast cells after long-term culture. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 97. 990–995. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.3.990>
- Komuro, T.* (1990): Re-evaluation of fibroblasts and fibroblast-like cells. *Anat. Embryol. (Berl)*. 182. 103–112.
- Van Linthout, S., Miteva, K., Tschöpe, C.* (2014): Crosstalk between fibroblasts and inflammatory cells. *Cardiovasc. Res.*, 102. 258–269.
- Ruan, W.M., Han, J.Y., Li, P., Cao, S., An, Y., Lim, B., Li, N.* (2011): A novel strategy to derive iPS cells from porcine fibroblasts. *Sci. China Life Sci.*, 54. 553–559. <https://doi.org/10.1007/s11427-011-4179-5>

## SPANYOL SZARVASMARHÁK BEMUTATÁSA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ŐSHONOS FAJTÁKRA, VALAMINT KUTATÁSUK EREDMÉNYEIRE

*Tózsér János, Vertséné Zándoki Rita, Kosztolányiné Szentléleki Andrea*

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet  
Szent István Campus, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
tozser.janos@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 20.01.2023.  
Accepted – Elfogadva: 01.03.2023.

### Összefoglalás

A tanulmány 12 spanyol őshonos, illetve megőrzésre váró szarvasmarha jellemzőit mutatja be. A szerzők ismertetik az egyes fajták származását, elterjedését, színét, súlyát és magasságát. Leírják a fajták FAO szerinti besorolását, valamint rávilágítanak a vizsgált fajták napjainkban történő hasznosítására is. A tanulmány második részében, a megvédendő spanyol szarvasmarhafajtákkal foglalkozó kutatómunkák eredményeit összegzik, a genetikai, a takarmányozási, a hústermelési és a húsminőségi témakörben.

**Kulcsszavak:** őshonos spanyol fajták, hármas hasznosítás, FAO csoportosítás, társadalmi haszon

### **Presentation of Spanish cattle, especially native breeds, and results of the research works dealing with them**

#### **Abstract**

This study presents the characteristics of 12 native Spanish cattle, and cattle to be preserved. The Authors introduce to the origin, distribution, colour, body weight and height of each breed. The classification of breeds according to FAO is described, and the utilisation of presented breeds nowadays is also emphasised. In the second part of the study, results of the research works dealing with Spanish cattle breeds to be protected are revealed in the fields of genetics, nutrition, meat production and meat quality.

**Keywords:** native Spanish cattle breeds, triple purpose, FAO classification, social benefit

## Bevezetés

A szarvasmarha-tenyésztésben – minden történelmi korszakban – szükséges volt ismerni az egyes szarvasmarhafajták jellemző értékmérő tulajdonságait. Napjainkban, amikor is a biotechnika (mélyhűtött sperma, embriók mélyhűtése, embrióátültetés stb.), illetve a biotechnológia (ivardeterminált sperma előállítás, embrió felezése, embrió klónozása) megbízható módszerei állnak a nemesítő rendelkezésére, ezek az ismeretek felértékelődnek. Az adott környezetben elérhető optimális teljesítményeket sokszor csak egy jól megválasztott keresztezési partner bevonásával valósíthatjuk meg, vagy a fajtán belül, egy más típusba sorolható tenyészállat felhasználásával.

A szarvasmarha-tenyésztésben dolgozó szakemberek igen jól ismerik a brit és angol, a francia, a belga, a német, a dán és az amerikai szarvasmarhafajtákat, azonban a spanyol szarvasmarhafajtákról kevesebb ismeretekkel rendelkezünk. Ezt tükrözik a témában megjelent hazai tankönyvek is, amelyekben csak néhány sor szerepel a texasi longhorn és a coriollo fajtákról. Ezzel szemben *Inchausti és Tagle (1962) Bovinotecnia* c. könyvében a coriollo fajta, eredetéről, elterjedéséről, külleméről, vágóértékéről, valamint használatáról Argentínában, képekkel illusztrálva, 15 oldalon keresztül tájékoztatja az olvasót.

Munkánk célja ezért az volt, hogy e tanulmány keretében röviden bemutassuk a hazai szarvasmarha-tenyésztőknek azokat a spanyol szarvasmarhafajtákat, amelyek őshonosok, és/vagy különböző szintű védelemre szorulnak.

A tanulmány első részében a spanyol szarvasmarhafajták jellemzőit ismertetjük, ezt követően pedig szemelvényekkel kívánjuk bemutatni a fajtákkal kapcsolatos kutatómunkák eredményeit.

Többé-kevésbé közismert, hogy a kiterjedt agroökológiai – és heterogén kulturális – örökség eredményeként, Spanyolország azon országok közé tartozik Európában, ahol a helyi fajták a legnagyobb változatossággal rendelkeznek. Az iparosodás során a költséghatékonyság és a globalizált piacokra történő élelmiszertermelés volt a meghatározó. Ez a folyamat fokozatosan csökkentette a helyi fajták jelentőségét. A helyi fajtákhoz kapcsolódó hagyományos gazdálkodási rendszerek versenyképességének elvesztése, és olyan tényezők, mint a vidéki területek elnéptelenedése, növelték a kihalás veszélyét az érintett fajták esetében. Ez a folyamat más európai országban is hasonlóan ment végbe.

*Pera és Arias (2022)* véleménye szerint, a spanyol helyi fajták többféle, más környezetbe is átvihető modellt kínálnak arra vonatkozóan, hogyan lehet versenyelőnyöket létrehozni és kihasználni, többek között, a fogyasztói preferenciák, a társadalmi érdekek vagy a gazdálkodási rendszer jellemzői alapján. Ebben az értelemben számos olyan tényező ismert (élelmiszerbiztonság, körforgásos gazdaság, éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás, állatok jólléte, magasabb minőséget igénylő fogyasztók elfogadása, piacorientált címkézési eljárások), amely lehetővé teszi az egyes helyi fajták megkülönböztetését a kommersz állományoktól. Spanyolország pedig azon országok közé tartozik, ahol elég nagy számban megtalálhatók megkülönböztetést lehetővé tevő rendszerek, pl. ökológiai gazdálkodás, az oltalom alatt álló földrajzi jelzés vagy az oltalom alatt álló eredetmegjelölés (*Pera és Arias, 2022*).

Az állatfajták megőrzését, fejlesztését és népszerűsítését célzó spanyol nemzeti program hozzájárul az őshonos fajták megőrzéséhez és fejlesztéséhez. Stratégiai prioritásnak tekinti a fajták és termékeik fenntartható felhasználását, valamint jövedelmezőségének javítását. Ennek érdekében hozták létre az ún. „100%-ban őshonos fajta” minőségi védjegyet (*ARCA, 2022*). Fontosnak tartották „*A spanyol helyi fajták versenyképessége*” c. kiadvány összeállítását – 12 kézirat alapján –, hogy a különböző fontos témákat áttekintsék az állattenyésztési ágazatokban. Ezekkel az ismeretekkel lehetőség nyílik az ágazat előtt álló fő kihívások kezelésére, mint például a termelési rendszerek klímaváltozáshoz való alkalmazkodására, a biológiai sokféleség



megőrzésére és a szükséges élelmiszer biztosítására, a bolygó egészségének veszélyeztetése nélkül (*Pera és Arias, 2022*).

A kis létszámmal rendelkező szarvasmarha populációk fenntartása nagy szakmai odafigyelést igényel. A fajták fenntartásával foglalkozó szakemberek – unipara fajok esetében – azt tartják, hogy optimális tenyésztésszervezéssel egy fajta fenntartható, ha rendelkezésünkre áll, 5-6 apai vonal és 300-400 nőivarú egyed. Amennyiben a Wright-féle effektív populáció mérete, azaz az  $N_e$  érték nagyobb mint 100 (nőivarú egyedek száma legalább 50, hímivarú egyedek száma legalább 50), folyamatos fenntartás esetében, a populáció biztonságosan megőrizhető. Kis létszámú állományok esetében  $N_e > 50$  érték is biztosítani tudja a genetikai diverzitás 90 %-ának fenntartását, az adott fajta biztonságos megőrzésében.

Spanyolországban járva, az egyik első dolog, amit a látogató észrevesz, hogy a spanyol vidék nagy részén a haszonállatok hiányoznak a földekről. Ez azonban a Cordillera Cantábrica és néhány más hegyvidéki régióra, például Castile y León egyes részeire, ahol a marhahús fogyasztásának nagy hagyománya van, nem igaz. Ezekben a régiókban a szarvasmarhák általában teljesen szabadon élnek, kóborolnak. Az utóbbi években a hagyományos extenzív és néha "ökológiai/organikus" szarvasmarha-tenyésztési módszerek sokkal népszerűbbé és jövedelmezőbbé váltak az atlanti-kantábriai sávban, Nyugat-Kasztíliában és a baszk, navarrai és katalán Pireneusokban is, mint korábban voltak (*http1*).

## Fajták bemutatása

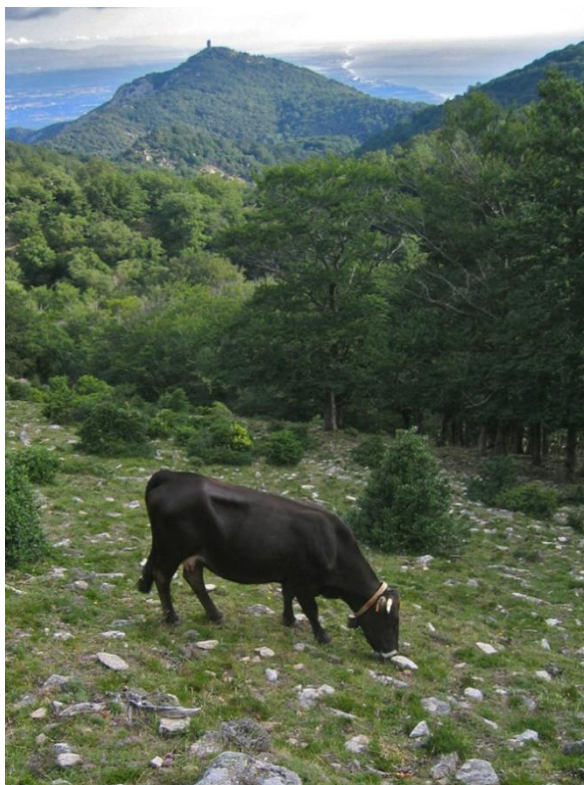
A spanyol szarvasmarhafajták főbb jellemzőit az *1.a és 1.b táblázatokban* foglaltuk össze.

