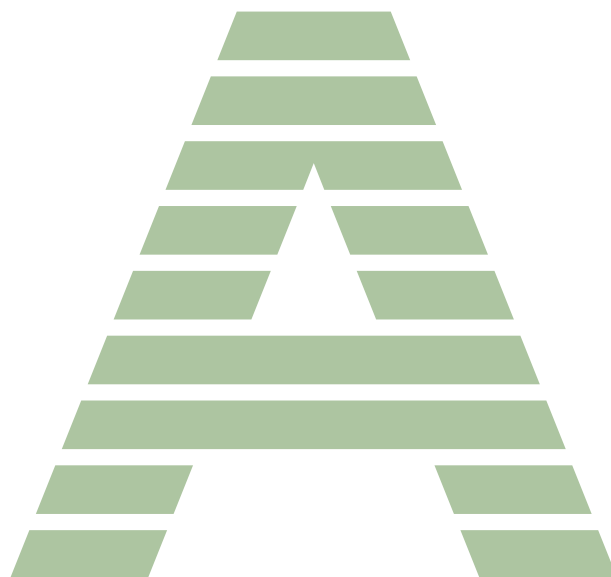


ANIMAL WELFARE

21. évf. 1. sz. (2025)

Etológia és Tartástechnológia Ethology and Housing Systems

A MATE Állattenyésztési Tudományok Intézet Állattenyésztés-technológiai
és Állatjóléti Tanszékének tudományos folyóirata



MATE



Animal Welfare,
Etológia és Tartástechnológia
Ethology and Housing Systems



Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia

Animal Welfare, Ethology and Housing Systems

21. évfolyam, 2025. 1. szám
Volume 21, 2025 Issue 1

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllő, 2025



Etológia és Tartástechnológia
Ethology and Housing Systems



Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia



Animal Welfare, Ethology and Housing Systems

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Állattenyésztési Tudományok Intézet,
Állattenyésztés-technológiai és Állatjólleti Tanszékének tudományos folyóirata

21. évfolyam, 2025. 1. szám

Főszerkesztő:

Dr. Pajor Ferenc PhD

Kiadja

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE)

A kiadó székhelye

2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Felelős kiadó

Prof. Dr. Gyuricza Csaba, rektor

Közreadó

Állattenyésztési Tudományok Intézet, Állattenyésztés-technológiai és Állatjólleti
Tanszék

A közreadó székhelye (szerkesztőség címe):

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

Intézetigazgató: Dr. Áprily Szilvia

Tanszékvezető: Prof. Dr. Póti Péter

Megjelenik évi két alkalommal.

ISSN 1786-8440 (online)

Honlap:

<https://journal.uni-mate.hu/index.php/aweth>

TARTALOM

DEMETER CSONGOR, NÉMET ZOLTÁN, DEMETER-JEREMIÁS ANETT, BÁRDOS BORÓKA, SÁNDOR MÁTÉ, GERENCSÉR ZSOLT, LENCSES-VARGA ERIKA, MATICS ZSOLT: <i>Házinyulakon végzett Eimeria oociszta vizsgálatok eredményei</i>	7–14
MATICS ZSOLT, DEMETER-JEREMIÁS ANETT, VARGA ERZSÉBET, NÉMET ZOLTÁN, SÁNDOR MÁTÉ, MAYER ANDRÁS, GERENCSÉR ZSOLT, DEMETER CSONGOR: <i>A takarmány eltérő pellet méretének hatása a házinyulak termelésére és parazitológiai terheltségére</i>	15–20
BÁCSI ESZTER ILONA, EGRSZEGI ISTVÁN, RÓZSÁNÉ VÁRSZEGI ZSÓFIA, KLEIN RENÁTA, JÁVOR ANDRÁS, OLÁH JÁNOS: <i>A kondíció hatása a juhok vemhesülésére</i>	21–28
PETŐ LILLA, ORBÁN ATTILA, FARKAS TAMÁS PÉTER, BÓDOG LEILA GABRIELLA, SZÁSZ SÁNDOR, SÜTŐ ZOLTÁN: <i>Eltérő tojótyúk genotípusok élő súly-eloszlásának vizsgálata különböző tartási rendszerekben</i>	29–36
ORSOLYA CSÖTÖNYI, GABRIELLA BÉRES, VERONIKA HALAS: <i>Smooth muscle electromyographic measurements with pigs in a stress model</i>	37–43
MOLNÁR PÉTER ISTVÁN, BAK HENRIETTA, IFJ. LÉVAI FERENC, BÁRSONY PÉTER, ANTALOVICS MÁTÉ, FEHÉR MILÁN: <i>A békalencse (Lemna minor), mint biológiai szűrő integrálása a hibrid afrikai harcsa (Clarias gariepinus x Heterobranchus lon-gifilis) ivadéknevelési technológiájába</i>	44–54
BOGLÁRKA VIRÁG GENDUR, NATASA FAZEKAS: <i>Welfare aspects in breeding brachycephalic dogs</i>	55–60
TAMÁS MÉSZÖLY, NATASA FAZEKAS: <i>Possibilities of disruptive selection in dachshunds, based on earthdog trial scores</i>	61–66
KUKOVICS SÁNDOR, NAÁR ZOLTÁN, RÁDLI JÓZSEF, KUKOVICS FERENC: <i>A bentonit-kiegészítés növelésének hatása a bárányok hizlalási teljesítményére</i>	67–76
KUKOVICS SÁNDOR, NAÁR ZOLTÁN, SZAKÁCS ATTILA, KUKOVICS FERENC: <i>A bentonit-kiegészítés hatása a húsmarhák hizlalási teljesítményére és a környezetterhelésre</i>	77–85

NAGY KATALIN, TOKÁR ALEXANDRA, SÁNDOROVÁ LILLA, GÓCZA ELEN, ZOMBORSZKY ZOLTÁN, STÉGER VIKTOR, SZABARI MIKLÓS, PÓTI PÉTER, BODÓ SZILÁRD: <i>Szarvasmarha in vitro embrió-előállító rendszer létrehozása kutatási modellkísérletek számára – módszertani ismertető</i>	86–93
KLEIN RENÁTA, OLÁH JÁNOS, MORGAN-DAVIES, CLAIRE, BROCARD, VALÉRIE, BÁCSI ESZTER ILONA, TÖRÖK EVELIN, GULYÁS GABRIELLA, CZEGLÉDI LEVENTE: <i>Az európai gazdálkodók igényei a tejelő szarvasmarha és a kiskérődző ágazatban</i>	94–99
HENRIETTA KINGA TÖRÖK, BORÓKA BÁRDOS, ORSOLYA IVETT HOFFMANN: <i>Comparison of the behaviour of three strains of laboratory mice in the climbing test</i>	100–109

TABLE OF CONTENTS

CSONGOR DEMETER, ZOLTÁN NÉMET, ANETT DEMETER-JEREMIÁS, BORÓKA BÁRDOS, MÁTÉ SÁNDOR, ZSOLT GERENCSÉR, ERIKA LENCSES-VARGA, ZSOLT MATICS: <i>Examination of Eimeria oocyst infection in rabbits</i>	7–14
ZSOLT MATICS, ANETT DEMETER-JEREMIÁS, ERZSÉBET VARGA, ZOLTÁN NÉMET, MÁTÉ SÁNDOR, ANDRÁS MAYER, ZSOLT GERENCSÉR, CSONGOR DEMETER: <i>Effect of different pellet sizes on the production and parasitological load of growing rabbits</i>	15–20
ILONA ESZTER BÁCSI, ISTVÁN EGRSZEGI, ZSÓFIA VÁRSZEGI RÓZSÁNÉ, RENÁTA KLEIN, ANDRÁS JÁVOR, JÁNOS OLÁH: <i>The effect of body condition on pregnancy in sheep</i>	21–28
LILLA PETŐ, ATTILA ORBÁN, TAMÁS PÉTER FARKAS, LEILA GABRIELLA BÓDOG, SÁNDOR SZÁSZ, ZOLTÁN SÜTŐ: <i>Examination of live weight distribution of laying hen genotypes in different housing systems</i>	29–36
ORSOLYA CSÖTÖNYI, GABRIELLA BÉRES, VERONIKA HALAS: <i>Smooth muscle electromyographic measurements with pigs in a stress model</i>	37–43
ISTVÁN PÉTER MOLNÁR, HENRIETTA BAK, FERENC LÉVAI JR., PÉTER BÁRSONY, MÁTÉ ANTALOVICS, MILÁN FEHÉR: <i>Integration of duckweed (Lemna minor) as a biological filter in the larval rearing technology of hybrid African catfish (Clarias gariepinus x Heterobranchus longifilis) – methodology</i>	44–54
BOGLÁRKA VIRÁG GENDUR, NATASA FAZEKAS: <i>Welfare aspects in breeding brachycephalic dogs</i>	55–60
TAMÁS MÉSZÖLY, NATASA FAZEKAS: <i>Possibilities of disruptive selection in dachshunds, based on earthdog trial scores</i>	61–66
SÁNDOR KUKOVICS, ZOLTÁN NAÁR, JÓZSEF RÁDLI, FERENC KUKOVICS: <i>Effect of bentonite supplementation on the fattening performance of beef cattle and the environmental stress</i>	67–76
SÁNDOR KUKOVICS, ZOLTÁN NAÁR, ATTILA SZAKÁCS, FERENC KUKOVICS: <i>Examination of milk production and milk quality in Southern Great plain farms with different milking technologies</i>	77–85

KATALIN NAGY, ALEXANDRA TOKÁR, LILLA SÁNDOROVÁ, ELEN GÓCZA, ZOLTÁN ZOMBORSZKY, VIKTÓR STÉGER, MIKLÓS SZABARI, PÉTER PÓTI, SZILÁRD BODÓ SZILÁRD: <i>Establishment of a bovine in vitro embryo production system for research model experiments – methodology</i>	86–93
RENÁTA KLEIN, JÁNOS OLÁH, CLAIRE MORGAN-DAVIES, VALÉRIE BROCARD, ESZTER ILONA BÁCSI, EVELIN TÖRÖK, GABRIELLA GULYÁS, LEVENTE CZEGLÉDI: <i>The needs of European farmers in the dairy cattle and small ruminant sector</i>	94–99
HENRIETTA KINGA TÖRÖK, BORÓKA BÁRDOS, ORSOLYA IVETT HOFFMANN: <i>Comparison of the behaviour of three strains of laboratory mice in the climbing test</i>	100–109

Házinyulakon végzett Eimeria oocishta vizsgálatok eredményei

Demeter Csongor¹ , Német Zoltán^{2,3} , Demeter-Jeremiás Anett³,
Bárdos Boróka¹, Sándor Máté³, Gerencsér Zsolt¹ , Lencsés-Varga Erika⁴,
Matics Zsolt⁴ 

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok
Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Állatorvostudományi Egyetem, Patológiai Tanszék, Haszonállat Diagnosztikai Központ, 2225
Üllő, Dóra major

³S&K-Lap Kft, 2173 Kartal, Császár út 135.

⁴Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Állattudományi Tanszék,
9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

Received/Érkezett: 05. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 29. 01. 2025.

Összefoglalás: A házinyulak legnagyobb arányban előforduló egészségügyi problémái a parazitás fertőzések, ezek közül nagyüzemekben a kokcidiózis a leggyakoribb, amelynek előidézésében több Eimeria faj játszik szerepet. Egy több éven át tartó parazitológiai adatgyűjtésre alapozva, vizsgáltuk a magyarországi és szlovákiai nagyüzemi nyúlállományok Eimeria spp. fertőzöttségét, továbbá az évszakoknak, az állatok életkorának, és az alkalmazott kokcidiosztatikumoknak az oocisztákra gyakorolt hatását. Jelen tanulmányban a 2018 március és 2024 május időszakban gyűjtött bélsárminták adatait értékeltük ($n = 12020$). A bevizsgált minták 35,5%-a tartalmazott oocisztát. A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy az Eimeria oociszták minden évszakban és életkorban jelen voltak a nyúlfarmokon. Az Eimeria oocisztákra nézve pozitív minták nagyobb arányban fordultak elő nyáron (40%) és ősszel (39%), mint télen (34%; $P < 0,001$) és a legkevesebb pozitív mintát tavasszal regisztráltuk (28%; $P < 0,001$). A kokcidiumok már a laktáció időszakában jelen voltak a nyulak bélsarában, de viszonylagosan kis gyakorisággal. A fertőzöttségi szint a választás utáni időszakban emelkedő tendenciát mutatott, becsülő modell alapján a fertőzés szignifikáns emelkedését a 38–40. életnapra tehetjük. A nyulak takarmányában használt két kokcidiosztatikum hatóanyagának (Diclazuril, Robenidine) a nyulak termelésére és elhullására gyakorolt hatása között nem volt kimutatható különbség.

Kulcsszavak: *Oryctolagus cuniculus*, parazitológia, kokcidiózis, kokcidiosztatikum

Examination of *Eimeria* oocyst infection in rabbits

Csongor Demeter¹ , Zoltán Németh^{2,3} , Anett Demeter-Jeremiás³,
Boróka Bárdos¹, Máté Sándor³, Zsolt Gerencsér¹ , Erika Lencsés-Varga⁴,
Zsolt Matics⁴ 

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences, 7400, Kaposvár, Guba Sándor 40.

²University of Veterinary Medicine, Department of Pathology, 2225 Üllő, Dóra major

³S&K-Lap Ltd, 2173 Kartal, Császár 135.

⁴Széchenyi István University, Department of Animal Sciences, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Abstract: Parasitic infections are the most common health problems in domestic rabbits, of which coccidiosis occurs the most frequently in large farms. Several *Eimeria* species are involved in the development of coccidiosis. Based on parasitological data collected in the past years, the aim of the study was to investigate the *Eimeria* spp. infestation of large-scale rabbit farms in Hungary and Slovakia, furthermore, to examine the effect of season, coccidiostats and age of the animals on oocyst infection. Data of samples collected between March 2018 and May 2024 ($n = 12020$) were evaluated. The 35.5% of tested samples contained oocysts. Based on the test results, *Eimeria* oocysts are present on rabbit farms in all seasons and ages of the animals. Higher proportion of samples were positive for *Eimeria* oocysts in the summer (40%) and the autumn (39%) than in the winter (34%; $P < 0.001$) and the fewest positive samples were recorded in the spring (28%; $P < 0.001$). *Coccidia* were already present in the faeces of rabbits during lactation, but with a relatively low frequency. The infection level showed an upward trend in the post-weaning period. Based on an estimating model, a significant increase in infection can be estimated on 38–40 days of age. There was no significant difference between the effects of the two coccidiostatic active substances used in rabbit feed (Diclazuril, Robenidine) on production and mortality of rabbits.

Keywords: *Oryctolagus cuniculus*, parasitology, coccidiosis, coccidiostat

Bevezetés

Espinosa és munkatársai (2020) szerint a házinyulak legnagyobb arányban előforduló egészségügyi problémái a parazitás fertőzések (az esetek 24,3%-a). Ezek közül a nagyüzemben termelő házinyulak leggyakoribb endoparazitás fertőzése a kokcidiózis, amelynek előidézésében több Eimeria faj játszik szerepet (Vetési, 1990). Hazai vizsgálatokban, nagyüzemekben 8 Eimeria fajt azonosítottak (Demeter et al., 2023a).

A bél kokcidiózisának jellegzetes tünetei az étvágytalanság, a lassabb növekedés, esetenként nyálkás, zöldes hasmenés (Peeters et al., 1984; Espinosa et al., 2020). A kutatások szerint a tenyész anya- és baknyulak általában rezisztensek az Eimeria fertőzésből eredő megbetegedésekkel szemben, de a hordozás és mérsékelt oociszta ürítés a tünetmentes állatok esetén is előfordul. A kokcidiózis és az azzal összefüggésbe hozható elhullás gyakorisága az elválasztott állatoknál emelkedik meg (El-Ashram et al., 2020).

Jelen tanulmány célja, hogy az elmúlt évek parazitológiai adatgyűjtésére alapozva vizsgálja a magyarországi és szlovákiai nagyüzemi nyúlállományok Eimeria spp. fertőzöttségét, különös tekintettel az évszakokra, az állatok életkorára, valamint az alkalmazott kokcidiosztatikumok oocisztákra gyakorolt hatására.

Anyag és módszer

Állatok, elhelyezés, takarmányozás

A bélsárminták begyűjtése 2018–2022 között 29 magyar és 2 szlovák nyúltenyésztő gazdaságból történt, majd 2022–2024 között a mintavételezés kizárólagosan magyarországi farmokra korlátozódott. Jelen tanulmányban a 2018 március és 2024 május időszakban gyűjtött minták adatait értékeltük.

A mintagyűjtés Magyarország hústermelő nyúlállományának körülbelül felét, míg Szlovákia esetében annak 80%-át reprezentálta. Állományméret 200 és 6000 anyanyúl közötti. A vizsgálatok a nagyüzemi termelés különböző fázisait teljes mértékben lefedték. A bélsárminták a standard és állatjólléti szempontok szerint javított ketreces, valamint rácspadlós boxos tartásmódokban tartott nyulaktól származtak.

Az állományokat teljes értékű, életkornak és termelési szintnek megfelelő, granulált takarmánykeverékkel etették. Az anyai takarmányok nem, a választási takarmányok kokcidiosztatikumot tartalmaztak (a Robenidin hatóanyag 66 ppm, a Diclazuril hatóanyag 1 ppm dózisú volt).

Parazitológiai vizsgálatok

A bélsárminták begyűjtése és parazitológiai vizsgálatai a Demeter és munkatársai (2023b) által leírt módszerek szerint történtek.

Statisztikai értékelés

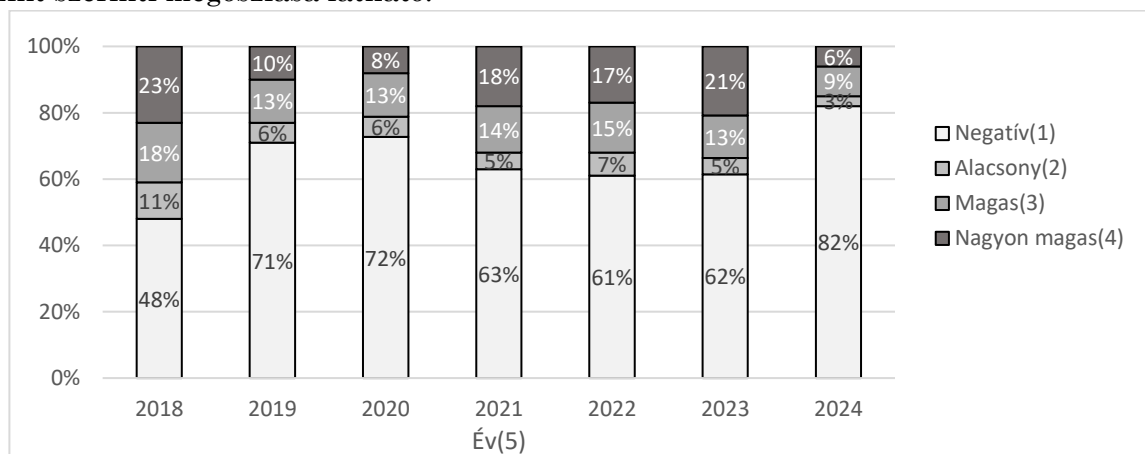
A különböző oociszta terheltségi kategóriákba sorolható minták előfordulási gyakorisága tekintetében az adatgyűjtés egyes évei közötti különbséget ANOVA repeated measures módszerrel vizsgáltuk. Az életkortól függő Eimeria oociszta terheltségi adatokat előrejelzés statisztikai modellel elemeztük, ezen belül exponenciális simító modellt alkalmaz-

tunk. Az adatokat darabszám alapján és százalékosan is értékeltük. A kétféle kokcidiosztatikum összehasonlításához a statisztikai értékelésnél Mann-Whitney U tesztet alkalmaztunk SPSS 29.0 programcsomag segítségével.

Eredmények és értékelésük

A 12020 bevizsgált mintából 7752 minta mutatott oociszta jelenlétre nézve negatív (64,5%) és 4263 minta pozitív eredményt (35,5%). Az Eimeria pozitív mintáknak a 17%-a alacsony, 40%-a magas és 43%-a nagyon magas OPG (oociszta szám/ g bélsár) szintet mutatott.

Az 1. ábrán az egyes vizsgálati években gyűjtött bélsárminták oociszta fertőzöttségi szint szerinti megoszlása látható.



1. ábra. Az eltérő mértékű oociszta fertőzést mutató minták %-os megoszlása az adatgyűjtés különböző éveiben

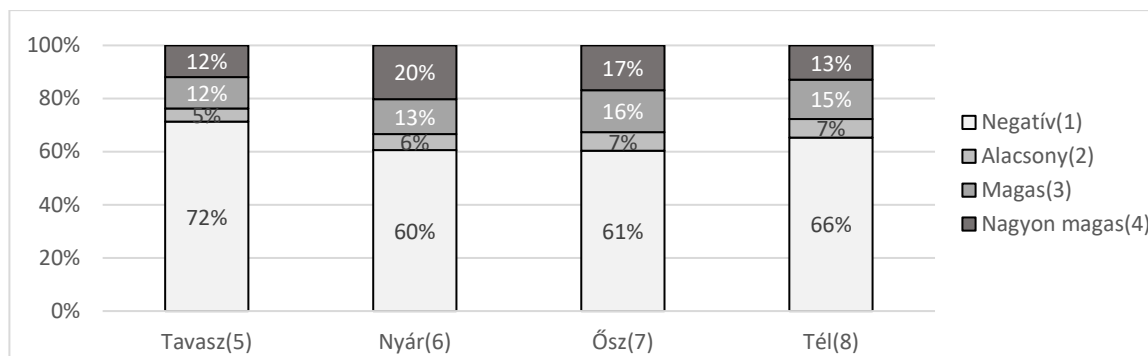
Negatív: OPG = 0; Alacsony: $1 \leq \text{OPG} \leq 358$; Magas: $359 \leq \text{OPG} \leq 5000$; Nagyon magas: $5000 < \text{OPG}$.
OPG = oociszta szám / g bélsár (6)

Figure 1. Distribution of samples with different oocyst infection levels in the studied years
negative (1), low (2), high (3), very high (4), year (5), number of oocyst / g of feces (6)

Negative: OPG = 0; Low: $1 \leq \text{OPG} \leq 358$; High: $359 \leq \text{OPG} \leq 5000$; Very high: $5000 < \text{OPG}$.

A 2018-as bázisét követő 2 évben javulást tapasztaltunk, majd a 2021–2023 közötti időszakban magasabb fertőzöttségi szinteket mértünk, de a 2024-es adatok újra javulást mutatnak. Az oociszta fertőzött minták előfordulási gyakorisága tekintetében 2018 és 2019 között, továbbá 2023 és 2024 között volt statisztikailag igazolható a csökkenés ($P < 0,05$).

Franciaországban, Grès és munkatársai (2003) üregi nyulakkal végzett vizsgálatában az oociszta ürítés tavasszal és ősszel magasabb volt, mint nyáron. Ezzel szemben a jelen felmérésben az Eimeria fertőzöttség a nyári és az őszi időszakban volt magasabb és ezen belül is nyáron volt megfigyelhető legnagyobb arányban a nagyon magas OPG szinthez sorolható minta (2. ábra). Télen szignifikánsan ($P < 0,001$) kedvezőbb eredményeket kaptunk, amikor is az oocisztára nézve negatív minták előfordulási aránya nagyobb volt és csökkent a nagyon magas OPG kategóriájú minták aránya is. A legkedvezőbb képet ($P < 0,001$) a tavaszi időszak mutatta, ahol a legmagasabb a negatív minták és a legalacsonyabb a nagyon magas OPG kategóriába sorolható minták aránya. Eredményeink nagyrészt megegyeznek az alacsonyabb elemszámmal elvégzett korábbi vizsgálatunkban tapasztaltakkal (Demeter et al., 2022).

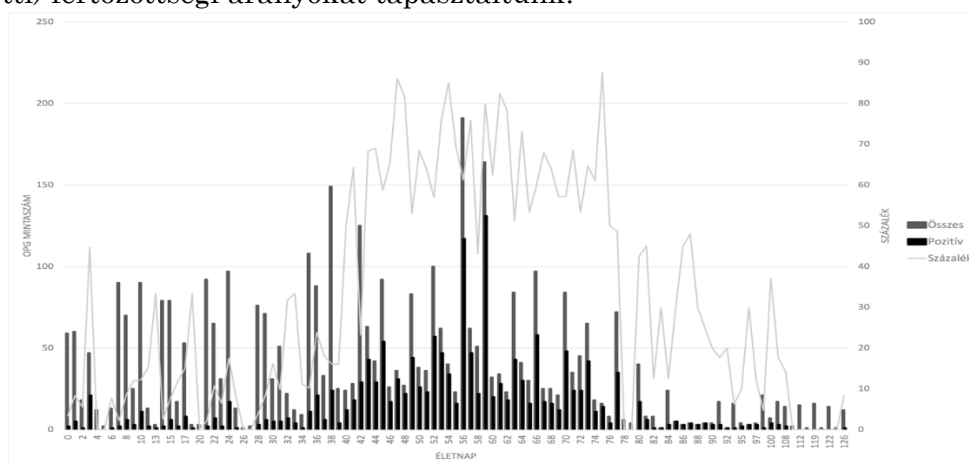


2. ábra. A különböző oociszta fertőzöttségű minták előfordulási aránya évszaktól függően
OPG kategóriák: lásd 1. ábra(9)

Figure 2 Distribution of Eimeria infected samples depending on the season

negative (1), low (2), high (3), very high (4), spring (5), summer (6), autumn (7), winter (8), OPG categories: see Figure 1

Már a fialástól kezdődően jelen voltak az Eimeria oociszták a nyulak bélsarában, azonban a laktáció időszakában még alacsony volt az Eimeria pozitív minták aránya (3. ábra). A fertőzöttségi szint az első 3 élethéten legtöbbször 10% alatt maradt és csupán 3 vizsgált életnapon emelkedett 15% fölé a fertőzött minták aránya. Ez az anyanyulak oociszta ürítése lehetett, ugyanis a szakirodalom alapján a kifejlett nyulak tünetmentesen is üríthetik az oocisztákat, viszont a szopósnyulak megfertőződése 20 napos kor előtt nem jellemző (Pakandl és Hlasková, 2007). A 4. élethéten még 0–18% értékek között változott a pozitív minták aránya. Az 5. élethéten viszont egy változás kezdődött, ugyanis 2 vizsgált életnapon fertőzött volt a minták körülbelül 1/3-a és a pozitív minták aránya a többi napon is mindvégig 8% feletti volt. A választást követő héten (36–42. nap) 16–64% között változott a pozitív minták aránya. A 43. naptól kezdődően, egészen a vágási életkorig (70–77 nap) folyamatosan magas volt a pozitív minták aránya, nagy gyakorisággal kaptunk 60% feletti, esetenként akár 80% feletti fertőzöttségi szintet. A hizlalás időszakában mindössze 2 olyan életnap volt, amikor a pozitív minták aránya 50% alatt maradt. Tenyésznövendék korban (77 napos kor után) ugyan némi javulás mutatkozott, de időszakosan magas (30–50% közötti) fertőzöttségi arányokat tapasztaltunk.

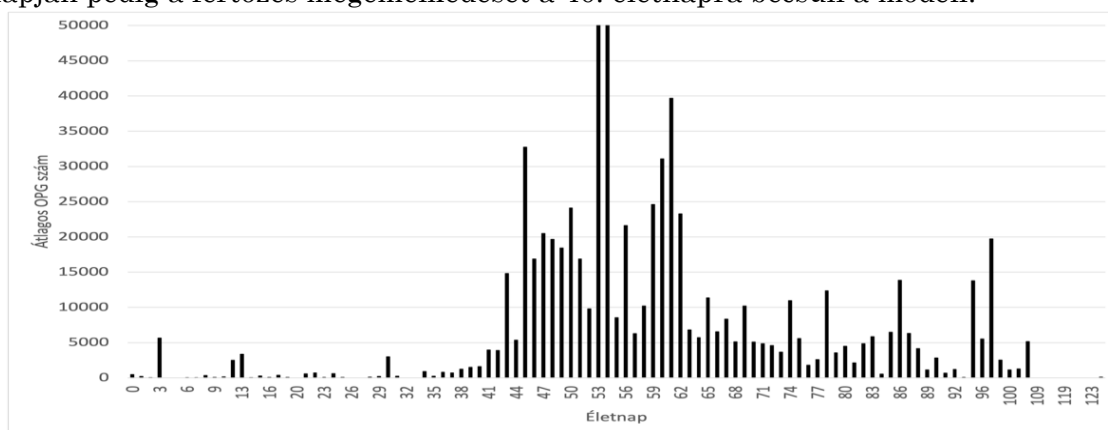


3. ábra. Az összes vizsgált és az oocisztát tartalmazó minták száma és a pozitív minták százalékos aránya a nyulak életkorától függően

Figure 3 Number of Total examined and Eimeria positive samples and the ratio of positive samples depending on the age of the rabbits

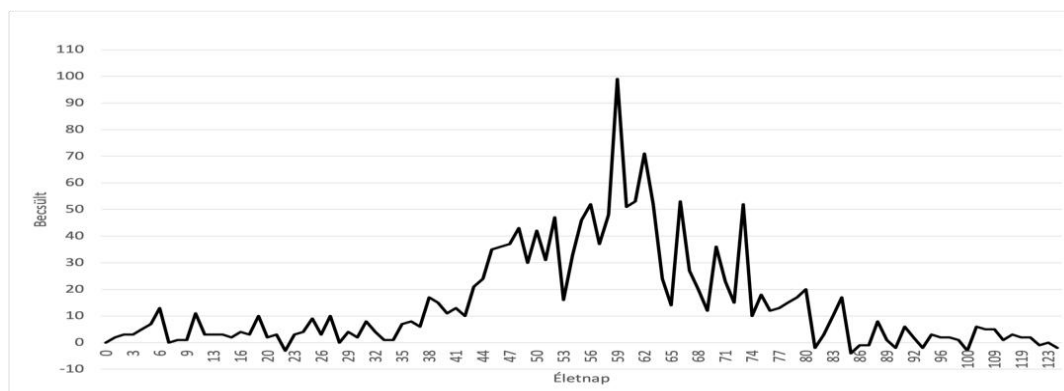
Életnaponként elvégeztük a beérkezett minták átlagos OPG értékeinek összehasonlítását is. A 4. ábrán látható, hogy a laktációs időszakban – egy esettől eltekintve – nem volt 5000 feletti átlagos OPG szám. A választás utáni időszakban megfigyelhető egy hirtelen emelkedés, a kritikus időszak 42 napos kortól kezdődik, ahol több esetben 10000-es szinteket is elérhet az átlagos OPG érték.

Az 5. ábra a becslő modell alapján felállított előrejelzést mutatja. A laktációs időszakra változó, de döntő többségében 10%-ot nem meghaladó fertőzöttségi arányt becsül a modell. A választást követő héten már egy felfutást jelez, majd a hizlalási időszak további szakaszaira mindvégig magas fertőzöttségi arányt prognosztizál, ami a 7. élethéten csúcsosodik ki. A bélsárban található OPG szám alapján alkalmazott exponenciális simító modell szerint a fertőzés szignifikáns emelkedését a 38. életnapra tehetjük. A százalékos adatok alapján pedig a fertőzés megemelkedését a 40. életnapra becsüli a modell.



4. ábra. A minták átlagos OPG szám értékei a nyulak életkorától függően

Figure 4 Average OPG values in faeces samples depending on the age of rabbits



5. ábra. A modell alapján megbecsült OPG fertőzés alakulása az életnapokra vetítve

Figure 5 Development of OPG infection estimated on the basis of the model over life days

Robenidin-nel kiegészített takarmányt fogyasztó nyulaktól 82, amíg Diclazuril-lal kiegészített takarmánnyal etetett nyulaktól 49 mintát vizsgáltunk. A Robenidin csoport mintáiból 52% volt negatív, 9% alacsony, 21% magas és 18% nagyon magas OPG fertőzöttségi kategóriába tartozott. A Diclazuril csoport mintáiból 45% nem tartalmazott oocisztát, 18% alacsony, 24% magas, 12% pedig nagyon magas oociszta fertőzöttséget mutatott. A két hatóanyag használata esetén nem mutatható ki statisztikailag igazolható különbség az egyes OPG kategóriákba sorolható minták aránya között ($P = 0,597$).

Következtetések és javaslatok

Jelen felmérés is megerősíti, hogy az *Eimeria* oociszták mindig jelen vannak a nyúlfarmokon és a monitoring valamint a trendek elemzése elengedhetetlen kelléke a hatékony prevenciónak vagy kezelésnek.

Az *Eimeria* fertőzöttség szempontjából a nyári és az őszi időszak kedvezőtlenebb képet mutat, míg a legkevesebb fertőzést tavasszal tapasztaltuk.

A kokcidiumok már a laktáció alatt jelen vannak a nyulak bélsarában, de viszonylagosan kis gyakorisággal. A fertőzöttségi szint a választás utáni időszakban emelkedő tendenciát mutat, becslő modell alapján a fertőzés szignifikáns emelkedését a 38–40. életnapra tehetjük.

A nyulak takarmányában használt két kokcidiosztatikum összehasonlító vizsgálata alapján a hatásuk között nincs szignifikáns különbség.

Az eredmények alapján a nagyüzemi nyúltelepek parazitológiai monitoring vizsgálatait mindenképpen javasolt rendszeresen elvégezni, különös tekintettel a nyári és őszi évszakokra, illetve a nyulak választás utáni időszakára.

Irodalomjegyzék

- Demeter, Cs., Matics, Zs., Demeter-Jeremiás, A., Sándor, F., Gerencsér, Zs., Német, Z. (2023b): Survey of the seasonal dependency of *Eimeria* oocysts and *Passalurus ambiguus* infections in industrial rabbit farms. *World Rabbit Science*, 31. 277–283. <https://doi.org/10.4995/wrs.2023.19396>
- Demeter Cs., Matics Zs., Demeter-Jeremiás A., Sándor F., Gerencsér Zs., Német Z. (2022): Az évszakok hatása a nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* oocysta a *Passalurus ambiguus* fertőzöttségére. 33. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 2022. szeptember 29. 13–22.
- Demeter Cs., Matics Zs., Demeter-Jeremiás A., Sándor M., Gerencsér Zs., Német Z., Végh Á. (2023a): *Eimeria* fajok által okozott fertőzöttség magyarországi nagyüzemi nyúltelepeken Magyar Állatorvosok Lapja, 759–767. <https://doi.org/10.56385/magyallorv.2023.12>
- El-Ashram, S., Aboelhadid, S. M., Abdel, E. M., Hashem, S. A., Mahrous, L. N., Farghly, E. M., Kamel, A. A. (2020): Investigation of pre- and post-weaning mortalities in rabbits bred in Egypt, with reference to parasitic and bacterial causes. *Animals*, 10. 537. <https://doi.org/10.3390/ani10030537>
- Espinosa, J., Ferreras, M. C., Benavides, J., Cuesta, N., Pérez, C., García Iglesias, M. J., García Marín, J. F., Pérez, V. (2020): Causes of mortality and disease in rabbits and hares: A retrospective study. *Animals*, 10. 158. <https://doi.org/10.3390/ani10010158>
- Grès, V., Voza, T., Chabaud, A., Landau, I. (2003): Coccidiosis of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in France. *Parasite*, 10(1) 51–57. <https://doi.org/10.1051/parasite/2003101p51>
- Pakandl, M., Hlášková, L. (2007): The reproduction of *Eimeria flavescens* and *Eimeria intestinalis* in suckling rabbits. *Parasitol. Research*, 101. 1435–1437. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0646-0>

Peeters, J. E., Pohl, P., Charlier, G. (1984): Infectious agents associated with diarrhoea in commercial rabbits: a field study. *Annales de Recherches Vétérinaires*, 15. 335–340.

Vetési F. (1990): Házinyúl-egészségtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 208–215.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0](#).
This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](#).



A takarmány eltérő pellet méretének hatása a hízónyulak termelésére és parazitológiai terheltségére

Matics Zsolt¹ , Demeter-Jeremiás Anett², Varga Erzsébet³, Német Zoltán^{2,4} ,
Sándor Máté², Mayer András⁵, Gerencsér Zsolt⁵ , Demeter Csongor^{3,5}

¹Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Állattudományi Tanszék,
9200 Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

²S&K-Lap Kft, 2173 Kartal, Császár út 135.

³Cargill Takarmány Zrt, 1087 Budapest Hungária körút 30.

⁴Állatorvostudományi Egyetem, Patológiai Tanszék, Haszonállat Diagnosztikai Központ,
2225 Üllő, Dóra major

⁵Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok
Intézet, Állatnemesítési Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Received/Érkezett: 05. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 29. 01. 2025.

Összefoglalás: Kereskedelmi forgalomban jellemzően 2,5–4,0 mm pelletátmérőjű nyúlta-
karmányok vásárolhatók. A cél annak vizsgálata volt, hogy a 3 mm és 4 mm átmérőjű
pelletált takarmányok etetésekor hogyan alakul a hízónyulak termelése és parazitológiai
fertőzöttsége. A hízónyulak egyik csoportja 3 mm, másik csoportja 4 mm átmérőjű pelletált
takarmányt ehetett ($n = 60$ nyúl/csoport). A takarmányok alapanyag és kémiai összetétel
tekintetében azonosak voltak. A nyulakat üzemi körülmények között, drótrács ketrecek-
ben hizlaltuk (5 nyúl/ketrec) 45 és 72 napos kor között. Az elhullást azonos elhelyezés
mellett, nagyobb létszámú csoportokon vizsgáltuk ($n = 1050$ nyúl/csoport). A pellet mérete
nem befolyásolta a 72 napos kori testsúlyt (3 mm: 2696 g; 4 mm: 2670 g; $P > 0,05$), a 45–
72 napos kor közötti napi átlagos súlygyarapodást (3 mm: 46,3 g/nap; 4 mm: 45,2 g/nap;
 $P > 0,05$), a takarmányfogyasztást (3 mm: 176 g/nap; 4 mm: 169 g/nap; $P > 0,05$) és a ta-
karmányértékesítést sem (3 mm: 4,03; 4 mm: 4,08 g; $P > 0,05$). Hasmenéses megbetege-
dést egyik csoportban sem figyeltünk meg a hizlalási időszak alatt. A két csoport teljes
hizlalásra vetített elhullása elfogadható szinten maradt és nem különbözött (3 mm: 1,5%;
4 mm: 2,4%; $P > 0,05$). A parazitológiai vizsgálatok nagyon jó egészségügyi státuszt mu-
tattak, nem találtunk fertőzött bélsár mintát egyetlen vizsgálati időpontban sem. Az azo-
nos összetételű, de eltérő pelletméretű takarmány etetése nem befolyásolta a növendék-
nyulak termelését és egészségi állapotát.

Kulcsszavak: növendéknyúl, takarmányozás, oociszta, kokcidiózis

Effect of different pellet sizes on the production and parasitological load of growing rabbits

Zsolt Matics¹ , Anett Demeter-Jeremiás², Erzsébet Varga³, Zoltán Németh^{2,4} ,
Máté Sándor², András Mayer⁵, Zsolt Gerencsér⁵ , Csongor Demeter^{3,5}

¹Széchenyi István University, Department of Animal Science, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

²S&K-Lap Kft, 2173 Kartal, Császár 135.

³Cargill Hungary, 1087 Budapest, Hungária 30.

⁴University of Veterinary Medicine Budapest, Department of Pathology, Livestock Diagnostic Center, 2225 Üllő, Dóra major

⁵Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences, Department of Animal Breeding, 7400 Kaposvár, Guba Sándor 40.

