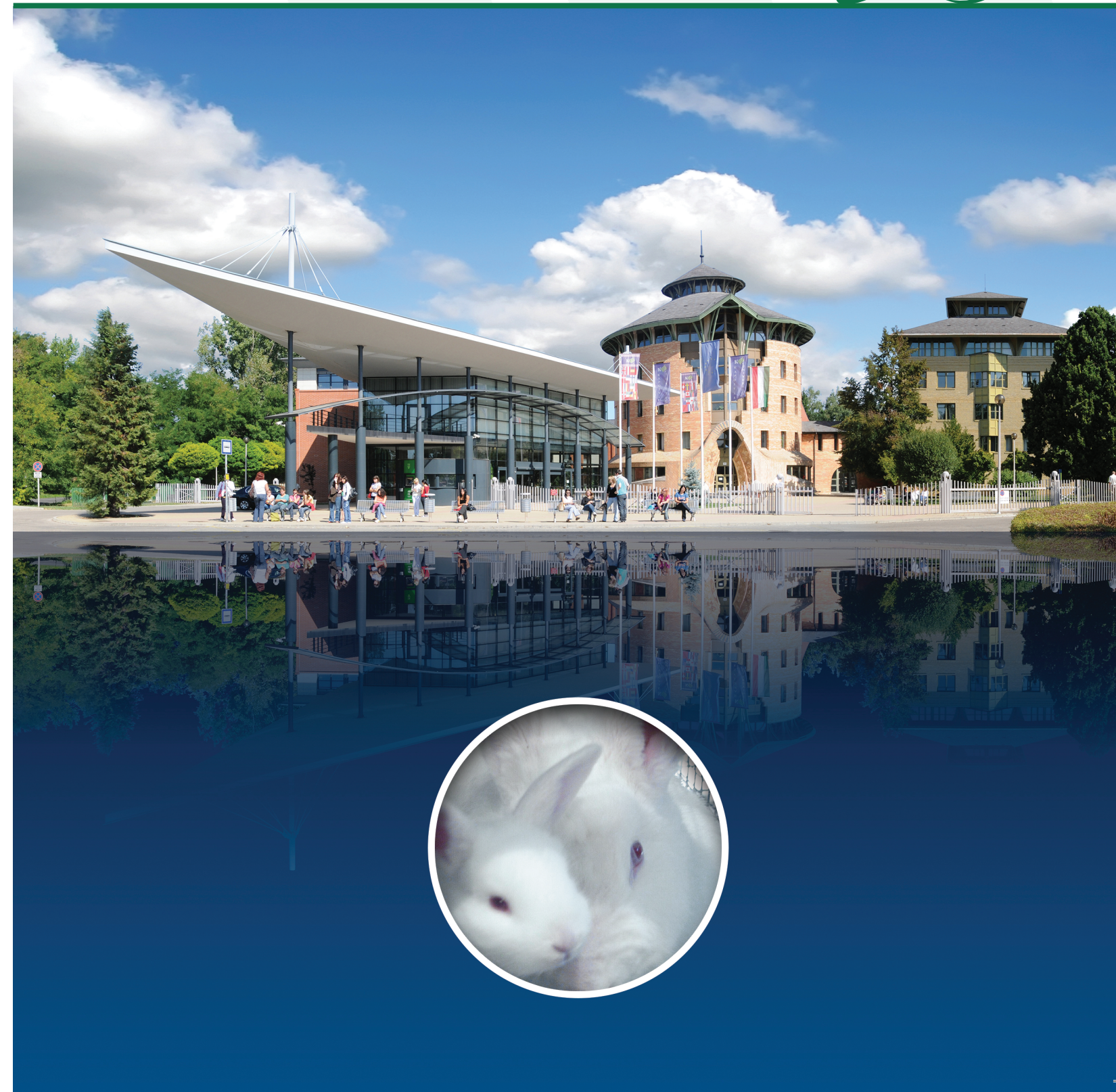


MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM, KAPOSVÁRI CAMPUS
HUNGARIAN UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES, KAPOSVÁR CAMPUS

35. NYÚLTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOS NAP

35th HUNGARIAN CONFERENCE ON RABBIT PRODUCTION

Kaposvár, 2024. szeptember 26.



35. NYÚLTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOS NAP

35th HUNGARIAN CONFERENCE ON RABBIT PRODUCTION

Kaposvár, 2024. szeptember 26.

35. NYÚLTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOS NAP

35th HUNGARIAN CONFERENCE ON RABBIT PRODUCTION

Kaposvár, 2024. szeptember 26.

Szerkesztette

GERENCSÉR ZSOLT



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus
Kaposvár, 2024

A KONFERENCIA SZERVEZŐI
Agrárminisztérium Parlamenti és Társadalmi Kapcsolatok Főosztálya,
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus,
Nyúl Szakmaközi Szervezet és Terméktanács,
Cargill Takarmány Zrt.,
WRSA Magyar Tagozata,
Magyar Tudományos Akadémia Pécsi Területi Bizottság, Agrártudományok Szakbizottság,
Állattenyésztési és Takarmányozási Munkabizottsága

A SZERVEZŐBIZOTTSÁG ELNÖKE

Dr. Gerencsér Zsolt

A SZERVEZŐBIZOTTSÁG TAGJAI

Dr. Matics Zsolt

Juráskó Róbert

Demeter Csongor

A KIADVÁNYT SZERKESZTETTE

Dr. Gerencsér Zsolt (MATE ÁTI Állatnemesítési Tanszék)

© Szerzők, 2024

© Szerkesztő, 2024

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



KIADJA

a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus
7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.

FELELŐS KIADÓ

Vörös Péter, campus-főigazgató

FELELŐS SZERKESZTŐ

G. Szabó Sára

BORÍTÓTERV

Szalai Norbert

ISBN 978-615-6639-03-5 (print)

ISBN 978-615-6639-04-2 (pdf)

TARTALOMJEGYZÉK

Oldal

Juráskó R.:

A MAGYAR NYÚLTENYÉSZTÉS HELYZETE 7

Német Z., Sándor M., Demeter Cs.:

ÚJ IRÁNYOK A COCCIDIOSIS KUTATÁSÁBAN 13

**Demeter Cs., Matics Zs., Demeter-Jeremiás A., Mayer A., Bárdos B., Sándor M.,
Gerencsér Zs., Német Z.:**

HÁZINYULAKON VÉGZETT EIMERIA OOCISZTA ÉS PASSALURUS
AMBIGUUS VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI 19

Matics Zs., Demeter Cs., Demeter-Jeremiás A., Dencs V. S., Mayer A., Gerencsér Zs.:

KÜLÖNBÖZŐ ELVÁLASZTÁSI MÓDOK HATÁSA A HÍZÓNYULAK
TERMELÉSÉRE..... 29

Posta J., Szabó N.A., Juráskó R.:

EGY HAZAI HÚSNYÚLFAJTA GENETIKAI VARIABILITÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE .. 35

Atkári T., Jós D., Gerencsér Zs., Nagy I.:

BÚZA DDGS KIEGÉSZÍTÉS HATÁSA A HÍZÓ NYULAK TERMELÉSÉRE 41

Eiben Cs., Frank P., Széperdei L., Csobán M.D.:

ELŐZETES VIZSGÁLAT A MAGYAR ÓRIÁS ANYANYULAK
TEJTERMELÉSÉRŐL 47

Nagy I., Bokor Á., Gerencsér Zs., Gyovai P., Atkári T.:

AZ ALOMKIEGYENLÍTETTSÉGRE VÉGZETT SZELEKCIÓ LEHETŐSÉGÉNEK
VIZSGÁLATA PANNON NYULAKBAN..... 53

Donkó T., Csóka Á., Gerencsér Zs., Petneházy Ő., Repa I.:

A KOMPUTER TOMOGRÁFIA ÉS A KÉPÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK FEJLŐDÉSE
A NYULAK SZELEKCIÓS CÉLÚ VIZSGÁLATAIBAN KAPOSVÁRON 59

A MAGYAR NYÚLÁGAZAT HELYZETE

JURÁSKÓ RÓBERT*

Nyúl Szakmaközi Szervezet és Terméktanács, 1117 Budapest, Budafoki út 56., 3. em.

*E-mail: info@nyultermektanacs.hu

ABSTRACT – Situation of Hungarian rabbit production in 2023

Compared to 2022, purchasing of live rabbits decreased by 17.3%. Nowadays there are only large rabbit farms in Hungary producing with about 97,900 rabbit does. In 2023, the two Hungarian slaughter houses process a total of 3,246,698 rabbits; the ratios of Olivia Ltd and Tetrabbit Ltd were 50.2% and 49.8%, respectively. In 2023, 522 tons of rabbit meat products were sold in supermarkets in Hungary.

Keywords: rabbit, production, purchase

BEVEZETÉS

Az előző évi hatalmas költségnövekedés okozta termelés kieséseket még nem tudta pótolni az ágazat. Bár vannak kedvező jelek a piac normalizálására, ennek ellenére 2023. évben ismét sokan feladták a vágónyúltermelést. A ketreces állattartással kapcsolatos, az állatok szállításával kapcsolatos vitának még messze a vége, ami az előre menekülő, fejleszteni vágyó nyúltartókat is akadályozza. A Nyúl Szakmaközi Szervezet és Terméktanács a velük folyó állandó harc mellett az ágazatot veszélyeztető RHD betegség megfékezésébe, és az ágazat további fejlesztésébe fektette minden erejét.

TERMELÉS

Biológiai alapok

Magyarországon hat elismert nyúltenyésztő szervezet van, amelyek fontos szerepet töltenek be a magyar nyúltenyésztés fejlesztésében, a fajták minőségének fenntartásában és a gazdaságos nyúlhús-termelés elősegítésében.

A Pannon fehér és a Hycole, továbbra is dominánsan jelen vannak a nagyüzemi nyúltelepeken. Ezek a fajták a hústermelésre és a gazdaságos takarmányfelhasználásra való képességük miatt népszerűek. A Pannon fehér és a Hycole fajták gyors növekedéssel rendelkeznek és jó húshozamot biztosítanak. Emellett a Danubia Alba a Debreceni Fehér és a Zika fajták is megtalálhatók a nagyüzemi nyúltelepeken. Az egyetlen őshonos fajtánk a Magyar óriás, melyet főleg háztáji termelésben használnak. Ez a fajta nagy testmérettel rendelkezik, és átlagos a hústermelése. A fajtaválasztás a telep méretétől, erőforrásaitól és a termelési stratégiától függ.

Háztáji és kisüzemi termelés

A vágónyúl felvásárlás több éve megszűnt az országban a saját fogyasztásra történő termelésnek továbbra is létjogosultsága van. Az országos kisállatkiállítások és nyúlkiállítások, valamint a kisállatvásárok fontos szerepet játszanak a kistermelői nyúl fenntartásában és népszerűsítésében. Ezek az események lehetőséget kínálnak a tenyésztőknek, hogy bemutassák a kistermelői nyúl minőségét és fajtáját, valamint olyan potenciális vásárlókkal és más kistermelőkkel találkozzanak, akik érdeklődhetnek az ilyen nyúlfajták iránt.

Az ilyen kiállítások és vásárok segítségével a kistermelőknek lehetőségük van piacot teremteni a kistermelői nyúl termékeknek, beleértve a húst, és a továbbtenyésztéshez szükséges tenyészállatokat is. Az ilyen eseményeken résztvevők számára ez egy olyan fórum, ahol információt cserélhetnek, tapasztalatokat oszthatnak meg egymással, valamint piaci kapcsolatokat és üzleti lehetőségeket teremthetnek.

Emellett, az ilyen kiállítások és vásárok hozzájárulhatnak a kistermelői nyúlfajták védelméhez és megőrzéséhez is. Az ilyen eseményeken való részvétel révén a kistermelők megőrizhetik a hagyományos, helyi vagy ritka nyúlfajták populációját, és segíthetnek abban, hogy ezek a fajták ne tűnjenek el a kistermelésből.