Az *albera* fajtával kapcsolatos információk (*1.a táblázat, 1.kép*) általánosságban is jól jellemzik a spanyol hegyi fajták élőhelyi sajátosságát és napjainkban betöltött szerepét. Az *albera* fajta jól alkalmazkodik az Albera-hegység meredek terepéhez, rendkívüli módon ellenáll a hidegnek és egyúttal érzékeny a melegre. A szarvasmarhákat egész évben félvad körülmények között tartják, 200 és 1000 méter közötti magasságban; maguknak keresnek táplálékot, legelnek, még a bükkfák hajtásait és ágait is előszeretettel fogyasztják (*Rodríguez és mtsai, 2009*). A tartásmódból fakadóan emberekkel alig érintkeznek. Az anyatehenek két évente borjazznak, de tejük gyakran nem elég a borjúnak. A húshozamuk nagyon alacsony: vágási %-uk 35-40 körüli (*Rodríguez és mtsai, 2009*). A fajtát a környezet fenntartására használják, az aljnövényzet kiirtásával hozzájárulnak az erdőtüzek megelőzéséhez (*Raza bovina Albera, 2016*). Ennek napjainkban egyre nagyobb a társadalmi és természetvédelmi jelentősége a nyáron fellángoló erdőtüzek miatt.

A *betizu* fajta (*1.a táblázat, 2. kép*) az *albera* fajtához hasonlóan félvad körülmények között él, azonban nemcsak Spanyolországban, hanem Franciaországban is megtalálható. Navarra kormánya elhagyott területeken –, pl. Urraul Alto völgyében fekvő elnéptelenedett faluban – próbálja meg ezt a fajtát megőrizni a jövő nemzedék számára.

Az asztúriai völgyi szarvasmarhák, a spanyolországi Asturias völgyeiből származnak. Legfőképp a Vizcayai-öböl északi partvidékein és a Cordillera Cantábrica hegység lábánál fekvő folyóvölgyekben találhatók. Az *asturian valley* fajta (*3. kép*) egy különleges szarvasmarhacsoporthoz tartozik Spanyolországban, amelyet a tronco Cantábrico ("Cantabric törzs") néven ismerünk. Ez a fajtacsoport csak az Észak-Spanyolországban őshonos fajtákat foglalja magában. A fajtacsoporton belül a legnagyobb jelentősége pedig az *asturian valley*-nak van. A 19. századra a legelterjedtebb fajta volt Észak-Spanyolországban. A 20. század elején a külföldi fajták jelentős behozatala veszélyeztette; csökkentette az asztúriai völgyi állományok egyedszámát mintegy 22.000 egyedre.

**1. kép: Albera fajta**



*Picture 1: Albera cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Albera\\_\(cattle\)#/media/File:Mama%C3%AFta.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Albera_(cattle)#/media/File:Mama%C3%AFta.jpg)

**2. kép: Betizu fajta**



*Picture 2: Betizu cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Betizu#/media/File:Betizu\\_sur\\_le\\_massif\\_du\\_Xoldokogaina.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Betizu#/media/File:Betizu_sur_le_massif_du_Xoldokogaina.jpg)

### 3. kép: Asturian valley fajta



Picture 3: Asturian valley cattle breed

Forrás: <https://beef2live.com/story-cattle-breeds-spain-89-106451>

Ezek a fajták hagyományosan hármashasznosításúak voltak. A fajta súlya 600-700 kg között változik, színe a sötétbarnától a világos aranybarnáig terjed. A feje (a szemek kivételével) a has alsó részével együtt néha fehér. A fajta értéke a kiváló minőségű húsában, valamint a zsírban és fehérjében gazdag tejében rejlik. A fajta tejét felhasználják a Casín sajt előállításához. Az intenzív tejtermelő fajták behozatalával párhuzamosan, a fajta szerepe a tejiparban csökkent (Rodríguez és mtsai, 2009; Breeds Reported, 2016; Cook, 2022).

Az asturian mountain fajta (4. kép) elsősorban Asztúria keleti részén, Spanyolország északi területén, különösen a Picos de Europa hegyvonulatán található, ahol a Picos de Europa Nemzeti Park is elterül. A fajta legelőkézsége (táplálékfelvevő képessége), szaporíthatósága és kezelhetősége figyelemre méltó. A fajta casina néven is ismert húsmarha, amelynek tejét ugyancsak felhasználják a Casín sajt előállításához (Rodríguez és mtsai, 2009; Breeds Reported, 2016; Catálogo oficial de razas, 2016). A fajtát az Asztúriai Hegyi Szarvasmarhák Tenyésztőinek Spanyol Egyesülete gondozza, amely 1986-ban alakult.

### 4. kép: Asturian mountain fajta



Picture 4: Asturian mountain cattle breed

Forrás: <https://beef2live.com/story-cattle-breeds-spain-89-106451>

Az 1.a és 1.b táblázatokban összefoglalt fajtajellemzők és a forrásmunkák alapján, az alábbi megállapításokat emelnénk ki:

- A vizsgált fajták közül jónéhány esetében elmondható, hogy több megnevezése is létezik; pl. az *albera* fajtát *alberes*-nek, illetve *massanaise*-nek is hívják. A *sayaguesa* fajta (5. kép) esetében további négy név is szerepel a forrásmunkákban.
- A vizsgált 12 szarvasmarhafajta közül csak három fajta (*albera*, *betizu*, *cachena*) található meg Spanyolországon kívül más országban (Franciaországban és Portugáliában) is.

### 5. kép: Sayaguesa fajta



Picture 5: Sayaguesa cattle breed

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sayaguesa#/media/File:Sayaguesa\\_Lippeaue.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Sayaguesa#/media/File:Sayaguesa_Lippeaue.JPG)

- A kis populációk esetében fontos információ a FAO minősítése az adott fajtára vonatkozóan. A veszélyeztetett-fenntartott kategóriába találjuk: pl. az *albera*, a *menorquina* (6. kép), a *palmera* (7. kép) és a *sayaguesa* fajtákat. A nem veszélyeztetettek közé kerültek: *bruna dels pirineus*, *monchina*, *pirenaica*, *galician blond* (8-11. kép). Veszélyeztetett csak egy fajta volt: a *terreña* (12. kép). Kihaltnak nyilvánították a *pasiega* fajtát 2007-ben, azonban egy másik információs rendszer (DAD-IS) 2020-ban ugyanezt a fajtát már a veszélyeztetett kategóriába sorolta – úgy tűnik tehát, hogy a fajta állományát sikerült megmenteni. Arra is volt példa, hogy a *betizu* fajta Spanyolországban a fenntartott, Franciaországban pedig a kritikus minősítést kapta. A *pirenaica* fajtáról 1975 környékén még úgy tudtuk, hogy veszélyeztetett fajta, ma már azonban a nem veszélyeztetett kategóriában találjuk. A *monchina* fajta esete is említésre méltó, mert a FAO a nem veszélyeztetett kategóriába sorolta 2007-ben, viszont 2021-ben a DAD-IS értékelésében már a veszélyeztetett-fenntartott minősítéssel szerepelt.
- A fajták hasznosításának tekintetében szintén változatos a helyzet. A fajták kialakulásának kezdetén a hármas hasznosítás (tej, hús és igavonás) volt a természetes. Napjainkban azonban a hústermelés és a természetvédelmi hasznosítás a jellemző (pl. *albera*). Vannak olyan fajták, amelyeket legfőképpen hústermelés céljából hasznosítanak: pl. *galician blond*. A tejtermelés – kizárólagos célként – csak a *menorquina* fajta esetében jelent meg. Mindezek mellett, néhány, elsősorban hústermelés céljából tartott fajta esetében (*monchina* és a *galician blond*) előfordul, hogy a tejükből földrajzi eredetvédelem alatt álló sajtokat készítenek, amelyek a fogyasztók körében igen kedveltek. Nagyon különleges a *palmera* és *sayaguesa* fajták helyzete is; ezeket ugyanis a hagyományos kőhúzó versenyeken, illetve különböző

fesztiválokon (fogathajtás) használnak. A különféle hasznosítási irányok azt bizonyítják, hogy a fajtával foglalkozó gazdák és a tenyésztő szervezetek – a helyi sajátosságokat ismerve és kihasználva – megpróbálják a legtöbb hasznot nyújtani a társadalom számára, kedvelt szarvasmarhafajtájuk fenntartása során.

- A *menorquina* fajta szarvatlan, a többi vizsgált fajta viszont szarvalt. Kicsi szarvval rendelkeznek az *albera* és a *pasiega* fajták, viszont a *cachena* fajta széles és hosszú szarvakkal bír.
- A megőrzendő fajták kifejlettkori élősúlya szintén változatos: vannak fajták, amelyek esetében a tehenek súlya 275 kg (pl. *albera*), más fajtákban viszont (pl. *bruna dels pirineus*: 600 kg) a nőivarú egyedek jóval nagyobb súlyúak. Az adatok szerint a legkisebb, illetve a legnagyobb testméretű fajták a *cachena* (mindkét ivar <110 cm), illetve *sayaguesa* (bika: 158 cm, tehen: 154 cm).
- A tenyésztői munka velejárója, hogy az adott fajtát tartó gazdák tenyésztő szervezetet hoznak létre, a fajta nemesítése és állománylétszámának növelése érdekében. A vizsgált fajták tekintetében, a tenyésztő szervezetek 1998-2006 között jöttek létre. Azokban az esetekben, amikor egy fajtára vonatkozóan több tenyésztő szervezet is létezett, egy tenyésztő szövetségbe szervezték azokat, pl. *pirenaica* és *bruna dels pirineus* fajták esetében.
- Az egyes fajták hivatalos elismerésére általában 1-3 évvel a tenyésztő szervezet megalakulása után került sor. Ez természetesen fontos és szükséges mérföldkő volt a tenyésztők számára.