Abstract: Rabbit feeds can typically be purchased commercially with pellet diameters of 2.5–4.0 mm. The aim of the study was to investigate the production and parasitological contamination of growing rabbits fed pelleted feeds with diameters of 3 mm and 4 mm. One group of fattening rabbits was fed pelleted feed with a diameter of 3 mm and another with a diameter of 4 mm (n = 60 rabbits/group). The feeds were identical concerning raw material and chemical composition. Growing rabbits were examined under industrial conditions in wire mesh cages (5 rabbits per cage) between 45 and 72 days of age. Mortality was investigated in larger groups (n = 1050 rabbits/group) under the same housing conditions. Pellet size did not affect the body weight of rabbits at 72 days of age (3 mm: 2696 g; 4 mm: 2670 g; $P > 0.05$), the average daily weight gain between 45 and 72 days of age (3 mm: 46.3 g/day; 4 mm: 45.2 g/day; $P > 0.05$), the feed consumption (3 mm: 176 g/day; 4 mm: 169 g/day; $P > 0.05$) and feed conversion ratio (3 mm: 4.03; 4 mm: 4.08 g; $P > 0.05$). Diarrhoea was not observed in either group during the growing period. Mortality of the groups remained at acceptable levels and did not differ (3 mm: 1.5%; 4 mm: 2.4%; $P > 0.05$). Parasitological examinations showed a very good sanitary status, no infected faeces samples were found at any observation day. Diets with the same composition but different pellet sizes did not affect the production and health status of the growing rabbits.

Keywords: fattening rabbits, feeding, oocysts, coccidiosis

Bevezetés

A házinyúl korszerű takarmányozásához figyelembe kell venni a táplálóanyagszükségletén túl az emésztélettani sajátosságait és táplálkozási viselkedését is. A különböző takarmányozási módok (*ad libitum* vagy korlátozott) a húsnyulak termelését és egészségi állapotát szintén jelentősen befolyásolhatják (Drouilhet et al., 2016; Martignon et al., 2022). *Ad libitum* takarmányozás mellett nagyobb eséllyel alakulhatnak ki emésztőrendszeri betegségek, ami magasabb termelési költségeket eredményezhet (Knudsen et al., 2014). A korlátozott takarmányozás hatására javulhat a takarmányértékesítés és csökkenhet az emésztőszervi megbetegedések előfordulási gyakorisága (Gidenne et al., 2012).

Tojótýúk esetében (El-Medany et al., 2021) és brojlerben is (Cerrate, 2009; Zelal, 2020) több tanulmány született, amelyben vizsgálták a pellet méretének hatását. McNitt és munkatársai (1996) javaslata szerint hízónyulaknak a 6,3 mm hosszú és 4,7 mm átmérőjű szilárd és kemény pellet az optimális. Ezzel szemben kereskedelmi forgalomban jellemzően 2,5–4,0 mm pelletátmérőjű nyúltakarmányok vásárolhatók.

Célunk volt megvizsgálni, hogy 3 mm és 4 mm átmérőjű pelletek alkalmazása esetén hogyan alakul a hízónyulak termelése és parazitológiai terheltsége.

Anyag és módszer

Állatok, elhelyezés, takarmányozás

A vizsgálatot a Tetrabbit Kft dabasi nyúltelepén végeztük. Az épületben 18–22 °C hőmérséklet és napi 16 órás megvilágítás volt. A Hycolc hízónyulakat ponthegesztett drótrácsból készült ketrecekben tartottuk 45 és 72 napos életkor között (ketrec mérete: 86 x 38 x 30 cm; 5 nyúl/ketrec). A választott nyulakat véletlenszerűen két csoportra osztottuk: az egyik csoport (n = 60 nyúl) kereskedelmi forgalomban kapható 3 mm pelletátmérőjű, a másik csoport (n = 60 nyúl) 4 mm pelletméretű takarmányt ehetett *ad libitum*. A két takarmány csak a pellet átmérőjében különbözött, a takarmány alapanyagait és kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja. Az elhullást azonos körülmények között tartott és a csoportoknak megfelelő takarmánnyal etetett nagyobb létszámú állományon vizsgáltuk (n = 1050 nyúl/csoport). A nyulak súlyszelepes önitatókból korlátlanul ihattak ivóvizet.

1. táblázat. A takarmányok receptúra szerinti és kémiai összetétele

Összetétel(1)	Érték(2)
Lucernaliszt pellet, % (3)	40,21
Búzakorpa, % (4)	30,00
Árpa, % (5)	15,14
Zab, % (6)	5,00
Napraforgódara, % (7)	5,00
Cukorrépa pellet, % (8)	2,45
Napraforgó héj, % (9)	0,50
Arbocell, %	0,50
Kálium-karbonát, % (10)	0,47
NaCl, %	0,41
Nyúl premix 0,3%, % (11)	0,30
L-Lizin HCl, % (12)	0,09

DL-Metionin, % (13)	0,01
Kémiai összetétel (14)	
DE nyúl, MJ/kg (15)	9,2
Nyersfehérje, % (16)	15,6
Nyersrost, % (17)	17,0

Table 1 Ingredients and chemical composition of the diets
ingredients (1), value (2), alfalfa pellets, % (3), wheat bran, % (4), barley, % (5), oat (6), sunflower meal, % (7), sugar beet pellet, % (8), sunflower hull, % (9), potassium carbonate, % (10), rabbit premix 0.3 %, % (11), L-Lysine HCl, % (12), DL-Methionine, % (13), chemical composition (14), DE rabbit, MJ/kg (15), Crude protein, % (16), crude fibre, % (17)

Termelési és parazitológiai adatok gyűjtése

A vizsgálat során hetente mértük a nyulak egyedi testsúlyát és a ketrecenkénti takarmányfogyasztást, amelyekből kiszámítottuk a nyulak napi súlygyarapodását, ketrecenkénti napi átlagos takarmányfogyasztását és takarmányértékesítését. A heti mérések alkalmával megvizsgáltuk a nyulak egészségi állapotát. Az elhullást naponta ellenőriztük.

Heti rendszerességgel gyűjtöttünk bélsármintákat standardizált módszer szerint (Demeter et al., 2023) és az elegymintákat felszindúsításos vizsgálatokkal az S&K-Lap Kft. laboratóriumában elemeztük (McMaster módszer a Royal Veterinary College és a FAO ajánlása alapján; [http1](http://1)). A mintákban *Eimeria oociszták* és *Passalurus ambiguus* jelenlétét vizsgáltuk.

Statisztikai értékelés

Az adatok normalitását Shapiro-Wilk és Levene's Test módszerrel ellenőriztük, a csoportok termelési eredményeinek összehasonlítását két mintás T-próbával, az elhullási arányok összevetését pedig chi-négyzet próbával végeztük, az R programcsomag segítségével.

Eredmények és értékelésük

A pellet mérete egyetlen vizsgált életkorban sem volt szignifikáns hatással a nyulak testsúlyára (2. táblázat).

2. táblázat. A nyulak testsúlyának (g) alakulása az etetett pellet átmérőjétől függően

Életkor, nap (1)	Pellet átmérő (2)		P-érték (3)
	3 mm	4 mm	
45.	1493	1494	0,962
52.	1903	1889	0,730
59.	2244	2211	0,317
66.	2541	2523	0,701
72.	2696	2670	0,858

Table 2 Body weight (g) of groups depending on the pellet diameter of the diet
age, days (1), pellet diameter (2), P-value (3)

Egyetlen élethéten és a teljes hizlalási időszakot tekintve sem befolyásolta szignifikánsan a nyulak napi súlygyarapodását az, hogy 3 mm-es vagy 4mm-es pelletméretű takarmányt fogyaszthattak (3. táblázat).

3. táblázat. A nyulak súlygyarapodásának (g/nap) alakulása az etetett pellet átmérőjétől függően

Életkor, nap (1)	Pellet átmérő (2)		P-érték (3)
	3 mm	4 mm	
45–52 nap	58,5	56,4	0,644
52–59 nap	48,8	46,0	0,402
59–66 nap	42,3	44,5	0,522
66–72 nap	26,0	24,6	0,803
45–72 nap	46,3	45,2	0,586

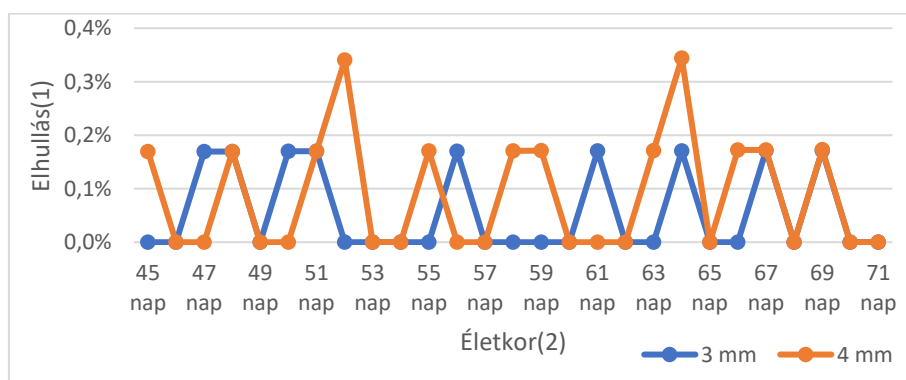
Table 3 Weight gain (g/day) of groups depending on the pellet diameter of the diet age, days (1), pellet diameter (2), P-value (3)

Életkortól függetlenül a két csoportban a nyulak közel azonos mennyiséget fogyasztottak a takarmányból. A 3 mm-es pelletátmérőjű takarmányból 176 g/nap, míg a 4 mm-es átmérőjű pelletekből 169 g/nap volt az átlagos fogyasztás a teljes hizlalási időszakra nézve ($P > 0,05$).

A csoportok takarmányértékesítésében sem tapasztaltunk különbséget, a 3 mm-es csoportban 4,03 kg/kg, a 4 mm-es csoportban 4,08 kg/kg volt a takarmányértékesítést a teljes hizlalási időszak alatt ($P > 0,05$).

Egyik vizsgálati időpontban se figyeltünk meg emésztőszervi megbetegedésekre utaló jeleket (pl. hasmenés) a nyulakon. Az elhullás a nagyüzemekben elfogadható, alacsony szinten maradt, a nagy létszámú csoportok elhullása hasonlóan alakult (3 mm-es csoport: 1,5%; 4 mm-es csoport: 2,4%; $P > 0,05$).

A napi rendszerességgel feljegyzett elhullási értékek alapján nem látható összefüggés a takarmány pellet mérete és az elhullás között. A 4 mm-es csoport elhullása a nevelési időszak alatt mindösszesen két esetben haladta meg a gyakorlatban kritikusnak tartott 2 ezrelékes határértéket (1. ábra).



1. ábra. A 3 és 4 mm átmérőjű pelletet fogyasztó csoportok napi elhullása

Figure 1 Daily distribution of mortality in groups fed with diet of 3 and 4 mm pellet diameter mortality (1), age, days (2)

Az, hogy nem tapasztaltunk emésztőszervi megbetegedéseket a nyulakon, továbbá, hogy viszonylagosan alacsony mértékű volt az elhullás, a telep kielégítő higiéniai viszonyait és az állomány kedvező állategészségügyi státuszát mutatja. Ezt támasztják alá a parazitológiai vizsgálatok eredményei is. A heti rendszerességgel gyűjtött bélsár minták mindegyike negatív eredményt mutatott, sem a kokcidiosisért felelős *Eimeria* fajok oocisztáit, sem *Passalurus ambiguus* fertőzöttséget nem diagnosztizáltunk.

Következtetések és javaslatok

A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy az azonos összetételű, azonban pellet méretét tekintve eltérő (3 mm és 4 mm átmérőjű) takarmány nem befolyásolta a növéndéknyulak termelését és egészségi állapotát.

A 4 mm-es átmérőjű takarmány alkalmazásának lehetőségét érdemes tovább vizsgálni abból az aspektusból, hogy a takarmánykeverő üzemnek ez milyen mértékű energiamegtakarítást, vagy gyártási hatékonyság javulást eredményezhet.

Irodalomjegyzék

- Cerrate, S., Wang, Z., Coto, C., Yan, F., Waldroup, P.W. (2009): Effect of pellet diameter in broiler starter diets on subsequent performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 18(3), 590–597. <https://doi.org/10.3382/japr.2009.00041>
- Demeter, Cs., Matics, Zs., Demeter-Jeremiás, A., Sándor, F., Gerencsér, Zs., Németh, Z. (2023): Survey of the seasonal dependency of *Eimeria* oocysts and *Passalurus ambiguus* infections in industrial rabbit farms. *World Rabbit Science*, 31. 277–283. <https://doi.org/10.4995/wrs.2023.19396>
- Drouilhet, L., Achard, C. S., Zemb, O., Molette, C., Gidenne, T., Larzul, C., Ruesche, J., Tircazes, A., Segura, M., Bouchez, T. (2016): Direct and correlated responses to selection in two lines of rabbits selected for feed efficiency under ad libitum and restricted feeding: I. Production traits and gut microbiota characteristics. *Journal of Animal Science*, 94(1), 38–48. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9402>
- El-Medany, N. M., Abdel-Azeem, F., Abdelaziz, M. A. M., Hashish, I. M. E (2021): Effect of pelleting size and pellet binder level on broiler chicken performance. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 24(2), 175–183. <https://10.21608/ejnf.2021.210944>
- Gidenne, T., Combes, S., Fortun-Lamothe, L. (2012): Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal*, 6(9), 1407–1419. <https://doi.org/10.1017/S1751731112000389>
- Knudsen, C., Combes, S., Briens, C., Coutelet, G., Duperray, J., Rebours, G., Salaun, J. M., Travel, A., Weissman, D., Gidenne, T. (2014): Increasing the digestible energy intake under a restriction strategy improves the feed conversion ratio of the growing rabbit without negatively impacting the health status. *Livestock Science*, 169. 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.08.015>
- Martignon, M., Burel, C., Guinebretière, M., Postollec, G., Huonnic, D., Boilletot, E., Michel, V., Gidenne, T. (2022): Feeding behaviour of the growing rabbit fed freely or restricted, and impact on performances and digestive organs. *World Rabbit Science*, 30. 119–130. <https://doi.org/10.4995/wrs.2022.14513>
- McNitt, J. I., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R., Patton, N. M. (1996): Rabbit production. 9th Edition. CABI Digital Library, <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781780640129.0000>
- Zelal, A. (2020): Effect of use different pellet lengths on performance of broiler chicken. *J.Bio.Innov.*, 9(6), 1520–1531. <https://doi.org/10.46344/JBINO.2020.v09i06.37>
- http1: <https://www.rvc.ac.uk/static/review/parasitology/EggCount/Purpose.htm>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



A kondíció hatása a juhok vemhesülésére

Bácsi Eszter Ilona^{1,2}  , Egerszegi István³ , Rózsáné Várszegi Zsófia⁴ ,
Klein Renáta⁴ , Jávör András⁵, Oláh János¹

¹Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és
Tájkutató Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

²Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet,
Állattenyésztés-technológiai és Állatjóléti Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1

⁴Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Állattenyésztési Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

⁵Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Agrár Genomikai és Biotechnológiai Központ, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

Received//Érkezett: 05. 11. 2024.

Accepted//Elfogadva: 29. 01. 2025.

Összefoglalás: Az anyajuhok ivarzása, az ovulációs ráta nagysága, és a vehemnevelő képesség több gén által meghatározott tulajdonságok, örökölhetőségi értékük alacsony, így számos tényező: klimatikus viszonyok, takarmányozás, kondíció nagyban befolyásolja. Ezek közül talán a tápláltsági állapot, a kondíció az egyik legmeghatározóbb a vemhesülésre nézve. A kondíció értékelését hazánkban csak ritkán alkalmazzák. Pedig számos tanulmány kimutatta, hogy nagy jelentősége van a termékenyülés szempontjából, ugyanis nem csak az anyajuhok fogamzási arányára, hanem az iker vehem fejlődésére is hatással van. A kísérlet során nyári időszakban ivarzás-szinkronizált, majd a pároztatott juhok faggyúvastagságát, testsúlyát mértük, továbbá a kondícióját pontoztuk. Célunk az volt, hogy megállapítsuk az általunk vizsgált állományban milyen összefüggésben állnak ezek a vizsgált paraméterek a juhok vemhesülésével, illetve az iker bárányok számával, továbbá van-e eltérés a különböző genotípusok között. Testsúlyban és kondíciópontoszámban szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk a fajták között, ez a második mérésakor már a faggyúvastagságban is kimutatható volt. A fehér dorper x fehér suffolk F1 juhok ágyéki, bőr alatti átlagos faggyúvastagsága 3,9 mm volt, míg a fehér dorper és dorper egyedek faggyúvastagsága ennél szignifikánsan kisebb értéket mutatott. Ezek az eredmények egy kutatás részei, előzetes eredmények, az ellési időszak még nem kezdődött el, a téma teljes körű értékeléséhez nagyobb elemszámra, és további mérések elvégzésére lesz szükség.

Kulcsszavak: kondíció, faggyúvastagság, testsúly

The effect of body condition on pregnancy in sheep

Ilona Eszter Bácsi^{1,2}  , István Egerszegi³ , Zsófia Várszegi Rózsáné⁴ ,
Renáta Klein⁴ , András Jávors⁵, János Oláh¹

¹University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm,
Farm and Regional Research Institute of Debrecen, 4032 Debrecen, Böszörményi 138.

²University of Debrecen, Doctoral School of Animal Science, 4032 Debrecen, Böszörményi 138.

³Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences,
Department of Animal Husbandry and Animal Welfare, 2100 Gödöllő, Páter Károly 1.

⁴University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental
Management, Institute of Animal Science Biotechnology and Nature,
Department of Animal Husbandry, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

⁵University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental
Management, Centre for Agricultural Genomics and Biotechnology,
4032 Debrecen, Böszörményi 138.

Abstract: The oestrus of ewes, their ovulation rate, and the ability to raise the fetus are properties determined by several genes, as well as these traits' heritability value is low. Because of this, other factors (e.g.: climatic conditions, feeding, body condition) greatly influence them. Among these, the body condition is perhaps one of the most decisive factors in pregnancy. Determination and scoring of body condition are rarely used in our country. It is very important from the point of view of fertility, as it affects not only the conception rate of ewes, but also the number of twin lambs. In the experiment we measured the fat thickness and body weight of summer period oestrus synchronized ewes and then mated sheep, and scored their body condition. We did this to determine the correlation between these parameters in the herd we examined with the pregnancy of the sheep and the number of twin lambs, and whether there is a difference between the different breeds/genotypes. We found significant differences in body weight and body condition score between the genotypes, and at the second measurement, the difference was already detectable in the subcutaneous fat depth. The average fat thickness of White Dorper x White Suffolk F1 sheep was 3,99 mm while increase of Dorper, and White Dorper breeds these data were significantly lower. The results presented here are part of a research, it is a preliminary founding, since the lambing period has not yet started, furthermore a larger number of investigation and measurements will be necessary for a full evaluation of the topic.

Keywords: body condition, fat thickness, body weight

Bevezetés

A kondíció figyelembevételét Magyarországon csak ritkán alkalmazzák, pedig nagy jelentősége lenne a termelés szempontjából, ugyanis hatással van az anyajuhok termékenyülésére, befolyásolja az ikervemhességek arányát, hatása lehet a vehem fejlődésére, majd kihat a bárányok súlygyarapodására is. A szezonális bárány előállításban a kondíció figyelemmel követése kitűnő eszköz lehet az értékesítési csúcsokhoz (húsvét, ferragosto, karácsony) igazított bárányszaporulat elérésében (Fenyves et al. 2010).

A kondíció a tápláltsági és erőbeni állapot megnyilvánulása (Szabó, 2004). A módszert juhok esetében először Ausztráliában alkalmazták (Nicholson és Butterworth, 1986). Egyes országokban több alkalommal végeznek kondíció bírálatot, melyek a következő időpontokban történnek: üzetésre való felkészítés előtt, a vemhesség közepén és végén, a laktáció közepén, valamint a bárányok választását követően. Megítélése annak érdekében fontos, hogy a juhok jól termeljenek, és állapotuknak megfelelő takarmányozásban részesülhessenek (Hatcher et al, 2007, Hatcher–White, 2008, Kukovics, 2021, Jávör, 2022, McLaren et al., 2023). Az anyajuhok termékenyülése, az anyai nevelőképesség és a kondíciópontszám között összefüggések figyelhetők meg (Gordon, 1997, Pryce et al., 2001). Ha az anyajuhok rossz kondícióban vannak az elléskor, akkor az akár az utódok elhullásához is vezethet (West et al., 1989). Egy 2012-es tanulmányban azt állapították meg, hogy az egy, valamint az ikerbárányt ellő anyajuhok között a kondíciópontszámban nem volt jelentős különbség (Rádli et al., 2012).

A kondícióbírálattal az állatok tápláltsági állapota határozható meg, Európában 1-től 5-ig terjedő skálán értékelik az állatokat, általában 0,5-ös osztásközzel. A kategóriák meghatározásához megállapítják az első ágyék csigolyánál, a hosszú hátizom teltségét és a faggyúvastagságot, valamint a tövisnyúlvány, a harántnyúlvány, és az utolsó borda kitapinthatóságát is értékelik (Robinson et al., 1983, Thompson–Meyer, 2006). Ennek megállapításával pontosabb adatokat kaphatunk a juhokról, mint csupán a testsúlymérés alapján (Russel et al., 1969, Sanson et al., 1993).

A kondíció pontszámok az alábbiak szerint alakulnak (Kenyon, 2014, Kukovics, 2021):

- 1 pont: nagyon sovány: A csigolyanyúlvány rendkívül éles, nincs rajta faggyúfedettség, az oldalsó csigolyanyúlványok is élesek, ujjainkat könnyen be tudjuk alá nyomni.
- 2 pont: sovány: A csigolyanyúlvány még itt is kifejezett, de már vékony faggyúréteget megfigyelhetünk rajta, már csekély mennyiségű izom is kitapintható, az oldalsó csigolyaszárny alá már csak nyomással tudjuk ujjainkat behelyezni.
- 3 pont: átlagos kondíció: A tövisnyúlványok csak kis mértékben emelkednek ki, az izomfedettség teljes, és a faggyúval való borítottság közepes mértékű, az oldalnyúlványok csak erős nyomással érzékelhetők.
- 4 pont: kövér: A tövisnyúlványt csak vonalként figyelhetjük meg, csak erős nyomás hatására érezhetők, az ilyen állatokon az izommal való kitöltöttség teljes, vastag faggyúréteget figyelhetünk meg, az oldal nyúlványokat itt már nem tudjuk kitapintani.
- 5 pont: elhízott: A csigolyanyúlványok erős nyomás hatására sem érzékelhetők, vályúszerű faggyúréteg figyelhető meg a csigolya fölött, teljes izom kitöltöttséget figyelhetünk meg itt is, a faggyúréteg rendkívül vastag.

A termelési ciklus alapján a szakirodalmi források megkülönböztetik a legmegfelelőbb kondíciópontszámot állataink számára. Szárazon álló/ üres anyajuhok esetében 1,5–2 pont, a vemhesség késői szakaszában 2,5–3 pont, stb. (Kukovics, 2021).

A juhok takarmányozása során nagy jelentősége lenne, hogy meghatározzuk állataink kondícióját, ugyanis ennek ismeretében tudnánk legjobban kielégíteni állataink táplálóanyag igényét és ebben az esetben várhatnánk el juhainktól kiegyenlített, hosszú időn át tartó, magas színvonalú termelést (Sejian et al., 2010, Kennedy, 2022).

Egyes szakirodalmakban kimutatták azt is, hogy 2,5 és 4 kondíció között minden egység emelkedés 0,13 báránnyal növeli az egy anyára jutó bárányszámot, és a 2,5-ös érték alatt nagyon magas az üresen maradó anyajuhok száma (Kukovics, 2021).

Több külföldi tanulmányban is olvasható, hogy ha az anyajuhok az ellés időpontjában legalább 2,5–3-as kondíciópontszámot érnek el, akkor jobbak a szaporodási mutatóik és a báránynevelő képességük. Több tejet tudnak termelni, mint az ennél rosszabb kondícióban lévő egyedek, így nagyobb lesz a választott bárányok testsúlya is (Atti et al., 2001, Abdel-Mageed, 2009, Sejian et al., 2010, Yilmaz et al., 2011, Kennedy, 2022).

Ha a pároztatás, termékenyítés és a korai vehemnevelés időszakában a juhok rossz tápláltsági állapotban vannak, az nagy mértékben ronthatja a szaporulati mutatókat, ugyanis ilyen esetben rosszabb lehet a petesejtek minősége, kevesebb a progeszteron termelés, ugyanakkor a túlzottan magas fehérje tartalmú takarmányok is hasonló hatást válthatnak ki (Kukovics, 2021).

A skót feketefejű juhok esetében kimutatták, hogy a túlságosan jó kondíciójú juhok ugyan vemhesülnek, de kevesebb bárányt ellenek, ritkább az ikervemhesség (McLaren et al., 2023).

Anyag és módszer

A kísérletet a Debreceni Egyetem Agrárkutató Intézetek és Tangazdaság Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet Kismacsi Állattenyésztési Kísérleti Telepén végeztük. A mérésekben 23 vegyes életkorú (1–7 éves) dorper, fehér dorper, és fehér dorper x fehér suffolk F1 anyajuh vett részt. A juhok ivarzás indukálást követően kossal lettek üzetve.

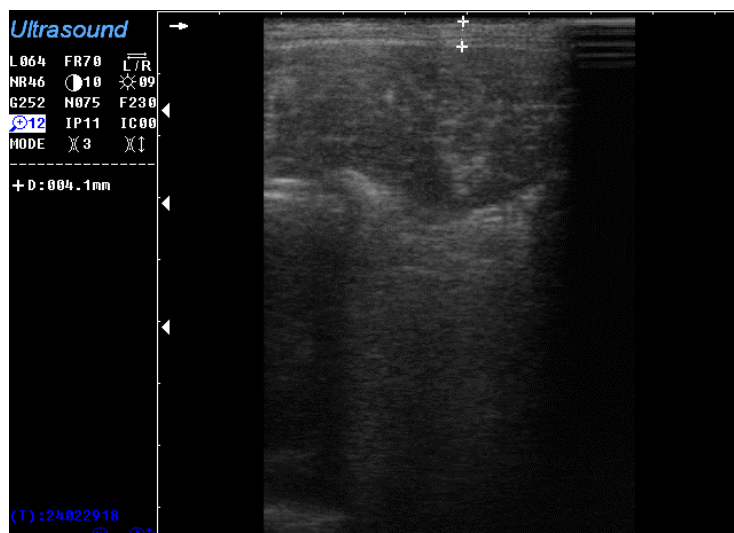
A Chronogest hüvelyszivacsot 2024.05.31-én helyeztük be. A szivacs kivételt két napra osztottuk el, amely így 2024.06.15-én és 2024.06.16-án történt, ezzel egyidejűleg intramuszkulárisan Folligon 200 NE/ml PMSG tartalmú készítményt (2,5ml/egyed) alkalmaztunk.

Ennek a 23 anyának 2024.június 14-én elvégeztük az ultrahangos faggyúvastagság mérését (1. ábra), amelyet nyomon fogunk követni a vemhes juhoknál egészen a bárányok választásáig. 2024. augusztus 16-án elvégeztük a juhok ultrahangos vemhességvizsgálatát, valamint a következő faggyúvastagság mérést is, majd ezt követte a vemhesség végi faggyúvastagság mérése, melyet 2024.10.25-én mértünk le. A faggyúvastagság mérésekor, minden esetben elvégeztük a kondícióbírálatot, és a testsúly mérését is. A faggyúvastagságmérést egy DAWEI márkájú ultrahang eszköz segítségével (lineáris vizsgálófejjel 7,5 MHz), a vemhességvizsgálatot pedig egy Draminski Animal Profi 2 eszközzel (szektor vizsgálófejjel 8,2 MHz) végeztük el.

Statistikai elemzés

Az adataink értékelése során az SPSS 23.0 programcsomagot alkalmaztuk, az adatainkon elvégeztük a homogenitás vizsgálatot, majd ezt követően az eredményeinket egytényezős varianciaanalízissel és Tukey Post Hoc teszt segítségével összehasonlítottuk a különböző

genotípusok eredményeit, megállapítva ezzel a köztük lévő eltérés mértékét, az egyes genotípusok vemhesülési arányát χ^2 próbával is összehasonlítottuk az eltérések szignifikanciájának megállapításához.



1. ábra. Az ultrahangos faggyúvastagság mérés

Figure 1 Ultrasonic fat depth measurement

Eredmények és értékelésük

A statisztikai elemzések során megállapítottuk, hogy az általunk vizsgált állatok esetében az ultrahangos vemhességvizsgálat eredményére nincsenek hatással a kísérlet során mért paraméterek (testsúly, faggyúvastagság, kondíciópontoszám). Az 1. táblázatban a méréseink eredményeinek átlaga, illetve szórása látható a különböző fajták/genotípusok esetében. A mérések során 3 genotípust vizsgáltunk, de ezek kis elemszámban, illetve eltérő elemszámmal vettek részt a kísérletben, ezért a jelen tanulmány során tapasztalt eltérések ugyan statisztikailag igazoltak, de ahhoz, hogy megbízhatóbb eredményekhez jussunk érdemes lenne a kísérletet nagyobb elemszámmal elvégezni, ahhoz, hogy a genotípusok közötti eltéréseket statisztikailag megbízhatóan alá tudjuk támasztani.

Testsúly

A testsúlymérésnél eltérésre számítottunk a fajták/genotípusok esetében, mivel az F1-es juhok 50%-ban fehér suffolk génhányaddal rendelkeznek, ezért ennél a genotípusnál nagyobb növekedési erélyt és nagyobb testsúlyt mértünk. Ezt az eltérést statisztikailag is alá tudtuk támasztani, ugyanis a méréseinknél 0,05-ös szignifikancia szint mellett szignifikáns eltérés volt a fehér dorper x fehér suffolk juhok esetében a másik két genotípushoz képest, a dorper és a fehér dorper fajták között nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést.

Kondíciópontoszám

A kondíciópontoszám meghatározása során a 2024.06.14-én végzett mérés eredményeiben azt tapasztaltuk, hogy a fehér dorper pontoszáma szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a keresztezett egyedeké, a fajtatiszta egyedek között nem volt statisztikai különbség. A második időpontban azonban már az F1-es anyajuhok kondíciópontoszáma szignifikánsan eltért mind a dorper, mind pedig a fehér dorper fajtáktól.

Faggyúvastagság

Az első mérés alkalmával a fajták között nem tapasztaltunk szignifikáns eltéréseket. Míg a második faggyúvastagság mérés során azt tapasztaltuk, hogy az F1-es juhok faggyúvastagsága szignifikánsan nagyobb volt, mint a másik két fajta esetében, ugyanakkor itt is megállapíthattuk, hogy a dorper és a fehér dorper között nem volt különbség ebben a paraméterben sem.

1. táblázat. A kísérlet során mért adatok a fajták/genotípusok átlagában

Mérés ideje(1)	Testsúly (kg)(2)	Kondíciópontszám (1–5)(3)	Faggyúvastagság (mm)(4)
	dorper (n = 4)(5)		
2024.06.14.	45,85 ± 6,60	2,63 ± 0,75	2,88 ± 0,79
2024.08.16.	46,18 ± 7,62	2,63 ± 0,85	2,50 ± 0,81
2024.10.25.	61,4	4,00	3,00
	fehér dorper (n = 8)(6)		
2024.06.14.	49,65 ± 7,39	2,63 ± 0,35	2,09 ± 0,56
2024.08.16.	52,11 ± 9,19	2,69 ± 0,37	2,39 ± 0,64
2024.10.25.	70,57 ± 7,66	3,17 ± 0,29	3,10 ± 0,56
	fehér dorper x fehér suffolk F1 (n = 11)(7)		
2024.06.14.	64,84 ^a ± 1,74	3,27 ^a ± 0,52	3,62 ± 1,74
2024.08.16.	69,03 ^b ± 9,14	3,59 ^b ± 0,44	3,94 ^a ± 0,92
2024.10.25.	76,16 ± 6,64	3,93 ± 0,61	4,41 ^b ± 0,46

^{a,b}= különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$)(8)

Table 1 Data measured during the experiment in the mean of the breeds/genotypes, date of measuring (1), body weight (kg) (2), body condition score (1–5) (3), sebum thickness (mm) (4), Dorper breed (5), White Dorper breed (6), White Dorper x White Suffolk F1 genotype (7), ^{a,b}= different letter indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) (8)

A vemhességvizsgálat

Napjainkban a termelés gazdaságossága érdekében elengedhetetlen a juhok vemhesség vizsgálata, ugyanis ennek alkalmazásával újra hárembe állíthatók, vagy selejtezhetők azok az anyajuhok, amelyek hosszú ideje nem vemhesültek.

Kísérletünk során a juhok vemhességvizsgálatát 2024. augusztus 16-án végeztük, ekkor a különböző genotípusoknál azt figyelhettük meg, hogy ugyan nagy mértékben eltért egymástól a vemhesülési %, de statisztikailag igazolható eltéréseket nem tapasztaltunk, ugyanis a különbség az eltérő elemszám miatt nem szignifikáns, de a tendencia figyelemre méltó volt. A dorper fajtánál 25%-os, a fehér dorpernél 37,5%-os, a fehér dorper x fehér suffolk juhok esetében pedig 63,64%-os vemhesülési %-ot állapítottunk meg.

A juhok vemhesülése, a kondíciópontszám, a faggyúvastagság, és a testsúlya között nem tapasztaltunk statisztikailag igazolható összefüggéseket jelen mérések alkalmával.

Következtetések és javaslatok

Az adataink alapján azt állapítottuk meg, hogy a vizsgált paraméterek (testsúly, kondíciópontszám, faggyúvastagság) nem voltak hatással a vemhesülésre.

A mérések során azt tapasztaltuk, hogy a fehér dorper x fehér suffolk F1-es anyajuhok, a testsúly, a kondíció, és a faggyúvastagság esetében is nagyobb értékeket mutattak, mint a dorper és fehér dorper anyajuhok.

Legjobb vemhesülési %-ot a fehér dorper x fehér suffolk F1 genotípus esetében tapasztaltunk. A vizsgálatot folytatjuk nagyobb állatlétszámmal és eltérő termelési időszakokban. Több fajtára kiterjedő nagyobb elemszámú mérések elvégzésével pedig lehetőség lenne akár a kondíciópontozás modernizálására is, mert így akár létre lehetne hozni egy fajtaspecifikus kondícióbírálati rendszert is.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet nyilvánítani a DE AKIT-DTTI Kismacsi Állattenyésztési Kísérleti Telepnek dolgozóinak a mérések elvégzéséhez nyújtott segítségükért.

Irodalomjegyzék

- Abdel-Mageed, I. (2009): Body condition scoring of local Ossimi ewes at mating and its impact on fertility and prolificacy. *Egypt Journal of Sheep and Goat Science*, 4. 37–44.
- Atti, N., Theriez, M., Abdennebi, L. (2001): Relationship between ewe body condition at mating and reproductive performance in the fat-tailed Barbarine breed. *Animal Research*, 50. 135–144. <https://doi.org/10.1051/animres:2001121>
- Fenyves V., Orbán I., Dajnoki K., Nábrádi A. (2010): Evaluation of different predicting methods in forecasting Hungarian, Italian, and Greek lamb prices. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section C – Food Economics*, 7. 192–196. <https://doi.org/10.1080/16507541.2010.531934>
- Gordon, I. R. (1997): *Controlled Reproduction in Sheep and Goats*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Hatcher, S., White, A. (2008): Why fat score breeding ewes? *Primefact* 807. 1–4.
- Hatcher, S., Graham, P., Nielsen, S., Gilmour A. (2007): Fat score of ewes at joining: the benefits of optimal nutrition. *Primefact*, 151. 1–4.
- Jávor A. (2022): Takarmányozás. In: Jávor A. (szerk.) *Juhtenyésztés haladóknak az extenzívtől a precízióig* (szerk.: JÁVOR A.) Debreceni Egyetem–Juh Terméktanács. pp. 70–74.
- Kenyon, P. R., Maloney, S. K., Blache, D. (2014): Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57. 38–64. <https://doi.org/10.1080/00288233.2013.857698>
- Kukovics S.: (2021): A kondíció pontszám érték és az egészség kapcsolata. In: Kukovics S. (szerk.) *A bárány és a juhhús fenntarthatósága Juh Terméktanács–Interovic*. pp. 36–37.
- Maurya, V. P., Sejian, V., Kumar D., Naqvi, S. M. K. (2010): Effect of induced body condition score differences on sexual behavior, scrotal measurements, semen attributes and endocrine responses in Malpura rams under hot semi-arid environment. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94. 309–317. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01012.x>
- McLaren, A., Lambe, N. R., Conington, J. (2023): Genetic associations of ewe body condition score and lamb rearing performance in extensively managed meat sheep. *Livestock Science*, 277. 105336. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105336>

- Nicholson, M. J., Butterworth, M. H. (1986): A Guide to condition Scoring of zebu cattle. international Livestock centre for Africa.
- Pryce, J. E., Coffey, M. P., Simm, G. (2001): The Relationship Between Body Condition Score and Reproductive Performance, *Journal of Dairy Science*, 84. 1508–1515. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70184-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70184-1)
- Rádli, A., Polgár J. P., Bene Sz. (2012): Néhány tényező hatása az anyajuhok kondíciójára és test-súlyára a báránynevelés időszakában. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 61. 375–384.
- Russel, A. J., Doney, F. J. M., Gunn, R. G. (1969): Subjective assessment of fat in live sheep. *Journal of Agriculture Science*, 72. 451–454. <https://doi.org/10.1017/S0021859600024874>
- Sanson, D. W., West, T. R., Tatman, W. R., Riley, M. L., Judkins, M. B., Moss, G. E. (1993): Relationship of body composition of mature ewes with condition score and body weight. *Journal of Animal Science*, 71. 1112–1116. <https://doi.org/10.2527/1993.7151112x>
- Sejian, A., Maurya, V. P., Naqvi, S. M. K., Kumar, D., Joshi, A. (2010): Effect of induced body condition score differences on physiological response, productive and reproductive performance of Malpura ewes kept in a hot, semi-arid environment. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94. 154–161. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00896.x>
- Szabó F. (2004): Általános állattenyésztés. Mezőgazda Kiadó, pp 460.
- Thompson, J., Meyer, H. (2006): Body Condition Scoring of Sheep, <http://oregonstate.edu/dept/animal-science/bcs.htm>.
- West, K. S., Meyer, H. H., Sasser, R. G. (1989): Ewe body condition and nutrition effects on embryonic loss. *Journal of Animal Science*, 67(Suppl.1) 424.
- Yilmaz, M., Altin, T., Karaca, O., Cemal, I., Bardakcioglu, H.E., Yilmaz, O., Taskin, T. (2011): Effect of body condition score at mating on the reproductive performance of Kivircik sheep under an extensive production system. *Tropical Animal Health Production*, 43. 1555–1560. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9841-1>



Eltérő tojótyúk genotípusok élősúly-eloszlásának vizsgálata különböző tartási rendszerekben

Pető Lilla¹  , Orbán Attila², Farkas Tamás Péter¹, Bódog Leila Gabriella¹, Szász Sándor¹ , Sütő Zoltán¹ 

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Precíziós Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

²Bábolna TETRA Kft. 2943 Bábolna, Radnóti Miklós u. 16.

Received/Érkezett: 05. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 29. 01. 2025.