Nagyüzemi termelés

Magyarországon jelenleg 50-55 nagyüzemi nyúltelep működik. Ezek a telepek az intenzív nyúltenyésztést folytatják, és a nagyobb méretük miatt magasabb termelési kapacitással rendelkeznek. A telepek száma és anyalétszáma is jelentősen csökkent a 2023. évben, 97.900 anyanyúl volt termelésben. A csökkenés a változó gazdasági körülményeknek, az Orosz-Ukrán háborúnak a magas energia és takarmányáraknak köszönhető. Az anyalétszám csökkenése közvetlen hatással van a vágónyúl termelés mennyiségére is.

1. táblázat

Hazai nyúlfajták fajtánkénti megoszlása 2023. évben

Fajta	Hímivarú tenyészállatok	Nőivarú tenyészállatok
Danubia Alba nyúl	100	4100
Debreceni Fehér nyúl	80	1800
Hycole nyúl	760	39300
Pannon Fehér nyúl	840	48500
Zika nyúl	100	4200
Egyed összesen:	1880	97900

TAKARMÁNYOZÁS

A 2023- as év egy nagyon érdekes, mondhatni különleges éve volt a magyar valamint az Európai mezőgazdaságnak. Ellentétben a növénytermesztőkkel szemben, kivételesen az állattartók kerültek jobb, illetve az ágazati specialitásokat leszámítva „jobb” helyzetbe. A 2022-es év anyagi bizonytalansága és a drasztikusan emelkedő árak megviselték Európa termelőit, valamint az exportra termelő Magyar nyúlágazat termelőit is. A világ nem tudta kiheverni a Covid-19 világvárvány, az elhúzódó Orosz-Ukrán háború, valamint az Európába is visszatérő aszályok negatív hatásait. A nyúltermelők számára a 2023-as megváltozott piaci helyzet (alapanyag kínálati piac) és az alacsony gabonák árai mondhatni mentőövként funkcionáltak, de a „vízből” nem tudta kiemelni az ágazatot csak fenntartani. A kép valóban megváltozott és a 2022-ben csak nagyon magas árakon beszerzett alapanyagokat jóval olcsóbban meg tudta vásárolni a takarmányipar, amely értelemszerűen megával is hozta a késztakarmányok árának csökkenését, de nem állt vissza a 2021-es árszintekre. Ennek hátterében a gyártási költségek (energia, üzemanyag, munkaerő) és a szállítási költségek állnak. A kész nyúltakarmány árak a 2023- as évben, több lépcsőben csökkentek, a csökkenés elérte a 35-40 Ft-ot. A kész takarmányok átlagára nettó 110-140 Ft/kg körül mozogtak. A

nyúltakarmány gyártók közül továbbra is a Cargill Takarmány Zrt és az Olivia Kft látja el a piacot, együtt összesen 98%-os részesedéssel.

FELDOLGOZÁS, NYÚLHÚS ÉRTÉKESÍTÉS, EXPORT

A 2023. évben összesen 8542 tonna élő nyúl került felvásárlásra, ez az előző évhez képest 17,3 % -os csökkenést jelent. A vágóüzemek teljes egészében hazai előállítású magyar nyulakat dolgoznak fel, és a vágóhidak termelői lefedik a termelés 99%-át. Az élő nyúl felvásárlási átlagára 2023. évben nettó 800 Ft/kg volt. A két feldolgozó üzem, (Olivia Kft és a Tetrabbit Kft) felel-fele arányban részesedett.

2. táblázat

Vágónyúl feldolgozás hazai vágóhidakon 2020-2023. év

Feldolgozó neve	2020.		2021.		2022.		2023.	
	Vágás nyúl/év	Megoszlás %	Vágás nyúl/év	Megoszlás %	Vágás nyúl/év	Megoszlás %	Vágás nyúl/év	Megoszlás %
Olivia Kft	1.862.971	45,7	2.101.805	49,9	1.935.093	50	1.629.842	50,2
Tetrabbit Kft	2.220.638	54,3	2.110.143	50,1	1.990.781	50	1.616.856	49,8
Összesen	4.083.609	100	4.211.948	100	3.925.874	100	3.246.698	100

Növekedés nyúl *	67.547	Növekedés nyúl *	128.339	Csökkenés nyúl *	286.074	Csökkenés nyúl *	679.176
Növekedés % *	1,65%	Növekedés % *	3,04%	Csökkenés % *	6,80%	Csökkenés % *	17,30%

* Előző évhez képest. (Compared to the former year)

3. táblázat

Húsnyúl értékesítés export és belföld 2020-2023. év

Év (Year)	Felvásárolt élősúly (tonna)	Export EU (tonna)	Export EU -n kívül (tonna)	Belföld (tonna)
2020	10821	4288	569	711
2021	11232	4553	697	778
2022	10335	4402	931	746
2023	8542	3625	712	522

A 2023. évi mélypontról elmozdulva 2024. első félévében 9%-os termelés növekedés volt. Várhatóan az év végére a vágónyúl termelés elérheti a 3,7 millió darabszámot, ezzel megközelítve a válság előtti termelést.

4. táblázat

Vágónyúl feldolgozás hazai vágóhidakon 2023.-2024. év I. félév összehasonlítása

	2023. 1. félév Kg	2023. 1. félév db	2024. 1. félév Kg	2024. 1. félév db
Olivia Kft	2 282 836,0	878 014	2 533 436,7	974 399
Tetrabbit Kft	2 108 477,0	810 953	2 271 113,7	873 505
Összesen	4 391 313,0	1 688 967	4 804 550,4	1 847 904
Változás	100%	100%	109%	109%

„NYÚLHÚS FOGYASZTÁST ÖSZTÖNZŐ” KAMPÁNY

Az "Nyúl-j bele" programot 2023. évben a Tetrabbit Kft-vel közösen folytattuk. A kampány célja az volt, hogy népszerűsítse a magyar nyúlhúst. Felhívja a figyelmet a nyúlhús magas fehérje- „21. század fehérjeforrása”, alacsony zsír- és koleszterintartalmára. A programhoz széles körű médiamegjelenés társult, amely segítette a figyelemfelkeltésben és az információk átadásában. A "Nyúl-j bele" kampány számos módon elérte a fogyasztókat. Ez magában foglalta a rádiós megjelenéseket, online hirdetéseket, közösségi média-kampányokat, szponzorált eseményeket és nyomtatott médiumokban való megjelenést. Az Agrárminisztériummal és az Agrármarketing Centrummal együttműködve tovább növeltük a kampány hatékonyságát és népszerűségét.

Promóció időpontok és helyszínek:

2023. március 6.-án Alföldi Állattenyésztési Napok, Hódmezővásárhely

2023. július 28.-án Auchan Budapest

2023. augusztus 20.-án Farmer Expo, Debrecen

2023. szeptember 28.-án Kaposvári Nyúltenyésztési Tudományos Nap

2023. szeptember 14.-én Nyúlfesztivál, Debrecen

2023. október 20.-án OMÉK, Budapest

Kampányukat Bede Róbert mesterszakács segítette, akinek gasztroblogja a megtalálható a Nyúl Terméktanács honlapján.

A 2023. évben a belföldi nyúlhús forgalmazás tovább bővült, hiszen ma már minden nagyobb áruházláncban napi terméként megtalálható a magyar nyúlhús!

NYÚLÁGAZATI TÁMOGATÁSOK**Tenyésznövendék- nyúl beállítás támogatása**

A 2023. évben sikeresen lobbizott az ágazat a deminis tenyésznövendék nyúl támogatás jogcím keretösszegének 200 millió forintra történő megemelésére. A 2023. évben 61 termelő 48.481 db tenyésznövendék nyúlra igényelt támogatást, a támogatási keret 58,1 százalékos kihasználtsága mellett. A tenyésznövendék nyúl támogatás nagyban segítette a termelőket a nyúl állományuk genetikai és termelési szintjének fenntartásában.

Nyúl vakcina támogatások

A 2023. évben a gazdasági válság hatására előző évben felfüggesztett 148-as rendelt támogatási jogcímek újra indultak. Utóbbi években a védekezés nagyon jól működött

Magyarországon, évtizedek óta nem volt nagyüzemi telepeken myxomatózis és orrvérzéses (RHD) járványkitörés. Sajnos ez a jó gyakorlat megszakadt és ágazati szinten egyre nagyobb gondot okoz a nyulak vérzéses megbetegedése (RHD). A 2023. évben újraindított a 148-as keret csökkentésével, az orrvérzéses (RHD) betegség elleni vakcinázás a három alkalomról kettőre lett csökkentve, ezáltal a termelők nem tudták fenntartani a korábbi teljes védettségi állapotot. Több járványkitörés is történt. Májusban regisztráltak először orrvérzéses megbetegedést egy elütött vadnyúlban, azóta több kisüzemi és egy nagyüzemi telepre is begyűrűzött, aminek okán több, mint 6000 hízónyúl esetében rendelte el a hatóság a járványelfojtást (érintett állomány kiirtását, nem érintett, de kontakt állományok vésvakcinázását) Ez nem csak termelés kiesést jelent, de exportorientált ágazatként komoly veszélyt is jelent az export piacokra. Az azonnali hatállyal bevezetett védekezési-megelőzési protokoll mellett, kértük az Agrárminisztériumtól a háromszori vakcinázási lehetőség visszaállítását, de forráshiány miatt elutasításra került.

A felfüggesztett 148-as rendelt módosítása a 159/2022. (XII. 27.) AM rendeletben jelent meg, mely alapján a nyúltermelők 2023. január 1. -től az alábbi jogcímenek és összegben igényelhetnek támogatást.

- C001 Kapcsolódó állat-egészségügyi szolgáltatás, gyógykezelés, immunizálásházinyúl,

Szolgáltatási díj és anyagköltség: legfeljebb 3360 Ft/vágóhidra szállított állategység (ÁE)**
Házinyúl: 0,002ÁE. 6,72 Ft/ vágóállat

- B012 Myxomatózis elleni vakcinázás házinyúl

Vakcinázás: 250 Ft/alkalom/vakcina

- B013 Nyulak vérzéses betegsége (RHDV 1 és 2) elleni vakcinázás

Vakcinázás: 900 Ft/alkalom/vakcina (évente legfeljebb 2 alkalom/egyed)

- C002 antimikrobiális rezisztencia (AMR) elleni védekezést

Jelenleg csak kis létszámú telepeken, vizsgálatomként változó összegek.

ÁLLATJÓLÉT, ÁLLATVÉDELEM

Az állatjóléti kérdés továbbra is jelentősen befolyásolja az ágazatot, a ketreces tartás betiltásának- módosításának kérdésköre még nem tisztázott. Sok fejlesztési lehetőség van a termelők fejében arra vonatkozóan, hogy milyen tartástechnológia kerüljön ténylegesen beépítésre egy ÁTK pályázat keretében. Azonban jelenleg a Termék Tanács sem tudja megmondani, melyik felelne meg, mert még folynak a tárgyalások az Európai Unióval. Az állatvédők ugyanis azt sem tudják megfogalmazni, hogy mi az a „ketrec”, amiben szerintük nem tartható a nyúl, nemhogy konkrét elképzeléseket vázoltak volna fel. Az Egyesület törekvéseinek egyik legnagyobb eredménye, hogy megalakult az European Rabbit Association (ERA), amelynek 8 olyan európai ország a tagja, amik lefedik a termelés 90 %-át. A Nyúl Termék Tanács és az ERA elsődleges feladata egy olyan minimális tartási követelmény kidolgozása, amit az Európai Bizottság elfogad. A szövetség bejegyzésre került, és jelenleg az EFSA-val (Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság) és a Copa Cogecaval közösen dolgoznak egy olyan minimális állatjóléti követelményen, amit néhány év múlva nem támadhatnak újra az állatvédők, tehát a nyúltartók biztonsággal beruházhatnak.