Összegezve megállapíthatjuk, hogy Spanyolországban az őshonos és megvédendő szarvasmarhafajtákat országos, régiós és járási szinten egyaránt nagy becsben tartják, ugyanis ezek a régi fajták, értékmérő tulajdonságaik alapján és a történelmi hagyományok okán is, megérdemlik, hogy megőrizzék ezeket a jövő generáció számára. A fajtamegőrzési munka azért is példaértékű, mert megpróbálja megtalálni az egyes fajták szerepét napjaink világában.

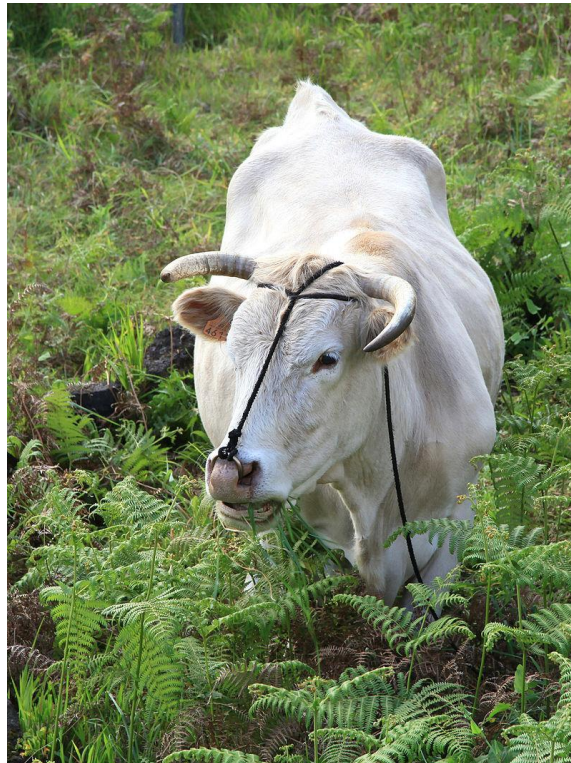
#### 6. kép: Menorquina fajta



Picture 6: Menorquina cattle breed

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Menorquina\\_cattle#/media/File:Vaca\\_menorquina.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Menorquina_cattle#/media/File:Vaca_menorquina.jpg)

### 7. kép: Palmera fajta



*Picture 7: Palmera cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Palmera\\_cattle#/media/File:La\\_Palma\\_-\\_Brena\\_Alta\\_-\\_Carretera\\_San\\_Isidro\\_-\\_Palmera\\_03\\_ies\\_cropped.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Palmera_cattle#/media/File:La_Palma_-_Brena_Alta_-_Carretera_San_Isidro_-_Palmera_03_ies_cropped.jpg)

### 8. kép: Bruna dels Pirineus fajta



*Picture 8: Bruna dels Pirineus cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bruna\\_dels\\_Pirineus#/media/File:Vaca\\_bruna\\_dels\\_Pirineus.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Bruna_dels_Pirineus#/media/File:Vaca_bruna_dels_Pirineus.jpg)

**9. kép: Monchina fajta**



*Picture 9: Monchina cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Monchina#/media/File:Sementales\\_H-B\\_monchina\\_\(cropped\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Monchina#/media/File:Sementales_H-B_monchina_(cropped).jpg)

**10. kép: Pirenaica fajta**



*Picture 10: Pirenaica cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pirenaica#/media/File:Vacas\\_pirenaicas\\_Hualde...jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Pirenaica#/media/File:Vacas_pirenaicas_Hualde...jpg)

**11. kép: Galician Blond fajta**



*Picture 11: Galician Blond cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rubia\\_Gallega#/media/File:Dende\\_a\\_Garita\\_de\\_Erbeira\\_02.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Rubia_Gallega#/media/File:Dende_a_Garita_de_Erbeira_02.JPG)

**12. kép: Terreña fajta**



*Picture 12: Terreña cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Terre%C3%B1a#/media/File:Behi\\_terre%C3%B1a\\_zumaian.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Terre%C3%B1a#/media/File:Behi_terre%C3%B1a_zumaian.jpg)

**13. kép: Corriente fajta**



*Picture 13: Corriente cattle breed*

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Corriente#/media/File:Corriente\\_cattle\\_white\\_belly.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Corriente#/media/File:Corriente_cattle_white_belly.jpg)



## Kutatási eredmények bemutatása, szemelvények alapján

### *Szaporodásbiológia*

*Piedrafita és mtsai* (2000) a *bruna dels pirineus* húsmarhafajtában vizsgálták a vemhességi idő hosszát, a fedeztetési időszakban bekövetkezett párzás időpontjának függvényében. Öt fedeztetési időszakot nyomon követve, összesen 359 vemhességet elemeztek. Ez alapján, az átlagos vemhességi idő természetes pároztatás esetén 288,6 nap volt. Kimutatták továbbá, hogy a vemhesség hossza szignifikánsan nőtt ( $p < 0,05$ ) – kb. 1,5 nappal – azoknál a teheneknél, amelyeket a tenyészszezon utolsó kétharmadában fedeztek. A házasításnak az ellések szinkronizáltságára gyakorolt hatását ugyancsak tárgyalták a tanulmányban.

### *Küllemi bírálat*

Hiánypótló munkát végeztek *Gutiérrez és Goyache* (2002), ugyanis az *asturiana de los valles* húsmarhafajta 5868 egyedének küllemi bírálati adatait (tíz típustulajdonságot és végső pontszámot) elemezték. A tulajdonságokat két osztályba sorolták: (i) a csontváz- és izomfejlődést értékelő tulajdonságok és (ii) a fajtastandardhoz kapcsolódó tulajdonságok. Az öröklődés mérsékelt és alacsony,  $h^2 = 0,04$  és  $0,26$  közötti volt. A tulajdonságok közötti genetikai összefüggések általában azonos irányba mutattak, de a fenotípusos korrelációk szorosabbak voltak a genetikai korrelációknál. A Szerzők szerint, az elemzett tulajdonságok genetikai változatossága indokolná a küllemi bírálat beépítését az *asturiana de los valles* húsmarhafajta – tenyészbikákra vonatkozó – szelekciós programjába. A jelenlegi típusosztályozási rendszer főbb jellemzőit is kritizálták. Felhívták a figyelmet arra, hogy a küllemi bírálat felülvizsgálata előtt, ajánlott ismerni a típusok és a gazdaságilag fontos termelési és szaporodásbiológiai tulajdonságok közötti (ko)variánciákat.

### *Genetikai vizsgálatok*

Spanyolország északi, nedves területein élő szarvasmarhafajták (*asturiana de los valles*, *rubia gallega* és *pirenaica*) izomhipertrófiáját vizsgálta *López de Torre és Hernández* (1982). Leírták a fajták jellemzőit, és az apai fajták tenyészhértékét értékét is számszerűsítették. Az *asturiana* és *pirenaica* fajták esetében a tenyészbikákat a duplafarúságra szelektálják. Ezeket a bikákat, illetve a bikák ondóját a terminál keresztezésekben, mesterséges termékenyítés során használják, hiszen kiváló tulajdonságú hasított testet örökítenek, amelynek az ára is kedvezőbb. Ennek ellenére a fajtatiszta tenyésztési programokban nem javasolják széles körű használatukat, a szaporodásbiológiai teljesítményre gyakorolt kedvezőtlen hatásuk miatt. A Szerzők ugyanakkor szükségesnek tartanának kutatási programot indítani az említett fajtákban, a duplafarúság részletesebb vizsgálatára. Információnk azonban nincsen arról, hogy ez később megvalósult volna.

*Gutiérrez és mtsai* (2003) nyolc spanyol őshonos húsmarha populáció (fajta) genetikai szerkezetét vizsgálták, törzskönyvi adatok alapján. A vizsgált populációk a következők voltak: *alistana* és *sayaguesa* (kis létszámú fajták), *avileña-negra ibérica* és *morucha* (ún. "dehesa" fajták), valamint hegyi fajták (*asturiana de los valles*, *asturiana de la montaña*, *pirenaica*). A *bruna dels pirineus* fajta olyan tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek megnehezítik az előbbi csoportokba való besorolását. A fajták között nagy volt a különbség mind az állatlétszámban, mind a tenyészetek számában. A generációs intervallumok 3,7 és 5,5 év között változtak. A beltenyésztett populáció mérete kicsi volt ( $n = 21-127$ ), különösen a hegyi típusú fajtákban. Az ezekre a fajtákra számított átlagos rokonsági együttható azt mutatta, hogy a tenyészállatok gulyák közötti cserélődése kismértékű volt, következésképpen a beltenyésztettség kedvezően alakult. Az alapítók és ősök létszáma szintén változó volt a fajták között. Általában azonban ezeket a fajtákat úgy tartják számon, hogy kevés tenyészállattól ( $n = 25-163$ ) származnak.

Az őshonos állatfajták genetikai szerkezetére és változatosságára vonatkozó információk elengedhetetlenek a hatékony fajtavédelmi programokhoz. *Martín-Burriel és mtsai* (2007) öt spanyol veszélyeztetett szarvasmarhafajtának (*betizu*, *mallorquina*, *menorquina*, *monchina* és *serrana de teruel*), valamint két viadorbika populációnak (*casta navarra* és *casta vistahermosa*) a molekuláris genetikai jellemzőit vizsgálták, 30 mikroszatellit marker alapján. Az elvadult és kritikusan veszélyeztetett *betizu* két alpopulációra oszlik, amelyek közül az egyik kivételesen alacsony diverzitás értékkel rendelkezik. Alacsony számú allélt a *mallorquina* elszigetelt populációjában is megfigyeltek. Bár a populáció kis mérete és genetikai sodródása jelentős eltérést okozott a fajták között, a filogenetikai elemzés összhangban van a történelmi és földrajzi adatokkal. Az elemzés alapján, a három észak-spanyol vadon élő fajta, a *betizu*, *menorquina* és *monchina* egy csoportba került. A helyi *casta navarra* harci fajta viszonylag közel áll a beltenyésztettebb *casta vistahermosa*-hoz, amely a legtöbb spanyol harci bika őse. A nem veszélyeztetett fajtákkal való összehasonlítás arra utal, hogy a *serrana de teruel* fajtában az alpesi és/vagy pireneusi hegyi szarvasmarhák keverednek, ami a kiegyensúlyozatlan kapcsoltságokat eredményezett ebben a populációban.