Összefoglalás: Napjainkban egyre sürgetőbb megoldást kíván, hogy amennyiben az Európai Unió betiltaná a tojótyúkok ketreces tartását, akkor az ezt felváltó alternatív tartásmódok termelési hatékonyságát milyen gyakorlati és nemesítési megoldásokkal lehetne javítani, annak szem előtt tartásával, hogy a világ egyetlen hazai tojóhibrid-tenyésztő vállalata termékeit nemcsak az unióban, hanem a Föld több mint 50 országába exportálja. A vizsgálatokat a MATE Kaposvári Campusán a Bábolna TETRA Kft. által biztosított három genotípussal végeztük: a_1 = Tetra-1 (Leghorn típusú tojóhibrid); a_2 = Tetra-2 (Rhode típusú, klasszikus barna tojóhibrid); a_3 = Tetra-3 (Rhode típusú szülőpárok reciprok keresztezett ivadécai). $N = 1.254$ db tojóházba telepített jérce volt. A három vizsgált tartásmód: b_1 = hagyományos ketrec ($630 \text{ cm}^2/\text{tyúk}$, MÁB eng. sz.: 232.1/00412/0016/2011); b_2 = EU-konform berendezett ketrec ($756 \text{ cm}^2/\text{tyúk}$); b_3 = alternatív tartás ($1042 \text{ cm}^2/\text{tyúk}$, rácspadló-mélyalom kombináció) volt. A kísérleti állományt ablaktalan testtállóban, egy légtéren belül, randomizált pozíciójú csoportokban helyeztük el, ahol a TETRA technológia szerint programozott tojástermelést folytattunk. A különböző genotípusok és az egyes tartásmódok közötti különbséget GLM eljárással SAS 9.4. programcsomag segítségével értékeltük. A vizsgált típusok és a tartásmódok között jelentős és szignifikáns különbségeket mértünk. A tojástermelőknek azt ajánljuk, hogy a tartás módjához válasszák ki a legmegfelelőbb tojóhibridet.

Kulcsszavak: tojóhibrid, tartásmód, élősúlyváltozás, élősúly-eloszlás, tojástermelés

Examination of live weight distribution of laying hen genotypes in different housing systems

Lilla Pető¹  , Attila Orbán², Tamás Péter Farkas¹, Leila Gabriella Bódog¹,
Sándor Szász¹ , Zoltán Sütő¹ 

¹*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Science, Department of Precision Livestock Farming and Animal Biotechnics,*

7400 Kaposvár, Guba Sándor 40.

²*Bábolna TETRA Ltd., 2943 Bábolna, Radnóti Miklós 16.*

Abstract: Nowadays, there is an urgent need to find viable solutions to improve the production efficiency of non-caged farming systems, which could replace former housing systems if the EU bans all cage systems. The study examined differences in live weight and distribution among laying hybrids after 19 weeks of uniform rearing and analysed the impact of different housing systems on live weight and its variation up to 96 weeks of age. Studies were carried out at the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences in Kaposvár with 3 genotypes provided by Bábolna TETRA Ltd.: a_1 = Tetra-1 (White Leghorn); a_2 = Tetra-2 (Classical Brown layer); a_3 = Tetra-3 (Reciprocal crossbred Brown layer). $N = 1.254$ laying hens were housed in test house. 3 housing types tested were: b_1 = conventional cage (630 cm²/hens); b_2 = EU-conform enriched cage (756 cm²/hens); b_3 = floor system (1042 cm²/hens, grid floor, deep litter combination). For our statistical calculations we used GLM with SAS 9.4. At 19 weeks, Tetra-1 weighed 1.29 kg, while Tetra-2 and 3 averaged 1.46 kg. At 96 weeks, Tetra-1 maintained 1.76 kg across housing types. Tetra-2 weighed 1.88 kg in cages, 2.01 kg in floor system. Tetra-3 had lowest weight in cages, higher in other systems. Our main conclusion is the differences between the tested experimental genotypes and the housing systems were significantly different and were interaction. Egg producers are advised to select the most suitable laying hybrid for the type of housing system.

Keywords: laying hybrid, husbandry, live weight variation, live weight distribution, egg production

Bevezetés

Napjainkban egyre sürgetőbb megoldást kíván, hogy amennyiben az Európai Unió betiltaná a tojótyúkok EU-konform ketreces tartását, akkor az ezt felváltó alternatív tartásmódok termelési hatékonyságát milyen gyakorlati és nemesítési megoldásokkal lehetne javítani, annak szem előtt tartásával, hogy a világszinten is jelentős hazai tojóhibrid-tenyésztő vállalata termékeit nemcsak az unióban, hanem a Föld több mint 50 országába exportálja.

Az ezredfordulót követően az Európai Unióban a tojótyúkok jólétével kapcsolatban jelentős változások történtek, melynek következményeként 2012. január 1-jei kezdettel a hagyományos ketrecek használatát betiltották (*European Communities*, 1999). Napjainkban bizonyos civil szervezetek – lásd: *End the Cage Age* mozgalom – egyre erőteljesebben lépnek fel, hogy a jelenleg európai engedéllyel rendelkező berendezett, vagyis feljavított ketreces rendszereket is betiltsák. Ha ez bekövetkezik, akkor hamarosan a 'non-caged', azaz 'nem ketreces' alternatív tartástechnológiák fogják felváltani a korábbi ketreces tartási rendszereket. Ez a tartástechnológia a tojótyúkok számára nagyobb férőhelyet és mozgási szabadságot biztosít, ugyanakkor ez a változás új kihívás elé állítja a tojástermeléssel foglalkozó szakembereket és gazdálkodókat, mert a megnövekedett termelési költségek a tojás értékesítési árának növekedését vonja maga után (*Sütő és mtsai*, 2018).

Egy másik kihívás az európai tojástermelőknek az, hogy az alternatív tartástechnológiák preferenciája mellett, jó eséllyel betiltásra fog kerülni a csőrakasztás, ami több évtizede sikerrel alkalmazott eljárás a kannibalizmus visszaszorítására (*Zomborszky és mtsai*, 2018). Ennek elhagyása sokkal kisebb gondot jelentene a 'kiöregedő' ketreces rendszerekben, semmint az alternatív tartásmódok bármelyikében.

A jövő tartástechnológiáját a 'ketrecmentes' tartás és valamilyen alternatív elhelyezés (mélyalom/volier, szabadtartás, organikus tartás), továbbá a csőrakasztás mellőzése fogja jellemezni, annak ellenére, hogy a csőrakasztást eredetileg a kannibalizmus és a tollcsipkedés csökkentésére alkalmazták széles körben (*Damme*, 1999; *Spindler és mtsai*, 2016).

Az alternatív technológiák ugyanakkor nagyobb ökológiai lábnyommal rendelkeznek, mint a ketreces rendszerek, és a termelés is költségesebb, ami az iparszerű termelés szempontjából kifejezetten nem kívánatos. Az alternatív termékellátás körülményeit szigorúan ellenőrzik, miközben a fogyasztó az intenzív rendszerekben előállított termékekhez képest, speciális minőségű árut vásárolhat az áruházláncoktól vagy közvetlenül a termelőktől (*Szalay és Kovácsné Gaál*, 2005).

Anyag és módszer

A vizsgálatok helyszíne a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (ill. jogelőd intézménye) Kaposvári Campusának Baromfi teszt-telepe volt. A különböző genotípusokat a Bábolna TETRA Kft. biztosította. A vizsgált genotípusok a következők voltak:

a₁ = Tetra-1 (Leghorn típusú tojóhibrid);

a₂ = Tetra-2 (Rhode típusú, klasszikus barna tojóhibrid);

a₃ = Tetra-3 (Rhode típusú szülőpárok reciprok keresztezett ivadécai).

A kísérletbe állított és a tojóházba betelepített jércék száma összesen N = 1.254 db volt. A megfigyelt genotípusokat ugyanazon légtéren belül kialakított három különböző tartási rendszerben helyeztük el, amelyek a következők voltak:

b₁ = Hagományos ketrec [MÁB eng. sz.: 232.1/00412/0016/2011];

b_2 = EU-konform, berendezett ketrec;

b_3 = Alternatív tartásmód – rácspadló és mélyalom kombináció.

Az azonos körülmények között, mélyalmon felnevelt jércéket 19 hetes korban telepítettük át a tojóházba, ahol maximum 16 órás megvilágítást alkalmaztunk, 25–30 Lux fényerő biztosítása mellett. A kísérleti állomány azonos tojótápot kapott, a takarmány és az ivóvíz biztosításában (ad libitum) nem volt eltérés az egyes tartásmódok és a genotípusok között. Mind a nevelési, mind a tojástermelési időszakban a Tetra hibridek számára ajánlott technológiai útmutató alapján jártunk el (*TETRA Technológia*, 2012). A különböző genotípusok és az egyes tartásmódok közötti különbséget GLM eljárással SAS 9.4. programcsomag segítségével értékeltük.

Eredmények és értékelésük

Az 1. táblázat a tojótyúkok élőtömegének alakulását mutatja 19 és a 96 hetes korban, a tartás módjától és a genotípustól függően. Az adatokból kitűnik, hogy szándékunknak megfelelően sikerült genotípusonként azonos, vagy nagyon hasonló átlagtömegű csoportokat kialakítani a tojóház eltérő tartási rendszereiben, a legnagyobb különbség 30 g volt, ami a jércék átlagsúlyának nem haladta meg a 2%-át.

Az adatokból egyértelműen látszik, hogy 19 hetes korban mennyire elkülönült élőtömegben a fehér méshéjú tojást termelő könnyű testű tojóhibrid a két, Rhode típusú, barna tojást termelő hibridtől. A különbség szignifikáns és a szakirodalomból jól ismert. Ugyanakkor a két Rhode típusú hibrid egymástól jól láthatóan nem különbözött (1,46 kg vs. 1,45 kg).

A tojótyúkok 96 hetes kori átlagos testtömeg adatai azt mutatják, hogy a 77 tojóhét alatt a Tetra-1 esetében a tartásmód nem volt hatással a tojótyúkok átlagos élőtömegére, hiszen azok között nem volt szignifikáns különbség (kis betűk az indexben), az átlagsúlyok szinte azonosak voltak (1,74–1,78 kg). A Tetra-2 esetében a hagyományos és a berendezett ketrechen szinte azonos volt a tojótyúkok élőtömege (a különbség 40 g), de az alternatív tartásban szignifikánsan nagyobb súlyokat mértünk.

A reciprok keresztezett Tetra-3 esetében feltűnő, hogy a legkisebb átlagos testtömeg (1,94 kg) a hagyományos ketrechen volt, ehhez képest a berendezett ketrechen, illetve az alternatív fülkékben szignifikánsan nagyobb testtömeget kaptunk a termelési időszak végén. Az adatokat elemezve különösen a berendezett ketrechen mért 2,11 kg-os átlagtömeg tekinthető kiugrónak, ami azt jelenti, hogy a Tetra-3 hajlamos az elhízásra ebben a tartási rendszerben.

A két Rhode típusú hibridet összehasonlítva érdekes, hogy a Tetra-2 és a Tetra-3 között egyedül a berendezett ketrechen kaptunk szignifikáns különbséget, ami azt bizonyítja, hogy ez a két genotípus nem egyformán reagál az EU-konform ketreces tojóházi tartásra.

1. táblázat. A különböző genotípusú tojótyúkok élőtömegének alakulása az eltérő tartástechnológiákban a 19. és a 96. élethétén

Genotípus (1)	Hagyományos ketrec (2)	Berendezett ketrec (3)	Alternatív tartás (4)	Root MSE	P
19. élethétén (5)					
Tetra-1	1,29 ^A	1,29 ^A	1,27 ^A	0,107	0,437
Tetra-2	1,46 ^B	1,45 ^B	1,46 ^B	0,122	0,786
Tetra-3	1,47 ^B	1,44 ^B	1,44 ^B	0,118	0,190
Root MSE	0,119	0,115	0,115		
Prob.	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
96. élethétén (6)					
Tetra-1	1,75 ^A	1,74 ^A	1,78 ^A	0,194	0,705
Tetra-2	1,88 ^{aB}	1,92 ^{aB}	2,01 ^{bB}	0,176	0,002
Tetra-3	1,94 ^{aB}	2,11 ^{bC}	2,01 ^{bB}	0,191	< 0,001
Root MSE	0,180	0,196	0,186		
Prob.	< 0,001	< 0,001	< 0,001		

^{a,b} = Eltérő betűk a különböző tartásmódok közti szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)(7),
^{A,B,C} = Eltérő betűk a különböző genotípusok közti szignifikáns különbségeket jelölik ($P < 0,05$)(8)

Table 1 *Live weight changes of laying hens of different genotypes in different housing systems at 19 and 96 weeks of age*
genotype (1), conventional cage (2), EU-conform enriched cage (3), floor system (4), 19 weeks of age (5), 96 weeks of age (6), ^{a,b} = Divergent letters indicate significant differences between different housing systems ($P < 0.05$) (7), ^{A,B,C} = Divergent letters indicate significant differences between different genotypes ($P < 0.05$) (8)

A 2. táblázatban a tojótyúkok élőtömeg-változásának százalékos nagyságát adtuk meg a 77 tojóhét alatt, valamint az egyöntetűséget kifejező CV% értékét 96 hetes korban tartásmódonként. Elöljáróban nem érdektelen megjegyezni, hogy a jércék élőtömegének növekedése normális jelenség a tojóidőszak alatt, de ha elhízna, az kimondottan hátrányos a tojástermelés szempontjából. Gyakorlati tapasztalatok alapján a 30–35%-os mértéket meghaladó élősúlyváltozást nem kívánatos elhízásnak tekintjük.

A három hibrid átlagában a legkisebb mértékű élősúlynövekedést a hagyományos ketrecben tapasztaltuk (+32,2%), tehát ez a tartásmód képes a leginkább megakadályozni a tojók túlzott élősúlyfelvételét. A Tetra-1 és a Tetra-2 esetében a legnagyobb növekedést az alternatív tartásban tapasztaltuk (40,2% ill. 39,6%), de figyelemreméltó, hogy a Tetra-3 tojók élőtömege nem ebben, hanem a berendezett ketrecben gyarapodott legnagyobb mértékben (46,5%-kal), tehát a két Rhode típusú tojóhibrid nem azonos módon reagált a tartás módjára.

A különböző tyúkcsoportok átlagsúlyának változása mellett arra is kíváncsiak voltunk, hogy a tojástermelési időszak alatt a három tartásmód hogyan befolyásolja az eltérő genotípusok egyedi élőtömeg eloszlását és egyöntetűségét. Az így szerkesztett hisztogramokat mutatja az 1., a 2. és a 3. ábra.

2. táblázat. A különböző genotípusú tojótyúkok élőtömegének alakulása az eltérő tartástechnológiákban a 19. és a 96. élethéten

Genotípus(1)	Tojóházi tartás(2)					
	Hagyományos ketrec (3)		Berendezett ketrec (4)		Alternatív tartás (5)	
	Élőtömeg változás (%) (6)	CV%	Élőtömeg változás (%) (6)	CV%	Élőtömeg változás (%) (6)	CV%
Tetra-1	35,7	10,5	37,0	12,1	40,2	10,3
Tetra-2	28,8	10,1	32,4	9,3	37,7	7,5
Tetra-3	32,0	8,3	46,5	9,0	39,6	10,8
Átlag:	32,2	9,6	38,6	10,1	39,2	9,5

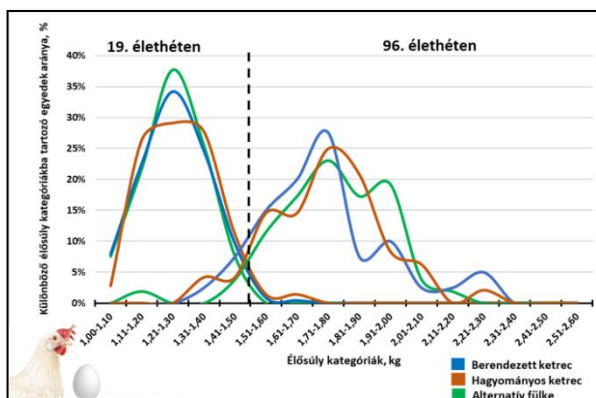
Table 2 *Live weight changes of laying hens of different genotypes in different housing systems at 19 and 96 weeks of age*
genotype (1), type of housing system (2), conventional cage (3), EU-conform enriched cage (4), floor system (5), live weight change, % (6)

A Tetra-1 esetében jól látható, hogy 19 hetes korban közel azonos a kiindulási állapot, ami normális eloszlást mutat. Ezt követően a három tartásmód jelentős módon és mértékben változtatta meg az eloszlást. Érdekes, hogy 96 hetes korban voltak olyan tyúkok, amelyek élőtömege abba az intervallumba esett, amely 19 hetes korban a legnagyobb súlyú jércékre volt jellemző. Egyértelmű, hogy a 96. élethéten az állatok szétnövése látványosabb, mint fiatal korban, de ez a szétnövés különösen igaz az alternatív tartásban elhelyezett állományra. A vizsgálat során a Leghorn típusú hibrid volt az egyetlen, amelyik a tojástermelési időszak végén 10% fölötti CV értékeket mutatott mindhárom tartásban, ugyanakkor a 10,5–12,1%-os variancia értékeket még fiatal állományoknál is nagyon ideálisnak tartjuk.

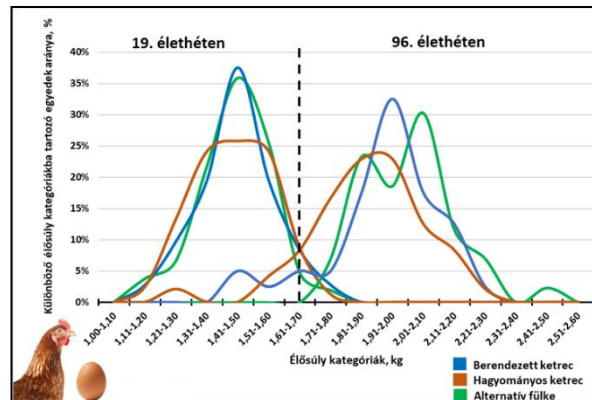
A Tetra-2 esetében is egyértelmű, hogy a tojóházi beólaszkor a különböző tartásmódokba azonos átlagtömegű és nagyon egyöntetű csoportokat sikerült kialakítani. A sűrűségfüggvények látványosan követik a normális eloszlás haranggörbét. A tojástermelési időszak végére a szórás mindhárom tartásban látványosan növekedett, de a három tartásmód közül különösen a hagyományos ketrec eloszlása mutat jelentős különbséget a másik kettőhöz képest. A hibridre jellemző CV% értéke csak itt haladta meg a 10%-ot.

A Tetra-3 egyedi adatai alapján szerkesztett eloszlások vonaldiagramja azt mutatja, hogy a 19. élethéten a sűrűségfüggvények maximális értékei kicsit alacsonyabbak, mint a másik két hibridé, de követik a normális eloszlást. A 96. élethéten az állatok kiegyenlítetttsége jelentős szórást mutat, különösen az alternatív tartásban, ahol a CV% értéke meghaladta a 10%-ot.

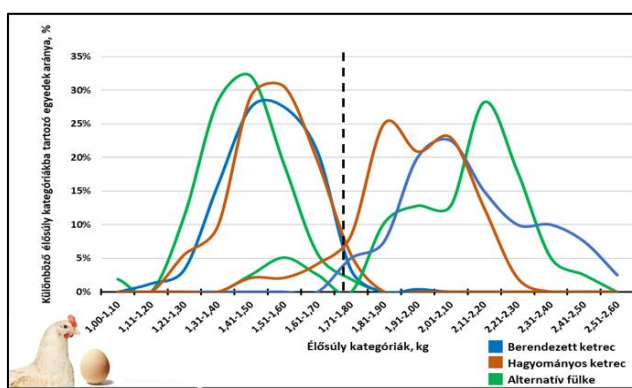
1. ábra (a): Tetra-1



1. ábra (b): Tetra-2



1. ábra (c): Tetra-3



1. ábra. Tetra genotípusok élősúly eloszlása

Figure 1 (abc) Live weight distribution of the Tetra genotypes

19 and 96 weeks of age, conventional cage, EU-conform enriched cage, floor system, percentage of individuals in different live weight categories, %

Következtetések és javaslatok

A jércék 19 hetes kori testsúlyában a Leghorn típusú Tetra-1 szignifikánsan kisebb élőtömeget mutatott az egymástól egyébként nem különböző Tetra-2 és Tetra-3-hoz képest, ami egyértelműen az eltérő típus genetikai különbözőségének következménye.

A 77 tojóhét alatt a legjelentősebb élőtömegváltozást – a Tetra-3 kivételével – az állományok az alternatív tartásban érték el, melynek mértéke a Tetra-1 hibridnél 40,2%, míg a Tetra-2-nél 37,7% volt, ami azt jelenti, hogy ez a tartásmód számukra kimondottan elhízásra hajlamosít.

A Tetra-3 a tojóidőszak alatt a legnagyobb súlyváltozást a berendezett ketrecben mutatta, ez 46,5% volt, amiből az következik, hogy az EU-konform ketrec körülményei nem korlátozzák ennek a genotípusnak testtömeg-növekedését.

A legkisebb élőtömegváltozást mind a három genotípus a hagyományos ketrecben mutatta – Tetra-1 (35,7%), Tetra-2 (28,8%), Tetra-3 (32,0%) – ugyanakkor az élőtömeg kiegyenlítetttsége is – a Tetra-2 kivételével – itt volt a legkedvezőbb.

Az eltérő tartásmódok a Leghorn típusú hibrid átlagtömegére gyakorolták a legkisebb hatást, ugyanakkor ennek az állománynak a kiegyenlítetttsége volt relatíve a legkedvezőtlenebb (10% fölötti CV%).

Az élőtömeg kiegyenlítetttségi adatok alapján azt tapasztalatuk, hogy a Tetra-2 hibridre általánosságban is jellemző a nagyfokú egyöntetűség, de ez kiemelkedő volt az alternatív tartásban.

A tojódőszak végén a testsúlya alapján a Rhode típusú Tetra-2 és a Tetra-3 nagyon hasonló értékeket mutatott a hagyományos ketreces és az alternatív tartásban, de amíg a berendezett ketrec a Tetra-2 számára kimondottan ideális volt, addig a Tetra-3 jelentős 'elhízással' reagált erre a tartásmódra.

A vizsgált értékmérő tulajdonságok alapján kijelenthető, hogy a genotípus és a tartás-mód kölcsönhatásának eredményeit ma is célszerű figyelembe venni a tojástermelőknek. Nagyon nagy tanulság, célszerű, ha a vállalkozások az általuk preferált hibridhez választják ki a tartás módját – vagy fordítva – mert ennek segítségével tudják ideális határértékek között tartani a tojástermelő tyúk átlagos testtömegét és az állomány egyöntetűségét.

Köszönetnyilvánítás

„A Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-MATE/2024/25/D kódszámú Egyetemi kutatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”

Irodalomjegyzék

- Bábolna TETRA hibridek (2012): TETRA SL, Harco, Blanca – tojóhibrid nevelési és tojástermelési technológia. Bábolna TETRA Kft. Bábolna.
- Damme, K. (1999): Der Einfluß der Herkunft und des Schnabelkupierens auf die Leistung, Befiederung und Nestakzeptanz verschiedener Weißlegerhybriden in Bodenhaltung. Archiv für Geflügelkunde, 63, 93–99.
- European Communities Council Directive of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens (1999/74/EC) (Official Journal of the European Communities, 3. 8. 1999, L 203/53).
- Spindler, B., Gierdberg, M. F., Andersson, R., Kemper, N. (2016): Legehennenhaltung mit intaktem Schnabel – Übersichtsbericht zum aktuellen Stand aus praktischwissenschaftlicher Sicht. Züchtungskunde, 88, 475–493.
- Sütő Z., Budai Z., Almási A., Milisits G., Ujváriné J., Garamvölgyi E., Horn P. (2018): Tojóhibridek értékmérőinek változása nyújtott termelési időszakban, a tartás módjától függően. Baromfi ágazat, 18, 61–66.
- Szalay I., Kovácsné Gaál K. (2008): A baromfi géntartalékok és az alternatív baromfitenyésztés helyzete és jövője: Állattenyésztés és Takarmányozás, 57, 425–438.
- Zomborszky Z., Budai Z., Milisits G., Szász S., Farkas T. P., Ujváriné J., Horn P., Sütő Z. (2018): Eltérő genetikai hátterű, tojó típusú, csőr-kurtítatlan jérce állomány nevelés alatti és tojóházi kiesésének elemző vizsgálata, különös tekintettel az agresszióra. In: Proc.: Sütő Z. (szerk.) XXI. Kaposvári Baromfitenyésztési Szimpózium, pp. 78–87.



Smooth muscle electromyographic measurements with pigs in a stress model

Orsolya Csötönyi , Gabriella Béres, Veronika Halas 

*Hungarian University of Agriculture- and Life Sciences, Institute of Physiology and Nutrition,
Department of Farm Animal Nutrition, 7400 Kaposvár, Guba Sándor 40.*

*Received/Érkezett: 13. 11. 2024.
Accepted/Elfogadva: 29. 01. 2025.*

Abstract: Stress adversely affects physiological processes in animals, including gastrointestinal motility, potentially reducing digestion efficiency. Electromyography (EMG) is a suitable method for monitoring smooth muscle activity, allowing separate measurements of the heart and digestive organs (stomach, small intestine, large intestine). This study aimed to investigate whether stress alters the smooth muscle activity of the digestive tract using electromyographic measurements. We conducted the experiment on Topigs x Duroc barrows ($n = 4$), weighing 30 kg. Stress induction was performed with a single intravenous ACTH injection ($10 \mu\text{g/kg}$), which dose corresponds to a mild stress effect. Electromyographic signals were continuously recorded for 8 hours both in control and stress conditions. The measurements were divided into 30-minute intervals, and the smooth muscle electric potential (mV) was determined for each organ. Statistical comparisons between control and stress-induced states were made using paired Student's t-test. The results revealed a post-stress reduction in smooth muscle activity across all organs. The decrease was statistically significant in the small and large intestine, while in the stomach, reduced activity was observed 5 hours after stress induction. In conclusion, even mild stress decreases the smooth muscle activity of digestive organs, reducing gastrointestinal motility and potentially impairing digestion efficiency.

Keywords: pig, electromyography, smooth muscle, stress

Introduction

Under intensive production conditions, pigs are subjected to both prolonged and more intense short-term stress, which can affect their overall well-being. High levels of stress and reduced welfare negatively impact key factors in pig farming, including animal performance, reproductive capacity, immunity, and meat quality (Smulders et al., 2006). Animal welfare laws are becoming increasingly strict, primarily due to public concerns and criticism of animal husbandry, but scientific experiments conducted on farm animals and methodology applied to collect data are also under discussion. This opens new areas of scientific research, such as incorporation of non-invasive sampling methods and techniques and their validation in scientific experiments (Sciascia and Metges, 2023).

Non-invasive methods for measuring muscle activity are collectively referred to as electromyography (EMG). Among these, electrocardiography (ECG) is used to monitor cardiac activity, while electrogastrography (EGG) is suitable for examine the gastrointestinal tract (Fonyó, 2011). The smooth muscle tissues that make up the gastrointestinal organs have their own pacemaker cells, the interstitial cells of Cajal. These cells play a key role in the generation and propagation of the electrical signal during the contraction of the smooth muscles of the gastrointestinal organs. Interstitial cells of Cajal generate slow wave electrical impulses, which can be measured by the electrical and mechanical activity of the smooth muscle cells, and the frequency value of the waves generated can also be determined (Sanders et al., 2006). Based on this frequency value, with the appropriate settings the holter device measures only the signals of the smooth muscles, not the striated muscles,

Electromyographic measurements have a long history in human studies. The first electromyographic measurements started in the 1920's (Alvarez, 1922). The method was first applied with humans' stomach activity measurements, in the 1960's continued with the gastrointestinal tract's motility measurements. In lot of pharmacological preclinical studies, the electromyographic and electro-gastrographic measurements were used on model animals, mostly on rats or pigs (Szűcs et al., 2018, Bures et al., 2013, Bures et al., 2020). The adaptation of the electromyographic measurements for pigs has been completed, with the first studies published by Nagy et al. (2021). Based on the experimental series, it was concluded that the method is suitable for examining smooth muscle tissue activity in the gastrointestinal tract (stomach, small and large intestine) in awake growing pigs.

The number of publications is very low reporting the gastrointestinal segment's motility of the animals during stress. In rats, it has been confirmed that stress induces alterations in the motility of the stomach and small intestine, as well as in the electrical impulses generated in the smooth muscle tissue of the gastrointestinal tract (Pribék et al., 2021). According to our knowledge, there has been no previous study conducted with electromyographic or electrogastrographic measurements in a stress model with pigs. Therefore, the aim of the experiment was to investigate whether adrenocorticotrophic hormone (ACTH) induced, standardized stress modifies the smooth muscle activity in different segments of the digestive tract, and if this can be confirmed by electromyographic measurements.

Materials and Methods

Animals, housing and preparation

The experiment was conducted in December 2023, at Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Department of Farm Animal Nutrition. To the experiment we involved 4 growing barrows (Topigs x Duroc, 30 kg). The animals were kept individually in a concrete floored stall and fed two times a day at 8 a.m. and 3 p.m., access to drinking water was ad libitum.

In order to be able to monitor the gastrointestinal motility during non-stress condition and ACTH induced stress, the animals were carefully prepared. For a period of one month, we got the animals used to human presence and handling, and to wear a vest that holds the wires and the holter necessary for electromyographic measurements.

Stress model

A self-control study was designed, each animal was its own control. To perform this, we measured the animals for two days, the first day was the control day without stress, while on stressed day the animals got ACTH injection (Synacthen 0.25 mg/1 ml) through permanent vein catheter intravenously at a dose of 10 µg per kilogram of body weight. By that, the stress induction was standardized.

Electromyographic measurements

For electromyographic measurements we used the data collecting holter device from MSB-Met Kft., which is capable of gathering data using a wire connected to two electrodes placed on the surface of the skin. After shaving and cleaning the required area, two self-adhesive electrodes were applied to the skin. One electrode on the left side was placed near to the heart, right behind the front left leg. The other electrode on the right side was placed on the fold of skin connecting the pig's thigh and lower abdomen.

The measurements lasted for 9 hours from which 8 hours were analysed.

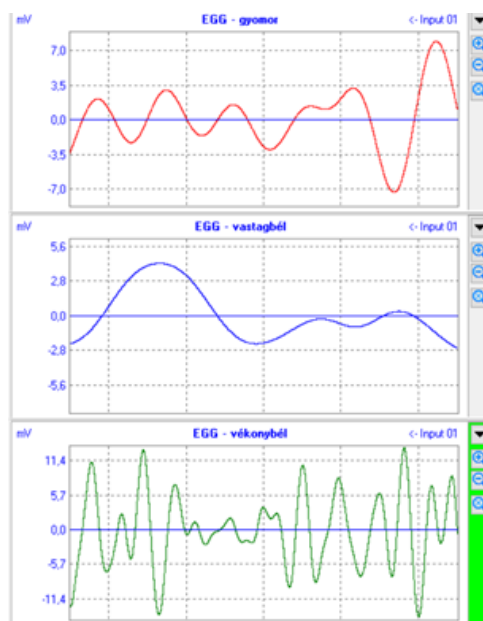


Figure 1 Example of wave graphs of stomach (gyomor), small intestine (vékonybél), large intestine (vastagbél) in the EasyChart softver

For data analysis we used the EasyChart software. The measured 8 hours were divided into 30 minute intervals. From the 8 hours long analysis we assigned the two main intervals: between the timepoint of the ACTH injection and 2 hours after, while the other interval was around the feeding, 30 minutes before feeding and one hour after.

For data analysis, the baseline was set to zero in the software, and then, using average cycle amplitude analysis, we obtained the potential of the smooth muscle tissue in millivolts for the selected organ over the specified 30-minute intervals.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed with paired Student's t-test, comparing data of 30 minute intervals of the control day with data of the stress induction's day of each animal's own.

Results and discussion

Results of the smooth muscle electric potential changes in different segments of the gastrointestinal tract right after the stress induction compared to the pairwise periods in non-stressed day are shown in Figure 2.

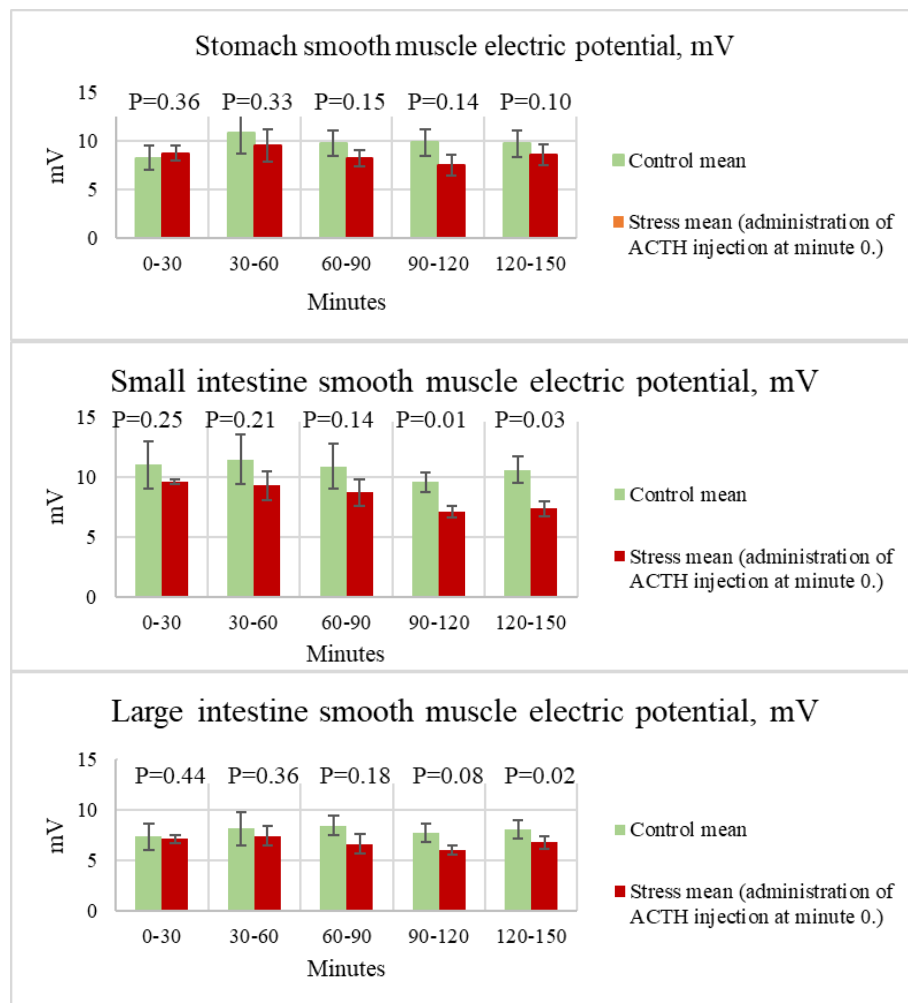


Figure 2 Means with standard errors of stomach, small intestine, and large intestine smooth muscle electric potential in millivolts in each 30 minutes intervals post stress, n = 4

In the stomach the smooth muscle activity was statistically the same in non-stressed and stressed day right after the ACTH injection, and slightly reduced between 120–150 minutes post-stress ($P = 0.10$). In small intestine between 90 and 150 minutes the electric potential of smooth muscle was lower in stress day compared to the non-stress day ($P < 0.05$). The smooth muscle activity in large intestine tended to be lower on stressed day between 90 and 120 minutes post stress induction ($P = 0.08$) and was significantly lower between 120 and 150 minutes post stress induction ($P < 0.05$). We checked the activity of smooth muscle of GIT around the feeding time as well, which was approximately 4 hours post-stress. Data of stress induced day was compared to the pairwise periods in non-stressed day (Figure 3). The smooth muscle activity in stomach was significantly lower ($P < 0.01$) on stress induced day between the 60th and 90th minutes after feeding. It was not the case in small intestine where the difference was just numerical but not confirmed by statistics ($P > 0.10$) around the feeding. In large intestine the smooth muscle activity tended to be lower between 30 minutes before the feeding timepoint and 30 minutes after ($P = 0.09$).

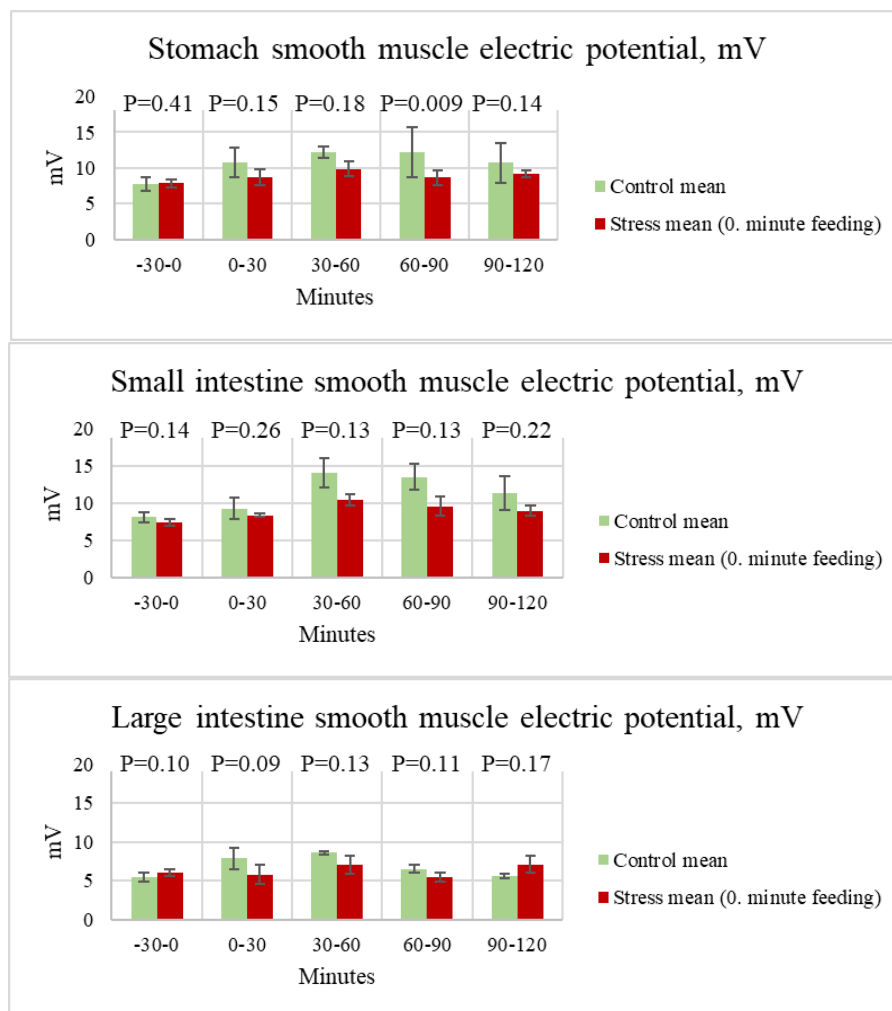


Figure 3 Means with standard errors of stomach, small intestine, and large intestine smooth muscle electric potential in millivolts 30 minutes before feeding and 120 minutes after feeding, $n = 4$

Conclusions

Based on the experiment's results it can be concluded that electromyographic measurements can be used in a stress model on awake pigs and the suppressed activity of the digestive organs can be measured with it. It has been confirmed that even mild stress reduces the smooth muscle activity of digestive organs, thereby decreasing the gastrointestinal motility, which in turn could modify the digestion processes.

Acknowledgements

The PIGWEB project has received funding from European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Grant Agreement No 101004770. This work was supported by the Flagship Research Groups Programme of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences. Supported by EKÖP-MATE/2024/25/D New National Excellence Program of the Ministry for Culture and Innovation from the source of the National Research, Development and Innovation Fund.