AZ ÁGAZAT TOVÁBBI CÉLJAI

A nyúlágazat fejlesztése és az állatjóléti normák kidolgozása kiemelt cél a következő időszakban:

1. EU-s szervezet működtetése (ERA): Az EU-szintű nyúlágazati érdekképviseleti szervezet (ERA) működtetése, mely segíti az ágazat fejlődését. Ez a szervezet fontos információkkal és kutatási eredményekkel látja el a nyúltenyésztőket és képviseli az EU szervezeteinél.
2. Nyúl állatjóléti támogatási rendszer bevezetése: Az állatjólét fontos tényező a nyúlágazatban. Az állatjóléti támogatási rendszer bevezetése segíti a nyúltenyésztőket abban, hogy megfeleljenek a magas szintű állatjóléti előírásoknak és javítsák az állatok életkörülményeit.
3. Meglévő támogatások és keretek megtartása: Fontos, hogy megtartsák a nyúlágazat számára rendelkezésre álló támogatásokat és kereteket.
4. Nyúlhús és kész takarmányok ÁFA tartalmának csökkentése: Az ÁFA csökkentése a nyúlhús és a kész takarmányok esetében elősegíti az ágazat versenyképességét és hozzájárulhat a fogyasztás növekedéséhez. Emellett a gázolaj ártámogatása az élő állat szállításánál is segíthet a költségek csökkentésében.
5. Sikeres pályázatok - Állattartó telepek, feldolgozók korszerűsítése: Pályázatok kiírása és támogatása az állattartó telepek és feldolgozók korszerűsítésére. Ez lehetőséget nyújt a modernizációra, hatékonyság növelésére és a versenyképesség javítására.
6. Szaktanácsadói rendszer és Nyúl nyilvántartási rendszer kiépítése: A szaktanácsadói rendszer kialakítása és a nyúl nyilvántartási rendszer bevezetése segíti a nyúltenyésztőket a hatékonyabb termelésben és a jobb nyomon követésben.

ÚJ IRÁNYOK A COCCIDIOSIS KUTATÁSÁBAN

NÉMET Z.^{1,2*}, SÁNDOR M.², DEMETER Cs.³

¹ Állatorvostudományi Egyetem, Patológiai Tanszék, Haszonállat Diagnosztikai Központ, 2225 Úlló, Dóra major

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

³ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

*E-mail: nemet.zoltan@univet.hu

ABSTRACT- New directions in the research of coccidiosis

The authors provide a review of recent advances in coccidiosis research. In recent years several papers were publicized on the biology, and especially molecular genetics of the pathogens, new approaches were demonstrated on the agricultural economic aspects of the disease, artificial intelligence and machine learning tools were introduced to the diagnostics, and the host-parasite, parasite-microbiota interactions were also examined. New treatment and prevention strategies are in development, to prevent and defeat anticoccidial resistance, to alter the pathogen to decrease its pathogenic effect, and to compensate the negative effects of the damage done by the infection. The aim of this review is to conclude the new approaches and methodology to the professionals and researchers of the rabbit industry.

Keywords: coccidiosis, farmed rabbit; digestive disease

BEVEZETÉS

A házinyúl egészségügyi problémái között kiemelt helyen állnak az emésztőszervi betegségek. Az állatállományokban kialakuló betegség általában összetett kóroktanú, az emésztőcsőben élő baktériumok, eukarióta egysejtű és többsejtű élőlények és vírusok alkotta mikrobióta működésében bekövetkezett változásokra vezethető vissza. Más haszonállatokhoz hasonlóan a coccidiosis a házinyúlban is kiemelt jelentőséggel bír, gyakorlatilag minden állományban jelen van, és megfelelő védekezés nélkül jelentős károkat okozhat. Jelen dolgozat célja az utóbbi időkből közzétett tudományos irányos és eredmények összefoglalása a hazai házinyúllal foglalkozó szakemberek számára.

A betegség gazdasági jelentősége minden szakember számára egyértelmű, egy évtizedekkel ezelőtt publikált kalkuláció eredménye alapján a védekezés költségéből és a termelés kiesés miatt elmaradt haszonból számított összeg az Egyesült Királyságban a brojlercsirke ágazat árbevételének 4,54 %-a volt (WILLIAMS, 1999). Egy új megközelítésben különböző Eimeria fajokkal végzett fertőzéses kísérletek eredményei alapján modellezték a betegség hatását a termelésre. Az eredmények alapján a brojlercsirke hizlalásban egy rotációban négyzetméterenként 2.55-2.97 € költséggel lehet számolni. A különböző Eimeria fajok különböző dózisaival történő fertőzések más mértékben befolyásolták az állatok hústermelését, a mért adatok alapján modellezhetővé vált az adott kórokozó faj adott dózisa hatására, tehát a fertőzési nyomás és a takarmányértékesítésben tapasztalható veszteség közötti matematikai összefüggés (GILBERT és mtsai, 2020).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kórokozó biológiája

Jelenlegi ismereteink szerint a coccidiosist tizenegy Eimeria faj okozhatja házinyúlban. A parazita fejlődési alakjai közül az oociszta figyelhető meg legkönnyebben, így mind a kórokozó biológiájának, mind a betegség diagnosztikájának ez a legrégebben és

leggyakrabban alkalmazott módszere. Az oociszta méretei, arányai, illetve a belsejében látható képletek alapján soroljuk be a különböző fajokat (BERTO és mtsai, 2014).

Az oociszta fala egy figyelemreméltó tulajdonságokkal bíró köztakaró képlet. Meg kell védenie a benne rejtőző sporozoitákat a külső környezetben a kiszáradástól, mechanikai hatásoktól, de át kell engednie a fertőző alakok anyagcseréjéhez szükséges gázokat. Az emésztőenzimek és a bélflóra tagjai által termelt enzimek hatásainak is ellen kell állnia, de a megfelelő pillanatban a sporozoiták kiszabadulását nem gátolhatja meg, sem az ideális környezet felismerésének, sem a bent várakozó fejlődési alakok kijutásának akadályozása által. Két fő strukturális rétegen kívül és belül is membránok találhatók, főleg fehérje- és zsírtermészetű anyagok alkotják, de jelentős mennyiségű szénhidrát is található benne, ami a kovalens kötésekkel csatlakozik a fehérjékhez. A makrogaméták külső részein fejlődő képlet a madarak és fonálférgék tojásának, petéjének képződéséhez hasonlóan di- és tri-tirozin kereszthidak révén polimerizálódik, a folyamat leírásával kapcsolatban sok munkát publikáltak, azonban a teljes folyamat még nem ismert (BELLI és mtsai, 2006).

A sporozoiták és a merozoiták különleges sejszerve az apikális komplexus, amelyről az egész Apicomplexa törzs a nevét kapta. Ez a szerv teszi képessé a parazitát, hogy a gazdasejt elpusztítása, a sejt szintű védekező rendszerek aktiválása, és az immunrendszer azonnali riasztása nélkül behatoljon az intracelluláris térbe, ahol növekedése és szaporodása lehetővé válik. A legújabb eredmények alapján 15 micronema protein alkotja ezt a sejszervet, evvel kapcsolatban 50 gént és 118 expresszált peptidet azonosítottak, ezen felül pedig egy extrakromoszomális apicoplast genom létezésére is fény derült. Az apikális komplexus nem csak faj-gazdafaj, hanem gazdasejt specifikus is, így az ezzel kapcsolatos ismeretek kulcsfontosságúak a parazita működésének megértéséhez, és ezáltal hatékonyabb védekezési stratégiák kidolgozásához (GAO és mtsai, 2024).

Immunológiai vonatkozások

A gazdaszervezet részéről elsősorban a T-sejtes immunitás az, amely képes a fertőzés leküzdésére. Ez a védettség lassan alakul ki, de nagyon hatékony, a védettség élethosszig tart, de a tünetmentes hordozást nem képes megakadályozni. Egy oocisztából több ivartalan szaporodási ciklusban (merogónia), majd ivaros szaporodási ciklusban (gamogónia) akár egymilliárd oociszta is keletkezhet, az egymást követő ciklusokban az érintett gazdasejtek száma exponenciálisan növekszik, így a kezdeti sejtkárosodásokból a gazdaszervezet egészét veszélyeztető szöveti károsodás alakulhat ki. A fertőzést felismerni képes CD4+ és CD8+ T-limfociták a paraziták által megtámadott bélhámsejteket felismerik, makrofágok és natural killer sejtek segítségével a merogónia korai fázisaiban eliminálják, ezáltal a kiterjedt szöveti károsodást és a klinikai betegségek megakadályozzák. A dendritikus sejtek segítségével a fertőzött sejt felismerésére szolgáló receptor-konfiguráció elterjed az immunrendszerben, így későbbi fertőződés esetén az védekező rendszerek válasza gyors és hatékony lesz (LEE és mtsai, 2022).

Diagnosztika

A coccidiosis rutin diagnosztikája továbbra is az oociszták mikroszkópos megfigyelésén és számlálásán alapul. Az azonosítás és a számlálás jelentősen gyorsítható digitális mikroszkóppal, és a képek mesterséges intelligencia/gépi tanulás algoritmussal történő feldolgozásával (KELLOGG és mtsai, 2024).

A gazdaszervezet genetikai hatásai

Különböző tojótyúk fajták összehasonlítását célzó fertőzőes kísérletekből kiderült, hogy jelentős különbségek mérhetők az állatfajták között mind a termelési eredményekben, mind a betegség súlyosságát mérő kórbonctani elváltozásokban és oociszta ürítésben. Az alacsony dózisú fertőzés az egyik fajtánál már jelentős növekedési depressziót okozott, a másikonál a visszaesés alacsony szintű volt, a harmadik fajtánál viszont a kontroll csoportnál jobb eredményt kaptak. A kísérleti állatok bélflóra összetételét is vizsgálták. Már a kontroll csoportok összehasonlításánál is jelentős különbségeket találtak, amely nagyrészt a *Bacteroides*-*Lactobacillus* arány különbségéből fakadt. A fertőzött egyedeknél minden fajtában a relatív abundancia jelentős romlása volt megfigyelhető, a *Bacteroides* és *Lactobacillus* genusok gyakorisága jelentősen csökkent, az *Escherichia* genus pedig jelentősen gyakoribbá vált. A termelési és klinikai-diagnosztikai eredmények alapján leginkább érzékeny fajtánál ez a jelenség sokkal kifejezettebb volt, náluk az eleve kisebb arányban megtalálható *Lactobacillus* szinte eltűnt a béltartalom mintákból, és az *Escherichia* és *Enterococcus* genusként azonosított nukleinsav amplikonok a kontroll csoportban mért pár százalékos arányról a fertőzött csoportban 50 százalék körüli arányra növekedtek (DU és mtsai, 2024).

Eimeria genom

A coccidiosis és a parazita leírása már a XIX. Század végén megtörtént (Schoch et al., 2020), de az első *E. tenella* teljes genom publikációja csak 2021-ben történt meg. A kórokozó 14 kromoszómáján körülbelül 8000 gént azonosítottak, 6,2 kbp méretű mitokondriális genomja mellett egy 35 kbp méretű apicoplast genomot is azonosítottak. A transzkriptomikai és proteomikai vizsgálatok alapján funkcionális elemzés is készült a parazita 7 különböző fejlődési fázisáról (AUNIN és mtsai, 2021).

A kokcidiosztatikum-rezisztencia szintén régóta ismert, de az enzimatis, koncentráció reguláció vagy a célreceptor-alteráció útján működő védekező folyamatok molekuláris és genetikai hátteréről csak az elmúlt években közöltek eredményeket (CHAPMAN, 1997; HAO és mtsai, 2023; SUN és mtsai, 2023; ZHANG és mtsai, 2023).