*Amaro és mtsai* (2012) 27 kreol populációból, 39 ibériai, 9 európai és 6 zebu fajtából vettek mintát. Mikroszatellit markerek segítségével feltárták a *kreol* szarvasmarhák eredetét, és megvizsgálták a különböző fajták genetikai szerkezetére gyakorolt hatását. A *kreol* szarvasmarhák genetikailag leginkább Dél-Spanyolország és Portugália fajtáitól származnak – ezt történelmi események helyszínei (hódításokra induló hajók kikötői) is alátámasztják. Ez az ibériai származás azonban némi afrikai befolyást is magában hordoz, mivel az afrikai szarvasmarhák jelentős szerepet játszottak az ibériai fajták kialakulásában. Ezenkívül, az Amerikába importált afrikai szarvasmarhák *kreol* szarvasmarhákra gyakorolt közvetlen hatása sem vethető el. Az ibériai hatáson túl, más európai fajtákkal történő keresztezés csekély volt. A trópusi területekről, különösen a Karib-térségről származó *kreolok* egyértelműen a *zebuval* való „keveredés” jeleit mutatták.

Közel öt évszázaddal azután, hogy a *kreol* szarvasmarhákat először Amerikába vitték, még mindig erőteljesen és túlnyomóan az ibériai őseik jegyeit hordozzák. A *kreol* fajták nagymértékben különböznek egymástól, mind genetikai felépítésükben, mind más fajták hatásaiban. Erőfeszítéseket kell tenni annak érdekében, hogy elkerüljék kipusztulásukat, illetve további genetikai eróziójukat, amely veszélyeztetné a környezeti feltételek széles skálájához való évszázados szelektív alkalmazkodást (*Amaro és mtsai*, 2012).

*Rodero és mtsai* (2013) három veszélyeztetett spanyol szarvasmarhafajtában (*berrenda en colorado*, *berrenda en negro*, *cardena andaluza*) vizsgálták meg a hús puhaságáért felelős két gént (CAPN1 és CAST) és egy zsírraktározásért (DGAT1) felelős allél és genotípus gyakoriságát. Az említett fajtákból 75 hímivarú és 298 nőivarú egyedet genotipizáltak. Megbecsülték az egyes polimorf lokuszok genotípus- és allélgyakoriságát. Szignifikáns különbségek voltak a fajták genotípus gyakoriságában a CAPN1 és DGTA1 génekben, valamint a génfrekvenciákban a CAPN1, CAST és DGAT1 génekben. A három elemzett fajta, magas allélgyakoriságot mutatott a három marker megfelelő alléljában (0,41-0,75). A húsminőségbeli különbségekkel való összefüggés vonatkozásában, a genotípus- és allél gyakorisági eloszlásokban a nemek között nem volt különbség. Ez előnyös a párosítási terv készítése során, ugyanis a génmegőrzési programban használt kiváló apák javító hatásukat rövid időn belül ki tudják fejteni.

### Takarmányozás

A száraz, hegyvidéki területeken élő gazdálkodók úgy alakítják ki gazdálkodási stratégiájukat – különböző takarmányok vagy különböző fajták használatával –, hogy állattenyésztésük hatékonyságát javítsák. *Rippol és mtsai* (2013) vizsgálták a fajta (*parda de montaña* vs. *pirenaica*) és a takarmányozás [réti legeltetés vs. teljes takarmánykeverék (50%

lucerna, 40% kukoricaszem, 10% szalma)] hatását a tinók hasított féltestére és húsminőségére. A *parda de montaña* nagyobb mennyiségű intramuszkuláris zsírt tartalmazott ( $P<0,01$ ), mint a *pirenaica*. A takarmányozás nem befolyásolta a hasított test zsírjának színét, de a zsírsavösszetételt kismértékben módosította. A teljes takarmánykeverékkel etetett tinók esetében növekedett a 10. borda zsírtartalma ( $P<0,001$ ). A koncentrátumokkal történő kiegészítés növelte a takarmányozás energiakonzentrációját és javította a vágási százalékot. Mindkét fajta hasított féltestje hasonló tulajdonságokkal rendelkezett. A fogyasztók inkább a *pirenaica* fajtaból származó marhahúst részesítették előnyben, az omlóssága/puhasága miatt. A fogyasztók nem tettek különbséget a különbözően takarmányozott állatok húsa között. A húsímádó fogyasztók azonban, inkább a hűtőben, 4 °C-on 15 napig érlelt húst preferálták, a 8 napig érlelt hússal szemben.

*Horcada és mtsai* (2016) tanulmányukban, két takarmányozási rendszer (hagyományos koncentrátum plusz gabonaszalma vs. teljes takarmánykeverék: TMR) hatását vizsgálták meg – a kereskedelmi súlyban levágott – sovány marhahúst termelő fajták húsának zsírsavösszetételére. *Charolais* ( $n=60$ ), *limousin* ( $n=60$ ), valamint az őshonos *retinta* fajtájú ( $n=60$ ) bikákat koncentrátummal és gabonaszalmával, illetve kukoricaszilázzal és koncentrátum keverékével takarmányoztak, és istállózott körülmények között tartottak. A TMR-rel etetett fiatal bikák húsa nagyobb százalékban tartalmazott telített zsírsavat, mint a koncentrátummal és búzaszalmával etetett bikák húsa. A koncentráltabb takarmányban részesült *retinta* bikák intramuszkuláris zsírja magasabb egyszeresen telítetlen (587,3 mg/100 g ehető hús) és alacsonyabb többszörösen telítetlen zsírsavtartalommal (221,0 mg/100 g ehető hús) rendelkezett, a teljes takarmánykeveréket kapott *retinta* bikák zsírjához képest. A francia fajtákban nem volt kimutatható a takarmányozási rendszer hatása a zsír zsírsavprofiljára. Az ember egészséges táplálkozása szempontjából kedvező zsírsav százalékos aránya magasabb volt (70,3%) az őshonos fajtában, mint a francia fajtákban (69,1%). A kapott eredmények alátámasztják, hogy a genetikai háttér fontos szerepet játszik a különböző takarmányozási rendszerrel nevelt szarvasmarhák húsának zsírsavprofiljára.

#### *Hasított féltestek és vágóérték*

*Piedrafita és mtsai* (2003) nemzetközi együttműködésben 10 franciaországi és spanyolországi húsmarhafajtából, összesen 70 fiatal bikát értékelt, a növekedési és a hasított féltest minőségi tulajdonságai alapján. Nagy különbségek voltak a két ország fajtái között és az országokon belül is. A Spanyolországban levágott állatok súlya 444 kg és 551 kg között mozgott, míg ugyanez Franciaországban 610 kg és 750 kg között volt. A növekedés lineáris tendenciát mutatott; a napi súlygyarapodás 1,03-1,65 kg/nap között változott. A spanyol populációk közül, az *asturiana de los valles* és a *pirenaica* fajta esetében mérték a legtöbb izomzatot (körülbelül 75%) és a legkevesebb zsírt (8-10%) a hasított féltestben, míg az *avileña-negra ibérica*, *morucha* és *retinta* fajta ezekben a jellemzőkben a leggyengébb eredményt mutatta (60-65% izom és 17-19% az összes zsír a 6. bordánál). A *bruna dels pirineus* és *asturiana de la montaña* fajták pedig egy köztes eredményt értek el.

A francia fajták, az *aubrac*, a *gasconne* és a *salers*, meghaladták a 73%-ot az izomtömegben, míg az összes zsír 7,6% és 10% között alakult. A *salers* fajta egyben a leghosszabb és legvékonyabb hátulsó végtagot mutatta. A hasított féltestek jellemzői közötti általános összefüggések megerősítést nyertek. A hosszabb hasított féltestek általában nemkívánatos küllemmel és kövérséggel párosultak. A csonttartalom egyértelműen negatív összefüggésben volt a hasított féltest küllemével és izommennyiségével.

*Alberti és mtsai* (2005) összefoglaló tanulmányukban, hét spanyol szarvasmarhafajtába tartozó bikát ( $n=159$ ) vizsgáltak. A bikákat ugyanolyan körülmények között tartották, és koncentrátummal etették. A vágások két kereskedelmi súlyban történtek (borjú és fiatal bika). A hasított féltestek súlya és a vágómarha minősítése közötti kapcsolatot

értékelték. Az elemzés egyértelműen elkülönítette a kereskedelmi típusokat, függetlenül attól, hogy a hasított féltest súlya szerepelt-e az adatok között. A kereskedelmi típusokon belül, a vizsgált fajták három csoportba kerültek, az izomltság és a hasított féltest minősítése (pontszáma) alapján: kiváló hústermelő fajták (*asturiana de los valles* és *rubia gallega*), közepes hústermelők (*parda alpina* és *pirenaica*) és gyenge hústermelő fajták (*avileña*, *retinta* és *morucha*). A hasított féltest hossza és szélessége mellett, a láb kerülete és szélessége (izomltsága és fejlettsége) is alapvetően megkülönböztette ezt a három féltesttípust. A fajták közötti eltéréseket a testfelépítésükkel magyarázták, amelynek értékei pozitív összefüggésben voltak az izomltsággal és a hasított féltest küllemével.

### Húsminőség

*Insausti és mtsai* (1999) öt őshonos spanyol szarvasmarhafajta steak húsának jellemzőit értékelték háromféle csomagolási és tárolási módszerrel: (a) 15 napig vákuumban, (b) 15 napig módosított légkörben (MAP) (60% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub> és 10% N<sub>2</sub>) és (c) 10 nap vákuum + 5 nap MAP alatt. Meghatározták a CIE L\*a\*b\* értékeit, valamint a színelítettség (C\*) és a színezet (H\*) értékeit, továbbá a miooglobin, oximiooglobin és metmiooglobin relatív koncentrációját a hús felszínén. A szín érzékszervi értékelését 0, 5, 10 és 15 nappal a csomagolás után végezték. A MAP alatti marhahús nagyobb világosságot (L\*) és színezetet (H\*), valamint alacsonyabb vörösséget (a\*) és színelítettséget (C\*) mutatott, a vákuum alatti marhahúshoz képest. A MAP alatti marhahús színe, 15 napos tárolás után, nem volt elfogadható, a metmiooglobin magas koncentrációja miatt. Az öregedésből adódó fajtabeli különbségek mutatója a sárgaság (b\*) volt, míg a fajták közötti színelítettségeket az L\*, a\* és H\* értékek mutatták. A Szerzők megállapították, hogy a csomagolás körülményei nagyobb hatással vannak a marhahús színére, mint a fajta, ugyanakkor a fajtabeli különbségek a csomagolás módjával változhatnak. Összegezve tehát, a csomagolt marhahús minőségének fő meghatározói: a csomagolás módja és a fajta együttesen.