References

- Alvarez, W. C. (1922): The electrogastrogram and what it shows. *Journal of American Medical Association*, 78, 1116–1118. <http://doi.org/10.1001/jama.1922.02640680020008>
- Bures, J., Kvetina, J., Radochova, V., Tacheci, I., Peterova, E., Herman, D., Dolezal, R., Kopacova, M., Rejchrt, S., Douda, T., Sestak, V., Douda, L., Karasova, J. Z. (2020): The pharmacokinetic parameters and the effect of a single and repeated doses of memantine on gastric myoelectric activity in experimental pigs. *Plos One*. 15(1), e0227781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227781>.
- Bures, J., Kvetina, J., Pavlik, M., Kunes, M., Kopacova, M., Rejchrt, S., Jun, D., Hrabanova, M., Kuca, K., Tacheci, I. (2013): Impact of paraoxon followed by acetylcholinesterase reactivator HI-6 on gastric myoelectric activity in experimental pigs. *Neuroendocrinology Letters*, 34(Suppl 2), 79–83. 24362097
- Fonyó, A. (2011): Az orvosi élettan tankönyve. Medicina Könyvkiadó Zrt. 708 p.
- Martens, B. M. J., Noorloos, M., de Vries, S., Schols, H. A., Bruininx, E. M. A. M., Gerrits, W. J. J. (2019): Whole digesta properties as influenced by feed processing explain variation in gastrointestinal transit times in pigs. *The British Journal of Nutrition*, 122(11), 1242–1254. <https://doi.org/10.1017/S0007114519002198>
- Nagy, K., Fébel, H., Bazar, G., Grosz, G., Gáspár, R., Szűcs, F. K., Tóth, T. (2021): Non-invasive smooth muscle electromyography (SMEMG) as a novel monitoring technology of the gastrointestinal tract of awake, free-moving pigs-A pilot study. *PloS One*, 16(9), e0257311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257311>
- Pribék, I. K., Szűcs, K. F., Süle, M., Grosz, G., Ducza, E., Vigh, D., Tóth, E., Janka, Z., Kálmán, J., Datki, Z. L., Gáspár, R., Andó, B. (2021): Detection of acute stress by smooth muscle electromyography: A translational study on rat and human. *Life sciences*, 277, 119492. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2021.119492>
- Sanders, K. M., Koh, S. D., Ward, S.M. (2006): Interstitial cells of cajal as pacemakers in the gastrointestinal tract. *Annual review of physiology*, 68, 307–343. <https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.68.040504.094718>
- Sciascia, Q. L., Metges, C. C. (2023): Review: Methods and biomarkers to investigate intestinal function and health in pigs. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 17(Suppl 3), 100860. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100860>

- Smulders, D., Verbeke, G., Mormède, P., Geers, R. (2006): Validation of a behavioral observation tool to assess pig welfare. *Physiology & Behavior*, 89(3), 438–447. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.07.002>
- Szűcs, K.F., Grosz, G., Süle, M., Sztojkov-Ivanov, A., Ducza, E., Márki, A., Kothencz, A., Balogh, L., Gáspár, R. (2018): Detection of stress and the effects of central nervous system depressants by gastrointestinal smooth muscle electromyography in wakeful rats. *Life sciences*, 205, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.05.015>
- Wilfart, A., Montagne, L., Simmins, H., Noblet, J., Van Milgen, J. (2007): Effect of fibre content in the diet on the mean retention time in different segments of the digestive tract in growing pigs. *Livestock Science*, 109, 27–29. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.032>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



A békalencse (*Lemna minor*), mint biológiai szűrő integrálása a hibrid afrikai harcsa (*Clarias gariepinus* x *Heterobranchus longifilis*) ivadéknevelési technológiájába

Molnár Péter István¹, Bak Henrietta², Ifj. Lévai Ferenc³, Bársony Péter⁴,
Antalovics Máté⁵, Fehér Milán⁴

¹Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola,
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

²Debreceni Egyetem, Növénytan Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

³Aranypony Halászati Zrt, 2440 Százhalombatta, Arany János utca 7. földszint 1.

⁴Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet,
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

⁵Pécsi Tudományegyetem, Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskola, 7624 Pécs, Ifjúság útja 62.

Received/Érkezett: 07. 10. 2024
Accepted/Elfogadva: 10. 02. 2025.

Összefoglalás: Az emberiség állati-fehérje szükségletének kielégítésére az akvakultúrás termelés adhat megoldást. A *Clarias gariepinus* és a *Heterobranchus longifilis* harcsafajok keresztezésével előállított *Heteroclarias* jó növekedési eréllyel, magas technológiai és környezeti tűrőképességgel rendelkező fajhibrid. A hibridben rejlő genetikai potenciál kihasználásának érdekében intenzív takarmányozást igényel, így nevelése nagy környezeti terhelést jelenthet. Kísérletünk célja ezért az volt, hogy megvizsgáljuk, milyen hatással van az apró békalencse (*Lemna minor*), mint biológiai szűrő integrálása egy intenzív haltermelő rendszer vízminőségi paramétereire. Kísérletünkben két turnusban állítottunk elő *Heteroclarias* ivadékot félüzemi körülmények között 15 köbméteres víztérfogatú recirkulációs rendszerben (RAS). Az első turnus volt a kontroll (K), a második turnusban pedig a rendszerbe biológiai szűrőként integráltuk a *Lemna minor* békalencse fajt (BL). A békalencse biofilterként történő alkalmazása nem befolyásolta a halak termelési paramétereit. A vízminőségi paraméterek vizsgálata ugyanakkor azt mutatta, hogy a békalencse alkalmazása csökkentette a rendszervíz átlagos ammónia ((K) 1,26 mg/l és (BL) 0,29 mg/l) és nitrit ((K) 1,81 mg/l; (BL) 0,17 mg/l) koncentrációját a kontroll csoporthoz képest. Ennek eredményeként jelentősen csökkent a megfelelő vízminőség fenntartása érdekében végrehajtott vízcserék száma, amely nemcsak gazdasági előnyt jelent, de fenntarthatóbbá is teszi az ivadéknevelés folyamatát is.

Kulcsszavak: afrikai harcsa, békalencse, akvakultúra

Integration of duckweed (*Lemna minor*) as a biological filter in the larval rearing technology of hybrid African catfish (*Clarias gariepinus* $\times$ *Heterobranchus longifilis*)

István Péter Molnár¹ , Henrietta Bak² , Ferenc Lévai Jr.³, Péter Bársony⁴,
Máté Antalovics⁵, Milán Fehér⁴ 

¹University of Debrecen, Doctoral School of Animal Sciences,
4032 Debrecen, Böszörményi 138.

²University of Debrecen, Department of Botany, 4032 Debrecen, Egyetem 1.

³Aranypony Halászati Ltd., 2440 Százhalombatta, Arany János str. 7., 1.

⁴University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental
Management, Institute of Animal Science, Biotechnology and Nature Conservation,
4032 Debrecen, Böszörményi 138.

⁵University of Pécs, Institute of Biology, Doctoral School of Biology, 7624 Pécs, Ifjúság 62.

Abstract: Aquaculture can provide the solution to meet humanity's animal protein needs. *Heteroclarias*, produced by crossing the catfish species *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis*, is a hybrid species with good growth parameters and high technological and environmental tolerance. To exploit the genetic potential of the hybrid, intensive feeding is required, therefore rearing can have a negative impact on the environment. The aim of our experiment was to investigate the impact of the integration of *Lemna minor* as a biological filter on the water quality parameters of an intensive fish production system. In our experiments, we produced *Heteroclarias* fry in two cycles under semi-farm conditions in a recirculating aquaculture system (RAS) with a water volume of 15 m³ in the first cycle as control (K), and in the second cycle, we integrated *Lemna minor* (BL) as a biofilter. The use of the duckweed as a biofilter did not affect the production parameters of the fish. However, the analysis of water quality parameters showed that the use of duckweed reduced the average ammonia ((K) 1.26 ± 0.64 mg/l and (BL) 0.29 ± 0.29 mg/l) and nitrite ((K) 1.81 ± 1.39 mg/l; (BL) 0.17 ± 0.22 mg/l) concentrations in the system water compared to the control group. As a result, the number of water exchanges to maintain good water quality was significantly reduced, providing an economic benefit and making the rearing process more sustainable.

Keywords: African catfish, duckweed, aquaculture

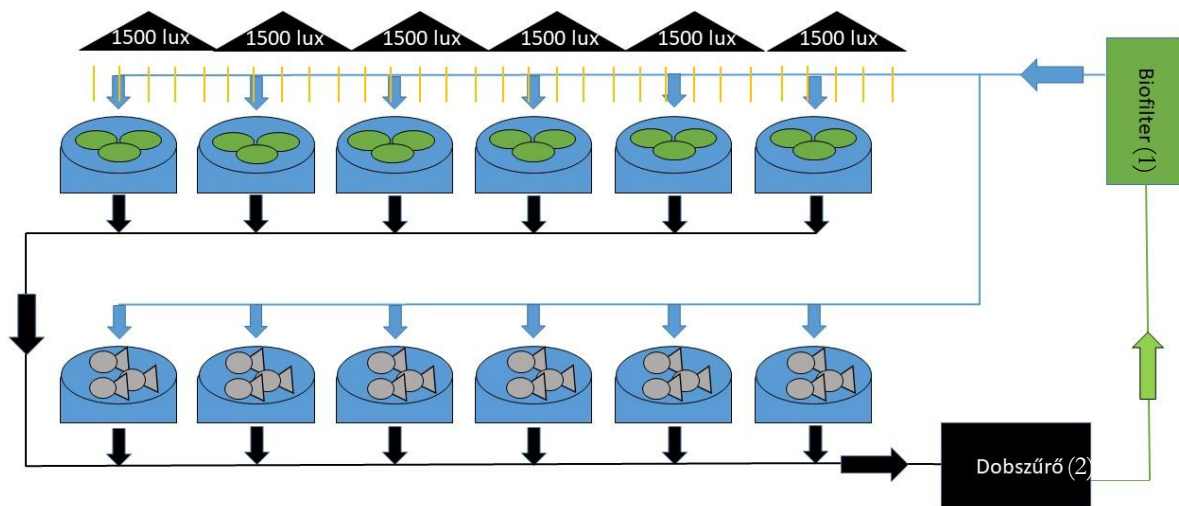
Bevezetés

A magyarországi intenzív haltermelés az utóbbi évtizedekben jelentős fejlődésen ment keresztül, ami a hibrid afrikai harcsa (*Clarias gariepinus* $\times$ *Heterobranchus longifilis*) térhódításának is köszönhető. Ez a fajhibrid magas környezeti tűrőképességgel rendelkezik, továbbá kiemelkedő növekedési üteme miatt gyors megtérülést biztosít a termelők számára. A szálkátlan halhús pedig magas keresletnek örvend, hazai és külföldi piacokon egyaránt. Ezen kedvező tulajdonságai miatt a magyarországi intenzív haltermelés több, mint 90%-át az afrikai harcsa tette ki 2023-ban (AKI, 2024). Az afrikai harcsa nevelése intenzív takarmányozást igényel (Hecht, 2013), ami a nagy népesítési sűrűséggel kombinálva magas szervesanyag tartalmú elfolyóvizet, és nagyobb környezeti terhelést eredményez, mivel az elfolyóvíz szennyezőanyagokkal való terheltsége egyenesen arányos a haltermelés intenzitásával (Turcios et al., 2014). Az intenzív rendszerekbe magas fehérje tartalmú takarmánnyal bevitt nitrogén körülbelül 60%-a a halak anyagcsere folyamatainak keresztül a vízbe ürül (Skjölstrup et al., 1998), amelyet fizikai és biológiai szűrők segítségével szükséges ártalmatlanítani. A biológiai szűrés hatékonyságának növelése érdekében egyes vízinövények integrálása az akvakultúrák rendszerbe, azok tápanyagfelvevő képessége miatt, csökkentheti az akvakultúrák termelés környezetterhelő hatását. A békalencse (*Lemnaceae*) fajok számos tulajdonságuk miatt potenciális megoldásként szolgálhatnak, mint szennyvíztisztító növények (Körner et al., 2003). Ezek közé tartozik az a tény, hogy bár a békalencse fajok képesek generatív módon szaporodni, mégis a vegetatív szaporodás a meghatározó, emiatt lehetővé válik a gyors duplázódási idő, ami 16–48 óra között változhat fajtól, valamint a termesztőközeget nyújtó víz szervesanyag-tartalmától, hőmérséklettől, fényviszonyoktól és más tényezőktől függően (Faizal et al. 2021; Yahaya et al. 2022; Sun et al. 2020). A békalencse által borított vízterek szervesanyag eltávolító hatékonysága 50–95% között változhat (Ozengin—Elmaci, 2005), vagyis a békalencse fajok hatékonyan képesek felvenni a vízben lévő szervesanyagokat, ezáltal csökkentve a víz terhelését. Körner et al. (2003) szerint a békalencse fajok ígéretes makrofiták, melyek a fenntartható szennyvízkezelésben fontos szerepet tölthetnek be a gyors növekedésük, könnyű betakarításuk, és a takarmányként betölthető szerepük miatt. Továbbá a békalencse csökkentheti a szennyvíztisztítás költségeit, 0,02–0,05 USD-ral köbméterenként (Oron, 1994). Ezen tulajdonságok miatt és az ipari, illetve mezőgazdasági elfolyóvizek tisztítása során szerzett tapasztalatok alapján elmondható, hogy a különböző békalencse fajok alkalmasak lehetnek az akvakultúrák rendszerek elfolyóvizének tisztítására is. Mivel a békalencse fajok magas szervesanyag tartalmú elfolyóvizek tisztítására alkalmasak, így a biofilterként betöltött szerepükön felül egy jó minőségű, gyors növekedésű, nagy mennyiségű és szárazanyagra vetítve magas fehérjetartalmú alapanyagot kapunk. Viszonylag magas termelékenységük és táplálóanyag tartalmuk, illetve magas fehérjetartalmuk révén kiváló takarmány-kiegészítést biztosíthatnak (Iqbal, 1999; Lévai Jr. et al., 2024). Nyersfehérje tartalmuk akár a 43%, zsírtartalmuk pedig az 5%-ot is elérheti, emellett pedig jól emészthető szárazanyag tartalommal rendelkeznek.

Jelen vizsgálat célja, hogy meghatározzuk a békalencse intenzív, recirkulációs halnevelő rendszerbe való integrálásának a vízminőségi paraméterekre és a halivadék nevelésre gyakorolt hatását félüzemi kísérletek során.

Anyag és módszer

A kísérlet helyszíne a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Halbiológiai Laboratóriuma. A kísérlet a labor recirkulációs halnevelő rendszerében zajlott. Az első nevelési időszak 2023.04.23-tól 2023.05.21-ig, míg a második nevelési időszak 2023.06.05-től 2023.07.12-ig tartott. A rendszer 12 darab 800 l hasznos térfogatú, 144 cm átmérőjű körmedencéből áll, melyhez tartozik egy dobszűrő, egy 2 m³-es akna és egy 3 m³ térfogatú biofilter torony. A biofilter torony 1 m³ biofilter gyöngyöt tartalmaz, aminek fajlagos felülete 1100–1500 m²/m³. A rendszer vizét egy 250 wattos (240 l/perc) és egy 370 wattos (400 l/perc) névleges teljesítményű szivattyú mozgatja, a levegőztetést egy központi rendszer biztosítja, melyből minden kádba egy légcsővel összekötött porlasztókő (50 × 100 mm) csatlakozik (1. ábra).



1. ábra. A kísérleti beállítás sematikus ábrája

Figure 1 Schematics of the experimental setup.
biofilter (1), drum filter (2)

A kísérlet során 2 egymást követő turnusban neveltünk fel *Heteroclaris* ivadékokat. Az első turnus során a rendszervíz biológiai szűrését a beépített mozgóágyas biofilter végezte. A második turnus esetében ezt a biológiai szűrő kapacitást egészítettük ki a békalencse alkalmazásával, amelyet az ivadéknevelés megkezdését megelőzően 6 kádba telepítettünk be. A kísérlet során *Heteroclaris* hibrid harcsákat állítottunk elő, amelyhez *Clarias gariepinus*, és a *Heterobranchus longifilis* harcsafajokat kereszteztük.

A szaporítás menete: az anyahalakat 4 napig 26 °C-os hőmérsékletű vízben tartottuk, majd a termékenyítés előtti napon este 8 órakor hormonkészítményt adtunk a halaknak – 3,5 mg/ttkg zsírtalanított ponty hipofízis izotóniás sóoldatba keverve – intramuszkulárisan. Az oltástól számított 12 óra elteltével fejhetőek az anyahalak. Fejéskor az anyákat szegfűszegolajos vízben bódítottuk, majd az ikrát kifejtük a halakból. Ezt követően a hímek heréjét sebészi úton eltávolítottuk, kinyertük belőle a hímivarterméket, majd elvégeztük az ikrák termékenyítését és Zuger üvegbe helyeztük őket. Egy napot töltöttek az ikrák a Zugerben, 27 °C-os hőmérsékleten, a kikelést követően pedig kihelyeztük a lárvákat a medencékbe (1. táblázat).

1. táblázat. A két keltetés során lefejt ikra tömege és a kikelt lárvák becsült egyedszáma

	Kontroll(1)		BL kezelés(2)	
	ikra súly (g)(3)	kikelt lárva (db)(4)	ikra súly (g)(5)	kikelt lárva (db)(4)
Anyá1(5)	1100	307 744	720	149 600
Anyá2(6)	215	62 456	570	181 200
Összesen(7)	1315	370 200	1290	330 800

Table 1 Weight of eggs and estimated number of larvae hatched during the two hatchings
control (1), DW treatment (2), weight of eggs (g) (3), hatched larvae (number) (4), Female1 (5),
Female2 (6)

A halak nevelése keltetést követően 2 kádban kezdődött, majd a növekedésükkel és a válogatásokkal összhangban 6 kádban neveltük tovább a halakat (2. táblázat). A halakat turnusonként heti 1 alkalommal méret szerint válogattuk, ezzel csökkentve a kannibalizmus kialakulását.

A két kísérleti beállítás között a különbséget a békalencse biofilterként történő alkalmazása, illetve a békalencse hiánya adta. A kísérlet során apró békalencsét (*Lemna minor*) használtunk, mely a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Halbiológiai Laboratóriumának saját állományából származik. Ahol alkalmaztuk a békalencsét, mint biofiltert, ott a kísérlet kezdetén 6 kádba, kádanként 170 g-ot helyeztünk ki. A békalencse fotoszintéziséhez szükséges fényt a kísérlet alatt az ablakon beszűrődő természetes fény adta, amelyet kiegészítettünk 1500 Lux fényerejű, növénytermesztésben használt neoncsöves armatúrákkal, melyet minden kád felé elhelyeztünk.

2. táblázat. A kezdeti egyedszám és a népesítési sűrűség a kísérletekben.

Tulajdonság(1)	Kontroll(2)	BL kezelés(3)
Egyedszám (db)(4)	370 200	330 800
Népesítési sűrűség (kg/m ³)(5)	0,69	0,50
Népesítési sűrűség (db/m ³)(6)	38 563	34 458

Table 2 The initial number of individuals and population density in our experiments.
property (1), Control (2), DW treatment (3), individual number (pieces) (4), population density
(kg/m³) (5), population density (piece/m³) (6)

A kísérlet alatt a halakat élő eleséggel (*Artemia nauplii*) és Aqua Garant Start tápokkal (0,5 mm; 0,7 mm; 0,8 mm; 1 mm; 1,1 mm; 1,5 mm) takarmányoztuk. A biomassza 6%-ának megfelelő mennyiségű takarmányt fogyasztottak el a halak, napi szinten. Mindkét esetben a halak nevelése addig tartott, amíg a legkisebb egyedek is elérték a 3 grammos átlagsúlyt, ami a kontroll csoport esetében 28, a békalencsés kezelés esetében 38 napig tartott, mindkét csoportnál a nevelési időszak alatt $28 \pm 0,5$ °C hőmérsékletű vízben neveltük a halakat.

Az oxigénkoncentrációt és a víz hőmérsékletét naponta többször is ellenőriztük Hach HQ30d hordozható mérőműszerrel, hetente kétszer alkalommal mértük a rendszer nitrogén formáit (ammónia – Method 8038, nitrit – Method 8507, nitrát – Method 8171) HACH Lange DR/3900 spektrofotométerrel. A vízmintát minden alkalommal a halas medencékbe befolyó csapokból vettük.

A vízminőségi adatok kiértékeléséhez SPSS Statistics program (Version 26) kétmintás t-próbát alkalmaztunk ($p = 0,05$). Az alábbi képleteket használtuk a kísérlet során:

- Megmaradás (%): $S = (\text{lehalászott darabszám} / \text{kihelyezett darabszám}) \times 100$
- SGR: növekedési ütem (%) = $(\ln W_f - \ln W_i) / t \times 100$, ahol: W_f : végső testtömeg (g), W_i : kezdő testtömeg (g), t : napok száma
- FCR: takarmányozási együttható (g/g) = $F / (W_f - W_i)$, ahol: F : a kísérlet során kietetett takarmány mennyisége szárazanyagban (g), W_f : végső testtömeg (g), W_i : kezdő testtömeg (g).

Eredmények és értékelésük

Az intenzív akvakultúrák rendszerek nagy mennyiségű, szerves anyagban dús elfolyóvizet bocsátanak ki a környezetbe, melyet valamilyen módon semlegesíteniünk kell. Megoldást nyújthat erre az akvapónia, amely egyesíti az akvakultúra és hidropónia termelési technológiát. Az akvapónia termelés egy régi technika, amely napjainkban újra előtérbe került. Fontos kiemelni, hogy a kísérletek során, nem klasszikus akvapónia termelést folytattunk, hanem a halak nevelésére szánt termelőtérbe helyeztük ki a békalencsét.

A 3. táblázat a kezelések termelési paramétereinek összehasonlítását tartalmazza. Az első turnus (K) 28 napig, a második turnus (BL) 38 napig tartott. A befejező népesítési sűrűség az első turnusnál (K) 17,15 kg/m³ és 4173 db/m³, míg a második turnusnál (BL) 12,03 kg/m³ és 3253 db/m³ volt.

3. táblázat. A kezelések termelési paramétereinek összehasonlítása

Tulajdonság (1)	Kontroll (2)	BL kezelés (3)
Kihelyezéskori állománylétszám (db) (4)	370 200	330 800
Befejező állomány létszám (db) (5)	40 061	31 230
Kietetett takarmány (g) (6)	51 937	49 874
Takarmányozási napok száma (7)	28	38
Befejező népesítési sűrűség (kg/m ³) (8)	17,15	12,03
Befejező népesítési sűrűség (db/m ³) (9)	4173	3253
Megmaradás (%) (10)	10,82	9,44
Lehalászási átlagtömeg (g) (11)	4,11	3,7

Befejező biomassza (kg) (12)	164,6	115,5
FCR (g/g) (13)	0,32	0,43
SGR (%/nap) (14)	12,91	9,39
Kihelyezett békalencse biomassza (g) (15)	–	1020

Table 3 Comparison of production parameters of treatments

property (1), control (2), DW treatment (3), population number at start of experiment (piece) (4), population number at end of experiment (5), feed fed (6), days in feed (7), final population density (kg/m³) (8), final population density (piece/m³) (9), survival ratio, % (10), final weight (g) (11), final biomass (kg) (12), FCR (g/g) (13), SGR (%/day) (14), duckweed seed biomass (g) (15)

A 3. táblázat a kezelések termelési paramétereinek összehasonlítását tartalmazza. Az első turnus (K) 28 napig, a második turnus (BL) 38 napig tartott. A befejező népesítési sűrűség az első turnusnál (K) 17,15 kg/m³ és 4173 db/m³, míg a második turnusnál (BL) 12,03 kg/m³ és 3253 db/m³ volt.

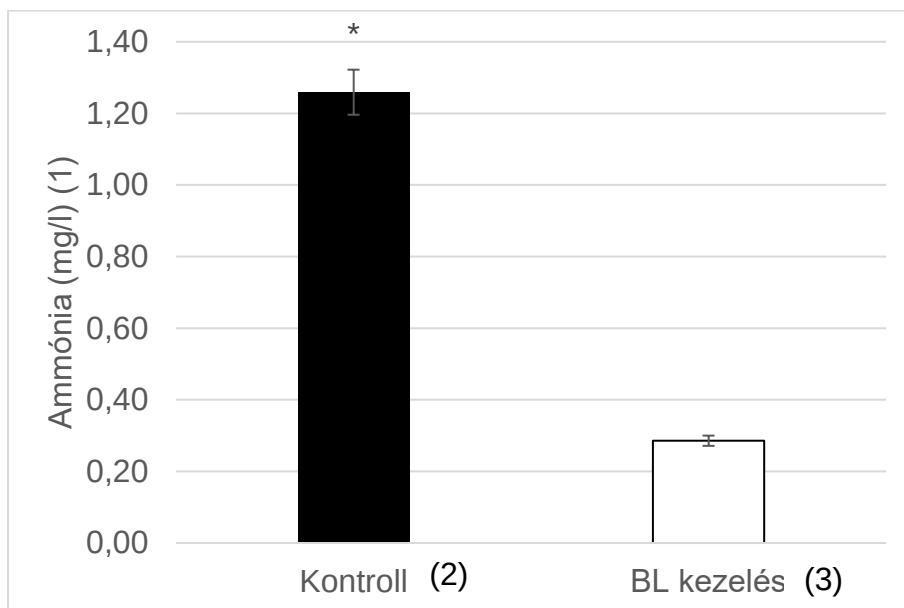
Wenzel et al. (2022) kísérletükben megállapították, hogy az afrikai harcsa intenzív lárvanevelése során a népesítési sűrűség hatással van az egyedek viselkedésére, ugyanakkor a megmaradást és a növekedést nem befolyásolja. Jelen kísérletben a népesítési sűrűség csökkenésével növekedést mutat az SGR és az FCR érték is. A növekedési ütem (SGR) tekintetében szintén a kontroll csoport ért el jobb eredményt (K: 12,91%, és BL: 9,39%). Az alacsonyabb napi tömeggyarapodás eredményeként a második turnusban előállított ivadékok (BL kezelés) nevelési ideje 10 nappal hosszabb volt, mint az első turnus (K) esetében. A kontroll kezelés FCR értéke kedvezőbb a békalencsés kezeléshez képest ((K) 0,32 g/g, (BL) 0,43 g/g). A rosszabb takarmányhasznosító képességet a hosszabb nevelési időszak indokolja. A kontroll csoport befejező egyedi testtömege magasabb értéket ért el, mint a békalencsés kezelésben nevelt egyedek (4,11 g (K), és 3,7 g (BL)). A 10 nappal hosszabb nevelési idő több takarmányozási napot jelentett, de a kijutatott takarmány mennyisége a második turnus (BL) esetében közel azonos volt a kontroll csoporthoz képest.

Az egyedek közötti kannibalizmus jelentős problémát okoz az akvakultúrában, mértéke intenzív rendszerekben, a különböző halfajok vonatkozásában akár 90%-os arányt is elérheti. A kannibalizmus hátterében genetikai és környezeti tényezők is állhatnak (Hecht – Appelbaum, 1988; Pienaar, 1990). A kísérletünk során a megmaradást tekintve mindkét esetben 10% körüli értéket értünk el (10,82% (K) és 9,44% (BL)). Megfigyelésünk szerint ennek elsődleges oka az egyedek közötti kannibalizmus volt, melynek csökkentése érdekében nélkülözhetetlen az egyedek rendszeres méret szerinti válogatása. Abdelhamid et al. (2010) kutatásában azt találta, hogy az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) 3 napi válogatással jóval magasabb, akár 49,17%-os megmaradás is elérhető, míg válogatás nélkül 1,2% volt a megmaradás.

Az átlagos egyedi testtömeg a kontroll csoport nevelési időszakának végére $4,11 \pm 0,79$ g, míg a békalencsés kezelés hatására $3,70 \pm 0,93$ g volt. Az összes biomassza előbbinél 164,6 kg, míg a békalencsés kezelésnél 115,5 kg volt.

A 2. ábrán az átlagos ammónia (NH₃-N) koncentrációt láthatjuk. Ez az érték a heti mérések átlaga. A kontroll állományban magasabb volt az érték, mint a második turnusnál, annak ellenére, hogy a kontroll állomány nevelési időszakában a dobszűrő napi 1%-os vízcsereje mellett 3 alkalommal kellett manuálisan vizet cserélnünk, ami a rendszer

vizének a felét jelentette (7,5 m³). Oron (1990) is kimutatta, hogy a békalencse a nitrogénformák közül az ammóniát preferálja.



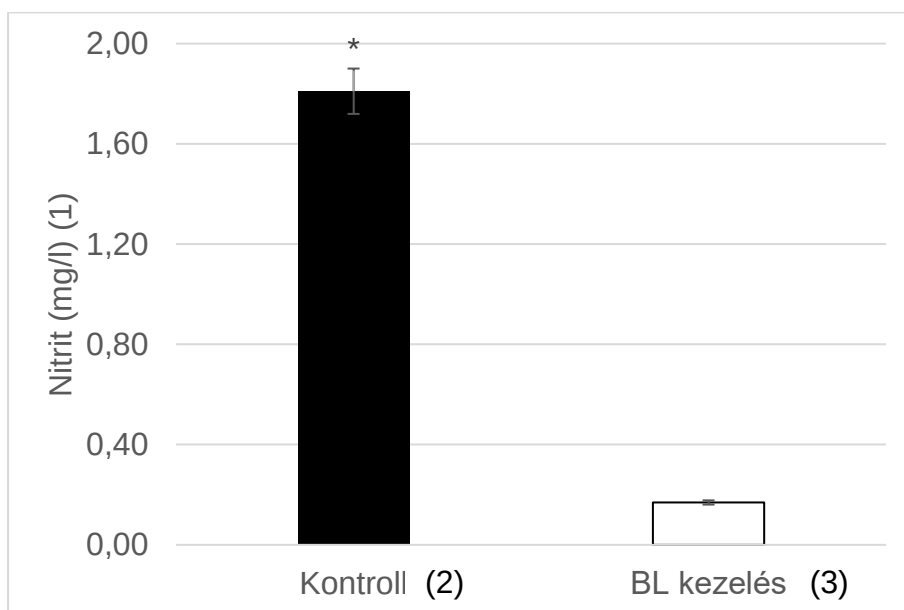
2. ábra. A kezelések átlagos ammónia szintje

Az eredmények egy kezelésen belüli vízminőségi mérések átlagértékei $\pm$ SE. A csillag szignifikáns különbséget jelöl ($P < 0,05$)(4)

Figure 2 The average ammonia levels in the treatments.

ammonia (mg/l) (1), control (2), DW treatment (3), results are means $\pm$ SE of water quality measurements within a treatment. Asterisk indicates significant difference ($P < 0.05$) (4)

Az 3. ábra a rendszer nitrit szintjének alakulását mutatja. Hasonlóan az ammóniához, a kontroll állomány esetében magasabb nitrit szinteket mértünk, mint a békalencsés állományban. Ez a csökkent ammónia szintnek köszönhető, mivel a békalencse a vízből eltávolítja az ammóniát, így nem lesz, ami a baktériumok működése révén nitritté alakuljon.



3. ábra. A kezelések átlagos nitrit szintje

Az eredmények egy kezelésen belüli vízminőségi mérések átlagértékei $\pm$ SE. A csillag szignifikáns különbséget jelöl ($P < 0,05$) (4)

Figure 3 The average nitrite levels in the treatments.

nitrite (mg/l) (1), control (2), DW treatment (3), results are means $\pm$ SE of water quality measurements within a treatment. Asterisk indicates significant difference ($P < 0.05$) (4)

Következtetések és javaslatok

Vizsgálatunk során egy hagyományos recirkulációs rendszer szűrőegységét egészítettük ki egy növénynevelő egységgel, aminek eredményeként tapasztalható volt, hogy az ammónia és a nitrit mennyiségét alacsony szinten tartotta a békalencse (*Lemna minor*) a kontroll kezeléshez képest. Így elegendő volt a napi 1%-os vízcsere, ellenben a kontroll kezelésnél, ahol a nitrogénformák olyan magas szintet értek el, hogy három különálló alkalommal is le kellett cserélnünk a víztömeg felét, ami összességében átlagosan napi 6% vízcserét jelentett. Az eredményeink is alátámasztják azt a feltevést, miszerint a hal-növény társításokkal, vagyis akvapóniás termeléssel csökkenthetjük az akvakultúrák rendszerek környezetterhelő hatását (Yep–Zheng, 2019; Tyson et al., 2011).

A különböző békalencse fajok segítségünkre lehetnek az édesvízi akvakultúra fejlődésének előmozdításában, mivel eltávolítják a vízben lévő nitrogénformák egy jelentős részét (Paolacci et al., 2022). A tanulmányban fény derült arra, hogy a békalencse intenzív körülmények között hatékony biológiai víztisztító, mely a rendszer fenntarthatóságát növeli azáltal, hogy csökkenti a vízcserek számát, különösképpen, hogy az afrikai harcsa nevelésekor a vizet fűtenünk kell, így nem csak a vízcsere csökkentésével lesz gazdaságosabb a termelés, de kevesebb energiát kell a víz optimális hőmérsékleten tartására fordítanunk. Vizsgálataink alapján a békalencse integrálása egy ígéretes technikai elem lehet akvakultúrák rendszerek hatékonyságának növelése, illetve környezetterhelő hatásának csökkentése érdekében. A megtermelt növényi biomassa jól alkalmazható halak, rákok, baromfik és sertések takarmányának kiegészítőjeként (Leng et al., 1995; Iqbal, 1999) magas fehérjetartalmának köszönhetően. Látható tehát, hogy a békalencse sok lehetőséget hordoz magában az intenzív haltermelés gazdasági és környezeti fenntarthatóságának növelése szempontjából. Jelen kísérletben a békalencse biomassa növekedését nem követtük nyomon, csupán a vízminőségre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Mivel a békalencse integrálása pozitív hatással volt a vízminőségi paraméterek alakulására, a növényi biomassa növekedését és összetételét további kísérletek során elemezzük.

Köszönetnyilvánítás

Ifj. Lévai Ferenc munkáját részben a GINOP_PLUSZ-2.1.1-21-202200011 sz. „Békalencse, mint fehérjeforrás alapú probiotikumokkal dúsított takarmányok fejlesztése” c. projekt támogatta

Irodalomjegyzék

- Abdelhamid, A. M., Radwan, I. A., Mehrim, A. I. (2010): Improving the survival rate of African catfish, *Clarias gariepinus*. Journal of Animal and Poultry Production, 1, 409–414. <https://doi.org/10.21608/jappmu.2010.86246>
- AKI Lehalászás Jelentés, 2024, 29(1), 30–31. <https://www.aki.gov.hu/termek/lehalaszas-jelentes-2024-ev/>

- Almazán-Rueda, P., Schrama, J. W., Verreth, J. A. (2004). Behavioural responses under different feeding methods and light regimes of the African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Aquaculture*, 231, 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.016>
- Faizal, A., Sembada, A. A., Priharto, N. (2021): Production of bioethanol from four species of duckweeds (*Landoltia punctata*, *Lemna aequinoctialis*, *Spirodela polyrrhiza*, and *Wolffia arrhiza*) through optimization of saccharification process and fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28, 294–301. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.002>
- Hecht, T. (2013). A review of on-farm feed management practices for North African catfish (*Clarias gariepinus*) in sub-Saharan Africa. *On-farm feeding and feed management in aquaculture*, 463–479.
- Hecht, T., Appelbaum, S. (1988): Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *Journal of Zoology*, 214, 21–44. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1988.tb04984.x>
- Iqbal, S. (1999): Duckweed aquaculture. Potentials, possibilities and limitations for combined wastewater treatment and animal feed production in developing countries. *SAN-DEC Report*, 6, 99.
- Körner S., Vermaat, J. E., Veenstra, S. (2003): The capacity of duckweed to treat wastewater: ecological considerations for a sound design. *Journal of Environmental Quality*, 32, 1583–1590. <https://doi.org/10.2134/jeq2003.1583>
- Leng, R. A., Stambolie, J. H., Bell, R. (1995): Duckweed-a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development*, 7, 36.
- Lévai, F. Jr., Bercsényi, M., Szentgyörgyi, Á., Szabó, Z., Horváth, Z. Jr. (2024): Using duckweed (*Lemna minor*, *L. gibba* and *Spirodela polyrrhiza*) for nutrient Recycling and water purification in an intensive catfish (*Silurus glanis*) production technology at farm conditions 7th Int. Conference on Duckweed Res. Bangkok
- Mchunu, N., Lagerwall, G., Senzanje, A. (2018): Aquaponics in South Africa: Results of a national survey. *Aquaculture Reports*, 12, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2018.08.001>
- Oron, G. (1990): Economic considerations in wastewater treatment with duckweed for effluent and nitrogen renovation. *Research Journal of the Water Pollution Control Federation*, 692–696.
- Oron, G. (1994): Duckweed culture for wastewater renovation and biomass production. *Agricultural Water Management*, 26, 27–40. [https://doi.org/10.1016/0378-3774\(94\)90022-1](https://doi.org/10.1016/0378-3774(94)90022-1)
- Ozengin, N., Elmaci, A. (2007): Performance of Duckweed (*Lemna minor* L.) on different types of wastewater treatment. *Journal of Environmental Biology*, 28, 307–314.
- Paolacci, S., Stejskal, V., Toner, D., Jansen, M. A. (2022): Integrated Multitrophic Aquaculture: Analysing Contributions of Different Biological Compartments to Nutrient Removal in a Duckweed-Based Water Remediation System. *Plants*, 11, 3103. <https://doi.org/10.3390/plants11223103>
- Pienaar, A. G. (1990): A study of coeval sibling cannibalism in larval and juvenile fishes and its control under culture conditions. Masters thesis. Rhodes University, Grahamstown, South Africa.
- Skjølstrup, J., Nielsen, P. H., Frier, J. O., McLean, E. (1998): Performance characteristics of fluidised bed biofilters in a novel laboratory-scale recirculation system for rainbow trout: nitrification rates, oxygen consumption and sludge collection. *Aquacultural Engineering*, 18, 265–276. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(98\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00037-5)
- Sun, Z., Guo, W., Yang, J., Zhao, X., Chen, Y., Yao, L., Hou, H. (2020): Enhanced biomass production and pollutant removal by duckweed in mixotrophic conditions. *Bioresource Technology*, 317, 124029. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124029>
- Turcios, A. E., Papenbrock, J. (2014): Sustainable treatment of aquaculture effluents – what can we learn from the past for the future? *Sustainability*, 6, 836–856. <https://doi.org/10.3390/su6020836>
- Tyson, R. V., Treadwell, D. D., Simonne, E. H. (2011). Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems. *HortTechnology*, 21(1), 6–13. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.1.6>

- Wenzel, L. C., Berchtold, E., Palm, H.W. (2022). Effects of stocking density and grading on behaviour, cannibalism and performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) fry. *Aquaculture Reports*, 27, 101400. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101400>
- Yahaya, N., Hamdan, N. H., Zabidi, A. R., Mohamad, A. M., Suhaimi, M. L. H., Johari, M. A. A. M., Yahja H. N., Yahya, H. (2022): Duckweed as a future food: Evidence from metabolite profile-nutritional and microbial analyses. *Future Foods*, 5, 100128. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100128>
- Yanes, A. R., Martinez, P., Ahmad, R. (2020): Towards automated aquaponics: A review on monitoring – IoT – and smart systems. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121571. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121571>
- Yep, B., Zheng, Y. (2019): Aquaponic trends and challenges – A review. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1586–1599. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.290>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



Welfare aspects in breeding brachycephalic dogs

Boglárka Virág Gendur, Natasa Fazekas  

*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences,
Department of Animal Husbandry and Animal Welfare,
2100 Hungary, Gödöllő, Páter Karoly 1.*

*Received/Érkezett: 02. 11. 2024.
Accepted/Elfogadva: 10. 02. 2025.*

Abstract: Aim of our stud was to discover how different traits of brachycephalic dogs are connected to the frequency and number of their symptoms, and what are the consequences of these in making breeding strategies. 42 pugs and 19 French bulldogs were investigated during regular vet checks. We've recorded all symptoms connected to brachycephalic syndrome discoverable and registered in their anamnesis, by the help of veterinarians. Next to recording the dogs' breed, sex, colour the following body measures were taken: length of the nose bridge, height at withers, and length of the topline. The ratio of all disease is much higher in our study than reported in a recent questionnaire study in Hungary, suggesting the need of objective control when trying to measure frequencies instead relying on dog owners. Non-recognized colour variants had shown late onset diseases significantly more frequently, enlightening how puppy mills work. However, eye defects appearing as a consequence of head conformation being more frequent in registered colours point on the effect of breeding determined by dog shows. Nose length being significantly longer in healthy dogs suggests, that this quantitative measure could be used in selection.