KÖVETKEZTETÉS

A dolgozatban bemutatott tudományos eredménye alapján a nyúlágazatban is lehetséges lenne a coccidiosis hatásainak pontosabb megismerése, ezáltal a nyúltenyésztés, nyúlhús termelés gazdaságosságának javítása.

Az oociszta falának mikrostrukturális és kémiai jellemzése révén lehetővé vált számos olyan fertőtlenítő anyag kifejlesztése, amely célzottan képes a coccidiosis okozó parazita alakok gyérítésére. Ez a védekezés legfontosabb tényezője, hiszen az első fertőzést követően kialakuló T-sejtes immunitás élethosszig tartó védettséget jelent az adott egyednek, és az első fertőződés klinikai súlyosságát elsősorban a kórokozó terhelés mértéke határozza meg, tehát amennyiben a gyakorlatban az egymást követő termelési csoportok között megfelelő mértékben gyérítjük a túlélő oocisztákat, a coccidiosis miatt elszenvedett veszteségek mértéke elfogadható szinten tartható.

A károsodott bélflóra helyreállítása lehetséges probiotikumok (élő baktériumok) vagy prebiotikumok (pl. élesztő sejtfal) takarmányon keresztül történő adagolásával. Kísérletes eredmények bizonyítják *Lactobacillus* és *Saccharomyces* adagolásának kedvező hatását coccidiosis kísérleti modellekben. (AWAIS és mtsai, 2019).

A génszerkesztés, és ezen belül a CRISPR/CAS9 rendszer képes lehet a fejlődési fázisok átmenetét irányító gének működésébe beavatkozni, a hipotézis szerint így ciklusok száma, és ezáltal az egységnyi kórokozó bevitelből eredő szöveti károsodás mértéke csökkenthető (HU és mtsai, 2020; TANG és mtsai, 2020).

A dolgozatban bemutatott eredmények elsősorban a baromfiipar számára végzett kísérletek és kutatások eredményét jelentik, a munka célja az volt, hogy ezeket az új irányokat a nyúlágazatban dolgozó szakemberek és kutatók számára bemutassa.

IRODALOMJEGYZÉK

- AUNIN, E., BÖHME, U., BLAKE, D., DOVE, A., SMITH, M., CORTON, C., OLIVER, K., BETTERIDGE, E., QUAIL, M.A., MCCARTHY, S.A., WOOD, J., TRACEY, A., TORRANCE, J., SIMS, Y., HOWE, K., CHALLIS, R., BERRIMAN, M., REID, A., 2021. The complete genome sequence of *Eimeria tenella* (Tyzzer 1929), a common gut parasite of chickens. *Wellcome Open Res* 6, 225. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.17100.1>
- AWAIS, M.M., JAMAL, M.A., AKHTAR, M., HAMEED, M.R., ANWAR, M.I., ULLAH, M.I., 2019. Immunomodulatory and ameliorative effects of *Lactobacillus* and *Saccharomyces* based probiotics on pathological effects of eimeriasis in broilers. *Microb Pathog* 126, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.10.038>
- BELLI, S.I., SMITH, N.C., FERGUSON, D.J.P., 2006. The coccidian oocyst: a tough nut to crack! *Trends Parasitol* 22, 416–423. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.07.004>
- BERTO, B.P., MCINTOSH, D., LOPES, C.W.G., 2014. Studies on coccidian oocysts (Apicomplexa: Eucoccidiorida). *Rev Bras Parasitol Vet* 23, 1–15. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612014001>
- CHAPMAN, H.D., 1997. Biochemical, genetic and applied aspects of drug resistance in *Eimeria* parasites of the fowl. *Avian Pathol* 26, 221–244. <https://doi.org/10.1080/03079459708419208>
- DU, S., SONG, Z., CEN, Y., FAN, J., LI, P., SI, H., HU, D., 2024. Susceptibility and cecal microbiota alteration to *Eimeria*-infection in Yellow-feathered broilers, Arbor Acres broilers and Lohmann pink layers. *Poultry Science* 103, 103824. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103824>
- GAO, Y., SUN, P., HU, D., TANG, X., ZHANG, S., SHI, F., YAN, X., YAN, W., SHI, T., WANG, S., ZOU, J., YIN, G., LIU, X., DONG, H., SUO, X., 2024. Advancements in understanding chicken coccidiosis: from *Eimeria* biology to innovative control strategies. *One Health Advances* 2, 6. <https://doi.org/10.1186/s44280-024-00039-x>
- GILBERT, W., BELLET, C., BLAKE, D.P., TOMLEY, F.M., RUSHTON, J., 2020. Revisiting the Economic Impacts of *Eimeria* and Its Control in European Intensive Broiler Systems With a Recursive Modeling Approach. *Front. Vet. Sci.* 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.558182>
- HAO, Z., CHEN, J., SUN, P., CHEN, L., ZHANG, Y., CHEN, W., HU, D., BI, F., HAN, Z., TANG, X., SUO, J., SUO, X., LIU, X., 2023. Distinct non-synonymous mutations in cytochrome b highly correlate with decoquinat resistance in apicomplexan parasite *Eimeria tenella*. *Parasit Vectors* 16, 365. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05988-7>
- HU, D., TANG, X., BEN MAMOUN, C., WANG, C., WANG, S., GU, X., DUAN, C., ZHANG, S., SUO, J., DENG, M., YU, Y., SUO, X., LIU, X., 2020. Efficient Single-Gene and Gene Family Editing in the Apicomplexan Parasite *Eimeria tenella* Using CRISPR-Cas9. *Front Bioeng Biotechnol* 8, 128. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00128>
- KELLOGG, I., ROBERTS, D.L., CRESPO, R., 2024. Automated Image Analysis for Detection of *Coccidia* in Poultry. *Animals* 14, 212. <https://doi.org/10.3390/ani14020212>
- LEE, Y., LU, M., LILLEHOJ, H.S., 2022. Coccidiosis: Recent Progress in Host Immunity and Alternatives to Antibiotic Strategies. *Vaccines (Basel)* 10, 215. <https://doi.org/10.3390/vaccines10020215>
- SCHOCH, C.L., CIUFO, S., DOMRACHEV, M., HOTTON, C.L., KANNAN, S., KHOVANSKAYA, R., LEIPE, D., MCVEIGH, R., O'NEILL, K., ROBERTSE, B., SHARMA, S., SOUSSOV, V., SULLIVAN, J.P., SUN, L., TURNER, S., KARSCH-MIZRACHI, I., 2020. NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. *Database (Oxford)* 2020, baaa062. <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>
- SUN, P., ZHANG, Y., WANG, C., HU, D., LIU, J., CHEN, L., SHI, F., TANG, X., HAO, Z., SUO, J., YU, Y., SUO, X., LIU, X., 2023. EtcPRSMut as a molecular marker of halofuginone resistance in *Eimeria tenella* and *Toxoplasma gondii*. *iScience* 26, 106334. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106334>
- TANG, X., SUO, J., LIANG, L., DUAN, C., HU, D., GU, X., YU, Y., LIU, X., CUI, S., SUO, X., 2020.

- Genetic modification of the protozoan *Eimeria tenella* using the CRISPR/Cas9 system. *Vet Res* 51, 41. <https://doi.org/10.1186/s13567-020-00766-0>
- WILLIAMS, R.B., 1999. A compartmentalised model for the estimation of the cost of coccidiosis to the world's chicken production industry. *Int J Parasitol* 29, 1209–1229. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(99\)00086-7](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(99)00086-7)
- ZHANG, H., ZHANG, L., REN, G., SI, H., SONG, X., LIU, X., SUO, X., HU, D., 2023. Forward genetic analysis of monensin and diclazuril resistance in *Eimeria tenella*. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 22, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.05.002>

HÁZINYULAKON VÉGZETT EIMERIA OOCISZTA ÉS *PASSALURUS AMBIGUUS* VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

DEMETER CS.^{1*}, MATICS ZS.², DEMETER-JEREMIÁS A.³, MAYER A.¹, BÁRDOS B.¹,
SÁNDOR M.³, GERENCSÉR ZS.¹, NÉMET Z.⁴

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

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

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

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

*E-mail: demeter.csongor@phd.uni-mate.hu

ABSTRACT - Results of parasitological survey in rabbits

The aim of the study was to investigate the infection of Hungarian large-scale rabbit populations with *Eimeria* spp. and *Passalurus ambiguus* based on a 6-year parasitological data collection. Data were collected between 2018 and 2024 and covered farms with herd sizes between 200 and 6,000 rabbit does. The ratio of *Eimeria* infected samples was higher in summer and autumn, and very high infection levels were observed most often in summer. In spring, more favourable results were found. *Eimeria* infection levels show an upward trend in the post-weaning period, based on an estimating model, a significant increase in infection occurs at 38-40 days of age. There was no significant difference in effect of the two coccidiostats used in rabbit feed. *Passalurus ambiguus* infection rates were slightly higher in winter and spring, with the lowest infection rates observed in summer.

Keywords: rabbits, *Eimeria* oocyst, coccidiosis, parasitology

BEVEZETÉS

Az utóbbi években a nyúltenyésztőknek különböző, bejelentési kötelezettség alá tartozó vírusvariánsokkal kellett felvenniük a harcot. Emellett folyamatos a küzdelem az emésztőrendszeri megbetegedésekkel szemben is.

ESPINOSA és munkatársai (2020) szerint a házinyulak leggyakoribb egészségügyi problémái a parazitás fertőzések (24,3 %), emellett bakteriális megbetegedések (21,0 %), táplálkozási és anyagcsere-betegségek (18,0 %) és vírusfertőzések (11,6 %) fordulnak elő nagyobb gyakorisággal. Az emésztőszervi megbetegedések hátterében tehát a baktériumok mellett jelentős arányban a paraziták állnak. Ezen belül a nagyüzemben termelő házinyulak leggyakoribb endoparazitás fertőzősége a kokcidiózis, amelynek előidézésében több *Eimeria* faj játszik szerepet (VETÉSI, 1990), melyek közül hazai vizsgálatokban, nagyüzemekben 8 fajt azonosítottak (DEMETER és mtsai, 2023a).

A kokcidiózis megelőzésével kapcsolatban nőtt a kihívás és a kockázat, ugyanis 2024 márciusától az egyik fontos kokcidiostatikum engedélye lejárt. Az Európai Bizottság megtagadta a „kokcidiostatikumok és hisztomonosztatikumok” kategóriába tartozó robenidin-hidroklorid készítmény (Cycostat 66G) (engedélyszám: 5 1 758) tenyésznulak és hízőnyulak takarmány-adalékanyagaként történő felhasználásának további engedélyezését (Európai Bizottság (EU) 2023/2594 Végrehajtási rendelete). Ezt követően a nyulak takarmányába keverhető kokcidiostatikumok száma egyetlenegyre korlátozódott.

Az állategészségügyi kockázatok csökkentésében kiemelten fontos szerepe van a higiénának, valamint a kedvezőtlen tartási körülmények megszüntetésének, hogy a zsúfoltságot, vagy a bélsár szennyeződés esélyét csökkentsük, mert nem megfelelő környezeti feltételek mellett a nyulak sokkal nagyobb gyakorisággal fogyasztják el a fertőző oocisztákat (TÖRÖK, 2012).

A bél kokcidiózisának jellegzetes tünetei az étvágytalanság, a lassabb növekedés, esetenként nyálkás, zöldes hasmenés (PEETERS és mtsai, 1984; ESPINOSA és mtsai, 2020). A kutatások szerint a tenyész anya- és baknyulak általában rezisztensek az Eimeria fertőzéstől eredő megbetegedésekkel szemben, de a hordozás és mérsékelt oociszta ürítés a tünetmentes állatok esetén is folyamatos lehet. Jellemzően a morbiditási és mortalitási arány az elválasztott állatoknál emelkedik meg (EL-ASHRAM és mtsai, 2020).