Egy másik munka során, a módosított levegőbe (60% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub> és 10% N<sub>2</sub>) történő csomagolás és tárolás hatását vizsgálták hat spanyol szarvasmarhafajta (*asturiana de los valles*, *morucha*, *parda alpina*, *pirenaica*, *rubia gallega* és *retinta*) steak húsának jellemzőire (*Insausti és mtsai*, 2001). A csomagolás előtt (0. nap) és azt követően mérték a vízvesztésüket, a pH-t, a tiobarbitursav értékeket (TBA), az aerob lemezek számát, a tejsavbaktériumok és az Enterobacteriaceae baktériumok számát, a CIE L\*a\*b\* színértékeket, valamint elvégezték a szín és a szag érzékszervi értékelést is (5, 10 és 15 napos tárolási idő alatt). A pH értéke 5,3 és 5,6 között változott. A tejsavbaktériumok és az Enterobacteriaceae baktériumok száma 10<sup>7</sup> CFU/g alatt voltak. Az L\* nőtt, míg az a\* csökkent a tárolási idő növekedésével (P<0,05). A marhahús érzékszervi (szín és szag) vizsgálattal meghatározott maximális eltarthatósági ideje a *retinta* fajtaból származó hús esetében az 5. és 10. nap között, ezzel szemben a többi fajtaból származó hús esetében a 10. és 15. nap között volt. Az eltarthatóságot valószínűleg a lipoxidáció gátolta a vizsgálatban.

Különböző spanyol szarvasmarhafajtában (*asturiana de los valles*, *morucha*, *parda alpina*, *pirenaica* és *retinta*), 30 fiatal bika intramuszkuláris zsírjának lipidösszetételét is vizsgálták (*Insausti és mtsai*, 2004). A bélszínből készült steak húsokat 60% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub> és 10% N<sub>2</sub> összetételű, módosított levegőbe csomagolták, és 0, 5, 10 és 15 napig tárolták és érlelték. Vékonyréteg-kromatográfiával elvégezték a lipidek csoportfrakcionálását, gáz-kromatográfiával pedig meghatározták a zsírsavösszetételét. Az *asturiana de los valles* fajtaból származó hús magas foszfolipid- és koleszterin-tartalommal, valamint alacsony triglicerid-tartalommal rendelkezett, amely alacsony intramuszkuláris zsírtartalomra utal. Ezenkívül, e fajta húsa magas FFA-tartalommal rendelkezett, amely valószínűleg a foszfolipidek lipolíziséből származott. Öt nap elteltével viszont az FFA csökkent, ugyanis feltehetően más vegyületekké alakult át. Az *asturiana de los valles* fajta alacsony intramuszkuláris

zsírtartalmának köszönhetően kiemelkedett a többi fajta közül. A *morucha* fajta esetében magas MUFA és mirisztinsav (C14:0) tartalmat határoztak meg, amely valószínűleg a magas intramuszkuláris zsírtartalomból adódott. A zsírsavösszetételt tekintve, a tárolási nap hossza nem volt hatással egyik vizsgált zsírsavtartalomra sem, kivéve a gamma-linolénsavat (C18:3 $\omega$ 6), amely az *asturiana de los valles* fajtában a tárolás első 5 napjában nőtt. A zsírsavösszetételre vonatkozóan, az *asturiana de los valles* fajtában mutatták ki a legmagasabb PUFA/SFA arányt, míg a *parda alpina* és a *morucha* alacsony  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 aránnyal, de magas dokozahexaénsav-tartalommal (C22:6 $\omega$ 3) rendelkezett. Végül pedig a dokozahexaénsav és a palmitinsav jelenléte a magasabb intramuszkuláris zsírtartalommal volt összefüggésben.

*Serra és mtsai* (2008) a longissimus thoracis izom szenzoros jellemzőit, valamint ezek kapcsolatát vizsgálták a húsminőségi jellemzőkkel, fagyasztott hús felolvasztása után, három helyi spanyol fajta esetében: *bruna dels pirineus* (n= 69), *avilen~a-negra iberica* (n= 70) és *morucha* (n= 70). A legnagyobb víztartó képességet, felolvasztási veszteséget és hem pigment tartalmat (P<0,001) a *morucha* fajtában mérték. Nem találtak különbséget a nedvesség- és fehérjetartalomban a fajták között. Az *avilen~a-negra iberica* fajtában tapasztalták a legmagasabb intramuszkuláris zsír (P<0,05) és teljes kollagén tartalmat (P<0,001), míg a *bruna dels pirineus* fajtában a legalacsonyabb intramuszkuláris zsírtartalmat (P<0,05) és a legmagasabb kollagén oldhatóságot (P<0,001). Kimutatták, hogy az *avilen~a-negra iberica* húsának íze és érzékenysége szignifikánsan kedvezőbb (P<0,01) volt, a *bruna dels pirineus* és *morucha* állatok húsához viszonyítva. A *morucha* fajta húsában állapították meg a legalacsonyabb víztartalmat (P<0,001), amit a nagyobb felolvasztási veszteség bizonyított. Mindhárom fajta esetében, negatív összefüggés volt a felolvasztási veszteség és a lédúság között, valamint a főzési veszteség és a lédúság között (P<0,05). Megállapították továbbá, hogy a három fajta szignifikánsan (P<0,05) különbözött egymástól az érzékszervi tulajdonságokban, ami indokolja, hogy az oltalom alatt álló földrajzi jelzéssel rendelkezzenek (OFJ).

Egy tanulmányban *Peña és mtsai* (2013) *charolais*, *limousin* és *retinta* bikák esetében határozták meg a rostélyos márványozottságát, friss és megfestett mintákon (n= 180). Megfigyelték, hogy a képelemző programmal becsült intramuszkuláris zsír mennyisége nagyobb volt (P<0,05) a kémiai elemzéshez képest. A festés szignifikánsan befolyásolta (P<0,05) a márványozott területet. A fajta szignifikáns hatással volt (P<0,05) a márványozottság egyes mennyiségi jellemzőire, ugyanakkor az izomrostok közötti zsír eloszlására és szerkezetére nem (P>0,05). A *retinta* fajta húsa soványabb volt, valamint kevésbé volt márványozott (P<0,05), mint a francia fajták. Az eredmények pozitív korrelációban (r= 0,183-0,465) voltak az USDA márványozottsági pontszámával és az intramuszkuláris zsír képi és kémiai elemzésének adataival is.

A modern állattenyésztés kihívása az őshonos génállományok megőrzése. Az állatfajták megőrzése során felmerül a termelésben betöltött szerepük vizsgálata is. A kihalással fenyegetett spanyol őshonos szarvasmarhafajták megmentése céljából lényeges szempont termelési lehetőségeik kihangsúlyozása. Elsőként *Horcada-Ibáñez és mtsai* (2016) tanulmánya mutatta be a *pajuna* fajtájú, két éves növendékmarha (n= 23) húsminőségének alakulását. Az állatokat kétféle termelési rendszerben: félig extenzíven (fű- és takarmánykoncentrátum, SEM) és extenzíven (állandó legeltetés, EX) tartották. Elemezték a húsminőségi tulajdonságok változásait az érés 7., 14. és 21. napján. Fogyasztók egy véletlenszerű csoportja értékelte a két eltérő nevelésű egyedek húsának élvezeti értékét az érés különböző fázisaiban. A növendékek húsminőségi paraméterei hasonlóak voltak a többi spanyol őshonos fajtaéhoz. Az EX rendszerből származó hús sötétebb volt, és nagyobb mennyiségű többszörösen telítetlen zsírsavat tartalmazott, mint a SEM rendszerben előállított hús (13,90%, illetve 7,14%). Az érési folyamatok során, mindkét termelési rendszer esetében, nőtt a hús világossági értéke (L), valamint a víztartó képessége és puhasága. A hús legfontosabb minőségi változásai az érés első

14 napjában következtek be. Az ezt követő időszakban figyelték meg a húsok legjobb minősítési pontszámait.

### *Spanyol szarvasmarhák szerepe az USA-ban*

Érdekes tanulmányt tett közzé *Sponenberg és Olson* (1992) a spanyol gyarmatosítás, Amerikai Egyesült Államok szarvasmarha-tenyésztésére gyakorolt hatásáról. Az Egyesült Államokban, a spanyol gyarmatosítás korszakából eredeztethető szarvasmarhák száma kicsi. Spanyol szarvasmarhák először délnyugatra kerültek, majd az USA délkeleti részén terjedtek el, családi farmokon. A délnyugati és a délkeleti populációk idővel elszigetelődtek egymástól, és különálló szarvasmarhafajtákká fejlődtek. A délnyugati állományból lett a *texas longhorn* fajta. A *texas longhorn* jól alkalmazkodott a száraz és extenzív körülményekhez, néhány állomány viszont párás viszonyok közé került, a Kaliforniai-öböl partjára. Ezek az állományok külön típust alkottak, melynek jellemzője a kis- és közepes testméret, valamint az eltérő színezet volt. Az eredeti típus küllemét a nagy ráma és gyenge izmoltság jellemezte, amelyen aztán szelekcióval változtattak. A tehének hosszú élettartammal és jó termékenységgel rendelkeztek. Az állatokat zord környezetben használták. A délkeleti populációból csak nemrég alakították ki a *florida cracker* fajtát. Ezt az állományt – a *texas longhorn*-hoz viszonyítva – a kisebb méret és a kompaktabb testfelépítés jellemzi, változatos színezettel és szarvakkal. Jól alkalmazkodtak a nedves, szubtrópusi környezethez. Hosszú élettartamuk, termékenységük és a parazitákkal szembeni ellenálló képességük miatt kedvelik ezt a fajtát. Történelméből fakadóan, a fajta hasznosítása közé tartozik az ökrök előállítás, ezenkívül erdészeti és mezőgazdasági célokra, valamint tej és marhahús előállítására használják (*Martínez és mtsai*, 2012).