Keywords: brachycephalic dog, breeding, welfare

Introduction

Brachycephalic dog breeds became widespread in the last two decades. According to researches, their baby-like appearance – what Lorenz (1971) described as “baby scheme” – and the fact, that they seek more eye contact with owners, better in understanding human pointing gestures (Gácsi et al, 2009) triggered their popularity. However, owners of their dogs base their decision in choosing a breed more mostly on their appearance (Packer et al, 2017), and a bigger part of them tend to accept the health state of their dogs as a breed trademark, or even denies that their own dog could have any problems (Packer et al, 2019).

Brachycephalic obstructive airway syndrome (BOAS) is the name those dogs are frequently affected with. Skull conformation leads to the compression of nasal passages, and additional mucosal hyperplasia and secondary collapse of the upper airway contribute to multilevel obstruction (Dupre and Heidenreich, 2016). The symptoms are not limited to the respiratory tract, but these dogs can suffer from a range of digestive disorders, apnoea, exercise and heat intolerance, various dermatological and ocular conditions (Roedler et al, 2013, Pratschke, 2014).

Phenotype variance of head shape in domestic dogs exceeds the variance measurable in the whole Canidae (Drake and Klingenberg, 2010). Brachycephalic shape is a result of selective breeding, in case of some breeds for enhancing the strength of bite, in companion dogs for achieving the baby-like appearance (Packer and Tivers, 2015). Brachycephalic shape is regulated by a major gene BMP3 on CFA32, showing incomplete dominance. However, skull shape as such is a polygenic trait, some other genes (e.g. RUNX2 on CFA12 or SMOC2 on CFA1) in its background are already mapped (Ekenstedt et al, 2021). So both when dealing with body measures like that, both in handling a polygenic syndrome this head shape causes we have to use the methods of quantitative genetics.

BOAS is screened in many countries by an exercise test, with a grading 0 to 4. That proved to be a useful tool not only in screening, but also in making breeding decisions. In Finnish population estimated heritability values for that scores were $h^2 = 0.39 - 0.58$ in pugs and French bulldogs (Lilja-Maula et al, 2024). Unfortunately, that is not used in Hungary yet. However, that test is limited, as not being able to detect ocular and gastrointestinal diseases, which frequently accompany the brachycephalic symptom.

Materials and Methods

Data of 61 brachycephalic dogs ($n = 42$ pugs and $n = 19$ French bulldogs) was collected at four veterinary clinics in Budapest, where dogs came for regular checks, during 2023–2024. We’ve recorded the dogs’ breed, sex, neuter status, colour and whether they’re pedigree registered or not. Four body measures were also recorded: body weight (kg) by a scale, others with a measuring tape. For measuring the length of nosebridge (mm) a piece of yarn was also used for enhancing accuracy. Nose length was measured for the top of the nose until the stop. Height at withers (cm) at the highest part of the shoulder blade, starting from the ground, while length of the topline between the withers and the tailset. The body condition score of the dogs was determined according a general 1(thin) – 9 (obese) scale, compared to illustrations. Medical problems connected to brachycephalic syndrome were determined by the help of veterinarians, and also collected the records from the available anamneses of dogs. For data recording we’ve used Excel, and for statistical analysis SPSS.29.

Results and discussion

We've analysed the recorded diseases separately – those, which were rare in the population together – and grouped by the organs affected as well.

Dyspnoea (breathing difficulty) proved to be the most frequent in the population (44.3% of dogs studied were affected), next entropion and pigmentary keratitis, both with 21.3% frequency. Narrow nostrils, cornea injuries /ulcer, acidic vomit affected approx. 10% of the dogs, cherry eye and gastrointestinal problems more than 3%. Other diseases recorded had been epilepsy, heat stress in the past, glaucoma, dry eye, elongated soft palate. So similar to what Pratschke (2014) found, not only the respiratory system of the brachycephalic dogs was affected, but they also had ocular and gastrointestinal diseases.

A recent Hungarian questionnaire based publication (Tóth et al, 2024) measured the frequency of brachycephalic syndrome 11.3–11.4%, and of eye diseases 26.5–30%. These ratios are much higher in our study, 44.3% of dogs showing respiratory symptoms, while 49.3 ocular ones.

Affected dogs had shown 1 (27.9%) to 5 (4.9%) symptoms of the syndrome. However, one, two – with same ration – and three signs together were the more frequent, contradicting the results of Fasanella et al. (2010), who found that dogs usually show 3–4 symptoms together.

There's no significant difference in the population studied between the two breeds in the frequencies of given symptoms neither in their quantity (Mann-Whitney tests). That contradicts to the results of Roedler et al (2013), who found more gastrointestinal diseases in French bulldogs, and also the ones published by Lilja-Maula et al. (2024), according to which pugs are more affected with brachycephalic syndrome than French bulldogs.

Also didn't find a difference in the disease frequency between dogs ($n = 33$) and bitches ($n = 28$), neither in intact ($n = 14$) and neutered ($n = 47$) animals. Previous publications on different populations (Fasanella et al, 2010, Roedler et al, 2013) of these breeds suggested dogs being more severely affected.

Age of the dogs (mean value $5,95 \pm 2,97$) affected the prevalence of acidic vomiting (ANOVA, $p \leq 0.05$). According to literature, the disease is getting more sever with age.

The fact that the dog is Kennel Club registered – their ratio was only 13,1% in our sample – didn't make a difference in disease frequency, similar to what Tóth et al. (2024) did found. As no obligatory health check is needed now in Hungary for pedigree registration that is a result expected.

We've compared by Kruskal-Wallis tests all the coat colour variants in our sample, and also looked for difference between officially recognized colours in the breed standard and non-recognized ones (Mann-Whitney tests). In all-round comparison blue French bulldogs proved to be more frequently affected with acidic vomiting, and gastrointestinal symptoms ($p \leq 0.05$). Dogs with non-recognized colour – so quite likely born in a puppy mill – more frequently showed other, late onset accompanying diseases of brachycephalic syndrome, such as epilepsy, heat stroke, ear inflammation ($p \leq 0.05$). Those diseases are not recognisable when puppies are sold. At the same time, dogs with a recognized coat colour – so possible descendants of show dogs in some generation distance – were affected with ocular problems more often ($p \leq 0.05$). Those eye deformations are the most directly connected to head conformation, which had been under sever selection pressure for a long time in the past by approach of making breed specific features more and more pronounced.

Height at withers is according to the standard values in French bulldogs in our sample ($34 \pm 3,04$ cm), in pugs the standard is not providing a value for it, but they're smaller, and

that is true to the studied population ($28 \pm 5,12$ cm). The breed standard calls for a bit longer dog than how tall it is in French bulldogs and for a quadratic one in pugs. By determining the heath at withers-topline length ratio our sample mostly fulfil it, although standard deviation is quite high. When comparing the body weight values to the ones in the breed standards it is visible, that the studied population is overweight in average (14.56 ± 2.83 kg French bulldogs, 9.65 ± 2.36 kg pugs). The body condition score being 6.1 ± 1.23 also suggest that. The ratio of overweight and obese dogs in the population studied is 34.3%, so much more than 6.38%, as reported for those breeds according a database in Great Britain (O'Neil et al, 2020).

Body weight of dogs showing gastrointestinal symptoms is significantly higher than of in that case healthy ones (t test, $p \leq 0.05$). Body condition score significantly affects (ANOVA, $p \leq 0.05$) the number of symptoms visible, all respiratory diseases, dyspnoea, all gastrointestinal diseases, and elongated soft palate. The mean body condition score of dogs diagnosed with gastrointestinal inflammation and elongated soft palate is higher than of dogs free from these (t test). So overweight and obesity is a risk factor in brachycephalic syndrome.

Nose length affects the appearance of ulcer in the cornea (ANOVA, $p \leq 0.05$). Nose of dogs diagnosed with entropion is significantly shorter (13.31 ± 5.33 mm), than those free from it (17.94 ± 6.72 mm). Same applies to dispnoe, $14,44 \pm 6,88$ mm nose lenght in ill, and 18.94 ± 6.08 mm in healthy dogs (t tests, $p \leq 0.05$). Nose - topline length index shows the same significant difference for the symptoms above, and also for narrow nostrils and cherry eye. Nose length – height at withers index also highlights the same significant differences by t tests. So nose length measured can be a quantitative trait obtained for screening brachycephalic syndrome, and together with other body measures could have even higher predictive value. Packer et al. (2015) also suggests selecting dogs with longer noses for breeding, utilising phenotype variability.

Topline is significantly (t tests, $p \leq 0.05$) longer in dogs with entropion, elongated soft palate and gastrointestinal problems. However, these results most likely to be an outcome of dogs with non-standard body ratios originating from puppy mills and backyard breeding, rather than an anatomical correlation. On other hand, dogs having narrow nostrils being shorter – which is also our result – could be the consequence of show breeding in the previous paradigm.

Conclusions

The much higher rate of dog affected with brachycephalic syndrome in our study than published by Tóth et al. (2024) based on a questionnaire study, both about the current Hungarian population suggest that the owners attitude for denying the existence of the problem in their own dogs, reported by Packer et al. (2012) can exist. Therefore when making up a selection programme it is crucial to define the phenotypes connected to the symptoms objectively, by veterinary assistance.

As recently there's no official control exist for brachycephalic syndrome in the breeding requirements, not surprisingly being pedigree registered doesn't mean healthier dogs. However, the population is separated: dogs of non-recognized colour variants, so supposedly originating from puppy mills show a range of late onset symptoms and diseases more frequently, while dogs connected closer to the pedigree breeding – when selection for toy

dogs is based on dog show results – are more often affected with symptoms connected to the extreme head conformation.

Overweight dogs are much too frequent in these breeds nowadays in Hungary, and that makes the symptom worse for the welfare of the animals. All professionals working with dogs have to be aware of educating dog owners about the importance of normal body condition. On other hand, introducing the exercise-based BOAS grading system would be beneficial, but until the overall condition of the dogs is like this, its use in selection would be limited, as an environmental effect masks the genotype in great extent.

Nose length proved to be a good indicator of health status according to brachycephalic syndrome, measured together with height at withers or length of the topline even more suitable for distinguishing between functionally healthy and problematic animals. Those measurements would be easy to take during compulsory conformation judgements for breeding licences. When available for a larger part of the population of those breeds this body measure and indexes could be used as quantitative traits for calculating heritability values, then determining breeding values, utilize in selection.

References

- Drake, A. G., Klingenberg, C. P. (2010): Large-scale diversification of skull shape in domestic dogs: disparity and modularity. *The American Naturalist*, 175, 289–301. <https://doi.org/10.1086/650372>
- Dupre, G., Heidenreich, D. (2016): Brachycephalic syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 46, 691–707. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.02.002>
- Ekenstedt, K. J., Crosse, K. R., Risselda, M. (2021): Canine brachycephaly: anatomy, pathology, genetics and welfare. *Journal of Comparative Pathology*, 176, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2020.02.008>
- Fasanella, F. J., Shivley, J. M., Wardlaw, J. L., Givaruangsawat S. (2010): Brachycephalic airway obstruction syndrome in dogs: 90 cases (1991–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 237, 1048–1051. <https://doi.org/10.2460/javma.237.9.1048>
- Gácsi M., McGrevy, P., Kara E., Miklósi Á. (2009): Effects of selection for cooperation and attention in dogs. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 31. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-5-31>
- Lilja-Maula, L. I. O., Maki, K. H., Aromaa, M. K., Rajamaki, M. M. (2024): Evaluation of brachycephalic obstructive syndrome breeding test results in Finland from 2016 to 2022. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 66, 35. <https://doi.org/10.1186/s13028-024-00755-9>
- Lorenz K. (1971): *Studies in animal and human behaviour*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674430426>
- O'Neill, D. G., Pegram, C., Crocker, P., Brodbelt, D. C., Church, D. B., Packer, R. M. A. (2020): Unravelling the health status of brachycephalic dogs in the UK using multivariable analysis. *Scientific Reports*, 10, 17251. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73088-y>
- Packer, R. M. A., Murphy, D., Farnworth, M. J. (2017): Purchasing popular purebreds: Investigating the influence of breed type on the pre-purchase attitudes and behaviour of dog owners. *Animal Welfare*, 26, 191–201. <https://doi.org/10.7120/09627286.26.2.191>
- Packer, R. M. A., O'Neill, D. G., Fletcher, F. és Farnworth, M. (2019): Expectations, inconvenient truth and the paradoxes of dog-owner relationship for owners of brachycephalic dogs. *Plos One*, 14, 0219918. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219918>
- Packer, R. M. A., Tivers, M. (2015): Strategies for the management and prevention of conformation-related respiratory disorders in brachycephalic dogs. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 6, 219–232. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S60475>
- Pratschke, K. (2014): Current thinking about brachycephalic syndrome: more than just air-ways. *Companion Animal*, 19, 70–78. <https://doi.org/10.12968/coan.2014.19.2.70>

- Roedler, F., Pohl, S., Oechtering, G.U. (2013): How does severe brachycephaly affect dog's lives? Results of a structural preoperative owner questionnaire. *The Veterinary Journal*, 198, 606–610. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.009>
- Tóth Sz., Kráz K., Ózsári L., Vetter Sz. (2024): A brachycephal kutyafajták tartásának állatvédelmi vonatkozásai és tapasztalata Magyarországon. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 146, 307–318. <https://doi.org/10.56385/magyallorv.2024.05.307-318>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.
This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



Possibilities of disruptive selection in dachshunds, based on earthdog trial scores

Tamás Mészöly, Natasa Fazekas  

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences, Department of Animal Husbandry and Animal Welfare, 2100 Hungary, Gödöllő, Páter Karoly 1.

Received/Érkezett: 02. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 10. 02. 2025.

Abstract: Dachshunds are highly popular both historically and nowadays. They're bred for hunting and their work is still necessary, mainly on blood tracks and in controlling red fox and badger populations. On other hand, the waste majority of these breeds are kept as family pets today, and in that role the same traits, what are essential for successful earthdog work are disadvantageous. We've obtained 156 earthdog trial results of 73 dogs, from eight events for modelling selection possibilities. As pedigree data of the dogs wasn't suitable for determining it, we've used heritability values near $h^2 = 0,2$ published for other populations, but to the same traits. The selection gain for hunting eagerness to the next generation would be between 4.23–4.65 scores (max. 100) with different selections pressures, while – 9.19 scores for pet purposes. In case of barking endurance future earthdogs could improve with 6,4 seconds, while dachshunds kept as companion animals could bark 8.89 s less when once started, if the population participated on trials had been a breeding stock.

Keywords: dachshund, hound work, family pet, selection gain

Introduction

Dachshunds form a separate breed group, compounding of nine breeds, according their coat type and size (chest circumference). These breeds are traditionally popular in Hungary, especially smooth and wire coated standard varieties, which, respectively occupied the second and the forth place last year among all dog breeds, based on puppy pedigree registrations.

Dachshund-like dogs appeared in Europe in the XV–XVI. century, according to the needs of hunting, so tracking abilities and den work already had been a requirement for them (Nappe, 2013). Dachshunds had to have great instincts and will to hunt, catch the prey, bark for giving signs to the hunter while work independently (Tabel and Tabel, 2018), which personality traits are just the opposite of a naturally calm, obedient dog. Among the versatile hunting utilizations of dachshunds the most special one, the earthdog work requires the most courage, drive, independence and vocalisation from the dogs. Earthdog trials with human-made dens are used in Germany as performance test for dachshund until 1890 (Diezel and Mika, 1910). Tests and trial for gundogs and hounds used in practice worldwide quite similarly provide useful quantitative data by scoring the performance traits for estimating heritabilities, breeding values and the outcome of selection (Wilsson and Sundgren, 1997, Schmutz and Schmutz, 1998, Brenoe et al, 2002, Lindberg et al, 2004).

However, a great extent of dachshunds are kept by private owners not intending to use them for hunting (Baranyiova et al, 2007), and their ratio even increased in recent years, next to the change of the expectation of that owners – living mostly in urban environments – toward the behaviour of the dog. These requirements – like being calm, come right after called – often contradict to the natural seeking, exploring behaviour of hounds (Stephens-Lewis and Schenke, 2023). In a study by Serpell and Hsu (2005) dachshunds achieved the lowest scores with high standard deviation to trainability from eleven breeds, others mostly gundog and working dog breeds, relying on the handler more during their traditional work. Dachshunds clustered in a group of dogs with high scores for aggression, separation anxiety and reactivity, while low for trainability (Wilson et al, 2018), and placed in the top third among breeds for being reactive and prone to excessive barking (Hart and Miller, 1995). Serpell and Duffy (2014) also suggested dachshunds showing the highest level of vocalisation, attention seeking and prey drive. Those traits are considered as behaviour problems for family pet dogs, and next to causing welfare issues often led for abandoning the dog. Therefore selecting against those behaviours, which are useful in working hounds would be required in a pet subpopulation.

Materials and Methods

163 earthdog trial results, originating from 73 dachshunds on eight events held were obtained from the Hungarian Dachshund Owner's Association. Data contained the sex and date of birth of the dogs, as well as date of the trials held, next to the results (full score, and for some events the time results for the three phases: barking, prey found, digging through, fetch).

Earthdog trials in human-made dens consist of three phases. In the first phase dachshunds have to go in the den after a red fox or a badger released there before. It's favourable when dogs bark both at the entrance of the den and through the whole search. An obstacle

from pebbles is made inside the den, through which the dog must dig through, that is the second step scored. In the third phase a shot game or a fur is placed within the den, and the dog have to try to take it to the surface.

Data was recorded a transformed for analysis in an Excel worksheet, statistical analysis was performed by Prism. The population of dachshunds competing in theses trials were considered as a mating unit for simulation purposes, and heritability values for courage and loudness, reported by Kasarda et al. (2007) for a recent Slovakian dachshund population were used.

Results and discussion

The results of the dogs from the trials are summarized in Table 1.

Table 1 Descriptives for scores and time results of dachshunds in Hungarian earthdog trials 2022–2023

Items	Score n = 156	Barking (s) n = 46	Digging through(s) n = 40	Apport (s) n = 31
Population	78.37 ± 28.66	56.7 ± 38.8	69.4 ± 47.6	86.1 ± 71.9
Median	90	42	52	57
Dogs	77.48 ± 26.94	72.5 ± 46.3	87.9 ± 52.3	84.4 ± 79.4
Bitches	75.95 ± 27.24	49.3 ± 32.0	50.9 ± 34.5	85.9 ± 69.4

Age of dachshunds competing was between 1–9 years, mean value 3.4 ± 2 years. There's a mild positive correlation ($r = 0.1821$, $p \leq 0.05$) between the age of the dogs and their scores, so older animals show a bit better overall performance. Bednarek and Slawinska (2021) also found older dachshunds being more successful in more performance traits – including vocalisation and obedience – on tracking competitions. This result is in concordance with Gonzalez Martinez et al. (2011), who found a bit higher level of aggression in older dogs, as that is needed for earthdog work. Time results didn't correlate with age significantly.

Average performance of dogs and bitches didn't differ, however, the time result of the first phase did (Mann–Whitney test, $p \leq 0.05$), where bitches were faster. Bednarek and Slavinska (2021) found male dachshunds performing better on wild boar trials, but on earthdog trials Kasarda et al. (2007) didn't find a difference in the two sexes, similar to our results.

We've calculated as a simulation what selection can be achieved by disruptive selection for a subpopulation of dachshund for earthdog work, and for an other subpopulation for pet purposes, where those performance traits required for hunting- eagerness/courage and loudness/excessive barking – success can be considered as behaviour problems.

By defining a selection minimum for modelling we tried to define the ratio of population kept for breeding (p) according to reality. So couldn't set SM for the working stock to the

highest score possible, as in dogs only 3 dachshunds out of 35 did achieve 100 score, which would mean $p = 0.086$, in bitches could keep 5 animals out of 60, $p = 0.083$. On the other hand, there're only 2–2 dachshunds achieving 0 scores, so using only those bitches for pet purposes would mean an extremely low ratio of breeding animal prospects from the parent stock. Therefore kept the maximum score only in dogs, and chose the median value, 90 scores as selection minimum in bitches for hunting stock, and bitches bellow 80 scores were selected in the model for being the parents of the family pet offspring. Population average for trial score was 75.35 scores in dogs and 75.95 scores in bitches.

Barking is an important performance trait in working dachshunds, serves useful information for the hunter both in den work, both during tracking. Meanwhile, considered as a bad behaviour for pet owners. Population average was 72.47 s barking in dogs, range 19 s–169 s, while 15–120 s, with mean 49.31 s in bitches.

The possible outcome of disruptive selection is summarized in Table 2.

Table 2 Modelling disruptive selection based on earthdog trial results

Items	Earthdog trial score, eagerness		Time for barking, loudness (s)	
	For hound work	For family pet	For hound work	For family pet
Selection minimum (dogs, bitches)	≥ 100 dogs ≥ 90 bitches	≤ 0 dogs ≤ 80 bitches	≤ 80 dogs ≤ 40 bitches	≤ 30 dogs ≤ 30 bitches
Ratio of animals kept for breeding	$p = 0.086$ dogs $p = 0.25$ bitches	$p = 0.06$ dogs $p = 0.48$ bitches	$p = 0.18$ dogs $p = 0.48$ bitches	$p = 0.18$ dogs $p = 0.28$ bitches
Selection differential in dogs and bitches	24.64 dogs 20.26 bitches	-75.35 dogs -20.89 bitches	47.96 dogs 22.4 bitches	-49.47 dogs -48.33 bitches
Mean SD	22.45	-48.12	35.18	-48.9
Heritability	Courage $h^2 = 0.191$ (Kasarda, 2007)		Loudness $h^2 = 0.182$ (Kasarda, 2007)	
Selection gain per generation	+4.23 scores	-9.19 scores	+6.4 s	-8.89

Conclusions

Next to conformation, behaviour and personality traits are the most important in performance the of any working dog, and if animals are not selected consciously based on that traits, behaviour trends to change quite rapidly (Svartberg, 2005). The scoring system used for tests and trials in gundogs and hounds, similar worldwide offers a quite useful tool to work with these quantitative traits in selection and breeding.

The work of dogs in wildlife management cannot be replaced with anything else, and two crucial steps in it are finding a wounded game by tracking and controlling the population of vermins, to which dachshunds are mainly used. Therefore a part of dachshund population must be tested for the traits required for this application, for not losing their inherited ability. It is crucial for preserving the original hunting dachshunds that breed clubs have to administrate and collect the trial results in a standardized way, and allow breeding professionals to use them, together with ancestry data of the dogs for measuring heritabilities, and further use data in selection.

However, the trend, that a great extent of populations of original working dog breeds are kept as family pets cannot be changed (e.g. Baranyiova et al, 2007). Continental gun-dog and hound breeds didn't differ to working and show types – as English breeds did –

decades ago, so officially all animals have to be selected for being able to be used for their original work during hunting. As working trials are not compulsory for dachshunds being allowed to be bred from, of course, reality differs. Instead of not taking into consideration behaviour traits at all in selection, those dogs, who produce poorly on earthdog trials could be chosen as parents for future pet dachshunds, as their phenotype coincides with the requirements (King et al, 2009, Yamada et al, 2019, Stephens-Lewis and Schenke, 2023) of an ideal family pet. The data obtained from earthdog trials can successfully help in defining the possible selection gain.

References

- Baranyiova, E., Holub, A., Tyrlik, M. (2007): Behavioural Traits of Four Dog Breeds in Czech Households. *Acta Veterinaria Brno*, 76, 627–634. <https://doi.org/10.2754/avb200776040627>
- Bednarek, E., Slawinska, A. (2021): Hunt trials as a measure to access level of training in boarhounds. *Animals*, 11, 1661. <https://doi.org/10.3390/ani11061661>
- Brenoe, U. T., Larsgard, A. G., Johannessen, K-R., Uldal, S. H. (2002): Estimates of genetic parameters for hunting performance traits in three breeds of gun hunting dogs in Norway. *Applied Animal Behaviour Science*, 77, 209–215. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00050-3)
- Diezel E., Mika K. (1910): *Vadászebek*. Szukits Könyvkiadó, Szeged, 146 p.
- Gonzalez Martinez, A., Santamaria Pernas, G. Castalta, J. D. Suarez Rey, M. L., De la Cruz Palomino, L. F. (2011): Risk factors associated with behavioral problems in dogs. *Journal of Veterinary Behavior*, 6, 225–231. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2011.01.006>
- Hart, B. L., Miller, M. F. (1985): Behavior profiles of dog breeds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 186, 1175–1180. <https://doi.org/10.2460/javma.1985.186.11.1175>
- Kasarda, R., Chudejová, I., Chudej, P., Kadlečík, O. (2007): Heritability of hunting performance traits of dachshound in Slovakia. *Folia Veterinaria* 51. 26–29.
- King, T., Marston L.C., Bennett P. C. (2009): Describing the ideal Australian companion dog. *Applied Animal Behaviour Science*, 120(1), 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.04.011>
- Lindberg, S., Strandberg, E., Swenson, L. (2004): Genetic analysis of hunting behaviour in Swedish flatcoated retrievers. *Applied Animal Behaviour Science*, 88(3–4), 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.03.007>
- Nappe, S (2013): *A tacsó*. Cser Kiadó, Budapest, 91 p.
- Serpell, J. A., Duffy, L. D. (2014): Dog breeds and their behavior. In: A. Horowitz (ed.), *Domestic Dog Cognition and Behavior*, Springer–Verlag Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-53994-7_2
- Serpell, J. A., Hsu, Y. (2005): Effects of breed, sex, and neuter status on trainability in dogs. *Anthrozoös*, 18(3), 196–207. <https://doi.org/10.2752/089279305785594135>
- Stephens-Lewis, D. Schenke, K. C. (2023): 'Obedient, but cheeky': Human expectations of canine behaviour and companionship. *PsyArXiv*. January 25. <https://doi.org/10.31234/osf.io/t4bvd>
- Svartberg, K. (2005): Breed-typical behaviour in dogs – Historical remnants or recent constructs? *Applied Animal Behaviour Science*, 96(3–4), 293–313. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.06.014>
- Tabel, C. Tabel, U. (2018): *A fiatal vadászkutya*. Fehér Mihály – Kertész Sándor – Nimród Vadászújság, Budapest, 138 p.

- Yamada, R., Kuze-Arata, S., Kiyokawa, Y., Takeuchi, Y. (2019): Prevalence of 25 canine behavioral problems and relevant factors of each behavior in Japan. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 81(8), 1090–1096. <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0705>
- Wilson, B., Serpell, J., Herzog, H., McGreevy, P. (2018): Prevailing clusters of canine behavioural traits in historical US demand for dog breeds (1926–2005). *Animals* 8, 197. <https://doi.org/10.3390/ani8110197>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.
This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



A bentonit-kiegészítés növelésének hatása a bárányok hizlalási teljesítményére

Kukovics Sándor^{1,2} , Naár Zoltán³, Rádli József⁴, Kukovics Ferenc¹

¹Magyar Juh- és Kecsketejgazdasági Közhasznú Egyesület, 2030 Érd, Hóvirág u. 28.

²Juh Terméktanács, 8100 Várpalota, Veszprémi utca 7.

³Tokaj-Hegyalja Egyetem, Sárospatak, 3950 Sárospatak, Eötvös út. 7.

⁴Dörögdi Mező Kft, 8295 Taliándörögd, hrsz. 0187/8.

Received/Érkezett: 06. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 10. 02. 2025.

Összefoglalás: A bárányhizlalási kísérlet keretében különböző napi bentonitadagokat alkalmaztunk. Egy-egy csoport 20, 30, ill. 40 g/nap/egyed bentonit-kiegészítést, a negyedik csoport az első 20 nap alatt 20 g, a második 20 nap alatt 25 g bentonitot kapott. Az ötödik csoport az első 20 napban 30 g, a második 20 napban 35 g bentonit-kiegészítést kapott. A hatodik csoport képezte a kontrollt, amely nem kapott bentonit-kiegészítést. A bentonitot minden esetben a napi báránytápra rászórva adagoltuk ki az állatoknak. E vizsgálat keretében elemeztük az eltérő bentonit-kiegészítések hatását a bárányok súlygyarapodására és a hizlalás hatékonyságára. A vizsgálatok keretében begyűjtött adatok feldolgozásához az IBM SPSS Statistics 22.0 program alkalmazására került sor. A bárányhizlalás során, az alkalmazott bentonitadag bizonyos mértékig történő emelkedésével nőtt a bárányok napi súlygyarapodása, csökkent az egy kg súlygyarapodáshoz szükséges takarmány mennyisége, amivel a hizlalás egy kg súlygyarapodásra felhasznált takarmányköltségét is csökkentette. A takarmányhasznosítás a negyedik kísérleti csoport esetében volt a legkedvezőbb, ahol a fajlagos takarmányköltség 12,5%-kal csökkent a kontrollhoz viszonyítva.

Kulcsszavak: bentonit-kiegészítés, bárányhizlalás, takarmányhasznosítás, gazdaságosság

Effect of increasing bentonite supplementation on fattening performance of lambs

Sándor Kukovics^{1,2} , Zoltán Naár³, József Rádli⁴, Ferenc Kukovics¹

¹Hungarian Sheep and Goat Dairying Public Utility Association, 2030 Érd, Hóvirág 28.

²Sheep Product Council, 8100 Várpalota, Veszprémi 7.

³University of Tokaj, 3950 Sárospatak, Eötvös 7.

⁴Dörögdi Mező Ltd, 8295 Taliándörögd, hrsz. 0187/8.

Abstract. In this lamb fattening experiment, different daily doses of bentonite were used. Three of six groups received 20, 30 and 40 g/day/head bentonite supplementation, respectively. The fourth group received 20 g/day/head bentonite during the first 20 days and 25 g during the second 20 days. The fifth group received 30 g/day/head bentonite in the first 20 days and 35 g in the second 20 days. The sixth group was the control, which received no bentonite supplementation. In all cases, the bentonite was spread on the daily lamb feed. In this study, we analysed the effect of different bentonite supplements on the weight gain of lambs and the efficiency of fattening. The IBM SPSS Statistics 22.0 program was used to process the data. During lamb fattening, increasing the bentonite dose to a certain extent, the daily weight gain of lambs increased, and the amount of feed needed to gain one kg of weight gain decreased, which reduced the cost of feed used for one kg of weight gain. The specific feed utilization was the most favourable in the case of the fourth experimental group, where the specific feed cost decreased by 12.5% compared to the control group.

Key words: bentonite supplementation, lamb fattening, feed utilization, profitability

Bevezetés

A bentonitot széles körben alkalmazzák az állattartásban takarmány-kiegészítő anyagként, ennek ellenére a hazai báránytakarmányozásban használata elmarad az agyagásvány adta lehetőségektől. Ennek oka valószínűleg a nagy megkötő képesség eltérő megítélése, vagy az attól való félelem, illetőleg a nem megfelelő mennyiségben való adagolás következményeinek bizonytalansága lehet. A szakirodalomban több példát is találunk a bentonit sikeres alkalmazására.

Angóra növendék kecskebakok takarmányozási vizsgálatában Mohsen és mtsai (2000) a takarmányhoz 2,5%, illetve 5% bentonitot adagoltak. Eredményeik alapján megállapították, hogy a bentonit-kiegészítés 15,96%-kal, illetve 23,48%-kal növelte a takarmány-hasznosulást, és 18,62, illetve 31,51%-kal javította a hizlalás gazdasági hatékonyságát. Ezenkívül 15,76%, illetve 25,14%-kal csökkentette a felhasznált takarmány költségét, a bentonitot nem kapott csoport eredményéhez képest.

Khanden és mtsai (2007) 2, ill. 4% bentonit-kiegészítést alkalmaztak az iráni zandi bárányok hizlalásában, kontrollcsoport mellett. Eredményeik szerint a Na-bentonit etetése csökkentette a vér glükóz- és karbamid-, valamint növelte a fehérjetartalmát. Emellett növelte a szárazanyag-felvételt, és javította a hizlalás költséghatékonyságát, továbbá növelte a súlygyarapodást és a vágási % értékét, valamint csökkentette a vágott test fagygyúborítottságát és a faggyú mennyiségét. A vizsgált kiegészítések közül a 2% bentonit etetése esetében kapták a legkedvezőbb eredményt.

Awassi juhok takarmányának 2% bentonittal való kiegészítése Tayyeb (2017), vizsgálatában szignifikánsan növelte a napi tejhozamot és a termelt tej zsírtartalmát. Awassi bárányok hizlalásakor az 1 és 3% dózisban etetett bentonit hatását vizsgálva Al-Neumany és mtsai (2020) megállapították, hogy a bentonit-kiegészítés szignifikánsan csökkentette a bendőfolyadék ammónia N-tartalmát, növelte a bendőfolyadék mikroflóra-tartalmát, és kedvező hatással volt a vér Na-tartalmára.

Azadbakht és mtsai (2017a) vizsgálatában a hízóbárányok takarmányába adagolt 1 és 3% bentonit lényegesen csökkentette a bendőfolyadék ammóniatartalmát, erősen szignifikáns mértékben növelte a bendő mikroflóra-tartalmát, és előnyös hatással volt a vér ásványianyag-szintjeire. A szerzők másik kutatása szerint a bentonit takarmány-kiegészítés kedvezően befolyásolta a bendő emésztési folyamatait (Azadbakht és mtsai, 2017b), és javította a juhok hizlalásának hatékonyságát az ólomterhelési körülmények között hizlalt zandi kosbárányok esetében.

A karadi fajtájú hízóbárányok takarmányának bentonittal való kiegészítése (20 gramm/nap/egyed) jelentős mértékben növelte azok átlagos napi súlygyarapodását, és javította a bendőfolyadék paramétereit Tayeb és Yaseen (2018) vizsgálatában. Aydin és mtsai (2020) tuy fajtájú bárányok hizlalási vizsgálatában a Na-bentonit etetése pozitív hatással volt a választott bárányok hizlalási teljesítményére, és növelte a vér antioxidáns-tartalmát is.

Az arab bárányok hizlalásában 2 és 4% takarmánybentonit etetésének hatását vizsgálva Khalaf és Al-Galbi (2019) megállapították, hogy a 2% bentonit etetése szignifikánsan pozitív hatással volt az állatok súlygyarapodására, növelte a szárazanyag-felvételt, és javította a szerves anyag, a nyersfehérje, a nyerszsír, valamint a nyersrost emésztésének hatékonyságát.

Gouda és mtsai (2019) a bentonit-kiegészítés hatását vizsgálták tejelő kecskék aflatoxinnal és zearalenonnal szennyezett takarmánnyal való etetésekor. Eredményeik szerint

a bentonit-kiegészítés (20 g/1 kg) szignifikánsan javította a takarmányhasznosulás mértékét, növelte az aflatoxin, valamint a zearalenon bélsárral való ürülését, és csökkentette a tejben ugyanezen toxinok mennyiségét, valamint növelte a napi tejhozamot és a tej szárazanyag-tartalmát.

A különböző mértékű bentonit-kiegészítés javította a bárányok hizlalási teljesítményét és a hő-stresszel szembeni ellenálló képességét Abuajamieh és mtsai, (2020) vizsgálatában. A 40 g/kg takarmánybentonit adagolását találták leginkább kedvezőnek.

Az irodalmi közleményekben leírtak figyelembevételével a kísérletünk keretében azt kívántuk megállapítani, hogy a növekvő mennyiségű bentonit takarmány-kiegészítő adagolása milyen mértékben befolyásolja a hízóbárányok napi súlygyarapodását és a hizlalás gazdaságosságát.

Anyag és módszer

A kísérlet megvalósítására a Dörögdi Mező Kft. (Taliándörögdi) bárányhizlaló telepén került sor. A kísérlet során a merinó bárányok a cég saját keverőüzemében előállított bárányhizlaló abrakkeveréket fogyasztották. A választott, két hónapos korú merinó bárányok az abrakra szórva kapták a napi bentonitadagjaikat, a 40 napos hizlalási időszak alatt, a hozzászoktatási időszakot követően (1. táblázat). A báránycsoportokat egységesen 30–30 bárány alkotta.

1. táblázat. A kísérleti csoportok kialakítása a különböző bentonitadagok szerint

Csoportok (1)	Kísérleti csoportok (2)					Kontroll(3)
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	n = 30	n = 30	n = 30	n = 30	n = 30	n = 30
Napi BNT* adag/egyed(4)	0,02	0,03	0,04	első 20 nap: 0,02 (6)	első 20 nap: 0,03	-(8)
	a napi adag a 40 napos hizlalás alatt változatlan(5)			második 20 nap: 0,025	második 20 nap: 0,035	–
Egy napi BNT szükséglet, kg/nap(9)	0,60	0,90	1,2	első 20 nap: 0,60	első 20 nap: 0,90	–
	a napi adag a 40 napos hizlalás alatt változatlan			második 20 nap: 0,75	második 20 nap: 1,05	–
40 napos BNT szükséglet, kg(10)	24	36	48	12 + 15 = 27	18 + 21 = 39	–
Előzetetési idő, nap(11)	4	4	4	4	4	–

*BNT = bentonit(12)

Table 1 Design of experimental groups by different bentonite dosages

groups (1), experimental groups (2), control group (3), daily BNT dose/animal (4), daily BNT dose remains unchanged during the 40-day fattening period (5) daily BNT dose/animal in first 20 days (6), daily BNT dose/animal in second 20 days (7), no BNT dose (8), daily BNT requirement per group, kg/day (9), 40-day BNT requirement, kg (10), prefeeding period, day (11), bentonite (12)

A szoktatási időszak mindössze 4 napot vett igénybe, ezen belül az első napon a napi adag 60%-át, a második napon a napi adag 80%-át, a harmadik napon a napi adag 90%-át kapták meg az egyes csoportok egyedei. A negyedik napon már a napi bentonitadag 100%-

át megkapták meg az állatok. A kísérleti csoportok (csoportonként 30–30 bérány) a következő napi adagokban kaptak bentonitot: a hízóbérányok csoportonként naponta azonos mennyiségben kaptak bérányhizlaló tápot, amelynek adagja fokozatosan emelkedett. A kísérlet ideje alatt naponta rögzítettük a csoportonként kiadott bérányhizlaló táp mennyiségét, amelynek nagysága minden csoport esetében azonos volt (2. táblázat). A bentonit kiegészítést napi egyszeri adagolással a takarmányra szórva kapták meg a bérányok. A kísérlet indítását követően a bérányok ellenőrző mérésére az időszak közepén, az egyedi záró mérésére a 41. napon került sor.