Az Eimeria fajok mellett egy oxyurid fonálféreg, a *Passalurus ambiguus* is gyakran előforduló parazita a nyulak emésztőrendszerében (LICOIS, 2004; PEETERS és mtsai, 1984). A világ különböző részein vadon élő nyulakban számos fonálféreg faj kimutatható, azonban a házinyulak fertőzöttsége a *P. ambiguus* kivételével ritka. A *P. ambiguus* apró, fonalszerű féreg, amely fertőzés esetén az érintett állatok bélsarából kimutatható és érzékeny a legtöbb féreghajtó szerre (VARGA SMITH, 2024).

A nyulak emésztőrendszerében élő paraziták egyéb tünetek mellett hasmenést, súlyos esetekben pedig elhullást és ezzel jelentős gazdasági károkat is okozhatnak (PEETERS és mtsai, 1984; LICOIS, 2004; SIOUTAS és mtsai, 2021).

Jelen tanulmány célja, hogy az elmúlt évek parazitológiai adatgyűjtésére alapozva felülvizsgálja a magyarországi nagyüzemi nyúlállományok Eimeria spp. és *Passalurus ambiguus* fertőzöttségének 6 éves trendjét, különös tekintettel az évszakokra, az állatok életkorára, valamint az alkalmazott kokcidiosztatikumok oocisztákra gyakorolt hatására.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Állatok

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 mintázás Magyarország hústermelő nyúlállományának körülbelül felét, míg Szlovákia esetében annak 80 %-át reprezentálta. A vizsgálat 200 és 6000 anyanyúl közötti állománymérettel dolgozó telepekre terjedt ki. A mintavételezés és vizsgálatok a nagyüzemi termelés különböző fázisait teljes mértékben lefedték. A bélsárminták a standard és állatjóléti szempontok szerint javított ketreces, valamint rácspadlós boxos tartásmódokban tartott nyulaktól származtak.

Takarmány és tartásmód

Az állományokat teljes értékű, életkornak és termelési szintnek megfelelő, granulált takarmánykeverékekkel etették (1. táblázat). Az évek alatt alkalmazott takarmányok kémiai összetétele jelentős mértékben nem változott, a takarmányok jellemzően nem tartalmaztak féregellenes kiegészítést. Erős fertőzöttség esetén, állatorvosi rendelvényre és felügyelet mellett eseti parazitaellenes kezeléseket alkalmaztak.

Az alkalmazott kokcidiosztatikumok esetén, az előírásoknak megfelelően a Robenidin hatóanyag mennyisége 66 ppm, míg a diclazuril hatóanyag mennyisége 1 ppm 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 kategóriába sorolható minták előfordulási gyakorisága tekintetében az adatgyűjtés egyes évei közötti különbséget ANOVA repeated measures (Összetartozó mintás varianciaanalízis) módszerrel vizsgáltuk.

Az életkortól függő *Eimeria oociszta* terheltségi adatokat előrejelzés statisztikai modellel elemeztük, ezen belül egy úgynevezett exponenciális simító modellt alkalmaztunk. Az aktuális megfigyelt érték és az előző simítási állapot segítségével az egyes megfigyelt pontok simítási állapotainak kiszámításához biztosítanak képleteket. A simítási egyenletek az aktuális érték és az idősor előző állapotainak súlyozott átlagát biztosítják. Az aktuális érték vagy állapot súlya 0 és 1 közötti értékű modellparaméter, az előző értékek pedig exponenciálisan csökkennek. Az adatokat darabszám alapján és százalékosan is értékeltük.

A kétféle kokcidiosztatikum összehasonlításához a statisztikai értékelésénél a Mann-Whitney U teszt vagy Wilcoxon-féle tesztet alkalmaztunk, ugyanis a nem normál eloszlás miatt a kétmintás t-próba nem volt alkalmazható.

1. táblázat

Az egyes termelési ciklusokban etetett takarmányok átlagos kémiai összetétele

	Tenyésznövendék takarmány	Anyá takarmány	Választási takarmány	Befejező takarmány
Nedvesség, %	12,0	11,3	11,6	11,2
Ny. fehérje, %	15,0-15,5	17,3-17,5	15,3-16,0	15,3-15,6
Ny. zsír, %	2,5-2,9	3,5-3,9	2,6-3,5	3,8-4,3
Ny. rost, %	19-20	14 - 15%	16,3-16,8	15,5-16
Hamu, %	6,8	7,3	6,6	6,6
ADF	23-24	17-17,5	19- 19,7	18,5-19,2
NDF	38,5-39,1	32- 32,6	37-37,5	36-36,8

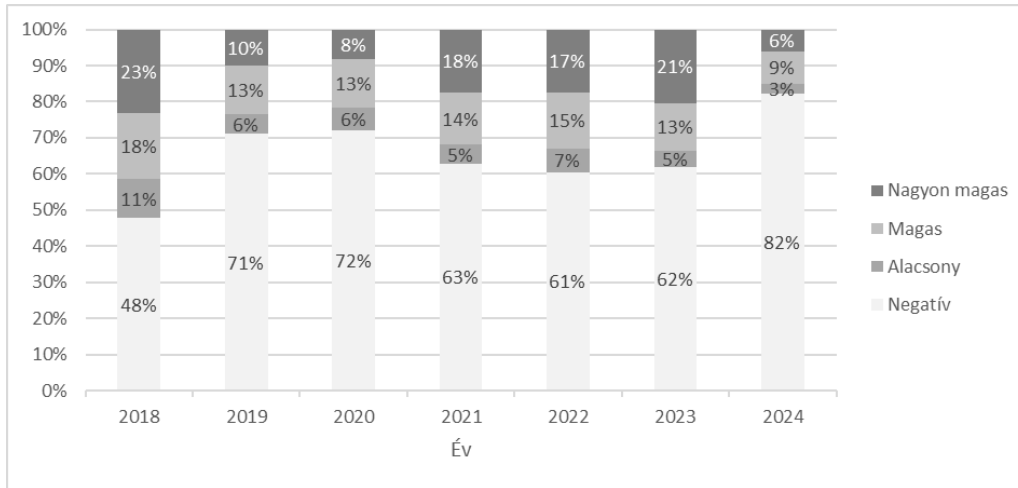
EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Eimeria oociszta fertőzöttség a vizsgált évek és évszakok vonatkozásában

A 12020 bevizsgált mintából 7752 minta mutatott oociszta jelenlétre nézve negatív (64,5 %) és 4263 minta pozitív eredményt (35,5 %). Az *Eimeria* pozitív minták közül 731 minta alacsony (17 %), 1692 minta magas (40 %), míg 1840 minta nagyon magas (43 %) OPG (oociszták száma 1 g bélsármintában) szintet mutatott.

Az 1. ábrán az adott évben gyűjtött bélsárminták oociszta fertőzöttségi szint szerinti megoszlása látható.

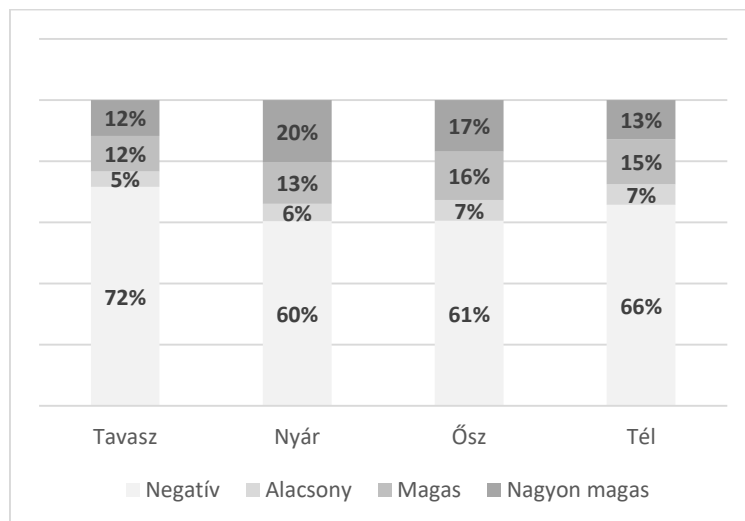
Az oociszta fertőzöttségi szintek általános tendenciáit figyelve megállapítható, hogy a 2018-as bázisévet követő 2 évben javulást tapasztaltunk, majd a 2021-2023 közötti időszakban magasabb fertőzöttségi szinteket mértünk, de a 2024-es adatok újra javulást mutatnak. Az oociszta fertőzöttségre nézve negatív minták előfordulási gyakorisága tekintetében 2018 és 2019 között, továbbá 2023 és 2024 között volt statisztikailag igazolható a növekedés ($P < 0,05$). Az alacsony fertőzöttségű minták arányában csupán a 2018 és 2019 között volt szignifikáns csökkenés kimutatható ($P < 0,05$). A nagyon magas fertőzöttségi szintet mutató minták aránya 2018 és 2019 között szignifikánsan csökkent ($p < 0,05$), 2020 és 2021 között statisztikailag igazolható emelkedés volt megfigyelhető ($P < 0,05$), majd 2023 és 2024 között újra szignifikáns javulás látható ($P < 0,05$).



(Alacsony: $1 \leq OPG \leq 358$, Magas: $359 \leq OPG \leq 5000$ Nagyon magas: $5000 < OPG$)

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

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 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 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 és mtsai, 2022).

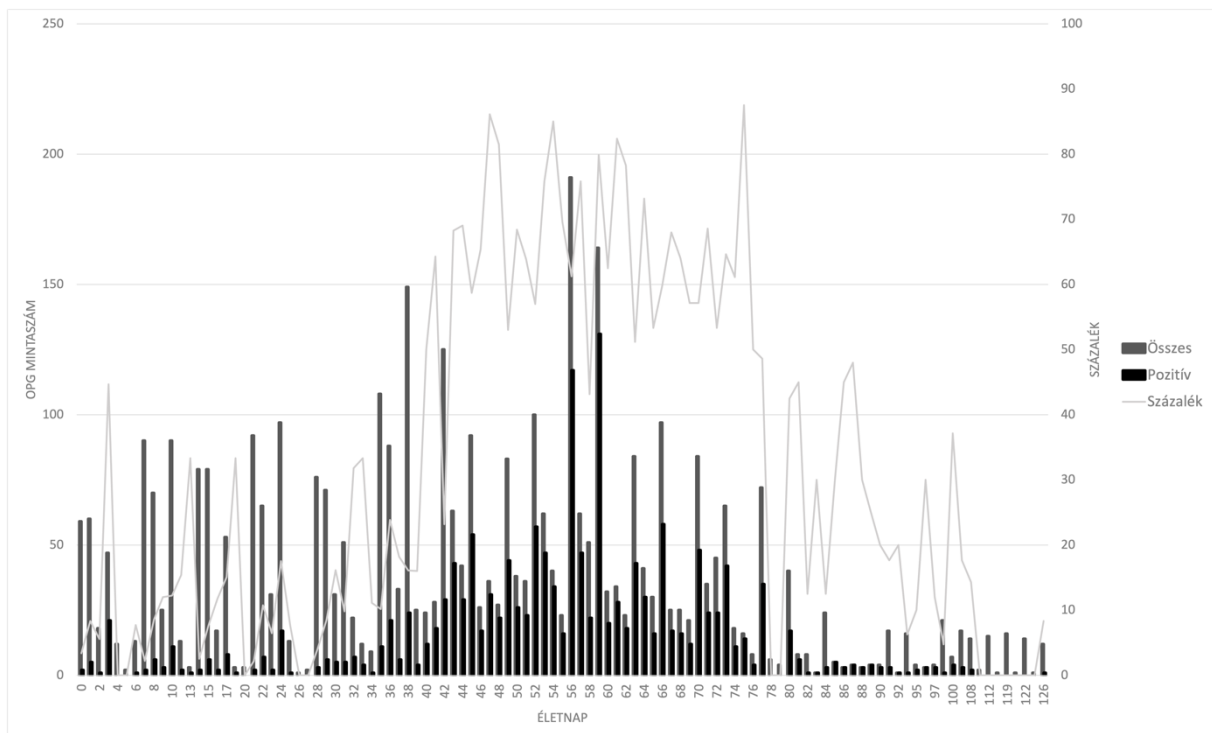


2. ábra. A különböző oociszta fertőzöttségű minták előfordulási aránya évszaktól függően