*Worcester* (1952) egy korai munkájában számolt be arról, hogy az 1830-as években és azt követően a spanyol és angol szarvasmarhák csak kismértékben keveredtek egymással. Az amerikai polgárháború után a félvad texasi hosszúszarvú egyedek, külön fajtává alakultak. Viselkedési jellemzőikben a spanyol marhákra hasonlítottak, ugyanakkor magas brit vérhányaddal rendelkeztek. Az öreg tinóknak (négyévesek és idősebbek) rendkívül hosszú szarvaik voltak. A háború utáni időkben ezek a hosszúszarvú állatok nagy létszámban voltak jelen az állományokban, emiatt pedig az a tévhit terjedt el, hogy minden texasi szarvasmarha szokatlanul hosszú szarvakkal rendelkezik.

Az amerikai *kreol* szarvasmarhák feltehetően az Ibériai-félszigetről, a gyarmatosítás és a betelepítés időszakában, a különböző útvonalakon bevitt állatoktól származtak. Ugyanakkor az Afrikából közvetlenül behozott szarvasmarhák hatásai is érvényesültek ebben a populációban. Az európai szarvasmarha, amely a 18. században került Amerikába, és az indiai *zebu* későbbi betelepítése veszélyeztette a *kreol* populációk fennmaradását. A populációk egy része szinte teljesen eltűnt, vagy egzotikus fajtákkal keveredett (*Martínez és mtsai*, 2012). *Amaro és mtsai* (2012) felhívták a figyelmet arra, hogy a *kreol* szarvasmarhák génmegőrzési programjának kialakításához elengedhetetlen a populáció genetikai állományának meghatározása.

A *corriente* fajta (13. kép) valószínűleg azon első szarvasmarhák közé tartozott, amelyeket a spanyolok már 1493-ban magukkal vittek az Újvilágba. Ezek a szarvasmarhák kellően erősek és edzetek voltak ahhoz, hogy túléljék az óceánon való átkelést, és jól alkalmazkodjanak az Újvilág másféle környezeti adottságaihoz. A *corriente* szarvasmarhák eljutottak Nyugat-Indiába és Dél-Floridába, valamint Közép- és Dél-Amerikába is. Az elnevezésük azonban nem mindenhol azonos: a spanyol *corriente* fajtát Közép- és Dél-Amerikában „*criollo*”-nak, Észak-Mexikó egyes részein gyakran „*corriente*”-nek hívják. Floridában a megmaradt néhány őshonos szarvasmarhát – a mexikói *corriente* unokatestvérét – *scrub cattle*-nek vagy *cracker* marhának hívják, Louisianában pedig a hasonló szarvasmarhát mocsári marhának nevezik.

Az évszázadok során a *corriente* szarvasmarhát különböző célokra tenyésztették: tej- és hústermelés, valamint igavonás. Utódaik elterjedtek az Egyesült Államok déli részén és Kalifornia partjain is. Napjainkban világszerte megnőtt ezen edzett, őshonos szarvasmarha különböző törzseinek megőrzése iránti törekvés. A spanyolországi, dél-amerikai és floridai szarvasmarha szövetségek is azon munkálkodnak, hogy megismerjék a fajta értékmérő tulajdonságait. Az Észak-Amerikai Corenete Marhát Tenyésztők Egyesülete, például, (N.A.C.A.) nagy lépést tett e szarvasmarhának, mint konkrét fajtának a meghatározására, leírására és megőrzésére (*http2*).

## Összegzés

Spanyolország egy nagy területtel és kellő erőforrással rendelkező ország, amelynek gazdag történelmi tapasztalata van az állattenyésztésben is, gondoljunk csak az ibériai sertés-, a sportló- vagy a nyúltenyésztésükre. A régi spanyol szarvasmarhafajtákat az átgondoltan és következetesen végrehajtott tenyésztési programok révén tartják fenn és fejlesztik. Emellett fontos kiemelni, hogy a történelmi szarvasmarhafajtáik értékeit igyekeznek hasznosítani is, napjaink modern társadalmában, pl. földrajzi eredetvédelem alatt álló sajtok készítése, a fogyasztók igényeit kielégítő marhahús előállítás, hagyományos legeltetés megőrzése, kőhúzó sportversenyek és fesztiválok révén. A kutatómunkák területén szembeűnő, hogy átgondolt kutatások folytak minden olyan szakterületen (pl. genetika, takarmányozás, húsminőség stb.), amelyek megalapozták és biztosították, hogy az adott megőrzendő szarvasmarhafajta jelenlegi értékei felismerhetőek legyenek, hasznosíthatóságuk megszervezhetővé váljon, és a fajta további fenntartása megvalósítható legyen.

## Irodalomjegyzék

- Albertí, P., Ripoll., G., Goyache, F., Lahoz, F., Olleta, J.L., Panea, B., Sañudo, C. (2005): Carcass characterisation of seven Spanish beef breeds slaughtered at two commercial weights. *Meat Science*, 71. 3. 514-521. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.033>
- Amparo M. M., Luis T.G, Conon J., and et al. (2012): Genetic Footprints of Iberian Cattle in America 500 Years after the Arrival of Columbus. *PolsOne*, November 14, 2012, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049066>
- ARCA (2022): Autochthonous Breed Logo. Available online: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/arca/raza-autoctona.aspx> (Accessed: on 7 June 2022).
- Breed data sheet* (2016)<sup>40</sup>: Terreña/Spain. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2016.
- Breed data sheet* (2016)<sup>14</sup>: Bruna de los Pirineos/Spain. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2016.
- Breed data sheet* (2016)<sup>2</sup>: Albera/Spain. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2016.
- Breed data sheet* (2016)<sup>20</sup>: Menorquina/Spain. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2016.
- Breed data sheet* (2016)<sup>28</sup>: Pirenaica/Spain. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2016.
- Breed data sheet* (2016)<sup>32</sup>: Rubia Gallega/Spain. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2016.

- Breed data sheet* (2016)<sup>36</sup>: Sayaguesa/Spain. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: November 2016
- Breed data sheet* (2020)<sup>27</sup>: Pasiega / Spain (Cattle). Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: July 2020
- Breed data sheet* (2021)<sup>24</sup>: Monchina / Spain (Cattle). Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2021.
- Breeds Reported* (2016)<sup>5, 9</sup>: Cattle. Domestic Animal Diversity Information System of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Accessed: January 2016.
- Cachena Ecoloxica. cachena.es* (2011)<sup>16</sup>: Archived from the original on 15 February 2013. Retrieved 9 March 2010.
- Carne Cachena da Peneda* (2023)<sup>17</sup> <https://www.qualigeo.eu/en/product/carne-cachena-da-peneda-pdo/>
- Catálogo oficial de razas* (2016)<sup>7, 8</sup>: Raza Autóctona de Fomento: Bovino (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Cook, R.* (2022): Cattle breed from Spain. <https://beef2live.com/story-cattle-breeds-spain-89-106451>
- Denominación de Origen Protegida "Queso Tetilla"* (2016)<sup>35</sup>: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Estatuts (in Catalan)* (2016)<sup>4</sup>: Associació de Ramaders de la Vaca de l'Albera. Accessed: January 2016.
- Fletcher, J.* (2006)<sup>34</sup>: A cheese to please those who like it mild. San Francisco Chronicle.
- French, M.H., Johansson, I.* (1969)<sup>33</sup>: Razas Europeas de Ganado Bovino. Vol. II. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gutiérrez, J.P., Altarriba, J., Díaz, Cl., Quintanilla, R., Canón, J., Piedrafita, J.* (2003): Pedigree analysis of eight Spanish beef cattle breeds. *Genetics Selection Evolution*, 35. Nr. 43. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-35-1-43>
- Gutiérrez, J.P., Goyache, F.* (2002): Estimation of genetic parameters of type traits in Asturiana delos Valles beef cattle breed. *J. Anim. Breed. Genet.*, 119. 2. 93-100.
- Horcada, A., Polvillo, O., Juárez, M., Avilés, C., Martínez, A.L., Peña, F.* (2016): Influence of feeding system (concentrate and total mixed ration) on fatty acid profiles of beef from three lean cattle breeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 49. 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.04.008>
- Horcada-Ibáñez, A., Polvillo-Polo, O., Lafuente-García, A., González-Redondo, P., Molina-Alcalá, A., Luque-Moya, A.* (2016): Beef quality of native pajuna breed calves in two production systems. *Agrociencia*, 50. 2. 167-182.
- http1* (2022): Spanish Cows and Beef. <http://www.iberianature.com/material/cows.html>
- http2* (2022): Breeds of Livestock - Corriente Cattle, Breeds of Livestock - Oklahoma State University. <http://afs.okstate.edu/breeds/cattle/corriente/index.html/>
- Inchausti, D., Tagle, E.C.* (1962): Bovinotecnia. Exterior y Razas. Instituto del Libro, Vedalo Habana, 419-435.
- Insausti, K., Beriain, M.J., Alzueta, M.J., Carr, T.R., Purroy A.* (2004): Lipid composition of the intramuscular fat of beef from Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Science*, 66. 3. 639-646. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00182-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00182-7)
- Insausti, K., Beriain, M.J., Purroy, A., Albertí P., Gorraiz, C., Alzueta, M.J.* (2001): Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Science*, 57. 3. 273-281. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00102-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00102-9)
- Insausti, K., Beriain, M.J., Purroy, A., Albertí, P., Lizaso, L., Hernandez, B.* (1999): Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. *Meat Science*, 53. 4. 241-249.