2. táblázat. Az egyes csoportok részére kiadott napi takarmány mennyisége (kg/nap/csoport)

Hizlalási napok (1)	Kísérleti csoportok (2)					Kontroll csoport (3)
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1.–7. nap (4)	39	39	39	39	39	39
8.–14. nap	42	42	42	42	42	42
15.–23. nap	45	45	45	45	45	45
24. nap	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5
25.–31. nap	46	46	46	46	46	46
32.–34. nap	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5
35.–37. nap	47	47	47	47	47	47
38.–40. nap	48	48	48	48	48	48

Table 2 Daily amount of feed given to each group (kg/day/group)

fattening days (1), experimental groups (2), control group (3), days (4)

A begyűjtött adatok feldolgozásához az IBM SPSS Statistics 22.0 programot alkalmaztuk. Az összegyűjtött adatok alapján kiszámítottuk az egyes csoportokban lévő bérányok hizlalás alatti és napi súlygyarapodását, az átlagos napi takarmány mennyiségét, az egy kg súlygyarapodáshoz szükséges takarmány és bentonit mennyiségét, valamint az egy kg súlygyarapodás takarmányköltségét. Az egyedi takarmányozási adatok értékelésében a következő árakat kellett figyelembe venni. Az üzemben alkalmazott bérányhizlaló táp ára 156 Ft/kg, míg a takarmány kiegészítőként adott bentonit ára 35 Ft/kg volt.

Az egyes kísérleti csoportok esetében kapott adatokat $P < 5\%$ -os valószínűségi szinten hasonlítottuk a kontrollcsoport adataihoz Student-féle t -próbát alkalmazásával.

Eredmények és értékelésük

Hizlalási eredmények

A béránycsoportok hizlalási eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze. A kapott eredmények azt mutatták, hogy a bérányoknak kijuttatott bentonit-kiegészítés napi mennyiségének növelésével fokozatosan emelkedett a 40 napos hizlalási időszak alatti súlygyarapodás, illetve az állatok napi súlygyarapodása is.

Azt is megállapíthattuk, hogy a 4. csoport esetében volt a legkedvezőbb a súlygyarapodás, ahol a bentonit napi mennyiségét a hizlalás első 20 napjában 0,02 kg/egyed, a második 20 napjában 0,025 kg/egyed mennyiségben határoztuk meg.

A napi bentonitadag a 4. csoportig növelte a hizlalás eredményességét. Az V. csoport esetében viszont már enyhe visszaesést tapasztaltunk, jöllehet, a III. a IV. és az V. csoport adata egyaránt szignifikánsan különbözött a kontrollcsoport adatától, a hizlalás alatti és a napi súlygyarapodás tekintve is ($P < 0,05$).

3. táblázat. A hizlalási kísérlet eredményei

Csoport (1)	n	Kiindulási súly, kg (2)	Záró súly, kg (3)	Hizlalás alatti átlagos súlygyarapodás, kg (4)	Átlagos napi súly-gyarapodás, g/nap (5)
I.	30	22,35	32,93	10,58 ^a	264,58 ^a
II.	30	23,31	34,19	10,88 ^a	271,91 ^a
III.	30	22,80	34,80	12,00 ^b	300,08 ^b
IV.	30	21,57	33,61	12,04 ^b	301,01 ^b
V.	30	20,12	31,98	11,86 ^b	296,58 ^b
VI.	30	21,59	32,13	10,54 ^a	263,50 ^a

^{a,b} = a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$)(6)

Table 3 Results of the fattening experiment

group (1), initial weight (kg) (2), final weight (3), average weight gain during fattening, kg (4), average daily weight gain, g (5), ^{a,b} = different letter indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) (6)

Takarmányozási eredmények

A bentonit napi adagolásának valódi jelentőségét és hatását a takarmányozási adatok és költségek adták. Ezek csoportokra bontott eredményeit a 4. táblázatban összegeztük. Tekintettel arra, hogy a csoportonként naponta kiadott takarmány mennyisége minden hizlalási napon azonos volt, ezért egyértelmű, hogy az egyes csoportok közötti különbségeket az egy napra jutó átlagos súlygyarapodás eltérése eredményezte.

Az eredmények azt mutatták, hogy az egy kg súlygyarapodásra jutó takarmány (táp) mennyisége jelentős mértékben különbözött a csoportok között. Ennek értéke folyamatosan csökkent a IV. csoportig, majd ez az V. csoportban megemelkedett. Ezzel megegyezően alakult az egy kg súlygyarapodás átlagos takarmányköltsége is.

A 5. táblázatban a kísérleti csoportok kontrollcsoportához viszonyított költség, illetve jövedelem adatait hasonlítottuk össze. Ebben csoportonként bemutattuk a napi átlagos súlygyarapodási adatokat, az egy kg súlygyarapodáshoz felhasznált takarmány mennyiségét, az 1 kg súlygyarapodáshoz felhasznált takarmány költségét, a kontrollhoz (VI. csoport) hasonlított takarmányköltség-csökkenést, az 1 kg súlygyarapodásra vetített bentonitadalék költségét – valamint annak a IV. csoporthoz viszonyított eltérését, illetőleg az egy kg súlygyarapodás nettó eredményét – beleértve a takarmány + a bentonit költségét is.

Az adatok egyértelműen alátámasztották, hogy a bentonit takarmány-kiegészítő adagjának növelése folyamatosan növelte az egy kg súlygyarapodás nettó eredményét a IV. csoportig, az V. csoportban ez az eredmény valamelyest csökkent. A legkedvezőbbnek a IV. csoport adata bizonyult, ahol a felhasznált táp mennyisége átlagosan 4,88 kg volt. Ezzel szemben a kontrollcsoport egyedei 5,58 kg takarmány felhasználásával érték el 1 kg súlygyarapodást.

Az adatok alapján azt is megállapíthattuk, hogy a III. és az V. csoport eredményei is szignifikánsan kedvezőbbek voltak a kontroll csoport adatainál, még is a IV. csoport eredményei lettek a leginkább kedvezőek.

Ennek alapján megállapítottuk, hogy a 40 napos bárányhizlalás időtartama alatt, amennyiben az első 20 napon egyedenként 0,02 kg, a második 20 napon pedig 0,025 kg bentonitot adagoltunk naponta, a hizlalás nettó eredménye a kontrollcsoportéhoz hasonlítva több mint 105 Ft/kg volt, azaz egy kg súlygyarapodás költsége több mint 105 Ft-tal volt kisebb, mint a bentonit-kiegészítést nem kapott bárányok esetében.

Ez azt jelenti, hogy a IV. kísérleti csoport egyedei 12,5% -kal olcsóbban állítottak elő egy kg élősúlyt, mint a kontrollcsoport egyedei.

4. táblázat. A bárányhizlalási kísérlet takarmányozási adatai

Megnevezés (1)	Kísérleti csoportok (2)					Kontroll csoport (3)
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
n	30	30	30	30	30	30
Hizlalási napok száma, nap (4)	40	40	40	40	40	40
Kiadott takarmány, kg/csoport (5)	1 764	1 764	1 764	1 764	1 764	1 764
Egy napra kijuttatott takarmány, kg/csoport (6)	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1
Átlagos napi takarmányadag, egyed/kg (7)	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Átlagos napi súlygyarapodás, g/egyed (8)	264,6 ^{ab}	271,9 ^{ab}	300,1 ^b	301,0 ^b	296,6 ^b	263,5 ^a
1 kg súlygyarapodásra jutó átlagos takarmány-mennyiség, kg/egyed (9)	5,56 ^{ab}	5,41 ^{ab}	4,90 ^a	4,88 ^a	4,96 ^a	5,58 ^b
1 kg súlygyarapodás átlagos takarmányköltsége, Ft/egyed (10)	867,1 ^{ab}	843,3 ^{ab}	764,1 ^a	761,8 ^a	773,21 ^a	870,2 ^b
A 6. csoportéhoz viszonyított napi takarmányköltség csökkenés, Ft/egyed (11)	3,29	26,9	106,2	108,4	97,1	0,0
Napi bentonitadag, kg/egyed (12)	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,0
Második 20 napi bentonit adag, kg/egyed (13)	–	–	–	0,025	0,035	0,0
Bentonitköltsége, Ft/egyed (14)	28	42	56	14	21	0,0
Második 20 nap költsége, Ft/egyed (15)	–	–	–	17,5	24,5	0,0
Összes bentonitköltség, Ft/egyed (16)	28 ^{ab}	42 ^a	56 ^b	31,5 ^{ab}	45,5 ^a	0,0
Napi bentonitköltség, Ft/egyed (17)	0,70	1,05	1,40	0,70	1,05	0,0
Második 20 napi költség, Ft/egyed (18)				0,875	1,225	0,0
Átlagos napi bentonitköltség, Ft/egyed (19)	0,70 ^{ab}	1,05 ^a	1,40 ^b	0,79 ^{ab}	1,14 ^a	0,0

^{a,b} = a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek (P < 0,05)(20)

Table 4 Feeding data of the lamb fattening experiment

designation (1), experimental groups (2), control group (3), number of fattening days (4), offered feed, kg/group (5), daily offered feed, kg/group (6), average daily feed dose, kg/head (7), average daily weight gain, g/head (8), average amount of feed per 1 kg of weight gain, kg/head (9), average feed cost per 1 kg of weight gain, HUF/head (10), reduction in daily feed cost compared to group 6, HUF/head (11), daily dose of bentonite, kg/head (12), second 20 days bentonite dose, kg/head (13), bentonite cost, HUF/head (14), cost of second 20 days, HUF/head (15), total bentonite cost, HUF/head (16), daily bentonite cost, HUF/head (17), cost of second 20 days, HUF/head (18), average daily bentonite costs, HUF/head (19), ^{a,b} = different letter indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) (20)

5. táblázat. A bentonit-kiegészítéssel folytatott bárányszetelési kísérlet összefoglaló táblázata

Megnevezés (1)	Kísérleti csoportok (2)					Kontroll csoport (3)
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
n	30	30	30	30	30	30
Átlagos napi súlygyarapodás, g/nap (4)	264,6 ^{ab}	271,9 ^{ab}	300,1 ^b	301,0 ^b	296,6 ^b	263,5 ^a
1 kg gyarapodáshoz felhasznált takarmány, kg/egyed (5)	5,56 ^{ab}	5,41 ^{ab}	4,90 ^a	4,88 ^a	4,96 ^a	5,58 ^b
1 kg gyarapodáshoz felhasznált takarmány költsége, Ft/egyed (6)	867 ^{ab}	843 ^{ab}	764 ^a	762 ^a	773 ^a	870 ^b
Kontrollhoz viszonyított takarmányköltség-csökkenés 1 kg gyarapodásra, Ft/egyed (7)	3	27	106	108	97	0
1 kg súlygyarapodásra vetített bentonit adalék költsége, Ft (8)	2,65	3,86	4,67	2,62	3,84	0
Nettó eredmény 1 kg súlygyarapodásra vetítve, a kontrollhoz viszonyítva, Ft (9)	+0,35	+23,14	+101,33	+105,38	+93,17	0

^{a,b} = a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$)(10)

Table 5 Summary table of the lamb fattening experiment with bentonite supplementation

designation (1), experimental groups (2), control group (3), average daily weight gain, g/day (4), feed used for 1 kg weight gain, kg/head (5), cost of feed used for 1 kg weight gain, HUF/head (6), decrease of feed cost per 1 kg of growth compared to control, HUF (7), cost of bentonite for 1 kg of growth, HUF (8), net result for 1 kg of growth compared to control, HUF (9), ^{a,b} = different letter indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) (10)

Az eredmények értékelése

A kapott eredményeink egyértelműen megerősítik azokat a nemzetközi közleményekben közzétett eredményeket, amelyek szerint a bentonit-kiegészítés jótékony hatással volt a bárányszetelési teljesítményére (Mohsen és mtsai, 2000; Khanden és mtsai, 2007;

Tayeb és Yaseen, 2018; Khalaf és Al-Galbi, 2019; Abuajamieh és mtsai, 2020; Aydin és mtsai, 2020).

Azt is sikerült bebizonyítani, hogy a bentonit-kiegészítés mennyiségének növelése egy bizonyos pontig pozitív hatással volt a bárányok teljesítményére, utána a többlethozam csökkent. Ez azt is jelenti, hogy a megfelelő bentonit-kiegészítés csökkentette az egy kg súlygyarapodásra jutó takarmány mennyiségét, és egyúttal az egy kg súlygyarapodás takarmányozási költségét is (Mohsen és mtsai, 2000; Azadbakht és mtsai, 2017 b; Gouda és mtsai, 2019).

Következtetések

Az eredményeink alapján egyértelműen megállapítható, hogy a bentonittal történő takarmány-kiegészítés pozitív hatással van a merinó bárányok hizlalási teljesítményére. Emellett a bentonit-kiegészítés mennyiségének növelése egy bizonyos mértékig a napi súlygyarapodás növekedésével jár együtt.

A kapott eredmények arra is rávilágítottak, hogy a bentonit-kiegészítés megosztott alkalmazása (20 g/egyed/nap az első 20 napon, majd 25 g/egyed/nap a második 20 hizlalási napon) adta a legkedvezőbb hizlalási eredményt. Ennek jelentőségét az is alátámasztja, hogy ebben az esetben volt a legalacsonyabb az egy kg súlygyarapodáshoz szükséges takarmány mennyisége, és a legkedvezőbb az egy kg súlygyarapodás takarmányköltsége is.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet nyilvánítanak az AXIS Bentonit Kft.-nek, aki támogatta a vizsgálatok elvégzésének költségeit.

Irodalomjegyzék

- Abass, N. K., Al-Galbi, H. A. (2019): Effect of Adding a Different Level of Bentonite on Arabi Lamb Performance and Nutrients Digestibility. *Basrah Journal of Agriculture Science*, 32, 150–159. <https://doi.org/10.37077/25200860.2019.205>
- Abuajamieh, Mohannad, Anas Abdelqader, Mohammad Al-Qaisi1, Abdur-Rahman Al-Fataftah, Tawfiq M Al-Antary (2020): Effect of bentonite on the performance and gut integrity of lambs under heat stress conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 4799–4806. <https://doi.org/10.5194/aab-63-125-2020>
- Al-Neuamy, A. M., Abed, M. A., Hassan, A. A. A. (2020): Effect of Addition of Different Concentrations of Bentonite to the Ration on Concentration of Blood Minerals and Ruminal Fluid Traits of Awassi Lambs. *Al-Anbar Journal of Veterinary Sciences*, 13, 20–25. <https://doi.org/10.37940/AJVS.2020.13.1.3>
- Azadbakht, S., Khadem, A. A., Norouzian, M. A. (2017a): Bentonite supplementation can improve performance and fermentation parameters of chronic lead-exposed lambs. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 5426–5430. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8263-z>
- Azadbakht, S., Norouzian, M. A., Khadem, A. A. (2017b): Assessing the protective effect of bentonite against lead toxicity in growing lambs. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 27484–27489. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0345-z>

- Gouda, G. A.; Khattab, H. M.; Abdel-Wahhab, M. A.; El-Nor, S. A.; El-Sayed, H. M., Kholif, S. M. (2019). Clay minerals as sorbents for mycotoxins in lactating goats diet. Intake, digestibility, blood chemistry, ruminal fermentation, milk yield and composition, and milk aflatoxin M1 content. *Small Ruminant Research*, 175, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.04.003>
- Khadem, A. A., Soofizadeh, M., Afzalzadeh, A. (2007): Productivity, blood metabolites and carcass characteristics of fattening Zandi lambs fed sodium bentonite supplemented total mixed rations. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 3613–3619. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.3613.3619>
- Mohsen, M. K., Bassiouni, M. I., Saleh, M. S., Abdel-Rraouf, E. M. (2000): Influence of bentonite supplementation to concentrate ration containing urea on performance of growing goats. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 25, 7559–7568. <https://doi.org/10.21608/jappmu.2000.260270>
- Özlem, A., Merhan, O., Yildiz, G. (2020): The effect of sodium bentonite on growth performance and some blood parameters in post-weaning Tuj breed lambs. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 67, 235–241, <https://doi.org/10.33988/auvfd.590696>
- Tayeb, M. (2017). Effect of bentonite supplementation with different level of urea in Awassi ewes' rations on milk production and constituents. *Jordan J. Agric. Sci.*, 13(2), 555–562.
- Tayeb, M., Yaseen, M. Y. (2018): Effect of dried yeast and bentonite as supplement on growth and some carcass characteristics in lambs. *Mesopotamia Journal of Agriculture*. 46, 17–32. <https://doi.org/10.33899/magrj.2018.161474>



A bentonit-kiegészítés hatása a húsmarhák hizlalási teljesítményére és a környezetterhelésre

Kukovics Sándor^{1,2}, Naár Zoltán³, Szakács Attila⁴, Kukovics Ferenc¹

¹Magyar Juh- és Kecsketejgazdasági Közhasznú Egyesület, 2030 Érd, Hóvirág u. 28.

²Juh Terméktanács, 8100 Várpalota, Veszprémi utca 7.

³Tokaj-Hegyalja Egyetem, Sárospatak, 3950 Sárospatak, Eötvös út. 7.

⁴Angus Kft, 2457 Adony, Ady Endre utca 82.

Received/Érkezett: 06. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 10. 02. 2025.

Összefoglalás: A jelen vizsgálatban takarmányadalékként hasznosítható bentonitpor élet-tani hatásának tudományos igényű vizsgálatát végeztük el húsmarhák esetében. Az an-gus fajtájú hizómarhák négyhónapos kísérleti hizlalási időszaka alatt az állatok végig szí-vesen fogyasztották a szilázsra, illetve az abrakra szórt bentonitport. A húsmarha hiz-la-lási kísérlet keretében 150 gramm/nap/egyed bentonit adagolása mellett vizsgáltuk a nö-vekedési tulajdonságokat, a hizlalás hatékonyságát, az alkalmazott takarmányok és alom-szalma toxinszennyezettségét, valamint a bélsárral ürülő ammónia és Clostridium bakté-rium mennyiségét. A vizsgálatok keretében begyűjtött adatok feldolgozásához az IBM SPSS Statistics 22.0 program alkalmazására került sor. A kapott eredmények szerint, a húsmarhák hizlalási teljesítményére és a hizlalás hatékonyságára egyaránt pozitív hatás-sal volt a bentonit-kiegészítés. Emellett, csökkent a bélsárral ürített ammónia mennyi-sége, ugyanakkor nőtt a kiürült Clostridium baktériumok mennyisége. A javuló takar-mányhasznosítás miatt a kísérleti hizómarhák fajlagos takarmányköltsége 11,8%-kal csökkent a kontrollcsoportéhoz viszonyítva. A bentonit további kedvező hatása volt, hogy csökkent a környezetet terhelő ammónia mennyisége a bélsárban, valamint nőtt az emész-tőrendszerre negatívan ható baktériumflóra bélsárral való ürítése.

Kulcsszavak: bentonit-kiegészítés, húsmarha hizlalás, hatékonyság, ammónia ürítés, to-xinürítés, baktériumflóra

Effect of bentonite supplementation on the fattening performance of beef cattle and the environmental stress

Sándor Kukovics^{1,2}, Zoltán Naár³, Attila Szakács⁴, Ferenc Kukovics¹

¹*Hungarian Sheep and Goat Dairying Public Utility Association, 2030 Érd, Hóvirág 28.*

²*Sheep Product Council, 8100 Várpalota, Veszprémi 7.*

³*University of Tokaj, 3950 Sárospatak, Eötvös 7.*

⁴*Angus Ltd, 2457 Adony, Ady Endre 82.*

Abstract In the present study, the physiological effects of bentonite powder as a feed additive were investigated in beef cattle. During a four-month experimental fattening period of Angus breed cattle, the animals certainly consumed the bentonite powder spread on the feed. In a fattening experiment of beef cattle, the growth properties, the fattening efficiency, the toxin contamination of the feed and bedding straw, and the amount of ammonia and clostridium bacteria excreted in faeces were examined, with the addition of 150 g/day/individual bentonite. The IBM SPSS Statistics 22.0 program was used to process the collected data. According to the results, the bentonite supplementation had a positive effect on both the fattening performance and fattening efficiency of beef cattle. In addition, the amount of ammonia excreted in faeces decreased, while the amount of excreted clostridium bacteria increased. Due to the improved feed utilization, the specific feed cost of the fattening cattle decreased by 11.8% compared to the control group. As a further positive effect, bentonite reduced the amount of environmentally harmful ammonia in the faeces, and increased the excretion of the bacterial flora in the faeces, which has a negative effect on the digestive system.

Key words: bentonite supplementation, beef cattle fattening, efficiency, ammonia discharge, toxin discharge, bacterial flora

Bevezetés

A bentonit a megkötő képességéről jól ismert komplex agyagásvány, melyet széles körben alkalmaznak a gazdasági állatok takarmányozásában a takarmány esetleges mikotoxin tartalmának ártalmatlanítása céljából. A széles körű szakirodalmi eredményekből emelünk ki néhányat az elmúlt két évtizedből.

Aghashahi és mtsai (2005) szerint 4% bentonit takarmány-kiegészítés javította a hízóbikák napi súlygyarapodását és takarmányhasznosítását.

A takarmány szárazanyag-tartalom 2%-ának megfelelő Na-bentonit-kiegészítés szignifikánsan növelte a szimentáli és angus keresztezett hízómarhák takarmányfelvételét, napi tömeggyarapodását és a takarmányhasznosítás mértékét (Berthiaume és mtsai, 2007).

Lee és mtsai (2010) szerint a Na-bentonit-kiegészítés csökkentette a hanwoo fajtájú hízómarhák esetében a bélsár kénhidrogén-, kéndioxid- és ammónia-tartalmát, de növelte az állatok súlygyarapodását és ásványianyag-felszívódást.

A növendékborjak takarmányához 1,5% bentonit-kiegészítést adtak Kirovski és mtsai (2015), ami növelte a kísérleti csoport növekedési tulajdonságait, és a bendő protozoa aktivitását.

A szimentáli hízómarhák takarmányához 1 vagy 2% bentonit adagolása növelte a takarmány emészthetőségét, a hizlalás hatékonyságát, és eredményesen megkötötte a takarmány aflatoxin-B1-tartalmát (Antonelo és mtsai, 2017).

Young-Jik és mtsai (2017) vizsgálatai szerint a hanwoo tinók 23 hónapig tartó hizlalása során az 1 és 3% bentonit takarmány-kiegészítés pozitív hatással volt a növekedési tulajdonságokra (befejező súly, hizlalás alatti súlygyarapodás, napi súlygyarapodás) és vágási tulajdonságokra (hideg vágott súly, vágott test minőség).

A 2%-os Ca-bentonit vagy Na-bentonit takarmány-kiegészítés egyaránt szignifikánsan növelte a holstein-fríz hízóbikák napi súlygyarapodását, a napi szárazanyag-felvételét, valamint a takarmányhasznosítás mértékét (Kazemi és mtsai, 2017).

Karmatskikh és Kostomakhin (2020) szerint a feketetarka üszők takarmányának napi 50 g (2%) bentonit kiegészítése 13,61%-kal növelte a kísérleti csoport napi súlygyarapodását, 9,26%-kal csökkentette az egy kg súlygyarapodás költségét és 12,11%-kal növelte a hizlalás jövedelmezőségét.

Fiatal hízó marhákkal folytatott kísérlet keretében adagolt bentonit-kiegészítés (Dzagurov és mtsai, 2021) növelte a szárazanyag-(2,2%), és a szerves anyag (3,5%) felvételt, valamint javította a fehérje- (2,4%), a zsír- (2,8%), és a rostemésztést (1,8%). Emellett 8,2 %-kal nőtt az állatok nitrogén- és az ásványianyag-visszatartása.

Doaa és mtsai (2021) vizsgálati eredménye szerint 70 g/nap/egyed bentonit-kiegészítés szignifikánsan növelte a szerves anyag, a nyersfehérje, nyersrost és a nitrogénmentes szárazanyag emészthetőségét holstein-fríz tejelő tehenek esetében.

Az irodalmi közleményekben közölt eredményekre alapozva meg kívántuk vizsgálni a bentonit takarmány kiegészítés hatását az angus hízó marhák hizlalási teljesítményére.

Anyag és módszer

A kísérletünk keretében az AXIS Bentonit Kft. által bányászott és őrölt bentonitport alkalmaztuk az angus húsmarhák takarmányának kiegészítéseként. A kísérlet során az Angus Kft. (Adony) szarvasmarhatelepén elhelyezett sajátteljesítmény-vizsgálatba állított angus fajtajú növendékbikák hizlalási tulajdonságait vizsgáltuk.

A választott, sajátteljesítmény-vizsgálatban lévő angus hízó marhák a kísérleti csoportban ($n = 12$) napi 150 g/egyed mennyiségben, a szilázsra-és pelletált abrakkeverékre szórva kapták a bentonit-kiegészítést, négynapos szoktatási időszakot követően. A két kontrollcsoport közül az egyik ($n = 7$) nem kapott bentonit-kiegészítést, a másik csoport ($n = 12$) heti 3 kg bentonitot kapott a friss alomszalmára kiszórva, ahonnan azt a friss szalmával együtt felvehették.

1. táblázat. A kiadott takarmány napi mennyisége egyedenként

Időszak (1)	Abrakkeverék (2)	Kukorica szilázs (3)
	Kg/csoport/nap (4)	
2023. 10. 17. – 2023. 11. 17.	3	8
2023. 11. 18. – 2023. 12. 17.	4	10
2023. 12. 18. – 2024. 01. 17.	4	12
2024. 01. 18. – 2024. 02. 17.	5	14
2024. 02. 18. – 2024. 03. 18.	5	16

Table 1 The daily amount of feed by the experiment periods
period (1), pelleted seed mixture (2), corn silage (3), kg/group/day (4)

Az állatok egységesen, egyedenként azonos napi mennyiségben kaptak kukorica szilázst, arra rászórva az abrakkeveréket, és az utóbbira szórva kapták meg az előre kimért bentonit-kiegészítést, reggel és délután 50–50%-ban elosztva. A napi takarmányadagokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A kukorica szilázs az Angus Kft. saját termeléséből származott, míg az abrakkeveréket takarmánykeverő üzemből vásárolták.

A kísérlet 109 napja alatt kéthetente egyedi élősúlymérésre, négyhetente pedig bélsár-, alomszalma- és takarmányminták vételére került sor mindhárom csoportnál. Minden mintavételi időpontban egy-egy szilázs, abrakkeverék és alomszalma minta vételére került sor – mert ezekből mindhárom csoport azonos forrásból azonos mennyiséget kapott a kísérlet ideje alatt. A bélsármintákat csoportonként gyűjtöttük, a hizlaló karámok minden pontjáról, és ezekből csoportonként egy-egy vegyes minta vizsgálatára került sor mintavételi alkalmanként. Ez utóbbinak az indoka a laboratóriumi költségek meglehetősen nagy összege volt.

A minták vizsgálatát a Debreceni Egyetem Agrárműszerközpontjában végezték el. Ennek keretében meghatározták a minták szárazanyag-tartalmát, a bélsárminták ammónia-tartalmát, a mezofil szulfitredukáló baktériumok számát (zömében *Clostridium* baktériumok), valamint a takarmány-, az alomszalma és a bélsárminták aflatoxin B1, zealarenon, DON, ochratoxin és fumonizin micotoxin-tartalmát.

A begyűjtött adatok feldolgozásához az IBM SPSS Statistics 22.0 programot alkalmaztuk. Az összegyűjtött adatok alapján kiszámítottuk az egyes csoportokban lévő húsmarhák hizlalás alatti és napi súlygyarapodását, az átlagos napi takarmány mennyiségét, az

egy kg súlygyarapodáshoz szükséges takarmány és bentonit mennyiségét, valamint az egy kg súlygyarapodás takarmányköltségét. A kísérleti csoport eredményeit a két kontroll csoport esetében kapott adatokhoz $P < 5\%$ -os és $P < 1\%$ -os valószínűségi szinten hasonlítottuk Student-féle t-próbával. A Debreceni Egyetem Agrárlaborközpontjától megkapott vizsgálati eredmények esetében az egyes mintavételi időpontok közötti változások tendenciáit vizsgáltuk.

Eredmények és értékelésük

Hizlalási eredmények

Szokványos takarmányozás mellett a hízó marhák négyhónapos hizlalási időszaka alatt a bentonit takarmány-kiegészítés etetésének hatására szignifikánsan ($P < 0.05$) 184,0 kg súlygyarapodást értek el a kontrollcsoport 162,4 kg-jával szemben. Az alomra szórt bentonit nem hozott érdemi növekedést: e csoport hizlalás alatti súlygyarapodása nem különbözött szignifikánsan a bentonit-kiegészítést nem kapott kontroll értékétől. Az átlagos napi súlygyarapodási eredmények azt mutatták, hogy az etetési csoport csaknem napi 200 gramm súlytöbbletet (1.688 g/nap – $P < 0,05$) ért el a kontroll csoport (1.490 g/nap) egyedeihez viszonyítva. Ugyanakkor az alomra szórt bentonitot kapott csoport adata (1.438 g/nap) statisztikailag nem tért el a kontrollcsoport adatától, de elmaradt az etetési csoport eredményétől ($P > 0,05$). Ez azt jelenti, hogy a takarmányhasznosítás mértéke 13,29%-kal javult a bentonitetetés hatására. A részletes hizlalási adatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze. Az adatokból az is látható, hogy az etetési csoport mintegy 18,1 kg előnnyel indult a bentonit kiegészítést nem kapott kontroll csoporthoz viszonyítva, és ezt az előnyt a teljes kísérlet alatt tovább növelte.

2. táblázat. A hizlalási adatok összesítése

Kezelés/Csoport (1)	Egyedszám (2)	Kiindulási átlagsúly (kg) (3)	Átlagos ráhizlalt súly (kg) (4)	Hizlalási napok száma (5)	Átlagos napi súlygyarapodás g/nap (6)
Etetési (7)	12	296,9	184,0 ^b	109	1 688 ^b
Szórásos (8)	12	288,5	156,7 ^a	109	1 438 ^a
Kontroll (9)	7	278,8	162,4 ^a	109	1 490 ^a

^{a,b} = a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$)(10)

Table 2 Summary of the fattening results

treatment/group (1), No. of heads (2), initial average body weight (3), average weight gain during fattening (4), number of fattening days (5), average daily weight gain (6), supplemented (7), scattered (8), control (9), ^{b,c} = different letter indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) (10)

Takarmányozási eredmények

Az 1 kg súlygyarapodáshoz felhasznált takarmány mennyisége a kísérleti csoport esetében szignifikánsan ($P < 0,05$) alacsonyabb volt (2,31 kg abrakkeverék + 6,01 kg kukorica szilázs) a kontrollcsoport két adatánál. A bentonitot alomra szórva kapott csoport esetében az 1kg súlygyarapodáshoz felhasznált takarmány mennyisége 2,71 kg abrakkeverék + 7,06 kg kukorica szilázs volt, ami $P < 0,01$ szinten szignifikánsan maradt el az etetési csoport adatától. A bentonitot nem kapott kontrollcsoport egyedei 2,62 kg keveréktakarmányt + 6,81 kg kukorica szilázst használtak fel 1 kg súlygyarapodás eléréséhez. Az adatokat az 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat. Az 1 kg átlagos súlygyarapodáshoz felhasznált takarmány mennyisége

Kezelés/Csoport (1)	1 kg gyarapodáshoz felhasznált takarmány átlagos mennyisége (kg) (2)		
	Abrakkeverék (kg) (3)	Kukorica-szilázs (kg) (4)	Összesen (kg) (5)
Etetési (6)	2,31 ^a	6,01 ^a	8,32 ^a
Szórásos (7)	2,71 ^c	7,06 ^c	9,77 ^c
Kontroll (8)	2,62 ^b	6,81 ^b	9,43 ^b

^{a,b,c} = a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek ($P < 0,05$) (9)

Table 3 The amount of feed used for 1 kg average weight gain

treatment/group (1), weight of feed fed for 1 kg weight gain, kg (2), seed mixture (3), corn silage (4), total (5), supplemented (6) scattered (7), control (8), ^{a,b,c} = different letter indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) (9)

A bemutatott adatok alapján egyértelműen megállapíthattuk, hogy az etetett csoport egyedei szignifikánsan kisebb abrak- és kukorica szilázs mennyiséget fogyasztottak el 1 kg testtömeg-gyarapodáshoz, mint a kontrollcsoport egyedei. A takarmányhasznosítás mértéke 11,8%-kal javult a bentonit etetés hatására.

Ugyanakkor az is megállapítható volt, hogy a bentonit-szórásos alomkezelés kedvezőtlenül hatott a takarmányhasznosítási adatokra. Ezen kezelésben lévő egyedek 1 kg test-súly-gyarapodásához szignifikánsan több takarmányt vettek fel, mint a másik két csoport egyedei. Ennek okát eddig nem sikerült tisztázni.

A takarmányok toxintartalma

A kísérletben (egyben üzemi sajátteljesítmény-vizsgálatban) alkalmazott takarmány-féleségek és az alomszalma esetében azt állapíthattuk meg, hogy – az első mintavételt kivéve – nem volt kimutatható aflatoxin-B1-tartalom sem a takarmányokban, sem pedig az alomszalmában. A DON toxin esetében azonban már a kimutatható mennyiséget is meghaladó szennyezettséget találtunk az abrakkeverék takarmányban. Ennek mennyisége – egyes esetekben – érdemben is meghaladta a vizsgálati szabványban meghatározott értéket. A zearalenon – a negyedik mintavételi alkalmat kivéve – minden alkalommal kimutatható volt az abrakkeverékben, és mennyisége jóval meghaladta a szabványban meghatározott alsó értéket. Érdekes módon, ez a toxin a második mintavételnél az alomszalmából is kimutatható volt. Ennek oka az volt, hogy a mintát a silózott takarmány végében álló szalmabálából vették, ami nem a napi alomszükségletet biztosító bálarakáshoz tartozott. A zearalenon toxin a negyedik mintavételkor már a kukorica szilázs mintából is kimutatható volt. A kimutatott mennyiség minden esetben, érdemben meghaladta a szabványban meghatározott értéket.

A fumonizin toxin az alomszalmából nem, de az abrakkeverékből és a kukorica szilászból (az első mintavételt kivéve) minden mintavétel esetében kimutatható volt, és mennyisége érdemben meghaladta a szabványban meghatározott értéket. A vizsgálataink az ochratoxin-A-tartalomra is kiterjedtek, azonban ilyen toxintartalmat egyetlen minta esetében (abrakkeverék, kukorica szilázs, alomszalma és bélsár) sem tudott a laboratórium kimutatni.

A bélsárminták toxintartalma

A takarmányminták mért különböző toxintartalma csak két esetben jelent meg a bélsár toxin tartalmi értékeiben. Az egyik esetben az abrakkeverék, a másik esetben pedig a kukorica szilázs jelentős fumonizin tartalmát mutattuk ki az etetési csoport bélsármintáiban. Ennek nagysága minimális mértékben haladta meg a szabvány értékét, de jelezte, hogy ez a toxin a takarmányban a szabványérték többszörösét meghaladó mennyiségben volt jelen.

A bélsárminták szárazanyag-, ammónia- és Clostridium-tartalma

A bélsárminták esetében a kísérlet folyamatában kimutatható és helyenként lényeges különbség volt az egyes kezelési csoportok között egyes mintavételek esetében. A szárazanyag tartalom esetében a kontroll és a szórásos csoport adatai meghaladták az etetési csoport adatait. (4. táblázat).

4. táblázat. A bélsárminták szárazanyag-, ammónia- és Clostridium-tartalma

Mintavétel (1)	Kezelés/csoport (2)	Szárazanyag (m/m%) (3)	Ammónia N (m/m%) (4)	Clostridium (lg CFU/g) (5)
1. mintavétel	Etetési (6)	13,78	0,08	6,73
	Szórásos (7)	15,55	0,07	7,56
	Kontroll (8)	14,40	0,07	6,11
2. mintavétel	Etetési	16,39	0,05	6,53
	Szórásos	16,14	0,05	6,41
	Kontroll	17,06	0,06	7,53
3. mintavétel	Etetési	15,15	0,04	6,26
	Szórásos	15,80	0,05	4,87
	Kontroll	15,95	0,06	5,78
4. mintavétel	Etetési	15,55	0,05	6,57
	Szórásos	17,85	0,06	4,13
	Kontroll	16,10	0,05	5,40

Table 4 Dry matter, ammonia and Clostridium content of faecal samples sampling (1), treatment/group (2), dry matter content (3), ammonia N content (4), Clostridium content (lg CFU/g) (5), supplemented (6), scattered (7), control (8)

A bélsárminták ammóniatartalma érdekes módon változott a kísérlet folyamán. Az etetett csoport értéke, az első mintavételt kivéve (ekkor fejeződött be a bentonithoz való szoktatás), volt a legalacsonyabb minden esetben. A második mintavételtől kezdve az etetett csoport bélsárának ammóniatartalma – egyes mintavételi időpontokban – 10–33%-kal is alacsonyabb volt, mint a kontrollcsoport értéke, továbbá a szórásos csoport adata minden esetben meghaladta az etetett csoport értékét.

A kapott eredmények alapján megállapíthattuk, hogy a bentonit etetése pozitív hatással van az ammónia ürítésére, azaz csökkenti annak értékét.

Bár a 4. táblázatban Clostridium baktériumszámként tüntettük fel a kapott értékeket, az adatok azonban lényegesen több baktériumféleséget tartalmaznak, azaz nemcsak a bélsárral ürülő Clostridiumok számát, hanem az úgynevezett mezofil szulfitredukáló baktériumok bélsárból kimutatható összes mennyiségét.

A bélsárban kimutatott szulfitredukáló anaerob baktériumok száma az alomra szórt bentonitot kapott és a kontrollkezelés adata nem tért el érdemben egymástól. Az etetett csoport esetében következetesen magas csíraszámot kaptunk, ami tovább erősíti azt a tapasztalatot, hogy a bentonit alkalmazott mennyisége mérhető, szignifikáns hatással van a szarvasmarha emésztés-élettani folyamataira.

A szulfitredukáló anaerob baktériumok nagyobb számban való megjelenése a bélsárban arra vezethető vissza, hogy az emésztőrendszerben jelenlévő baktériumokat megköti a bentonit, és eltávolítja, kivezeti onnan.

A szulfitredukáló anaerob baktériumok között gyakoriak a patogének, amelyek kisebb számban klinikai tünetek (hasmenés, láz) megjelenése nélkül is képesek károsítani a szervezetet, csökkentve ezzel az állat gyarapodásának ütemét. Ezek számának csökkentése is szerepet játszhatott a bentonitot etetett csoport esetében tapasztalt kiemelkedő súlygyarapodás elérésében.

Tekintettel arra, hogy az egyes alkalmakkor gyűjtött minták száma tett lehetővé meg-alapozott szignifikancia vizsgálatokat, ezért ez utóbbi eredményeink inkább tendencia-szerű különbségeket mutatnak.

Az eredmények értékelése

A kapott eredmények mindenképpen megerősítik a szakirodalmi közleményekben bemutatott adatokat, amelyek szerint a takarmány bentonittal való kiegészítése pozitív hatással van a szarvasmarhák hízási teljesítményére (Aghashahi és mtsai, 2005; Berthiaume és mtsai, 2007; Lee és mtsai, 2010; Kirovski és mtsai, 2015; Antonelo és mtsai, 2017; Yonung-Jik és mtsai, 2017; Kazemi és mtsai, 2017; Karmatskikh és Kostomakhin, 2020; Dzagurov és mtsai, 2021; Doaa és mtsai, 2021).

A bentonit kiegészítés etetése továbbá csökkenti a bélsárral ürülő ammónia mennyiségét (Lee és mtsai, 2010), valamint kedvező hatással van a béltraktus baktériumflórájára is: a káros baktériumok jelentős hányadát megköti a bentonit, és az a bélsárral ürül (Antonelo és mtsai, 2017.) Ezen felül pozitív hatással van a szarvasmarhák hizlalásának hatékonyságára (Kazemi és mtsai, 2017; Karmatskikh és Kostomakhin, 2020; Dzagurov és mtsai, 2021).