Eimeria oociszta terheltség az életkortól függően

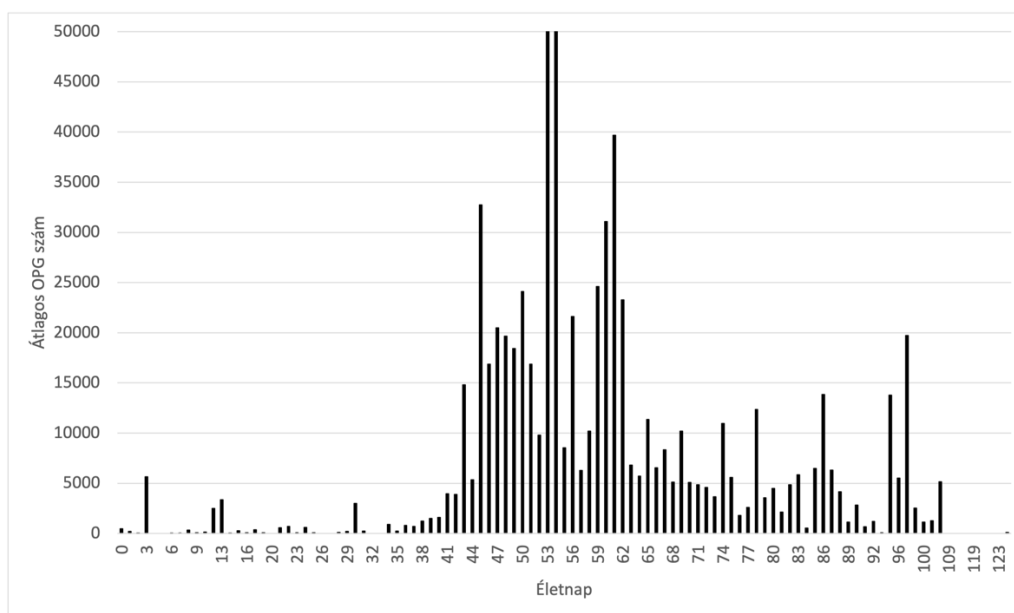
Már a fialástól kezdődően jelen voltak az Eimeria oociszták a nyulak bélsarában, azonban a laktáció időszakában még alacsony volt az Eimeria pozitív minták aránya (3. ábra). Az első 3 életheten legtöbbször 10 % alatt maradt a fertőzöttségi szint és csupán 3 vizsgált életnapon emelkedett 15 % fölé a fertőzött 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 HLÁSKOVÁ, 2007). A 4. életheten még 0-18 % értékek között változott a pozitív minták aránya. Az 5. életheten 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, nagy gyakorisággal 60 % feletti, esetenként akár 80 % feletti volt a pozitív minták aránya. A hizlalás időszakában mindössze 2 olyan életnap volt, amikor a pozitív minták aránya 50 % alatt maradt. Tenyészőnövendék 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

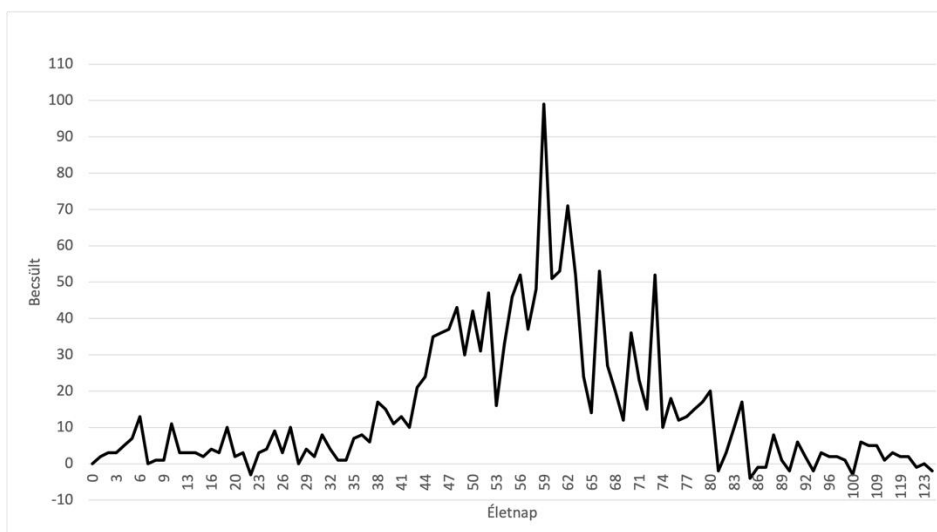
Életnaponként elvégeztük a beérkezett minták átlagos OPG értékeinek összehasonlítását is. A 4. ábrán látható, hogy a laktációs időszakban – egy esettől eltekintve – nem volt 5000 feletti átlagos OPG szám. A választás utáni időszakban megfigyelhető egy hirtelen emelkedés, a kritikus időszak 42 napos kortól kezdődik, ahol több esetben 10000-es szinteket is elérhet az átlagos OPG érték. A nagy számú oociszta ürítés viszont a hizlalás után sem tűnik el, sőt, bár az 3. ábra szerint a minták kisebb arányban pozitívak 80 nap feletti életkorban, azonban gyakran tapasztaltunk magas átlagos OPG értékeket.



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

A 5. ábra a becslő modell alapján felállított előrejelzést mutatja. A laktációs időszakra változó, de döntő többségében 10 %-ot nem meghaladó fertőzöttségi arányt becsül. 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.

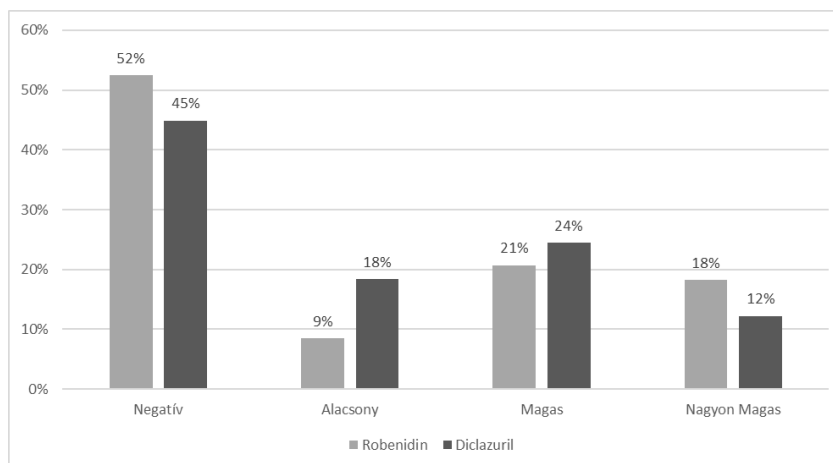


5. ábra. A modell alapján megbecsült OPG fertőzés alakulása az életnapokra vetítve

Robenidin és Diclazuril hatóanyagok összehasonlítása

Robenidin-nel kiegészített takarmányt fogyasztó nyulaktól 82, amíg Diclazuril-lal kiegészített takarmánnyal etetett nyulaktól 49 mintát vizsgáltunk. A Robenidin csoport mintáiból 43 volt negatív, 7 alacsony, 17 magas és 15 nagyon magas OPG fertőzöttségi kategóriába tartozott (6. ábra). A Diclazuril csoport mintáiból 22 nem tartalmazott oocisztát, 9 alacsony, 12 magas, 6 pedig nagyon magas oociszta fertőzöttséget mutatott. A két hatóanyag használata esetén nem

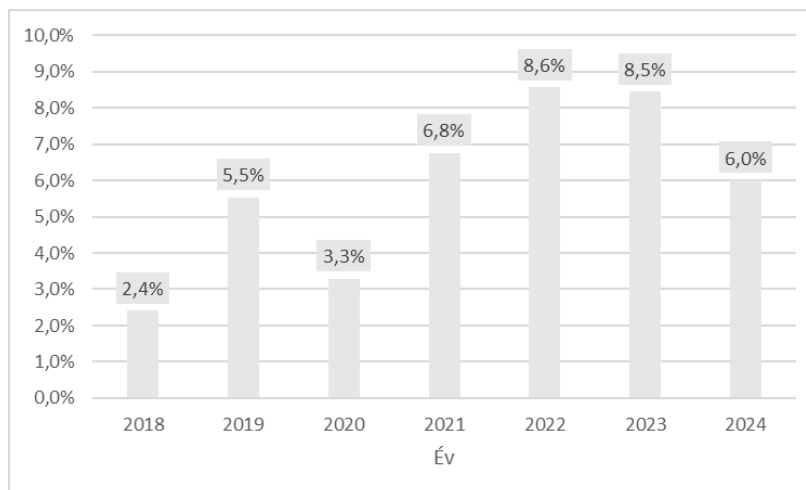
mutatható ki statisztikailag igazolható különbség az egyes OPG kategóriákba sorolható minták aránya között ($P = 0,597$).



6. ábra. Az bélsárminták OPG kategóriák szerinti megoszlása Robenidin és Diclazuril hatóanyagok használata esetén

Passaluruus ambiguus fertőzöttség a vizsgált évek és évszakok vonatkozásában

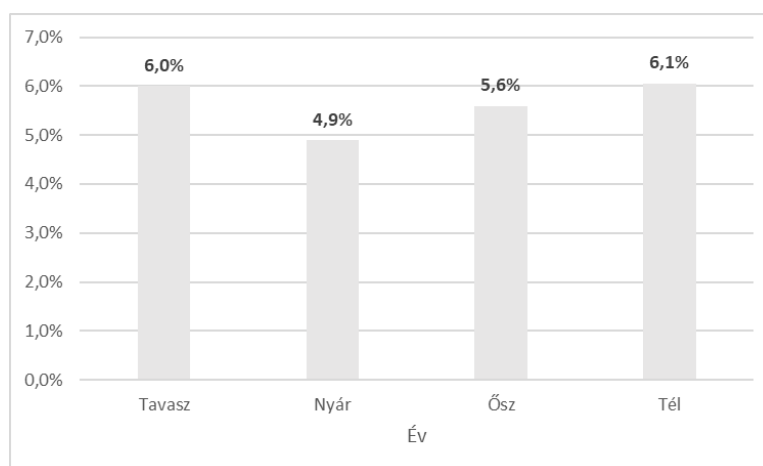
A *Passalurus ambiguus* esetében 2,4 % és 8,6% közé tehető a pozitív minták előfordulása az egyes vizsgált években (7. ábra). A 12020 vizsgált mintából mindösszesen 685 minta mutatott pozitív eredményt (5,7%). *P. ambiguus* fertőzöttség szempontjából 2018 és 2020 adta a legkedvezőbb eredményeket, majd a legerősebben fertőzöttnek 2022 és 2023 számított. Bizakodásra adhat okot, hogy a 2024-es év eddigi vizsgálati adatai javuló tendenciát mutatnak.



7. ábra. A *Passalurus ambiguus* fertőzést mutató minták %-os előfordulása az adatgyűjtés különböző éveiben

Passalurus ambiguus fertőzöttség tekintetében a legkedvezőbb képet a nyári időszak mutatja, majd ezt követi az ősz, míg a tél és a tavasz szinte megegyező fertőzöttséget mutat (8. ábra).