- L'associació (in Catalan)* (2016)<sup>21</sup>: Associació de Ramaders de Bestiar Boví de Raça de Menorca. Accessed: January 2016
- La Vache Betizu [The Betizu Cow]* (2013)<sup>12</sup>: Conservatoire des Races d'Aquitaine. Retrieved: 9th May 2013.
- López de Torre, G., Hernández, J.B.* (1982): Double Muscled Character in Spanish Breeds of Cattle. In: King, J.W.B., Ménéssier, F. (eds): Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its use to Improve Beef Production. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science. 471-479. Vol. 16. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-7550-7\\_40](https://doi.org/10.1007/978-94-009-7550-7_40)
- Martín-Burriel, I., Rodellar, C., Lenstra, J.A., Sanz, A., Cons, C., Osta, R., Reta, M., Argüello, S., Sanz, A., Zaragoza, P.* (2007): Genetic diversity and relationships of endangered Spanish cattle breeds. *Journal of Heredity*, 98. 7. 687-691. <https://doi.org/10.1093/jhered/esm096>
- Martínez, A.M., Gama, L.T., Cañón, J., Ginja, C., Delgado, J.V., Dunner, S., Landi, V., Martín-Burriel, I., Penedo, M.C.T., Rodellar, C., Vega-Pla, J.L., Acosta, A., Álvarez, L.A., Zaragoza P.* (2012): Genetic Footprints of Iberian Cattle in America 500 Years after the Arrival of Columbus. *PLoS ONE*, 7. 11. e49066. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049066>
- Monchina* (2011)<sup>22</sup>: Ganado bovino. Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto. Archived: 1 January 2011
- Peña, F., Molina, A., Avilés, C., Juárez, M., Horcada, A.* (2013): Marbling in the longissimus thoracis muscle from lean cattle breeds. Computer image analysis of fresh versus stained meat samples. *Meat Science*, 95. 3. 512-519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.036>
- Pera, J., Arias R.* (2022): Competitiveness of Spanish local breeds. *Animals*, 12. Nr. 2060. <https://doi.org/10.3390/ani12162060>
- Piedrafita, J., Quintanilla, R., Sañudo, C., Olleta, J.L., MarCamp, M., Panea, B., Renand, G., Turin, F., Jabet, S., Osoro, K., Oliván, M.C., Noval, G., García, P., García, M.D., Oliver, M.A., Gispert, M., Serra, X., Espejo, M., Izquierdo, M.* (2003): Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production systems. *Livestock Production Science*, 82. 1. 1-13. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00006-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00006-X)
- Piedrafita, J., Ruiz de la Torre, J.L., Quintanilla, R., Xavier Manteca, X.* (2000): Variation in gestation length as breeding season advances in *Bruna dels Pirineus* beef cattle breed. *Ann. Zootech.*, 49. 4. 353-356.
- Porter, V., Alderson, L., Hall, S.J.G., Sponenberg, D.P.* (2016)<sup>13</sup>: *Mason's World Encyclopedia of Livestock Breeds and Breeding* (sixth edition). Wallingford: CABI. ISBN9781780647944
- Raza bovina Albera* (2016)<sup>3</sup>: Datos Morfológicos (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Raza bovina Betizu* (2019)<sup>11</sup>: Datos Generales (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Accessed: June 2019.
- Raza bovina Bruna de los Pirineos* (2016)<sup>15</sup>: *Datos Generales (in Spanish)*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Raza bovina Menorquina* (2016)<sup>18</sup>: Datos Generales (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Raza bovina Monchina* (2021)<sup>23</sup>: Datos Generales (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Accessed: January 2021.
- Raza bovina Palmera* (2016)<sup>25</sup>: Datos Generales (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Raza bovina Palmera* (2016)<sup>26</sup>: Usos y sistema de explotación (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Raza bovina Pirenaica* (2016)<sup>29</sup>: Datos Morfológicos (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016 *Raza bovina Pirenaica: Datos Censales (in Spanish)*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.

- Raza bovina Pirenaica* (2016)<sup>30</sup>: Datos Generales (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Raza bovina Pirenaica* (2016)<sup>31</sup>: Usos y sistema de explotación (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016
- Raza bovina Sayaguesa* (2016)<sup>37</sup>: Datos Morfológicos (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: November 2016.
- Raza bovina Sayaguesa* (2016)<sup>38</sup>: Datos productivos (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: November 2016
- Raza bovina Terreña* (2016)<sup>39</sup>: Datos Generales (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Raza bovina Terreña* (2016)<sup>41</sup>: Datos Generales (in Spanish). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Accessed: January 2016.
- Ripoll, G., Blanco, M., Albertí, P., Panea, B., Joy, M., Casasús, I. (2013): Effect of two Spanish breeds and diet on beef quality including consumer preferences. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 94. 983-992. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6348>
- Rischkowsky, B., Pilling, D.(eds.) (2007)<sup>1</sup>: List of breeds documented in the Global Databank for Animal Genetic Resources. Annex to The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN9789251057629. Accessed: January 2016.
- Rodero, E. González A., Avilés, C., Luque, M. (2013): Conservation of Endangered Spanish Cattle Breeds Using Markers of Candidate Genes for Meat Quality. *Animal Biotechnology*, 24. 1. 15-24.
- Rodríguez, M.F., Fernández, M.G., Bermejo, J.D.B., Belmonte, S.A., Cabras, M.J. (eds.) (2009)<sup>6</sup>: Guía de campo de las razas autóctonas españolas (in Spanish). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN9788449109461. 28-163.
- Serra, X., Guerrero, L., Guardia, M.D., Gil, M., Sanudo, C., Panea, B., Camp, M.M., Olleta, J.L., Garcia-Cachan, M.D., Piedrafita, J., Oliver, M.A. (2008): Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and its relationships with chemical and instrumental meat quality. *Meat Science*, 79. 1. 98-104.
- Sponenberg, D.P., Olson T.A. (1992): Colonial spanish cattle in the USA: history and present status. *Arch. Zootec.*, 41. (extra) 401-414.
- Waldren, W.H. (1998)<sup>19</sup>: The Beaker culture of the Balearic Islands: an inventory of evidence from caves, rock shelters, settlements and ritual sites. Oxford, Archaeopress. ISBN9780860548904.
- Worcester, D.E. (1952): Longhorn cattle. Latest update: May 17th, 2017, <https://www.tshaonline.org/handbook/entries/longhorn-cattle>

1.a táblázat: Spanyol szarvasmarhák jellemzői I.

(1)	Albera	Betizu	Bruna dels Pirineus	Cachena	Menorquina	Monchina
(2) neve	alberes massanaise	A betizu név a baszk szóból származik: behi izua= "megfoghatatlan tehén" (22)	spanyolul: „bruna de los pirineos (28)	Portugáliában is létezik hasonló, de nagyobb szarvasmarhafajta, amely barrosã néven ismert (36)	maonesa vermella	baszk nyelven: behi mo (48)
(3) természetvédelmi	veszélyeztetett-fenntartott (FAO, 2007) (14)	Franciaországban kritikus (FAO, 2007), Spanyolországban fenntartott (FAO, 2007) (23)	nem veszélyeztetett (FAO, 2007) (29)		veszélyeztetett-fenntartott (FAO, 2007) (14)	nem veszélyeztetett (FAO, 2007) (29) Háziállatok Sokféleség Információs Rendszere (DAD-IS, 2021): veszélyeztetett/fenntartott
(4) ország	Spanyolország Franciaország (15)	Spanyolország Franciaország (15)	Spanyolország (30)	Portugália, Spanyolország (37)	Spanyolország (30)	Spanyolország (30)
(5) elterjedés	Albera Massif: egy hegyvonulat a Pireneusok déli területén és Katalónia északi részén, Franciaország és Spanyolország között (16)	Félig elvadult állapotban él Baszkföld egyes hegyvidéki részein és Franciaországban egyaránt (24)	Katalónia északi részén (31)	Észak-Portugália és Galícia (Spanyolország) (38)	A mediterrán Menorca-szigete, és a Baleár-szigetek spanyol autonóm közösségében (43)	Kantábria és Baszkföld autonóm közösségeiben őshonos (50)
(6) hasznosítás	Hústermelés és természetvédelmi vagy célzott legeltetés (17)	Hústermelés és természetvédelmi vagy célzott legeltetés (17)	Korábban hármashasznosítású (hús, tej és igavonás), most főleg húshasznú (32)	Hármashasznosítású (39)	Tejtermelés (44)	Hústermelés (51)
(7) súlya, kg	350	400-450	1050	550	700-800	400
(8) magassága, cm	275	300-350	600	390	400-450	275
(9) testhossza, cm	126	130	142	≤ 110	-	130
(10) testmérete, cm	121	120	140	≤ 110	-	125
(11) szín	változó (18)	krémfehér (25)	szürkésbarna (33)	világosbarnától a sárgáig, a mar körül sötétbarna árnyalatokkal (40)	vörös (45)	sárgásbarna (52)

te és (2)	kicsi, félhold alakú (19)	rozsdabarna (26)	szarvált (34)	széles és hosszú szarvak líra alakúak (41)	szarvatlan (46)	szarvált (34)
máció (13)	Tenyésztői egyesület alakult (2008). (20) A fajtát hivatalosan elismerték (2011. 07.27.) (21)	Navarra kormánya fajtamegőrző programot indított az őshonos fajta fennmaradásáért. Az Urraúl Alto völgyében fekvő elhagyatott faluban van az állomány. A populáció becsült létszáma: Navarrában 254, Aquitániában kevesebb, mint 150. (27)	1990-ben megalakult a tenyésztők szövetsége (Federació Catalana de la Raça Bruna dels Pirineus). A Generalitat de Catalunya jóváhagyta a fajtastandardet, és törzskönyvet hozott létre. (35)	2013-ban több mint 4700 szarvasmarha élt, 165 tenyészetben. Jó szaglásuk segítségével megtalálják a ritka gyógynövényeket a legelőn. A teje a vadon élő gyógynövények miatt jó ízű, „illatosított”. (42)	A tejét általában nem árusítják, hanem egy hagyományos helyi sajt, a Formatge de Maó elkészítéséhez használják fel, amely európai uniós DOP minősítéssel rendelkezik. (47)	A teje különösen alkalmas sajtgyártásra: DOP minősítésű. A sajt készítéséhez használják fel. (53) A tenyésztők szövetsége, Associació de Ramaders de Bestiar Boví de Raça de Menorca 1998-ban alakult.
publikációs forrásokkal	1, 2, 3, 4	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13	1, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15	7, 8, 9, 13, 16, 17	1, 6, 18, 19, 20, 21	1, 6, 7, 8, 21, 22, 23, 24