Következtetések

Az elvégzett munka eredményei alapján levonható következtetések az alábbiak:

- A bentonit adott adagban való etetése növelte az állatok napi súlygyarapodását, ennek következtében az adott időszak alatti összes ráhizlalt testsúly nagyságát is.
- A bentonit etetése növelte az etetett takarmány hasznosulását; 1 kg többlet súlygyarapodáshoz kevesebb abrakkeverékre és kukorica szilázsra volt szükség.
- A takarmányba került toxinok közül a fumonizin toxin érdemi mennyiségét megköttette a bentonit, és azt a bélsárral ürítette az állat.
- A bentonit adott adagban való etetése csökkentette a kiürített bélsár ammóniatartalmát.
- A kapott adatok alapján, a bentonit adott adagban való etetése növelte a *Clostridium* baktériumok bélsárral való ürülését, és ezzel javította az állatok egészségi állapotát.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet nyilvánítanak az AXIS Bentonit Kft.-nek, aki támogatta a vizsgálatok elvégzésének költségeit.

Irodalomjegyzék

- Aghashahi, A. R., Nikkhah, A., Mirhadi, S. A., Moradi, S. B. M. (2005): Effects of natural bentonite (montmorillonite), processed bentonite and clinoptilolite-rich tuff on the fermentation parameters, rumen microbial population and feedlot performance in male calves. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 36, 613–623.
- Antonelo, D. S., Lancaster, N. A., Melnichenko, S., Muegge, C. R., Schoonmaker, J. P. (2017): Effects of clay on toxin binding capacity, ruminal fermentation, diet digestibility, and growth of steers fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, 95, 4658–4667. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1473>
- Berthiaume, R., Ivan, M., Lafrenière, C. (2007): Effects of sodium bentonite supplements on growth performance of feedlot steers fed direct-cut or wilted grass silage based diets. *Canadian Journal of Animal Science*, 87, 631–638. <https://doi.org/10.4141/CJAS07018>
- Dzagurov, B. A., Eremenko, V. I., Karlov, A. G., Payukhina, M. A., Suvorova, V. N. (2021): The effect of bentonite feeding for young cattle on the exchange of nitrogen, mineral elements and the digestibility of diet nutrients, *E3S Web of Conferences* 254, 08028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125408028>
- Doaa, E. S., Osman, A. A., Soliman, S. A. (2021): Effects of Bentonite Supplementation on Milk Yield, Milk Composition, Digestibility and Nutritive Values in Holstein Cows. *Journal of Animal, Poultry and Fish Production*. 10, 21–25. <https://doi.org/10.21608/japfp.2021.178519>
- Karmatskikh, Y., Kostomakhin, N. (2020): Mineral additives for rearing young cattle. 33–37. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2010-04>
- Kazemi, M., Morteza, K. S., Abdoul, M. T., Elias, I. K. A., Ameneh, E. T. (2017): Effects of sodium and calcium bentonite on growth performance and rumen ammonia in Holstein bulls. *Livestock Research for Rural Development*, 29, 144.
- Kirovski, D., Adamovic, M., Radivojevic, M., Samanc, H., Vujanac, I., Prodanovic, R., Sladojevic, Z. (2015): Effects of bentonite on weight gain, feed consumption, blood metabolites and ruminal protozoa in dairy calves. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 15, 11–20. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2015.00002.5>
- Lee, S., Kim, Y., Kwak, W. (2010): Effects of dietary addition of bentonite on manure gas emission, health, production, and meat characteristics of Hanwoo (*Bos Taurus coreanae*) steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23, 1594–600. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.10005>
- Young-Jik, K., Woo-Whan, J., Tae-Ho, C., In-Hag, C. (2017): Growth performance, meat quality, and carcass characteristics in growing and fattening Hanwoo steers fed bentonite. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39, 309–313. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i3.35405>



Szarvasmarha *in vitro* embrió-előállító rendszer létrehozása kutatási modellkísérletek számára – módszertani ismertető

Nagy Katalin^{1,2,3}  , Tokár Alexandra^{2,3}, Sándorová Lilla^{3,4}, Gócza Elen⁵ ,
Zomborszky Zoltán⁶, Stéger Viktor⁴ , Szabari Miklós² ,
Póti Péter¹, Bodó Szilárd^{2,3} 

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Állattenyésztés-technológiai és Állatjóléti Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Precíziós Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szaporodásbiológiai, Embriológiai és Génmegőrzési Kutatócsoport, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

⁴Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Genetika és Genomika Tanszék, 2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u. 4.

⁵Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Állatbiotechnológia Tanszék, 2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4.

⁶9-élet Állatorvosi Rendelő, 7400 Kaposvár, Németh István fasor 56.

Received/Érkezett: 15. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 10. 02. 2025.

Összefoglalás: Az *in vitro* embrió-előállítás (IVEP) 40 éves töretlen fejlődésének köszönhetően napjainkra egyre fontosabb szerepet tölt be a világ szarvasmarha-tenyésztésében. A petesejtek kinyerése, laboratóriumi körülmények között történő termékenyítése, az embriók tenyésztése, a krioprezerváció, illetve a laboratóriumi környezet terén elért fejlődés több millió genetikailag magas értékű egyed előállítását tette lehetővé. Gyakorlati alkalmazási lehetőségei mellett az *in vitro* embrió-előállítás (IVEP) számos kutatás alapját biztosítja. Segítségével a korai vemhességi időszak modellezhető, az embriófejlődés környezeti tényezői tanulmányozhatók, így olyan kérdésekre kaphatunk választ, melyek a tudományos és gyakorlati szakemberek számára is fontosak. Egy megbízhatóan működő embrió előállító rendszer kialakítása során sok technológiai lépés optimalizálására van szükség. Az elmúlt év során a szerzőknek sikerült kialakítaniuk egy olyan, jól működő rendszert, melyben sikeresen folyik a szarvasmarha embriók előállítása, így oktatási, kutatási feladatok megvalósítására alkalmas. A közleményben a szerzők bemutatják a rendszer kialakítását egészen a kezdetektől, ennek sikereit és buktatóit egyaránt, valamint beszámolnak az itt végzett 31 IVEP program eredményességéről. A kialakított rendszerben átlagosan a termékenyített petesejtek 69%-a osztódik, és 23,4%-a fejlődik beültethető állapotú hólyagcsíráig, így alkalmas ovum pick-up (OPU) IVEP programok megvalósítására is.

Kulcsszavak: szarvasmarha, *in vitro* embrió-előállítás, *in vitro* modellrendszer

Establishment of a bovine *in vitro* embryo production system for research model experiments – methodology

Katalin Nagy^{1,2,3}  , Alexandra Tokár^{2,3}, Lilla Sándorová^{3,4}, Elen Gócza⁵ ,
Zoltán Zomborszky⁶, Viktor Stéger⁴ , Miklós Szabari² ,
Péter Póti¹, Szilárd Bodó^{2,3} 

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences,
Department of Animal Husbandry and Animal Welfare, 2100 Gödöllő, Páter Károly 1.

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences,
Department of Precision Livestock Farming and Animal Biotechnics,
7400 Kaposvár, Guba Sándor 40.

³Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Reproduction, Embryology and
Gene Conservation Research Group, 2100 Gödöllő, Páter Károly 1.

⁴Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institut of Genetics and Biotechnology,
Department of Genetics and Genomics, 2100 Gödöllő, Szent-Györgyi 4.

⁵Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institut of Genetics and Biotechnology,
Department of Animal Biotechnology, 2100 Gödöllő, Szent-Györgyi 4.

⁶9-life Veterinary Clinic, 7400 Kaposvár, Németh István 56.

Abstract: Thanks to 40 years of uninterrupted development, *in vitro* embryo production (IVEP) plays an increasingly important role in cattle breeding worldwide. Advances in oocyte retrieval, fertilisation in the laboratory, embryo culture, cryopreservation and the laboratory environment have enabled millions of genetically valuable embryos to be produced. In addition to its practical applications, *in vitro* embryo production (IVEP) provides a basic model environment for a wide range of research. It can be used to model the early gestation period and to study the environmental factors of embryo development, thus answering questions that concern both scientists and practitioners. The design of an embryo production system that delivers reliable results requires the optimisation of many technological steps. Over the past year, the authors have succeeded in developing a well-functioning system for successful bovine embryo production, making it suitable for educational and research purposes. In this communication, the authors describe the development of the system from its inception, its successes and difficulties, and report on the success of the 31 IVEP programmes. On average, 69% of fertilized oocytes cleave and 23.4% develop to an implantable blastocyst, making the system suitable for ovum pick-up (OPU) IVEP programmes.

Keywords: bovine, *in vitro* embryo production, *in vitro* model system

Az *in vitro* embrió-előállítás története, szerepe

Az első "lombik bébi" 46 évvel ezelőtt született. Az *in vitro* fertilizációs (IVF) technológiának más fajok, többek között szarvasmarha esetében is meghatározó szerepe van. Kezdetben az IVF technika kialakításának célja a szarvasmarhánál is hasonló volt, mint amiért azt emberek esetében kifejlesztették: a meddőség kezelése. Az infertilitást mutató állatoknál némi sikert értek el ugyan, de a későbbiekben a módszer fejlesztése és alkalmazása nagyrészt a genetikai szelekció javítására és a generációs intervallum csökkentésére irányult. A módszer gyakorlati alkalmazását 40 évnyi, főként vágóhidakról származó petefészkekből kinyert petesejtekkel és fagyasztott spermával végzett kutatás segítette elő. A tehenek esetében is igen hatékony eljárás jött létre a MOET alternatívájaként (Bousquet et al. 1999). Mivel az első sikeres humán IVF-hez vezető eljárás során érett petesejteket nyertek ki, a kezdeti erőfeszítések arra irányultak, hogy tehenekből is érett petesejteket nyerjenek laparotómiával, majd végül laparoszkópiával. A világ első IVF borját Benjamin Brackett csoportja hozta létre, a petesejtkinyerésre és az embriók petevezetőbe történő átültetésére műtéti eljárást alkalmaztak (Brackett és mtsai. 1982). További négy évbe telt mire kifejlesztették a petesejtek laparoszkópos kinyerését és a blasztociszták sebészi átültetését a méhbe hétnapos nyúl petevezetékben történő inkubációt követően (Sirard és Lambert 1986). Az első tíz évben a laparoszkópia maradt a preferált technika az IVEP klinikai alkalmazásában, melyet később az ultrahang segítségével végzett ovum pick-up technológia váltott fel. Az IVF kutatási célú felhasználásának robbanásszerű növekedése a vágóhidakról származó petefészkekből nyert petesejtek felhasználásának lehetőségéből adódott. Ezt Európában és az Egyesült Államokban több helyen, nagyjából egy időben fejlesztették ki, meglehetősen hasonló protokollokkal (Greve és Madison, 1991). Ennek köszönhetően jelentős előrelépés történt az ivarsejtek, illetve az embriók igényeinek és anyagcseréjének megértésében, ami lehetővé tette újabb médiumok kifejlesztését a magasabb blasztociszta arány és az embriók megfelelő minőségének elérése érdekében (Hansen, 2006). Meglepő módon az elsőként használt médiumok több, mint 30 éve ugyanazok maradtak. A legtöbb laboratórium még mindig Neal First laboratóriumában kifejlesztett TCM-199-et használja szérummal, FSH-val és ösztradiollal kiegészítve az *in vitro* petesejtérleléshez (Sirard et al. 1988), valamint a Tyrode-Lactate tartalmú médiumot a spermiumok mosásához és petesejtekkel történő koinkubációjához. Egészen más a helyzet az embriótenyésztő médium esetében, amelyet az első tíz évben többször módosítottak (Greve és Madison, 1991), és amelynek összetétele még napjainkban is változik (Sirard, 2018b). Az *in vitro* módon előállított embriók mélyhűthetők és lehetőség van embrióbiopszia segítségével az embriók genotipizálására és genomikai elemzésére is. Az IVEP optimalizálásába fektetett munka egy nagyon hatékony eljárást eredményezett, amely segítségével az *in vivo* embrió-előállítás alternatívájaként tud megjeleníteni a szelekció hatékonyságának növelésében. A petesejtek sikeres érlelése, ivardeterminált spermával történő termékenyítése, a meghatározott közegben történő embriótenyésztés, a preimplantációs genetikai diagnózis és a krioprezerváció lépéseinek összessége hozzájárult ahhoz, hogy az *in vitro* embrió-előállítás gazdasági jelentősége megnövekedett (Ferré et al., 2020; Sirard, 2018a).

Az IVEP szerepe a kutatásban, mint alkalmazott embriológiai modell rendszer

Az utóbbi időben egyre nagyobb érdeklődés mutatkozik a szarvasmarha preimplantációs embriológiai és a szarvasmarha, vagy kérődző *in vitro* modellek iránt a humán asszisztált

reprodukciós technikák és a termékenység megőrzésének mélyreható vizsgálataihoz (Adams et al., 2012; Menezo és Herubel, 2002). Ennek oka a szarvasmarha és az ember között fellelhető számos fiziológiai hasonlóság; például a follikulogenezis időtartama és mindkét faj egyet ovuláló, valamint a petesejtek lipidtartalma, az embriók anyagcseréje, a kromatin mintázatok és az embriók kinetikája is hasonlóságot mutat az emberrel a vizsgált fejlődési szakaszban (Halstead et al., 2020; Jiang, 2024; Sirard, 2017). Bittner et al. (2018) ilyen szarvasmarha *in vitro* modellkísérletben állapították meg, hogy az oxidatív stressz DNS-károsodást idéz elő a spermiumokban, mely az embriók minőségének romlásához és fejlődési rendellenességekhez vezethet. A stressz és reprodukciós kutatások mellett a különböző környezetszennyező anyagok reprodukcióra kifejtett hatásait is vizsgálni lehet szarvasmarha modell rendszerben, megfigyelve a kezelt petesejtek érését és a korai embriófejlődést *in vitro* körülmények között (Hallberg et al., 2019). A kérődzők *in vitro* modelljéhez a vágóhídról származó petefészkekből nyerhetők ki nagy mennyiségben a pre-antrális tüszők, az érett petesejteket magukba foglaló kumulusz-petesejt komplexek, így biztosítva a vizsgálatokhoz szükséges embrió-mennyiséget (Langbeen et al., 2015). A modellrendszer alkalmazása kritikus fontosságú, mert a humán embriók kísérleti felhasználása az emberi minták szűkössége és az etikai kérdések miatt korlátozott. (Sirard, 2017).

A különböző modellkísérletek nem csak humán vonatkozásban, hanem magában a szarvasmarhatenyésztésben is fontos szerepet töltenek be. A laboratóriumi körülmények között előállított szarvasmarha embriókat felhasználhatjuk a fejlődés szempontjából fontos szabályozási útvonalak megértéséhez. Az extracelluláris vezikulumok, mikroRNS-ek az embrió és környezete közötti kulcsfontosságú kétirányú hírvivőnek bizonyultak az implantáció előtti és utáni fejlődés különböző szakaszaiban (Lange-Consiglio et al., 2020). Az extracelluláris vezikulumok a blasztociszták fejlődése során keletkeznek és vizsgálatukkal az embrió stressz-állapota jellemezhető *in vitro* körülmények között, mivel alkalmasak az embrionális génexpresszió megváltozásának kimutatására (Lopera-Vasquez et al., 2017; Menjivar et al., 2023). Ezen túlmenően az embrió extracelluláris vezikulumai és mikroRNS-ei nem invazív diagnosztikai vizsgálatokra biztosítanak lehetőséget az adott embrió minőségének és életképességének megállapításához (Hawke et al., 2021). A meghosszabbított *in vitro* embriótenyésztés (Isaac et al., 2024) és a szintetikus embriómodellek (Pinzon-Arteaga et al., 2023) lehetővé teszik az embrióban a blasztociszta stádium után zajló élettani folyamatok feltárását, melynek vizsgálata *in vivo* módon nehézségekbe ütközik.

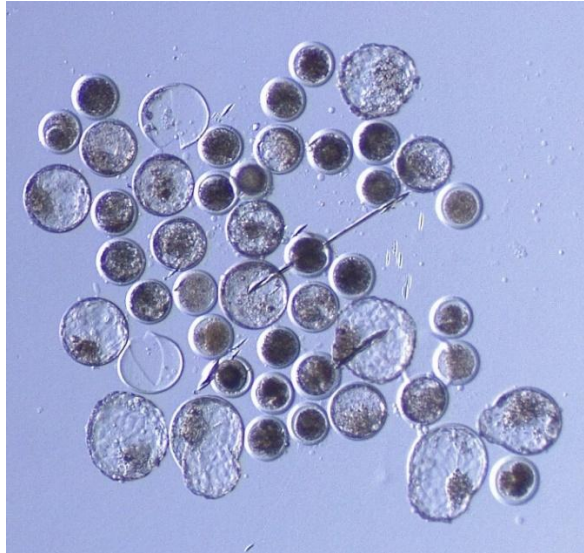
Az IVEP rendszer kialakítása – sikerek és buktatók

„Csupán egy dolog fontos igazán egy IVF laboratóriumban: minden” (Cairo Consensus Group, 2018) – a lehető legpontosabb megfogalmazás, mellyel minden *in vitro* embrió-előállítással foglalkozó szakember egyetért. A laboratórium kialakítása során számos szempontot figyelembe kellett vennünk annak érdekében, hogy az embrió-előállítást adottságainkhoz mérten a lehető leghatékonyabban tudjuk megvalósítani a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Állattenyésztési Tudományok Intézet (MATE ÁTI) és Genetika és Biotechnológia intézet (GBI) egyetemen belüli együttműködésének köszönhetően. A szükséges eszközöket próbáltuk oly módon kiválasztani, hogy a laboratóriumban minden megtalálható legyen, melyre az IVEP során szükségünk lehet. Ez biztosítja egy sztereó- és egy inverzmikroszkóppal felszerelt lamináris fülke, ezen kívül egy fűtőlappal felszerelt sztereomikroszkóp, egy CO₂, O₂ szintregulációt lehetővé tevő hatkamrás és egy egyterű

szén-dioxid inkubátor, egy mágneses keverő, egy centrifuga és egy csőmelegítő készülék. A laboratórium berendezése után következő lépésként beszerzésre kerültek a szükséges fogyóanyagok és eszközök, melyek elengedhetetlenek az embrió-előállítás során. A cseppfolyós nitrogént és az inkubátorok működtetéséhez szükséges szén-dioxid és nitrogén gázpalackokat a MATE által megkötött keretszerződések által szereztük be. Az *in vitro* embrió-előállításhoz IVF Bioscience (IVF Limited T/A IVF Bioscience, UK) médiumokat használunk. A szükséges előkészületek után 2023.10.18.-án kezdtük meg a tényleges munkát az elkészült laboratóriumban. A petefészkeket a ceglédi szarvasmarha vágóhídon saját magunk gyűjtöttük össze, azok nemi traktusból való kivágásával, majd Gödöllőre szállítottuk őket a további munkafolyamatok elvégzéséhez. A későbbiekben, 2024.02.22.-től a petefészkeket a gyöngyösi szarvasmarha vágóhíd bocsájtja rendelkezésünkre. A rendszer üzemeltetése nagyon érzékeny, szembesültünk azzal, hogy amennyiben a petefészek szállítás nem megfelelő, esetleg áramkimaradás történik, ez azonnal negatív eredményként jelenik meg. A munkafolyamatok betanulása idő-, anyag- és eszközigényes feladat. A laboratóriumban speciális feltételeket hozunk létre az egyes munkafolyamatok során, melyek a petesejtek termékenyítése és az embriók tenyésztése során eltérnek a rutin eljárásoktól (például denudált petesejtek termékenyítése, különböző hőmérséklet vagy gázkeverék alkalmazása), az így megváltoztatott körülmények kialakítása során sokszor tapasztaljuk az eredmények drasztikus romlását.

Eredményeink

Az elmúlt év során a laboratóriumban 31 IVEP programot valósítottunk meg. A kezdeti időszak magába foglalta a laboratóriumi eszközök és környezet optimalizálását, majd a későbbiekben szakdolgozatukat témavezetésünk alatt készítő hallgatóink betanulását az embrió-előállítás módszerébe. Eddigi munkánk során összesen 1791 darab vágóhídi petefészek-mintát dolgoztunk fel, melyekből 5506 darab petesejtet nyertünk ki. Összességében azon programokkal együttvéve, melyek külső tényezők miatt sikertelennek bizonyultak, a termékenyített petesejtek 65%-a osztódott, és 21,2%-uk érte el a blasztociszta stádiumot. Amennyiben ezeket a programokat nem jegyezzük, az arányok a következőképpen alakulnak: 69% osztódott zigóta 23,4% blasztociszta arány mellett. Illetve ha a hallgatók gyakorló programjait nem vesszük figyelembe, az átlagos osztódási százalék 74%, a blasztociszta arány pedig 28,9%. Ez az eredmény világszínvonalon elfogadhatónak mondható (20% blasztociszta arány 70% osztódási arány mellett) (Speckhart et al., 2023). A laboratórium működése során legjobb eredményünk 71%-os osztódás mellett 42% blasztociszta arány elérése volt, melyet többször is megközelítettük. Megállapítható tehát, hogy az egy éves munkánk eredményeként sikerült egy megbízható kísérleti modellrendszert létrehozunk, amin megkezdhetjük a kutatási munkát. Emellett a rendszer alkalmas OPU IVEP embriók létrehozására is, ami több kutatási pályázat megvalósítandó feladata. A kialakított *in vitro* embrió előállító technológiát kívánjuk alkalmazni a MATE ÁTI Hasonállat Biotechnológiai Oktatási és Kutatási Központjának embriológiai laboratóriumában is szarvasmarha esetében.



1. ábra. *In vitro* előállított szarvasmarha embriók az embrió-tenyésztés nyolcadik napján

Forrás/Source: Saját fotó (2024)

Figure 1 In vitro produced bovine embryos on the 8th day of embryo culture

A létrehozott IVEP rendszerben a következő kutatásokat tervezzük megvalósítani:

- tervezett időtartamú és hőmérsékletű hőkezelés a hőstressz-fehérjék expressziós szintjére gyakorolt hatásának és a kezelt embriók kriotoleranciájának vizsgálata,
- termékenyítő anyag *in vitro* funkcionális tesztek elvégzésére alkalmas IVF kísérleti rendszer összeállítása, amellyel hagyományos és automatizált spermaértékelési módszerek validálása válik lehetővé,
- preimplantációs genetikai diagnosztika fejlesztése A2 homozigóta és nőivarú embriók szelekciójához embriómélyhűtés és/vagy beültetés előtt,
- preimplantációs korú *in vitro* előállított embriók transzkriptomikai és proteomikai vizsgálata,
- intracitoplazmatikus spermium injektálás és embrióbiopszia mikromanipuláció kidolgozása,
- ovum pick up segítségével kinyert petesejtekből embriók létrehozása *in vitro*
- petesejt és embrió mélyhűtési technikák – programozott fagyasztás, vitrifikáció fejlesztése,
- mikrofluid embriótenyésztési technológia tesztelése,
- *in vitro* létrehozott embriók genomikus tenyésztékének meghatározásának fejlesztése,
- *in vitro* follikulogenezis vizsgálata,
- post mortem gaméta kinyerés után *in vitro* embriók létrehozása *ex situ in vitro* génmegőrzési technika fejlesztésére.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Dr. Posta Katalin Rektorhelyettes és Intézetigazgató Asszonynak, hogy intézetében lehetővé tette a kutatási környezet kialakítását és Dr. Áprily Szilvia Intézetigazgató Asszonynak, hogy támogatja az intézetek együttműködésével megvalósuló közös kutatási munkákat, valamint Dr. Gyulay Gyula állatorvos kollégánknak (Embriobos Kft) az OPU IVEP kísérletekben nyújtott szakmai segítségéért. Továbbá köszönettel tartoznak a gyöngyösi Tendon Kft. szarvasmarha vágóhíd dolgozóinak, akik a petefészkek gyűjtése által hozzájárulnak a kísérletek megvalósulásához, és hallgatóiknak, Hussamaldin Mohamed Ahmed Adamnak és Delgado Quinonez Gustavo Harrisonnak, akik aktívan részt vesznek a kísérleti munkában.

Az IVEP rendszer kidolgozásához a NKHFH 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00305, Táplálkozásfiziológia szempontból széleskörűen akceptált ipari tej előállítását támogató technológiák fejlesztése molekuláris biológiai eszközökkel, valamint a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-0033, „Állatjóléti szempontból optimalizált petesejt kinyerési technikák és embrió előállítás fejlesztése kereskedelmi célú gaméta és embrióbank kialakításához” konzorciális pályázatok nyújtottak támogatást.

Irodalomjegyzék

- Bittner, L., Wyck, S., Herrera, C., Siuda, M., Wrenzycki, C., van Loon, B., Bollwein, H. (2018): Negative effects of oxidative stress in bovine spermatozoa on in vitro development and DNA integrity of embryos. *Reproduction, Fertility and Development*, 30, 1359–1368. <https://doi.org/10.1071/RD17533>
- Bousquet, D., Twagiramungu, H., Morin, N., Brisson, C., Carboneau, G., Durocher, J. (1999): In vitro embryo production in the cow: an effective alternative to the conventional embryo production approach. *Theriogenology*, 51, 59–70. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)00231-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)00231-3)
- Brackett, B. G., Bousquet, D., Boice, M. L., Donawick, W. J., Evans, J. F., Dressel, M. A. (1982): Normal development following in vitro fertilization in the cow. *Biology of Reproduction*, 27, 147–158. <https://doi.org/10.1095/biolreprod27.1.147>
- Cairo Consensus Group (2018): 'There is only one thing that is truly important in an IVF laboratory: everything' Cairo Consensus Guidelines on IVF Culture Conditions. *Reproductive BioMedicine Online*, 40, 33–60. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2019.10.003>
- Ferré, L. B., Kjelland, M. E., Strøbech, L. B., Hyttel, P., Mermillod, P., Ross, P. J. (2020): Review: Recent advances in bovine in vitro embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*, 14, 991–1004. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002775>
- Greve, T., Madison, V. (1991): In vitro fertilization in cattle: a review. *Reproduction, Nutrition and Development*, 31, 147–157. <https://doi.org/10.1051/rnd:19910205>
- Hallberg, I., Kjellgren, J., Persson, S., Örn, S., Sjunnesson, Y. (2019): Perfluorononanoic acid (PFNA) alters lipid accumulation in bovine blastocysts after oocyte exposure during in vitro maturation. *Reproductive Toxicology*, 84, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.11.005>
- Halstead, M. M., Ma, X., Zhou, C., Schultz, R. M., Ross, P. J. (2020): Chromatin remodeling in bovine embryos indicates species-specific regulation of genome activation. *Nature Communications*, 11, 4654. <https://www.nature.com/articles/s41467-020-18508-3>
- Hansen, P. J. (2006): Realizing the promise of IVF in cattle - an overview. *Theriogenology*, 65, 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.09.019>

- Hawke, D. C., Watson, A. J., Betts, D. H. (2021): Extracellular vesicles, microRNA and the preimplantation embryo: non-invasive clues of embryo well-being. *Reproductive Biomedicine Online*, 42, 39–54. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2020.11.011>
- Isaac, E., Berg, D. K., Pfeffer, P. L. (2024): Using extended growth of cattle embryos in culture to gain insights into bovine developmental events on embryonic days 8 to 10. *Theriogenology*, 214, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.10.004>
- Jiang, Z. (2024): Molecular and cellular programs underlying the development of bovine preimplantation embryos. *Reproduction, Fertility and Development*, 36, 34–42. <https://doi.org/10.1071/RD23146>
- Langbein, A. N., Hannelore, F. M. D., Bartholomeus, E., Jo, L. M. R. L., Peter, E. J. B. (2015): Bovine in vitro reproduction models can contribute to the development of (female) fertility preservation strategies. *Theriogenology*, 84, 477–489. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.04.009>
- Lange-Consiglio, A., Lazzari, B., Pizzi, F., Idda, A., Cremonesi, F., Capra, E. (2020): Amniotic microvesicles impact hatching and pregnancy percentages of in vitro bovine embryos and blastocyst microRNA expression versus in vivo controls. *Scientific Reports*, 10, 501. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57060-z>
- Lopera-Vasquez, R., Hamdi, M., Maillou, V., Gutierrez-Adan, A., Bermejo-Alvarez, P., Ramírez, M. Á., Yáñez-Mó, M., Rizo, D. (2017): Effect of bovine oviductal extracellular vesicles on embryo development and quality in vitro. *Reproduction*, 153, 461–470. <https://doi.org/10.1530/REP-16-0384>
- Menezo, Y. J., Herubel, F. (2002): Mouse and bovine models for human IVF. *Reproductive Biomedicine Online*, 4, 170–175. [https://doi.org/10.1016/s1472-6483\(10\)61936-0](https://doi.org/10.1016/s1472-6483(10)61936-0)
- Menjivar, N. G., Gad, A., Gebremedhn, S., Ghosh, S., Tesfaye, D. (2023): Granulosa cell-derived extracellular vesicles mitigate the detrimental impact of thermal stress on bovine oocytes and embryos. *Frontiers in Cell Developmental Biology*, 11, 1142629. <https://doi.org/10.3389/fcell.2023.1142629>
- Pinzón-Arteaga, C. A., Wang, Y., Wei, Y., Ribeiro Orsi, A. E., Li, L., Scatolin, G., Liu, L., Sakurai, M., Ye, J., Ming, H., Yu, L., Li, B., Jiang, Z., Wu, J. (2023): Bovine blastocyst-like structures derived from stem cell cultures. *Cell Stem Cell*, 30, 611–616, e7 <https://doi.org/10.1016/j.stem.2023.04.003>
- Sirard, M. A. (2018a): The influence of in vitro fertilization and embryo culture on the embryo epigenetic constituents and the possible consequences in the bovine model. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 8, 411–417. <https://doi.org/10.1017/s2040174417000125>
- Sirard, M. A. (2018b): 40 years of bovine IVF in the new genomic selection context. *Reproduction and Fertility*, 156, R1–R7. <https://doi.org/10.1530/rep-18-0008>
- Sirard, M. A., Lambert, R. D. (1986): Birth of calves after in vitro fertilisation using laparoscopy and rabbit oviduct incubation of zygotes. *Veterinary Record*, 119, 167–169. <https://doi.org/10.1136/vr.119.8.167>
- Sirard, M. A., Parrish, J. J., Ware, C. B., Leibfried-Rutledge, M. L., First, N. L. (1988): The culture of bovine oocytes to obtain developmentally competent embryos. *Biology of Reproduction*, 39, 546–552. <https://doi.org/10.1095/biolreprod39.3.546>
- Speckhart, S. L., Wooldridge, L. K., Ealy, A. D. (2023): An updated protocol for in vitro bovine embryo production. *Cell Press STAR Protocols* 4, 101924. <https://doi.org/10.1016/j.xpro.2022.101924>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



Az európai gazdálkodók igényei a tejelő szarvasmarha és a kiskérődző ágazatban

Klein Renáta¹ , Oláh János², Morgan-Davies, Claire³ ,
Brocard, Valérie³ , Bácsi Eszter Ilona^{2,5} , Török Evelin¹,
Gulyás Gabriella¹ , Czeglédi Levente¹ 

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Állattenyésztési Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

²Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

³Scotland's Rural College, West Mains Road, EH9 3JG Edinburgh, Egyesült Királyság

⁴Institut de l'élevage, 8 route de Monvoisin, 35650 Le Rheu, Franciaország

⁵Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

Received/Érkezett: 11. 11. 2024.

Accepted/Elfogadva: 31. 03. 2025.

Összefoglalás: A tejelő szarvasmarha ágazat társadalmi, gazdasági és környezeti fejlődésével foglalkozó Resilience for Dairy (R4D) és a kiskérődző ágazat PLF (Precision Livestock Farming) technológiai lehetőségeivel dolgozó Sm@ll Ruminant Technologies (Sm@RT) Horizont 2020 kutatási programok alapja az érdekelt felek igényfelmérése volt. Kérdőíves vizsgálat keretében gazdálkodók, tanácsadók, állatorvosok és kutatók körében mérték fel a tématerületekre vonatkozó igényeket. A tejelő tehenészetekre vonatkozóan 15 országból 535, a kiskérődző ágazatban 8 országból 669 választ gyűjtöttek össze és dolgoztak fel. A szarvasmarha- és a kiskérődző szektor hasonló területeken vizsgált igényei közt átfedések találhatók. A legfontosabb szükséglet mindkét ágazatban az élőmunka-igény csökkentésére irányul. A szarvasmarhatartók ezt munka-magánélet egyensúlyával, a kiskérődzősök az állománymenedzsment könnyítésével definiálták. Az említetteken túl állategészségügyi, fejéssel kapcsolatos és a szakmai kommunikációval szemben támasztott igények egyaránt megjelentek. A megkérdezett gazdálkodók 81%-a szerint a legfontosabb a tehenek állattóléleti körülményeinek javítása. Különösen jellemző (84%) volt ez a válasz a 100 egyednél nagyobb tehenészetekben. A válaszáadó juhászok több mint fele az állatsúlymérési rendszereket rangsorolta az első helyre, mint a számukra legelőnyösebbnek vélt technológiát. Mindkét projektben az igényfelmérésre alapozva kerestek az ágazat számára releváns megoldásokat, amelyek kidolgozása biztosíthatja az európai tejelőszarvasmarha és kiskérődző ágazatok hosszú távú fenntarthatóságát.

Kulcsszavak: igényfelmérés, kérdőíves vizsgálat, PLF, kiskérődző, reziliencia

The needs of European farmers in the dairy cattle and small ruminant sector

Renáta Klein¹ , János Oláh², Claire Morgan-Davies³ ,
Valérie Brocard³ , Eszter Ilona Bácsi^{2,5} , Evelin Török¹,
Gabriella Gulyás¹ , Levente Czeglédi¹ 

¹University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Animal Science, Biotechnology and Nature Conservation, Department of Animal Husbandry, 4032 Debrecen, Böszörményi 138.

²University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Farm and Regional Research Institute of Debrecen, 4032 Debrecen, Böszörményi 138.

³Scotland's Rural College, West Mains Road, EH9 3JG Edinburgh, United Kingdom

⁴Institut de l'élevage, 8 route de Monvoisin, 35650 Le Rheu, France

⁵University of Debrecen, Doctoral School of Animal Husbandry, 4032 Debrecen, Böszörményi 138.

Abstract: The Horizon 2020 research programme Resilience for Dairy (R4D), which focuses on the social, economic and environmental resilience of the dairy cattle sector, and Sm@ll Ruminant Technologies (Sm@RT), which focuses on the technological potential of PLF (Precision Livestock Farming) for the small ruminant sector, were based on a stakeholder needs assessment. A questionnaire survey was carried out to assess the needs of farmers, consultants, veterinarians and researchers on the topics covered. Regarding dairy farms, 535 responses from 15 countries and 669 responses from 8 countries in the small ruminant sector were collected and processed. There were overlaps between the needs of the cattle and small ruminant sectors examined in similar areas. The main need in both sectors was reduction of human labour demand. Cattle farmers defined this as work-life balance, while small ruminants by facilitating flock/ herd management. In addition to these, there are also demands for animal health, milking and professional communication. 81% of farmers surveyed said that improving the welfare of their cows was the most important issue. This answer was particularly typical (84%) in dairy farms with more than 100 cows. More than half of the responding shepherds ranked weight crate first as the most advantageous technology for them. Both projects were based on a needs assessment to find solutions relevant to the sector, which could ensure the longterm sustainability of the European dairy cattle and small ruminant sectors.

Keywords: needs assessment, survey, PLF, Small ruminants, resilience

Bevezetés

Az Európai Unió Horizont 2020 kutatási programja a nemzetközi és szervezetek közötti együttműködést hangsúlyozza (Novitzky et al., 2020). Az ilyen hálózatba tartozó szervezetek szélesebb rálátással rendelkeznek, mert különböző forrásokból férnek hozzá az ötletekhez, a tudáshoz és a megoldásokhoz egyaránt (Sachwald, 2008). A H2020 program keretein belül számos alkalmazási- és tudományterületen jöttek létre tematikus hálózatok, köztük az agrártudományokban is (Kosztján et al., 2024). A Debreceni Egyetem az állattenyésztés területén a tejelő szarvasmarha ágazat társadalmi, gazdasági és környezeti fejlődésével foglalkozó Resilience for Dairy (R4D) és a kiskérődző ágazat PLF (Precision Livestock Farming) technológiai lehetőségeivel foglalkozó Sm@ll Ruminant Technologies (Sm@RT) hálózatok része volt.

Az igények felmérése egy folyamat, amely során lehetőség nyílik a hiányterületek azonosítására és a szükségletalapú prioritások kialakítására (Altschuld és Lepicki, 2009). Mindkét projektben az igényfelmérésre alapozva kerestek az ágazat számára releváns megoldásokat, amelyek kidolgozása biztosíthatja az európai tejelő szarvasmarha és kiskérődző ágazatok hosszú távú fenntarthatóságát.

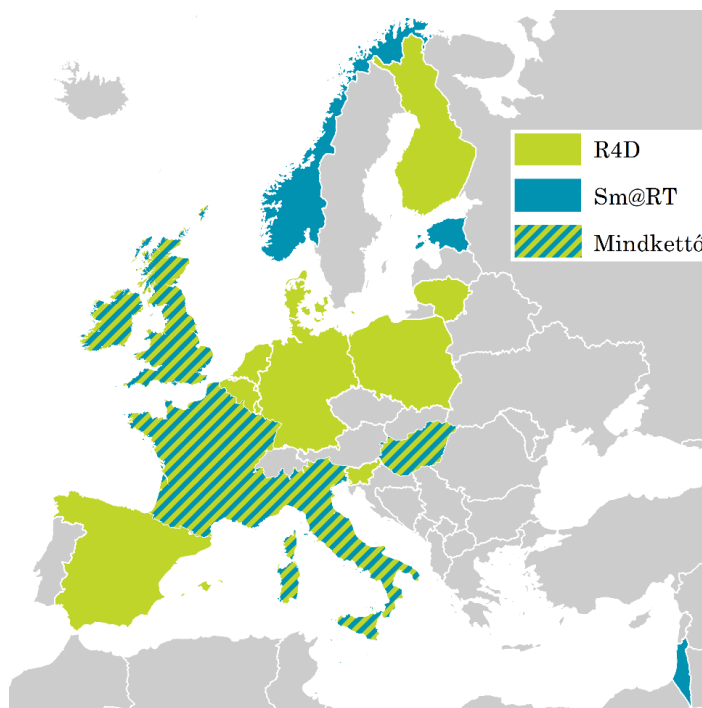
Munkánkban összehasonlítottuk, a tejelő szarvasmarha és a kiskérődző tenyésztők különböző területekre megfogalmazott igényeit. A hálózatokba tartozó partnerországok főként az Európai Unió tagországai is. Az EU területén 2020-ban 9,1 millió gazdaság működött, továbbá az ágazat 8,7 millió embert foglalkoztatott. A gazdaságok 21,6%-a foglalkozott tisztán állattenyésztéssel, ebből a tejelőszektor részaránya 5,1%, a kiskérődzőké 3,6% volt. A specializálódott gazdaságok mellett a telepek további 19,3% vegyes rendszerben gazdálkodott. Az időnyomunka jelentős mértéke miatt az ágazatban dolgozó munkaerőre vonatkozó statisztika nem ad teljes képet. A szezonális munkavállalók becsült számát is figyelembe véve az Eurostat az ágazatban dolgozók teljes számát 17 millió főre teszi. Ez a munkaerő azonban elöregedő. A gazdaságok vezetőinek meghatározó többsége férfi (68,4%) és jellemzően 55 év feletti (57,6%). A vezetők mindösszesen 11,9%-a volt 40 év alatt (EuroStat, 2022a; EuroStat, 2022b).