Korábban, kisebb elemszámmal elvégzett vizsgálatunkban ugyancsak nyáron volt a legkisebb arányú a fertőzöttség (DEMETER és mtsai, 2022).



8. ábra. A *Passalurus ambiguus* pozitív minták előfordulási aránya évszaktól függően

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Jelen felmérés is megerősíti, hogy az *Eimeria oocysták* 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 fialástól kezdve jelen van 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.

A *Passalurus ambiguus* fertőzöttség télen és tavasszal kissé magasabb, a legkisebb fertőzöttségi arányt nyáron tapasztaltuk.

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 Sci.*, 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-KAFY, E. M., HASHEM, S. A., MAHROUS, L. N., FARGHLY, E. M., KAMEL, A. A. 2020. Investigation of pre- and post-weaning mortalities in rabbits bred in Egypt, with reference to parasitic and bacterial causes. *Animals*, 10, 537.
- 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.
- Európai Bizottság (EU) 2023/2594 Végrehajtási rendelete E (2023. november 21.) a robenidin-hidrokloridot tartalmazó készítmény (Cycostat 66G) tenyésznnyulak és hizónnyulak takarmány-adalékanyagaként történő engedélyezése megújításának megtagadásáról (az engedély jogosultja: Zoetis Belgium S.A.) és az 532/2011/EU végrehajtási rendelet hatályon kívül helyezéséről

- GRÈS, V., VOZA, T., CHABAUD, A., LANDAU, I. 2003. Coccidiosis of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in France. *Parasite*, 10 (1): 51-57.
- LICOIS, D. 2004. Domestic rabbit enteropathies. In *Proc.: 8th World Rabbit Congress. Puebla, Mexico*, 385-403.
- PAKANDL, M., HLÁSKOVÁ, L. 2007. The reproduction of *Eimeria flavescens* and *Eimeria intestinalis* in suckling rabbits. *Parasitol. Res.* 101, 1435–1437.
- PEETERS, J. E., POHL, P., CHARLIER, G. 1984. Infectious agents associated with diarrhoea in commercial rabbits: a field study. *Ann Rech Vét.* 15, 335-340.
- SIOUTAS, G., KONSTANTINOS, E., ANTONIOS, V., ELIAS, P. 2021. Deaths due to mixed infections with *Passalurus ambiguus*, *Eimeria* spp. and *Cyniclomyces guttulatus* in an industrial rabbit farm in Greece. *Pathogens.* 15; 10(6):756. DOI: 10.3390/pathogens10060756
- TÖRÖK, J. K. 2012. Bevezetés a protisztológiába, *Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.* 240 p.
- VARGA SMITH, M. 2024. Textbook of Rabbit Medicine (Second Edition), BVetMed, CertZooMed, DZooMed (Mammalian), MRCVS
- VETÉSI, F. 1990. Házinyúl-egészségtan. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.* 208-215.

KÜLÖNBÖZŐ ELVÁLASZTÁSI MÓDOK HATÁSA A HÍZÓNYULAK TERMELÉSÉRE

MATICS ZS.^{1*}, DEMETER CS.², DEMETER-JEREMIÁS A.³, DENC S. V.², MAYER A.², GERENCSÉR ZS.²

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

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

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

*E-mail: matics.zsolt@sze.hu

ABSTRACT- Effects of weaning methods on production traits of growing rabbits

The aim of the study was to examine the production performances and parasitological infection of growing rabbits in case of three different weaning methods. Rabbits were randomly divided into 3 groups (n= 50 rabbits/group) based on the weaning method. In Group 1, two weaned rabbits per litter remained in their mothers' cage; in Group 2, two weaned rabbits per litter were carried to another similar cage, in Group 3, two weaned rabbits per litter were transported for 2 hours and housed in a similar cage. In the week after weaning, Group 1 had the largest weight gain, while Groups 2 and 3 had 6.6% and 5.9% lower weight gain, respectively (P<0.01). Later on, the effect of weaning method on weight was not significant. The body weight and feed consumption of groups did not differ at any examined ages. The feed conversion ratio (FCR) of groups differed only in the week after weaning. Groups 1 and 3 had better FCR than Group 2 (2.08, 2.12 and 2.20, respectively; P<0.05). Ratio of morbidity was relatively high in all examined groups (24-30%). Mortality of groups did not differ. Based on parasitological examinations, the animals showed a low level of Eimeria oocyst infection. Clear proposal cannot be made as to which of the 3 different weaning methods should or should not be used in practice.

Keywords: dual purpose cages, transport, growth performance, rabbits

BEVEZETÉS

A korszerű nyúltenyésztésben általánosan elfogadott, hogy a fiókákat 28-35 napos életkor körül választják el anyjuktól. Korábban, több országban (pl. Olaszországban, Magyarországon) a leggyakoribb eljárás az volt, amikor a növendék nyulakat helyezték át kifejezetten hizlalásra kialakított, kisebb méretű ketrecekbe, kis létszámú csoportokban (2-3 nyúl/ketrec). Ilyenkor az áthelyezés vagy épületen belül, vagy épületek (telephelyek) közötti szállítással történt. Azonban ma már egyre elterjedtebb a nagyobb létszámú nevelés (6-8 nyúl, vagy egy alom) választás után úgy, hogy az anyanyulakat helyezik át fertőtlenített anyaketrecekbe, ahol az új almot világra hozhatják, az elválasztott nyulak pedig egészen a vágásig a születésük helyén nevelkednek (SZENDRŐ és mtsai, 2010).

A nyulak hizlalásakor a legkritikusabb időszak a leválasztás (általában 28 vagy 35 napos kor) utáni 10-15 nap (BIVOLARSKI és VACHKOVA, 2014). A leválasztott egyedek a legfogékonyabbak a fertőzésekre, és ilyenkor a legnagyobb az elhullás veszélye is. Ezeknek a problémáknak a mérséklése szempontjából nagyon fontos lehet a leválasztás módszerének megválasztása.

Ha a szállítás során a legkörülményesebben járnak is el, a szállítás önmagában is stressztényező lesz a nyulak számára (MÁRIA és mtsai, 2006). SKLADANOWSKA-BARYZA és mtsai (2018) eredményei szerint szállítás során a nyulaknak magasabb lett a vér kortizol, glükóz és triglicerid szintje, az inzulin szintje pedig lecsökkent. ANOH és munkatársai (2018) kísérlete alapján az is megfigyelhető volt, hogy a legnagyobb stressznek a növendék, és

tenyészedek voltak kitéve, míg a választás előtti fiatal nyulakat kevésbé viselte meg a szállítás.

Célunk volt, hogy megvizsgáljuk, miként hat a hizónyulak termelésére és parazitológiai fertőzöttségére, ha az elválasztás 3 különböző módszerrel történik.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus nyúltelepén végeztük Pannon fehér növendéknyulakkal (5-11 hetes életkor). Az anyanyulakat ($n = 60$) és a szopónyulakat fialástól elválasztásig telepi körülmények között, 18-23 °C hőmérsékleten, napi 16 órás (6:00-22:00) megvilágítás mellett tartottuk, drótrácsból készült anyaketrecekben (86 x 38 cm alapterület, 30 cm magasság; 28,5 x 38 cm alapterületű, faforgáccsal feltöltött fészkek).

A vizsgálat 5 hetes életkorban kezdődött, amikor az elválasztás módszere alapján, véletlenszerűen három csoportot ($n = 50$ hizónyúl/csoport) alakítottunk ki úgy, hogy almonként 2-2 nyúl került véletlenszerűen az egyes csoportokba és a csoportok választáskori testsúlya nem különbözött.

Az **1. csoportban (Marad)** választáskor 2-2 nyúl abban a ketrecben maradt, amiben nevelkedett a laktáció idején (86 x 38 x 30 cm; 2 nyúl/ketrec; 6 nyúl/m²; 20 cm széles etető/ketrec) ($n = 50$ nyúl).

A **2. csoportban (Áthelyezve)** almonként 2-2 nyulat áthelyeztünk teljesen azonos kialakítású, tiszta ketrecekbe ($n = 50$ nyúl).

A **3. csoportban (Szállítva)** almonként 2-2 nyulat – hizláló telepre történő átszállítást szimulálva, a vonatkozó előírások figyelembevételével – szállítóketrecekbe helyeztünk és 2 órán keresztül szállítójárművön mozgattuk. (A szállításhoz használt műanyag rácsból készült szállító boxok méretei: 93 cm hosszú, 55 cm széles és 26 cm magas; 10 nyulat helyeztünk egy szállító boxba). A szállítást követően, kettesével az előzőekben leírtakkal azonos kialakítású, tiszta ketrecekbe helyeztük a nyulakat ($n = 50$ nyúl).

A Marad csoportban az azonos alomban nevelkedett egyedek a hizlálás további részében is azonos ketrecben maradtak, míg az Áthelyezve és Szállítva csoportokban a nyulak kettesével, véletlenszerűen (az alomttestvérek nem maradtak együtt) kerültek elhelyezésre a ketrecekben.

A hizlálás alatt (5-11 hetes életkor), az üzemi technológiának megfelelő körülmények között tartottuk mindhárom csoport nyulait, kereskedelmi forgalomban kapható, gyógyszermentes takarmányt *ad libitum* fogyaszthattak (DE: 11,4 MJ/kg; ny. fehérje: 17,0 %; ny. rost: 17,0 %), ivóvíz pedig súlyszelepes itatókból korlátlanul állt rendelkezésükre.

5 és 11 hetes életkor között, hetente mértük a nyulak egyedi testsúlyát és ketrecenként a takarmányfogyasztást, majd a mért adatokból kiszámítottuk a nyulak egyedi napi súlygyarapodását és a ketrecenkénti takarmányértékesítést. A nyulak egészségi állapotát és az esetleges elhullást naponta ellenőriztük.

A vizsgálat során 35, 37, 38, 39, 43, 50, 57, 64, 71 és 77 napos életkorban csoportonként 2-2 elegy bélsármintát (5-10 g) gyűjtöttünk, a ketrecek alatti trágyacsatornából, friss, nedves trágyából. A bélsármintákban *Eimeria oociszták* jelenlétét vizsgáltuk a DEMETER és munkatársai (2023) által leírt módszerrel.

A termelési adatok összehasonlítását egytényezős variancia-analízissel (One-way ANOVA) végeztük el, az R-project szoftver használatával. Amikor az adatok lehetővé tették, a csoportok morbiditási és elhullási arányait chi-négyzet próbával hasonlítottuk össze. A parazitológiai vizsgálatoknál az adatok jellegéből adódóan statisztikai elemzésére nem volt lehetőség.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az elválasztás módjának a hizónyulak testsúlyára és súlygyarapodására gyakorolt hatását az *1. táblázat* mutatja. A választás utáni héten azok a nyulak gyarapodtak a legjobban, amelyek abban a ketrecben maradtak, ahol a laktáció alatt nevelkedtek. A másik ketrecbe áthelyezett társaik ugyanebben az időszakban 6,6 %-kal, míg a választáskor járművön is szállított nyulak 5,9 %-kal gyarapodtak rosszabbul. A helyben nevelt nyulak súlygyarapodása 5-6 hetes kor között szignifikánsan nagyobb volt, mint a másik ketrecbe áthelyezett és a szállított nyulaké ($P < 0,01$), miközben az utóbbi két csoport gyarapodása nem tért el egymástól.

Az elválasztás hatása a későbbiekben már nem volt kimutatható, ugyanis a hizlalás későbbi heteiben nem tapasztaltunk statisztikailag igazolható különbséget a csoportok súlygyarapodása között.