### Characteristics of Spanish cattle

ed (1), other names (2), conservation status (3), country of origin (4), distribution (5), use (6), weight of bull (7), weight of cow (8), height of bull (9), coat colour of the breed (11), horn status (12), other information (13), endangered-preserved (14), Spain, France (15), Albera Massif is a mountain range in the Pyrenees-Orientales and the north of Catalonia, between France and Spain. (16), beef production, conservation grazing or targeted grazing (17), v-horn-shaped (19), The breeders' association was founded in 2008. (20), The breed was officially recognized on 27th July 2011. (21), The name bears the Basque word: behi izua= "elusive cow" (22), France: FAO (2007): critical, Spain: FAO (2007): endangered (23), The cattle live in a semi-feral state in parts of the Basque Country and in France. (24), creamy white (25), russet (26), The government of Navarra has launched a breed preservation program for this native breed. The herd is located in the abandoned village in the valley of Urraúl Alto. The estimated breed population is 254 in Navarra and less than 150 in France. (27), in Spanish: "Bruna de los Pirineos" (28), FAO (2007): not at risk (29), Spain (30), in the north of Catalonia (31), formerly for triple-purpose (meat, milk and wool) (32), grayish-brown (33), horned (34), The association of breeders was founded in 1990 (Federació Catalana de la Raça Bruna dels Pirineus). The breed standard was approved and a herd book was established by the Generalitat de Catalunya. (35), In Portugal there is also a similar but larger breed known by the name Barrosã. (36), Portugal, Spain (37), North Portugal and Galicia (Spain) (38), triple-purpose cattle breed (39), light brown to yellow with red and the withers (40), wide and long horns are lyre-shaped (41), In 2013, more than 4700 cattle lived in 165 herds. Their good sense of smell helps them find pasture. Their milk has a good taste, like "perfumed", because of the wild herbs. (42), on the island of Menorca in the Mediterranean, and in the autonomous community of the Balearic Islands (43), milk production (44), red (45), hornless (46), Its milk is not usually sold, but is used to make a traditional local cheese, the Maó, which has the European Union DOP certification. (47), in Basque: Behi montxina (48), Domestic Animal Diversity Information System (49), The cattle is indigenous in the autonomous communities of Cantabria and the Basque Country (50), beef production (51), tawny (52), used for cheese production: Mahón cheese, which has DOP certification, is made. (53), The breeders' association, Associació de Ramaders de Bestiar de Menorca, was established in 1998. (54), sources: marked with exponents in the publication list (55)

**1.b táblázat: Spanyol szarvasmarhák jellemzői II.**

(1)	Palmera	Pasiega	Pirenaica	Galician Blond	Sayaguesa	Terreña
neve (2)		roja pasiega	baszk nyelven: behi-gorri (34)	galíciai nyelven: rubia galega (41)	zamorana, moles de sayago castellana variedad sayaguesa, morenas del noroeste	baszk nyelven: behi te
delmi	veszélyeztetett-fenntartott (FAO, 2007) (14)	kihalt (FAO, 2007) (23) Háziállatok Sokféleségének Információs Rendszere (DAD-IS, 2020) szerint: veszélyeztetett (24)	nem veszélyeztetett (FAO, 2007) (35)	nem veszélyeztetett (FAO, 2007) (35)	veszélyeztetett-fenntartott (FAO, 2007) (14)	veszélyeztetett (FAO,
ország (4)	Spanyolország (San Miguel de La Palma szigete) (15)	Spanyolország (25)	Spanyolország (25)	Spanyolország (25)	Spanyolország (25)	Spanyolország (30)
5)	Kanári-szigetek spanyol autonóm közösségében (16)	Kantáabriában, Valles Pasiegos környékén (26)	Az északkelet-spanyolorzági Pireneusokban őshonos húsmarhafajta (36)	Galícia, Lugo tartomány (42)	Comarca of Sayago, Castilla y León (46)	Álava tartomány és B... tartomány déli része; bizkaiai Enkarterri... található, és vannak Gipuzkoában (53)
6)	Korábban: hármas haznosítású (hús, tej és igavonás), most főleg hústermelésre használják. Hagyományos kőhúzó versenyen indítják. (17)	Tejtermelésre tartják; a tejből helyi sajtokat vagy vaját készítenek, olyan ételek elkészítéséhez, mint a sobaos pasiegos vagy quesadas pasiegas. (27)	Korábban hármas haznosítású volt, de később hústermelésre szelektálták. A hagyományos vidéki kőhúzó versenyen indítják. (37)	Hústermelés (43)	Korábban igavonásra, most hústermelésre, illetve fesztiválokon használják. (47)	Korábban hármas haz... (hús, tej és igavonás), most főleg hústermelésre használják. Hagyományos kőhúzó versenyen indítják. (17)
a, kg (7)	600	500	800	1000	850	-
ya, kg (8)	400	355	525	700	650	-
ága, cm (9)	126	148	150	145	158	-
ssága, cm	118	133	132	135	154	-
11)	krémfehértől a lágyszőkeig változó (18)	vörös, a mogyorótól a mélyvörösig változó (28)	búzavirágkék (38)	vörösszőke, búza vagy fahéj színű, bőr: rózsaszín (44)	fekete, némi fehérrel (48)	barna, bőre fekete (54)

	szarvált (19)	kis szarvak mindkét ivarban (29)	szarvált (19)	szarvált (19)	mindkét nemben szarvált (49)	szarvált (19)
<b>Leírás (13)</b>	Feltételezik, hogy az északnyugat-spanyolországi galíciai Rubia Gallega fajtából származik. (20) Tenyésztő egyesület alakult (1999). (21) A fajtát hivatalosan elismerték (2001). (22)	Genetikai vizsgálatok kimutatták, hogy szoros rokonságban áll az észak-spanyolországi asturiana de la montaña, asturiana de los valles, rubia gallega és a sayaguesa fajtákkal. (30) Tenyésztő egyesület alakult (2006). (31) A fajtát hivatalosan elismerték (2007). (32) Hagyományosan vándorpásztorok-dással tartották: tavasszal és nyáron legeltették, ősszel lehozták őket a völgyekbe, télen istállóba kerültek. (33)	A spanyol mezőgazdasági minisztérium a „fejlődő őshonos fajták” közé sorolta a fajtát. 1988-ban megalakult a tenyésztő egyesületek országos szövetsége. (40)	A tejet a Tetilla sajt előállításához használják fel, amely 1993 óta rendelkezik Denominación de Origen tanúsítvánnyal, 1996 óta pedig európai DOP minősítéssel. Nyugodt temperamentumú, és alkalmas az igavonásra, más fajtájú ökrökhöz képest azonban lassú. (45)	Az egyik legnagyobb őshonos spanyol szarvasmarhafajta. A fülek belseje és a száj körüli terület fakó. A csülök, a pofa és a természetes testnyílások feketék, a szarvak tövén fehérek, csúcsuk fekete. A borjak vörösen születnek, és csak később lesznek feketék. (50)	A szarvasmarhákat hagyományosan tartják novemberig szabadon hegyi legelőkön, a tél pedig a szomszédos völgyekben legelőin töltik. 2003. december 9-én hivatalos elismerést. (55)
<b>Publikációs források</b>	1, 9, 25, 26	1, 6, 7, 13, 27	1, 6, 29, 30, 31	1, 6, 32, 33, 34, 35	1, 6, 36, 37, 38	1, 6, 39, 40, 41

### Characteristics of Spanish cattle

(1), other names (2), conservation status (3), country of origin (4), distribution (5), use (6), weight of bull (7), weight of cow (8), height of bull (9), height of cow (10), coat colour of the bull (11), other information (13), endangered-preserved (14), Spain (island of San Miguel de La Palma) (15), in the Spanish autonomous community of the Canary Islands (16), The breed was formerly used for milk and draught, now it is mainly used for beef production. It is started in the traditional stone-pulling competition. (17), creamy white to soft red (18), horned (19), The breed is believed to be derived from the Gallega breed from Galicia in northwestern Spain. (20), Breeders' association was established in 1999. (21), The breed was officially recognized in 2001. (22), FAO (2007): extinct (23), Spain (25), in Cantabria, around Valles Pasiegos (26), It is used for milk production; the milk is used to make local cheeses or butter to prepare dishes such as sobaos pasiegos or quesada. (27), from hazel to deep red (28), 2 small horns in both sexes (29), Genetic studies have revealed that it is closely related to the Asturiana de la Montaña, Asturiana de los Valles, Rubia Gallega and the Pirenaica breeds in northern Spain. (30), The breeders' association was founded in 2006. (31), The breed was officially recognized in 2007. (32), Traditionally, they were kept by transhumance: they were grazed down to the valleys in autumn, stabled in winter. (33), in Basque: Behi-gorri (34), FAO (2007): not at risk (35), The breed is native in the Pyrenees in northeastern Spain. (36), It was formerly used for milk and draught, but later selected for beef production. It is started in the traditional stone-pulling competition. (37), wheat yellow (38), horned (39), Pirenaica was classified as an "developing native breed" in 2007. (40), in Galician: rubia galega (41), Galicia, province of Lugo (42), beef production (43), reddish blond (44), horned (45), The milk is used to produce Tetilla cheese, which has had Denominación de Origen certification since 1993 and a European DOP certification since 1996. The breed is suitable for draught work, but it is slow compared to other breeds of oxen. (45), Comarca of Sayago, Castilla y León (46), formerly for draught, now for beef production and on festive occasions (47), reddish blond (48), horned in both sexes (49), This cattle is one of the largest native Spanish cattle breeds. Inside of the ears and the area around the mouth are pale. The hooves, muzzle and natural colour of the horns are white at the base and tip black. Calves are born red and only later become black. (50), in Basque: Behi terreña (51), endangered (52), province of Álava and southern part of Bizkaia (53), in the comarca of Enkarterri in Bizkaia, and there are populations in Gipuzkoa. (53), brown, black skin (54), Cattle are traditionally free-ranged in the mountain pastures from April to October and are kept in the pastures of the neighboring valleys. The breed was officially recognized on December 9, 2003. (55), sources: marked with exponents in the publication list (56)