Ezt a folyamatosan elöregedő és fogyatkozó munkaerőt a gazdálkodók igyekeznek technológiai megoldásokkal segíteni és ezáltal hosszútávon megtartani; vagy épp munkájukat kiváltani. A magas technológiai színvonalú berendezések egyre jobban részét jelentik a mindennapi életnek, ezen technológiáknak a professzionális állattenyésztésben történő alkalmazása elkerülhetetlenné válik (Morrone et al., 2022).

Anyag és módszer

Mindkét projekt 2021 januárjában indult, 36 hónap futamidővel. Ahogy az 1. térképen látható az R4D projekt 15 ország és 18 partner, a Sm@RT projekt nyolc ország és 12 partner konzorciumában valósult meg. A konzorciumi tagokat az 1. térkép mutatja be. A résztvevők jellemzően egyetemek, kutatóintézetek és szakmai szervezetek.

A projektek első lépése az érintettek körében végzett kérdőíves felmérés volt, amelyeket a partnerországok érintettjei a saját nyelvükön érthettek el. A kérdőívek egyik része a szükségletek felmérésére irányult, a másik része demográfiai és a gazdaságra vonatkozó kérdéseket tartalmazott. A célközönség mindkét projekt esetében a szektorban dolgozó gazdálkodók, tanácsadók, állatorvosok és kutatók voltak.



1. térkép. Az R4D és/vagy Sm@RT projektben résztvevő országok

Forrás: Saját szerkesztés (2024)

Map 1 The countries participating in the R4D and/or Sm@RT project
green: R4D, blue: Sm@RT, green and blue cross hatching: both

Az R4D kérdései 3 fő téma köré csoportosultak, melyek a műszaki hatékonyság (például: menedzsment, takarmányozás, állategészségügy), a környezet-, állatjólét- és társadalombarát termelési rendszerek (például: állatjólét, ökológiai lábnyom, klímaváltozás) és a gazdasági és társadalmi reziliencia (például: pénzügyi keretek, munkaerő feltételek, információforrások). A témák összesen 43 igényt fedtek le. A válaszadásra 6 fokozatú Likert-skála valamint egy „nem tudom” opció állt rendelkezésre.

A Sm@RT kérdőív fő témakörei a menedzsment, fejés, takarmányozás, tenyésztés, valamint az állategészségügy és állatjólét voltak. A témakörökön belül egy-egy megadott listáról került kiválasztásra, hogy jelenleg mely PLF-eszközökkel vagy -technológiákkal rendelkeznek a gazdaságukban. A kérdések ezek használatára és a fejlesztési igényekre irányultak. A meglévő technológiák mellett szükségletekre vonatkozó kérdések is szerepeltek. A kérdőívben egyaránt szerepeltek feleletválasztós, skála típusú, rangsoroló és rövid választ igénylő kérdések is.

A válaszokat csoportosítottuk és egyszerű számtani átlagot számoltunk.

Eredmények és értékelésük

A válaszadók jellemzése

Az R4D 15 országból 535, a Sm@RT 8 országból 669 választ gyűjtött össze. Előbbi 23, utóbbi 46 magyar kitöltést regisztrált. Az R4D kitöltőinek 70,8%-a (379 fő), a Sm@RT kitöltőinek 67,7%-a (453 fő) volt gazdálkodó. A nem megadása mindkét kérdőív esetében opcionális volt. A kérdést megválaszolók között felülreprezentáltak a férfi kitöltők, a

szarvasmarhás projektnél 76%, a kiskérődzős projektnél 70% volt az arányuk. Ez visszaigazolja, hogy az ágazatban jellemzően férfi munkavállalók dolgoznak. Az kitöltők átlagéletkora is megfelel az ágazatban tapasztalhatóknak. Az R4D válaszadóinak 69,3%-a (371 fő) 40 év feletti volt. A Sm@RT projekt esetében a kérdést megválaszolók közt 41,4% a 31–44 év közötti, további 45,9% a 45 év feletti korcsoportba tartozott. Ezen értékek is az ágazat előregedésére mutatnak rá.

Az R4D válaszadói jellemzően 50 és 100 hektár közötti mezőgazdasági területen gazdálkodtak, ezt a választ 127 gazdálkodó adta. Mindösszesen 8 kitöltő gazdálkodott 1000 hektár felett. A Sm@RT válaszadói esetében a válaszok 0 és 30000 hektár között változtak. Az átlagos birtokméret 249ha.

Az tejelő tehenészetek gazdálkodói (379 fő) közül 170 tartott 100-nál is több tehenet. A 453 kiskérődzős válaszadó közül 396 fő adott részletes választ a gazdaságára vonatkozóan: 235 húshasznú, 47 tejhasznú juhokat, további 49 tejelő kecskéket tartott.

A legfontosabb igények

A legfontosabb szükséglet mindkét ágazatban az élők munkai igény csökkentésére irányul. A szarvasmarhatartók ezt munka-magánélet egyensúlyával, a kiskérődzősök az állománymenedzsment könnyítésével definiálták.

Az R4D kérdéssorban a gazdasági és társadalmi reziliencia kérdéseinek a munkakörülményekre irányuló négy szükséglete közt szerepelt a „munka-magánélet egyensúly”. Erre a válaszadók 83%-a adott 4-es vagy 5-ös értéket. A nők körében ez még hangsúlyosabb 97%-os értéket ért el. A legalább ISCED 6 szintű (alapképzésben szerzett oklevél) képzettséggel rendelkező válaszadóknál 86%, a 39 év alattiak esetében 84% az arány.

A harmadik helyre szintén ebből a csoportból a „fizetés/jövedelem” került, melyet a válaszadók 80%-a értékelt így. Közöttük a második helyen 81%-ot „a tehenek jóléti körülményeinek javítása” választ kapott, amely a környezet-, állatjólét- és társadalombarát termelési rendszerek kérdéseinek állatjóléti szakaszában szerepelt.

A kiskérődző tartók a technológiai igényfelmérésnél leginkább az állománymenedzsment eszközeire adtak 4, illetve 5 pontszámot. A válaszadók 79,8%-a az állatsúlymérési rendszereket sorolta a két legmagasabb kategóriába, második helyen a kézi EID leolvasók (72,9%) a harmadik helyen (68,4%) a kamerarendszerek álltak. Az első két technológia nagyban összekapcsolódik, de mindhárom kategóriára igaz, hogy a gazdálkodók hatékonyabban és könnyebben tudják általuk végezni az állományok kezelését és a mindennapi munkát.

Az ágazatban egyre magasabb a dolgozók átlagéletkora. A technológiai színvonal emelkedése egyfajta válasz az egyre nehezebben rendelkezésre álló élők munkaerő csökkentésére. Az állománymenedzsment hatékonyabb megvalósítása ehhez segítséget nyújt.

A legkevésbé hangsúlyos igények

A tejelő ágazatban a legkevésbé az innovatív megoldásokat preferálták a válaszadók. Egyaránt 41–41% érdeklődést generáltak az innovatív fejési stratégiák és a speciális kiegészítők is. De az állatok innovatív azonosítására vonatkozó igény is mindössze 42%-ot ért el. Ez azt jelzi, hogy a szarvasmarhatartók számára a gyakorlatban jelenleg is használt eszközök megfelelőek, nincs igényük további innovációra.

A Sm@RT kérdőív megválaszolóinak legkevésbé a bendő bóluszok iránt érdeklődtek. Csúpan a válaszadók 21,8%-a értékelte a skálán 4 vagy 5 ponttal. Alacsony pontszámot kaptak a fejéssel kapcsolatos igények, ez összhangban áll a kitöltők számával.

Következtetések és javaslatok

A legfontosabb szükséglet mindkét ágazatban az élőlétszámgény csökkentésére irányult. A szarvasmarhatartók ezt munka-magánélet egyensúlyával, a kiskérődzősök az állománymenedzsment könnyítésével definiálták. Ez az igény napjaink munkaerőpiaci viszonyainak ismeretében feltehetően a jövőben sem fog csökkenni. Így a gazdaságok vezetőinek erre nagyobb figyelmet kell fordítani.

A tejelő szarvasmarha és a kiskérődző ágazat igényei közel állnak egymáshoz. A gazdálkodóknak érdemes megosztaniuk egymással a tapasztalataikat, mert problémáik és az igényeik hasonlóságot mutatnak.

Köszönetnyilvánítás

A Sm@ll Ruminant Technologies projektet az Európai Unió Horizont 2020 kutatási és innovációs program finanszírozza a 101000471 számú támogatási megállapodás alapján.

A Resilience for Dairy projektet az Európai Unió Horizont 2020 kutatási és innovációs program finanszírozza a 101000770 számú támogatási megállapodás alapján.

Irodalomjegyzék

- Altschuld, J. W., Lepicki, T. L. (2009): Needs Assessment. In: Watkins, R., Leigh D. (szerk.): Handbook of Improving Performance in the Workplace: Selecting and Implementing Performance Interventions, John Wiley & Sons Inc, pp. 771–791 <https://doi.org/10.1002/9780470587102.ch32>
- EuroStat (2022a): Farms and farmland in the European Union – statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics (utolsó letöltés: 2024. 11. 02.)
- EuroStat (2022b): Farmers and the agricultural labour force – statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics (utolsó letöltés: 2024. 11. 02.)
- Kosztján, Zs. T., Király, F., Katona, A. I., Csizmadia, T., Fehérvölgyi, B. (2024): Analysis and prediction of the Horizon 2020 R&D&I collaboration network. Expert Systems With Applications, 255, 124417. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124417>
- Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., Cappai, M. G. (2022): Industry 4.0 and Precision Livestock Farming (PLF): An up to Date Overview across Animal Productions. Sensors, 22, 4319. <https://doi.org/10.3390/s22124319>
- Novitzky, P., Bernstein, M. J., Blok, V., Braun, R., Chan, T. T., Lamers, W., Loeber, A., Meijer, I., Linder, L., Griessler, E. (2020): Improve alignment of research policy and societal values. Science, 369, 39–41. <https://doi.org/10.1126/science.abb3415>
- Sachwald, F. (2008): Location choices within global innovation networks: the case of europe. The Journal of Technology Transfer, 33, 364–378. <https://doi.org/10.1007/s10961-007-9057-8>

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



Comparison of the behaviour of three strains of laboratory mice in the climbing test

Henrietta Kinga Török¹, Boróka Bárdos²  , Orsolya Ivett Hoffmann¹

¹*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Genetics and Biotechnology,
2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert, 4.*

²*Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, 7400 Kaposvár, Guba Sandor, 40.*

Received/Érkezett: 17. 01. 2025.

Accepted/Elfogadva: 31. 03. 2025.

Abstract: In our study, we tested three commonly used strains of laboratory mice in a simple behavioural test. In the climbing test, we looked at the time of the first climb and the number of climbs of the different strains during the 5-minute test time, depending on sex and age. Based on our results, neither tribe nor sex affected climbing time and the number of climbs, but different ages did. The younger animals completed the test much sooner and climbed much more often than the adult animals. Based on our results, we can say that in a more straightforward behavioural test, different mouse strains do not have as much effect as age.

Keywords: inbred mice strain, BALB/c, C57BL/6, C3H, behavioural test

Introduction

The evolution of the laboratory mouse

Laboratory mouse strains were originally developed by selectively breeding distinct colour variants of the house mouse (*Mus musculus*) (Bonhomme and Guénet, 1996; Yonekawa et al., 1980). By the late 18th century, Japanese breeders had already established several inbred mouse strains — including albino, agouti, waltzer, and piebald varieties (Tokuda, 1935). These strains were later introduced to Europe and North America, where researchers began to document their phenotypes and uncover the genetic mechanisms behind specific traits (Darbishire, 1902; 1903; 1904; Koide et al., 1998; Little and Tyzzer, 1915; So and Imai, 1920; Tyzzer, 1915; Yerks, 1907). The precise *Mus* species used to develop these strains remains unclear, but genetic studies increasingly indicate that laboratory mice have a hybrid origin, derived from several *Mus musculus* subspecies: *M. m. domesticus*, *M. m. musculus*, *M. m. castaneus*, and *M. m. molossinus* (Bonhomme et al., 1987; Wade et al., 2002). As a result, behavioural differences observed between strains may reflect not only selective breeding but also differences in genetic background (Wade et al., 2002).

Behavior of different strains of mice

Among the many available strains, the C57BL/6, BALB/c, CBA/J and C3H/He lines are the most commonly used mouse strains in biomedical research (van de Lagemaat et al., 2017). Although there is predominantly a large literature evaluating the behaviour of these mouse lines (Bullock et al., 1997; Kim et al., 2005; Bortolato et al., 2013), comparing the behaviour of strains can be problematic because baseline comparisons of strains on common behavioural tests (e.g. sociability, novelty, despair, cognition, anxiety, learning and memory, etc.) show similarity (Bailey et al., 2006). Furthermore, it is difficult if the assays were tested in different laboratories under different conditions, as this may contribute to large differences or similarities in the behaviour of mouse strains (Korte et al., 2003; Mistry et al., 2014). In addition, genetic mutations from different backgrounds can also lead to different behavioural phenotypes in different strains (Kammenga, 2017), affecting the test results. Indeed, behavioural studies depend to some extent on the genetic background of the experimental animal (Grant et al., 1992) and knowledge of small behavioural differences between strains (Schauwecker, 2011; Brooke et al., 2010; Bothe et al., 2005) can significantly influence the result of our investigation.

Presentation of the mouse strains used in the study

In this study, we focused on three commonly used inbred laboratory mouse strains: C57BL/6, BALB/c, and C3H/HeJ. The C57BL/6 strain was developed by C. C. Little in 1921 and remains one of the most frequently used mouse strains in research. These mice are black with pigmented eyes and are employed in a wide variety of biomedical experiments. The BALB/c strain, characterised by its white (albino) appearance, was developed in the 1930s by G. D. Snell from H. J. Bagg's original "Bagg albino" line. This strain is also widely used in many types of research (Suckow et al., 2001). The C3H/HeJ strain, often referred to simply as C3H, was established by L. C. Strong in 1920 through a cross between a "Bagg albino" female and a DBA male (Strong, 1935). This strain is used broadly in research areas such as oncology, infectious diseases, and sensory or cardiovascular biology.

Despite representing distinct lineages, many laboratory mouse strains display a high degree of genetic similarity, with relatively low inter-strain genetic variability (Potter, 1978).

The aim of our study was to examine whether three commonly used laboratory mouse strains (C57BL/6, BALB/c and C3H/HeJ) show any behavioural differences in a simple climbing test, considering age and sex as additional factors. This question is relevant because even subtle behavioural differences among strains can influence the outcome and reproducibility of behavioural experiments. Understanding these potential differences helps improve the selection of animal models and contributes to the refinement of experimental design in behavioural studies.

Materials and Methods

The experiments were conducted at the rodent facility of the Kaposvár Campus, part of the Hungarian University of Agricultural and Life Sciences. A total of 60 mice were used, including 20 BALB/c, 20 C57BL/6, and 20 C3H strains. Both sexes were represented equally, with 30 adult and 30 juvenile mice selected for the study.

Outside the testing periods, the animals were housed in standard T4 laboratory plastic rodent boxes under controlled laboratory conditions (temperature: 20–22 °C). The lighting followed a 12-hour light/12-hour dark cycle, using reversed daylight. Illumination was provided automatically: during the light phase, OSRAM L36W/640 fluorescent tubes were used, while in the dark phase, Philips TL-D 36W/10 red fluorescent lights were applied. Bedding consisted of cleaned wood shavings (LIGNOCELL, J. Rettenmaier & Söhne GmbH), and animals received complete rodent feed (Ssniff S8106-SO11 Spezialdiäten GmbH) along with *ad libitum* access to water.

The behavioral testing apparatus was designed by the authors. It included a 27 cm tall rod with a diameter of 0.9 cm, mounted at a 90-degree angle onto a round base with a diameter of 10 cm. Both the climbing rod and base were made of untreated, unsanded wood. For the experiments, five identical climbing rods were positioned within a circular plastic container (65 cm in diameter and 55 cm in height). The arrangement of the rods was consistent across all tests (Figure 1).

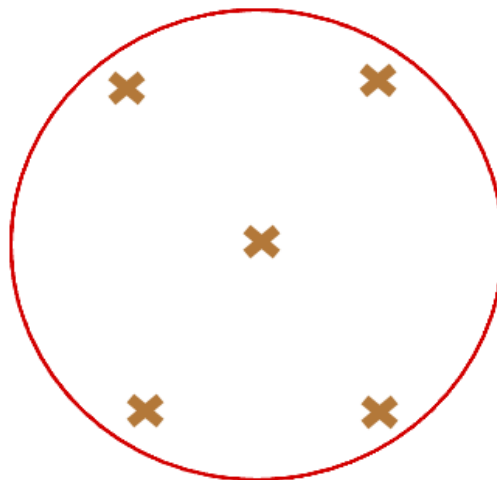


Figure 1 Arrangement of climbing rods in the plastic container

Each selected mouse was individually placed into the testing container. After every trial, the climbing rods and the container were wiped down with an alcohol swab to eliminate scent traces, ensuring that the behavior of subsequent mice was not influenced by residual odors. The entire duration of each test session was 15 minutes. The first 10 minutes served as an acclimatization or “rest” period, allowing the mouse to explore and become familiar with its new surroundings. After this habituation phase, a 5-minute observation period followed, during which behavioral data were collected.

During the 5-minute test phase, the observers recorded whether the mouse climbed the rod, how many times it climbed, and the exact time point (in seconds) of the first climb. Behavior was assessed through direct observation and manually documented by two trained observers. No video recordings were made. Mice were categorized by strain and age group: young mice were between 28 and 35 days old, while adults were approximately 500 days old. Both male and female mice were included in the study.

To analyze the time of the first climb, a survival analysis was performed using the Kaplan-Meier estimator (Kaplan and Meier, 1958), where the survival function $S(t)$ represents the probability that a mouse had not climbed the rod by time “t”: $S(t) = P(T > t)$. Differences in survival curves across strains, sexes, and age groups were evaluated using the Log-rank test. The influence of strain, sex, and age on climbing latency was further assessed using the Cox Proportional Hazards model. Since the number of climbs followed a Poisson distribution, Poisson regression was applied to evaluate the effect of the independent variables. All statistical analyses were conducted using IBM SPSS Statistics version 29.0.

Results and discussion

The survival function for the three laboratory mouse strains is shown in Figure 2. The curves show the proportion of the mouse strain that climbed the rod. Based on the log-rank test, there is no significant difference between the three strains of mice ($p = 0.118$).

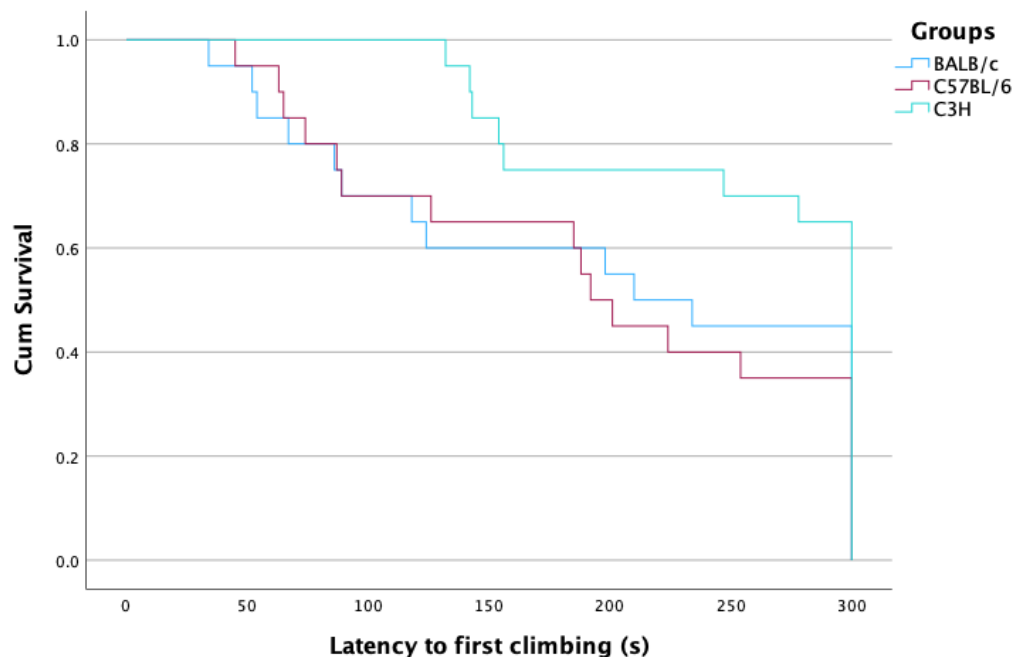


Figure 2 The survival curve showing the climbing of the three strains of laboratory mice.

The figure shows that the first climb of the BALB/c and C57BL/6 mice occurred close to the 50th second, while the first climb of the C3H mice only occurred around the 130th second. 55% of the BALB/c mice, 65% of the C57BL/6 mice, and only 35% of the C3H mice climbed the rod during the 5-minute test.

Breaking down the climbing by sex, based on the Log-rank test, there was no significant difference in climbing between male and female mice ($p = 0.869$) (Figure 3).

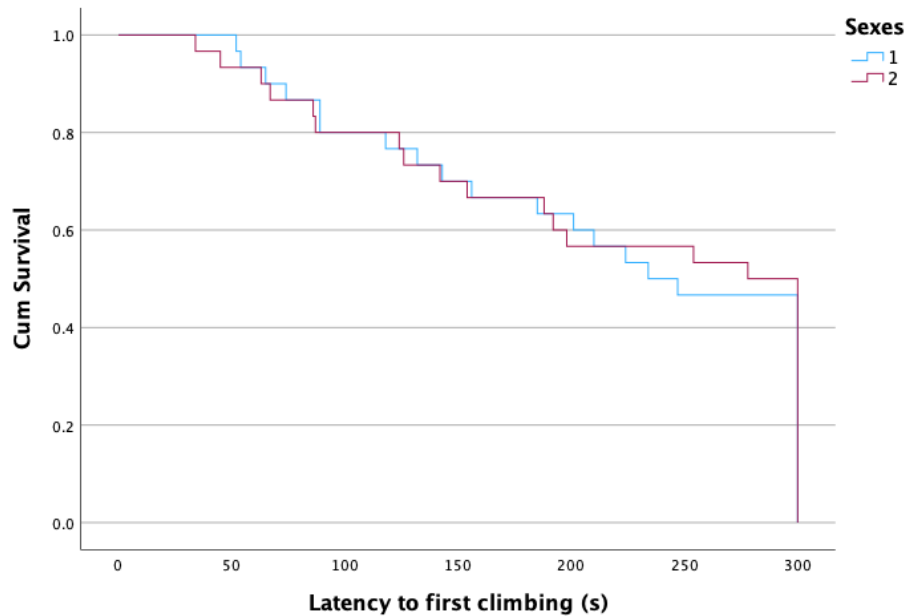


Figure 3 Climbing survival curve of male and female mice.

The figure clearly shows a big difference in the time of the first climb between the groups of male and female mice; the first climb of both sexes took place around the 50th second; 53% of the male mice climbed the rod, 50% of the females.

Based on the log-rank test, there was a significant difference in climbing between adult and young mice ($p < 0.001$) (Figure 4).

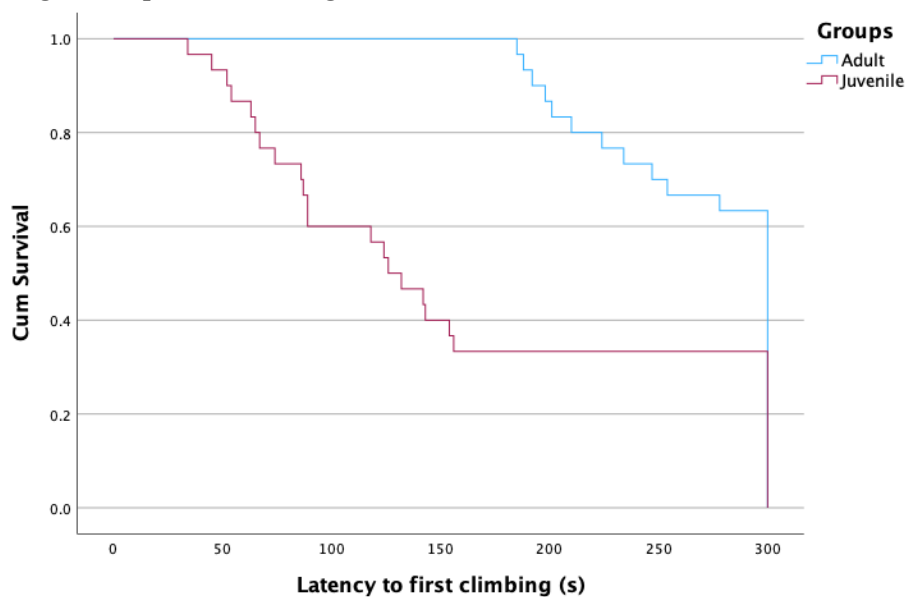


Figure 4 Survival curve showing climbing of young and adult mice.

The figure shows that the first climb of the young mice took place before the 50th second, while the first climb of the adult mice took place somewhere around the 190th second. Furthermore, young mice climb the rod at a higher rate than adult mice; 36% of the adults climbed up, while 63% of the young climbed up the rod during the 5-minute test.

Table 1 Maximum Likelihood estimates of Cox regression coefficients (B) and Hazard ratios (Exp(B)) examining the effects of mouse strain, sex, and age of mice on the duration of their first climbing.

Items	B	SE	Sig.	Exp(B)
Mouse strain	-0.225	0.155	0.145	0.798
Sexes	-0.010	0.258	0.969	0.990
Age	0.677	0.264	0.010	1.968

B = Positive coefficients, SE = Standard error, p = Significant level, Exp (B) = Hazard ratio

Based on the Cox regression, mouse strain and gender did not significantly affect the time of the first climb, but age had a significant effect. Based on the Poisson regression, in the activity of how many times the mice climbed up during the test time, no significant difference was found between the mouse strains ($p = 0.417$), just as there is no significant difference between the sexes ($p = 0.363$). However, between the ages, we found a significant difference in activity ($p = 0.004$); the young mice climbed the rod several times during the test period.

From our results, we can see that the difference in behaviour between the strains of laboratory mice is minimal; this can be explained by the fact that there is no big genetic difference between the strains (Kirby et al., 2010). The expression of the behavioural phenotype of a laboratory mouse depends not only on its genotype (Morice et al. 2004; Young et al. 2002), but also on several environmental variables, including laboratory variables (Crabbe et al. 1999) such as the experimenter (Chesler et al. al. 2002), or the position of the mouse cage before testing (Izidio et al. 2005). Furthermore, our results confirm Bailey et al. (2006), where it was stated that the inbred strains of laboratory mice performed similarly on general behavioural tests.

In the climbing test we used, all three mouse strains performed well, which can also be explained by the fact that the laboratory mice come from house mice (*Mus musculus*), which we know from our previous research that they can be considered excellent climbers even within the *Mus* genus (Bárdos et. al. 2023), which is due to the widespread distribution of house mice, that they occur all over the world and live mainly in human settlements (Brown, 1953), where it is also necessary to use the vertical space of the buildings, thus having a good climbing ability is necessary.

In our study, we did not find differences between the strains of mice, but also between the sexes in the climbing test, which can be explained by the fact that there is no significant sexual dimorphism in mice (Haisová-Slábová et al. 2010), the lifestyle of male and female house mice is very similar, which it is also manifested in the fact that, for example, both sexes build nests (Lisk et al., 1969), as both it does not collect food in the same way, so the ability to climb is not limited to one or the other sex.

On the contrary, based on our studies, we can state that the age of the mice is an important influencing factor when designing the behavioural tests since the difference is clearly visible that the young laboratory mice climbed much faster and in a much higher

proportion in the climbing test than the adults. These results are consistent with a study in C57BL/6 mice, where adult and aged mice were found to be less active in open field tests than young mice (Sprott and Eleftheriou, 1974). The aforementioned statement is the same as the results of the study by DeFries and Weir (1964), where they found that 40-day-old mice were much more active than the other group, where the activity of 120-day-old mice was also observed in the open-field test.

In summary, we can say that in simple behavioural tests, the type of laboratory mice and which strain they belong to are less important; of course, the phenotypic characteristics of each strain, such as the albino eyes of BALB/c, can influence the results of each test in strong lighting, but under appropriate housing conditions in general, it can be said that the behaviour of laboratory mouse strains is very similar, which is due to a small degree of genetic variation between strains (Bailey et al., 2006). The age of the animals, on the other hand, significantly affects the results of the tests. Thus, when designing a behavioural test, we must take into account the age of the mice to be tested.

Conclusions

When designing behavioural tests with mice, the behavioural differences between different strains of mice are insignificant, especially under appropriate housing conditions; on the other hand, the age of the mice to be tested must be taken into account since young animals can be much more active than adult individuals. It is important to conduct behavioural tests with mice of a similar age to ensure the results' authenticity.

References

- Bailey, K. R., Rustay, N. R., Crawley, J. N. (2006): Behavioral phenotyping of transgenic and knock-out mice: practical concerns and potential pitfalls. *ILAR Journal*, 47, 124–131. <https://doi.org/10.1093/ilar.47.2.124>
- Bárdos, B., Altbacker, V., Szabó, A., Török, H. K., Nagy, I. (2023): Study of climbing ability for two closely related mouse species. *The European Zoological Journal*, 90(1), 395–400. <https://doi.org/10.1080/24750263.2023.2217207>
- Bonhomme, F., Guénet, J.-L. (1996): The laboratory mouse and its wild relatives. In Lyon, M.F., Rastan, S. & Brown, S. D. M. (eds), *Genetic Variants and Strains of the Laboratory Mouse*. Oxford: Oxford University Press, pp. 1577–1596.
- Bonhomme, F., Guenet, J., Dod, B., Moriwaki, K., Bulfield, G. (1987): The polyphyletic origin of laboratory inbred mice and their rate of evolution. *Biological Journal of the Linnean Society*, 30, 51–58. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1987.tb00288.x>
- Bortolato, M., Godar, S. C., Alzghoul, L., Zhang, J., Darling, R. D., Simpson, K. L., Bini, V., Chen, K., Wellman, C. L., Lin, R. C. S., Shih, J. C. (2013): Monoamine oxidase A and A/B knockout mice display autistic-like features. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 16, 869–888. <https://doi.org/10.1017/s1461145712000715>
- Bothe, G. W. M., Bolivar, V. J., Vedder, M. J., Geistfeld, J. G. (2005): Behavioral differences among fourteen inbred mouse strains commonly used as disease models. *Comparative medicine*, 55(4), 326–334. <https://doi.org/10.1111/j.1601-183x.2004.00064.x>
- Brooke, H. M., Laura, E. S., Anisha, G., Andrew, I. S., Mathew, T. P. (2010): Phenotypic characterization of a genetically diverse panel of mice for behavioral despair and anxiety. *PLoS ONE* 5, e14458. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014458>

- Brown, R. Z. (1953): Social behavior, reproduction, and population changes in the house mouse (*Mus musculus* L.). *Ecological Monographs*, 23(3), 218–240. <https://doi.org/10.2307/1943592>
- Bullock, A. E., Slobe, B. S., Vazquez, V., Collins, A. C. (1997): Inbred mouse strains differ in the regulation of startle and prepulse inhibition of the startle response. *Behavioral neuroscience*, 111(6), 1353. <https://doi.org/10.1037//0735-7044.111.6.1353>
- Chesler, E. J., Wilson, S. G., Lariviere, W. R., Rodriguez-Zas, S. L., Mogil, J. S. (2002): Influences of laboratory environment on behavior. *Nature neuroscience*, 5(11), 1101–1102. <https://doi.org/10.1038/nn1102-1101>
- Crabbe, J. C., Wahlsten, D., Dudek, B. C. (1999): Genetics of mouse behavior: interactions with laboratory environment. *Science*, 284, 1670–1672. <https://doi.org/10.1126/science.284.5420.1670>
- Darbishire, A. D. (1902): I. Note on the Results of Crossing Japanese Waltzing Mice with European Albino Races. *Biometrika*, 2(1), 101–113. <https://doi.org/10.1093/biomet/2.1.101>
- Darbishire, A. D. (1903): Second report on the result of crossing Japanese waltzing mice with European albino races. *Biometrika*, 2(2), 165–173. <https://doi.org/10.1093/biomet/2.2.165>
- Darbishire, A. D. (1904): On the result of crossing Japanese waltzing with albino mice. *Biometrika*, 3(1), 1–51. <https://doi.org/10.1093/biomet/3.1.1>
- DeFries, J. C., Weir, M. W., Hegmann, J. P. (1967): Differential effects of prenatal maternal stress on offspring behavior in mice as a function of genotype and stress. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 63, 332–332. <https://doi.org/10.1037/h0020842>
- Grant, S., O'Dell, T., Karl, K., Stein, P., Soriano, P., Kandel, E. (1992): Impaired long-term potentiation, spatial learning, and hippocampal development in fyn mutant mice. *Science*, 258, 1903–1910. <https://doi.org/10.1126/science.1361685>
- Haisová-Slábová, M., Munclinger, P., Frynta, D. (2010): Sexual size dimorphism in free-living populations of *Mus musculus*: are male house mice bigger. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 56(2), 139–151.
- Izidio, G. S., Lopes, D. M., Spricigo, L., Ramos, A. (2005): Common variations in the pretest environment influence genotypic comparisons in models of anxiety. *Genes, Brain and Behavior*, 4(7), 412–419. <https://doi.org/10.1111/j.1601-183x.2005.00121.x>
- Kammenga, J. E. (2017): The background puzzle: how identical mutations in the same gene lead to different disease symptoms. *The FEBS journal*, 284(20), 3362–3373. <https://doi.org/10.1111/febs.14080>
- Kim, D., Chae, S., Lee, J., Yang, H., Shin, H. S. (2005): Variations in the behaviors to novel objects among five inbred strains of mice. *Genes, Brain and Behavior*, 4, 302–306. <https://doi.org/10.1111/j.1601-183x.2005.00133.x>
- Kirby, A., Kang, H. M., Wade, C. M., Cotsapas, C., Kostem, E., Han, B., Furlotte, N., Kang, E. Y., Rivas, M., Bogue, M. A., Frazer, K. A., Johnson, F. M., Beilharz, E. J., Cox, D. R., Eskin, E., Daly, M. J. (2010): Fine mapping in 94 inbred mouse strains using a high-density haplotype resource. *Genetics*, 185(3), 1081–1095. <https://doi.org/10.1534/genetics.110.115014>
- Koide, T., Moriwaki, K., Uchida, K., Mita, A., Sagai, T., Yonekawa, H., Katoh, H., Miyashita, N., Tsuchiya, K., Nielsen, T. J., Shiroishi, T. (1998): A new inbred strain JF1 established from Japanese fancy mouse carrying the classic piebald allele. *Mammalian Genome*, 9, 15–19. <https://doi.org/10.1007/s003359900672>
- Korte, S. M., De Boer, S. F. (2003): A robust animal model of state anxiety: fear-potentiated behaviour in the elevated plus-maze. *European journal of pharmacology*, 463(1–3), 163–175. [https://doi.org/10.1016/s0014-2999\(03\)01279-2](https://doi.org/10.1016/s0014-2999(03)01279-2)

- Lisk, R. D., Pretlow 3rd, R. A., Friedman, S. M. (1969): Hormonal stimulation necessary for elicitation of maternal nest-building in the mouse (*Mus musculus*). *Animal Behaviour*, 17, 730–737. [https://doi.org/10.1016/s0003-3472\(69\)80020-5](https://doi.org/10.1016/s0003-3472(69)80020-5)
- Little, C. C., Tyzzer, E. E. (1915): Further experimental studies on the inheritance of susceptibility to a transplantable tumor, carcinoma (J.w.A.) of the Japanese waltzing mouse. *The Journal of Medical Research*, 33, 393–427.
- Mistry, A. M., Thompson, C. H., Miller, A. R., Vanoye, C. G., George Jr, A. L., Kearney, J. A. (2014): Strain- and age-dependent hippocampal neuron sodium currents correlate with epilepsy severity in Dravet syndrome mice. *Neurobiology of disease*, 65, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2014.01.006>
- Morice, E., Denis, C., Giros, B., Nosten-Bertrand, M. (2004): Phenotypic expression of the targeted null-mutation in the dopamine transporter gene varies as a function of the genetic background. *European Journal of Neuroscience*, 20(1), 120–126. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2004.03465.x>
- Potter, M. (1978): Comments on the relationship of inbred strains to the genus *Mus*. In *Origins of inbred mice*. New York: Academic Press, pp. 497–509. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-507850-4.50045-7>
- Schauwecker, P. E. (2011): The relevance of individual genetic background and its role in animal models of epilepsy. *Epilepsy research*, 97(1–2), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.epilepsy-res.2011.09.005>
- So, M., Imai, Y. (1920): The types of spotting in mice and their genetic behaviour. *Journal of Genetics*, 9, 319–333. <https://doi.org/10.1007/bf02983567>
- Sprott, R. L., Eleftheriou, B. E. (1974): Open-Field Behavior in Aging Inbred Mice. *Gerontology*, 20, 155–162. <https://doi.org/10.1159/000212009>
- Strong, L. C. (1935): The establishment of the C3H inbred strain of mice for the study of spontaneous carcinoma of the mammary gland. *Genetics*, 20(6), 586.
- Suckow, M. A., Danneman, P., Brayton, C. (2001): *The laboratory mouse*. CRC Press, New York.
- Tokuda, M. (1935): An eighteenth century Japanese guide book on mouse breeding. *Journal of Heredity*, 26(12), 481–484. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a104011>
- Tyzzer, E. E. (1915): The tumors of the Japanese waltzing mouse and of its hybrids. *The Journal of Medical Research*, 32, 331–360.
- van de Lagemaat, L. N., Stanford, L. E., Pettit, C. M., Strathdee, D. J., Strathdee, K. E., Elsegood, K. A., Fricker, D. G., Croning, M. D. R., Komiyama, N. H., Grant, S. G. (2017): Standardized experiments in mutant mice reveal behavioural similarity on 129S5 and C57BL/6J backgrounds. *Genes, Brain and Behavior*, 16(4), 409–418. <https://doi.org/10.1111/gbb.12364>
- Wade, C. M., Kulbokas III, E. J., Kirby, A. W., Zody, M. C., Mullikin, J. C., Lander, E. S., Lindblad-Toh, K., Daly, M. J. (2002): The mosaic structure of variation in the laboratory mouse genome. *Nature*, 420, 574–578. <https://doi.org/10.1038/nature01252>
- Yerks, R. M. (1907): *The Dancing Mouse*. New York, The Macmillan Company.
- Yonekawa, H., Moriwaki, K., Gotoh, O., Watanabe, J., Hayashi, J. I., Miyashita, N., Petras, M. L., Tagashira, Y. (1980): Relationship between laboratory mice and the subspecies *Mus musculus domesticus* based on restriction endonuclease cleavage patterns of mitochondrial DNA. *The Japanese Journal of Genetics*, 55(4), 289–296. <https://doi.org/10.1266/jjg.55.289>

Young, K. A., Berry, M. L., Mahaffey, C. L., Saionz, J. R., Hawes, N. L., Chang, B., Zheng, Q. Y., Smith, R. S., Bronson, R. T., Nelson, R. J., Simpson, E. M. (2002): Fierce: a new mouse deletion of Nr2e1; violent behaviour and ocular abnormalities are background-dependent. Behavioural brain research, 132(2), 145–158. [https://doi.org/10.1016/s0166-4328\(01\)00413-2](https://doi.org/10.1016/s0166-4328(01)00413-2)

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: CC-BY-NC-ND-4.0.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