1. táblázat

A hizónyulak testsúlyának és súlygyarapodásának alakulása az elválasztás módjától függően

	Elválasztás módja (<i>Weaning method</i>)			P-érték (<i>P-value</i>)
	Marad (<i>Same cage</i>)	Áthelyezve (<i>New cage</i>)	Szállítva (<i>Transported</i>)	
Testsúly, g (<i>Body weight, g</i>)				
5 hetes (<i>week</i>)	930	929	930	0,998
6 hetes	1322	1295	1299	0,362
7 hetes	1664	1618	1612	0,152
8 hetes	1920	1909	1900	0,897
9 hetes	2223	2225	2207	0,930
10 hetes	2563	2557	2557	0,991
11 hetes	2889	2871	2871	0,897
Súlygyarapodás, g/nap (<i>Weight gain, g/day</i>)				
5-6. hét (<i>week</i>)	56,0 ^b	52,3 ^a	52,7 ^a	0,004
6-7. hét	48,9	46,1	44,7	0,234
7-8. hét	36,8	41,6	39,9	0,446
8-9. hét	43,1	45,2	43,0	0,659
9-10. hét	48,6	47,5	48,7	0,755
10-11. hét	46,7	44,8	44,8	0,670
5-11. hét	46,7	46,2	46,3	0,895

^{a,b}: Eltérő betűk a csoport átlagok közötti szignifikáns eltérést jelölik ($P < 0,05$). (^{a,b}: *Different superscripts show significant differences (P < 0.05)*)

Az egyes csoportok teljes hizlalási időszakra számított súlygyarapodása azonosnak tekinthető, vagyis a különböző elválasztási módok hatása csupán a hizlalás első hetében volt kimutatható, a későbbiekben már nem volt különbség a csoportok növekedésének intenzitásában.

Bár a hizlalás első hetében a helyben hizlalt nyulak szignifikánsan jobban gyarapodtak, mint a másik két csoport, a 6 hetes korban mért testsúlyukban látható 23, illetve 27 grammos különbség statisztikailag nem igazolható ($P > 0,05$; *1. táblázat*). A csoportok későbbi életkorokban mért testsúly eredményei ugyancsak nem tértek el szignifikánsan. Mindhárom csoport testsúlya elérte 10 hetes korban a hazánkban elvárt, minimum 2,5 kg-os vágósúlyt, ami kiváló eredménynek tekinthető. Egyértelműen kijelenthető, hogy a hizlalás végi testsúlyban nem volt kimutatható hatása a különböző elválasztási módoknak, 11 hetes korban gyakorlatilag azonos testsúlyokat mértünk csoportoktól függetlenül.

A 2. táblázat a hízónyulak takarmányfogyasztásának és takarmányértékesítésének alakulását szemlélteti az elválasztás módjától függően. Az elválasztás utáni első két hétben az áthelyezett és a szállított nyulak némileg alacsonyabb takarmányfogyasztást mutattak, mint az a csoport, amely maradt abban a ketrecben, melyben laktáció alatt nevelkedett. A következő hetekben pedig egyfajta kompenzáció, vagy fordított tendencia figyelhető meg, azonban a csoportok takarmányfogyasztása minden vizsgálati héten azonosnak tekintendő, ugyanis nem volt statisztikailag igazolható különbség a csoportok napi átlagos takarmányfogyasztása között ($P>0,05$). A teljes hizlalási időszakra számított átlagos napi takarmányfogyasztásban tapasztalt 2-5 grammos eltérések ugyancsak nem szignifikánsak ($P>0,05$), vagyis az elválasztásnak a hízónyulak takarmányfogyasztására gyakorolt hatását nem tudtuk kimutatni.

Megfigyelhető, hogy a másik ketrecbe áthelyezett csoport takarmányértékesítése alakult kedvezőtlenebbül (2. táblázat), míg a szállított nyulak takarmányértékesítése a helyben hizlalt társaikhoz hasonló volt minden vizsgált periódusban. A csoportok átlagos takarmányértékesítése között azonban csak az elválasztás utáni héten volt statisztikailag igazolható ($P<0,05$). Ekkor az Áthelyezett csoport a Maradt csoporthoz képest 5,8 %-kal, a Szállítva csoporthoz képest pedig 3,6 %-kal rosszabbul értékesítette az elfogyasztott takarmányt. A 8. élethéten a helyben hizlalt nyulaknál tapasztalt kiugróan magas takarmányértékesítés (4,16) abból adódott, hogy az egyik ketrecben nevelkedő nyulak hasmenéses megbetegedés következtében csak néhány grammot gyarapodtak, ami jelentősen torzította a csoport átlageredményét. A teljes hizlalási időszak (5-11. hét) tekintetében a csoportok takarmányértékesítése azonosnak tekinthető.

2. táblázat

A hízónyulak takarmányfogyasztása és takarmányértékesítése az elválasztás módjától függően

	Elválasztás módja (<i>Weaning method</i>)			P-érték (<i>P-value</i>)
	Marad (<i>Same cage</i>)	Áthelyezve (<i>New cage</i>)	Szállítva (<i>Transported</i>)	
Takarmányfogyasztás, g/nap (<i>Feed intake, g/day</i>)				
5-6. hét (<i>week</i>)	117	115	111	0,087
6-7. hét	127	120	117	0,138
7-8. hét	117	131	122	0,387
8-9. hét	150	161	155	0,299
9-10. hét	183	183	179	0,461
10-11. hét	194	190	186	0,141
5-11. hét	148	150	145	0,317
Takarmányértékesítés (<i>Feed conversion ratio</i>)				
5-6. hét	2,08 ^a	2,20 ^b	2,12 ^a	0,033
6-7. hét	2,63	2,88	2,67	0,456
7-8. hét	4,16	3,24	3,14	0,068
8-9. hét	3,53	3,85	3,83	0,560
9-10. hét	3,83	3,89	3,74	0,556
10-11. hét	4,21	4,43	4,28	0,602
5-11. hét	3,41	3,42	3,30	0,434

^{a,b}: Eltérő betűk a csoport átlagok közötti szignifikáns eltérést jelölik ($P<0,05$). (^{a,b}: *Different superscripts show significant differences (P<0.05)*)

A gyűjtött bélsármintákból elvégzett parazitológiai vizsgálatok alapján általánosan megállapítható, hogy a MATE kaposvári nyúltelepén a vizsgálatban részt vett nyúlállomány alacsony szintű *Eimeria oocisza* fertőzöttséget mutatott, ugyanis a 10 különböző életkorban

vett, összesen 60 mintának a 90 %-a negatív volt. Legtöbb esetben az új ketrecbe áthelyezett állomány mintája bizonyult pozitívnek (64 és 71 napos korban mindkét minta, összesen 4 minta), míg a helyben hizlalt és a szállított nyulak csupán 1-1 esetben mutattak *Eimeria oociszta* fertőzöttséget (64 és 71 napos korban, sorrendben). Érdekes megfigyelés továbbá, hogy csoportoktól függetlenül, 9 hetes életkor előtt nem jelent meg *Eimeria oociszta* a bélsár mintákban.

Az előzőekben tárgyalt, viszonylagosan alacsonynak tekinthető *Eimeria oociszta* terheltséggel szemben nagy arányban fordult elő hasmenéses megbetegedés a vizsgált állományban (3. táblázat). A hizlalás első és utolsó hetében nem találtunk hasmenéses egyedet. 7 hetes életkorban az áthelyezett csoportból 8 nyúl, a helyben hizlalt csoportból pedig egyetlen nyúl mutatott hasmenéses tüneteket, a két csoport közötti eltérés szignifikánsnak bizonyult ($P < 0,05$). Ugyancsak 7 hetesen az elválasztáskor átszállított nyulak közül 4 volt hasmenéses, azonban ebben a csoportban a hasmenéses nyulak aránya nem tért el statisztikailag igazolhatóan a másik két csoporttól. A legrosszabb képet 8 hetes életkorban tapasztaltuk, amikor jelentősen megemelkedett a hasmenéses megbetegedések előfordulási gyakorisága, a nyulak közel egynegyede mutatott tüneteket, csoporttól függetlenül. 9 és 10 hetes életkorban, az egyes csoportokban feljegyzett 2-6 %-os előfordulási gyakoriság értékek nem tértek el egymástól, mint ahogy a teljes hizlalási időszakra kalkulált 24-30 %-os hasmenés arányok sem.

3. táblázat

Hasmenéses tüneteket mutató nyulak aránya (%) az elválasztás módjától függően

Életkor, hét (Age, weeks)	Elválasztás módja (Weaning method)			P-érték (P-value)
	Marad (Same cage)	Áthelyezve (New cage)	Szállítva (Transported)	
6.	0,0	0,0	0,0	ns
7.	2,0 ^a	16,0 ^b	8,0 ^{ab}	0,044
8.	24,5	24,0	22,9	ns
9.	4,2	6,0	4,3	ns
10.	2,1	2,0	2,2	ns
11.	0,0	0	0,0	ns
5-11.	24,0	24,0	30,0	ns

^{a,b}: Eltérő betűk a csoport átlagok közötti szignifikáns eltérést jelölik ($P < 0,05$). (^{a,b}: Different superscripts show significant differences ($P < 0,05$))

ns: A csoportok átlagértékei közötti eltérés nem szignifikáns (not significant)

Annak ellenére, hogy – sajnálatos módon – nagy arányban volt megfigyelhető a nyulak hasmenéses megbetegedése, az elhullás a nagyüzemben tapasztalható értékekhez képest viszonylagosan alacsony, „elfogadható” szinten maradt (4. táblázat). A születésük helyén hizlalt nyulak közül 2 egyed, míg a választáskor átszállított nyulak közül 5 egyed hullott el a teljes hizlalási időszak alatt. Az Áthelyezett csoportban egyetlen egyed sem hullott ell. Statisztikailag igazolható különbség nem volt az egyes csoportok elhullási aránya között, vagyis az elválasztás módja nem befolyásolta ezt a vizsgált tulajdonságot.

4. táblázat

Az elhullási arány (%) alakulása az elválasztás módjától függően

Életkor, hét (Age, weeks)	Elválasztás módja (Weaning method)			P-érték (P-value)
	Maradt (Same cage)	Áthelyezve (New cage)	Szállítva (Transported)	
6.	0,0	0,0	0,0	ns
7.	0,0	0,0	0,0	ns
8.	2,0	0,0	4,0	ns
9.	2,0	0,0	4,2	ns
10.	0,0	0,0	2,2	ns
11.	0,0	0,0	0,0	ns
5-11.	4,0	0,0	10,0	ns

ns: A csoportok átlagértékei közötti eltérés nem szignifikáns (not significant)

KÖVETKEZTETÉS

Az általunk vizsgált három különböző elválasztási módszer nem befolyásolta a hízónyulak termelését. A választás utáni héten az Áthelyezett és a Szállított nyulak ugyan rosszabbul gyarapodtak, mint a helyben hizlalt társaik, ami az Áthelyezett csoportban kedvezőtlen takarmányértékesítést is eredményezett, azonban a teljes hizlalási időszakot nézve nem volt különbség a csoportok termelése között.

Attól függetlenül, hogy a nyulakat helyben hizlaltuk, másik ketrecbe helyeztük, vagy szállítottuk is választáskor, a parazitológiai terheltségükben nem volt különbség. Mindhárom csoportban 9 hetes kortól jelentek meg oociszták a bélsármintákban, azonban az állomány parazitológiai státusza a nagyüzemi adatokhoz viszonyítva kedvezőnek tekinthető.

Hasmenéses megbetegedést 7 és 10 hetes életkor között tapasztaltunk a nyulaknál. Fiatal korban az Áthelyezett csoport mutatott némileg kedvezőtlenebb eredményeket. Az elhullás azonban a nagyüzemi gyakorlatban tapasztalt adatokhoz képest elfogadhatóan alacsony szinten maradt és az Áthelyezett csoportból egyetlen nyúl sem hullott el a vizsgálat során.

Fenti eredmények alapján nem tehető egyértelmű javaslat arra vonatkozólag, hogy a vizsgált 3 különböző elválasztási mód közül melyiket kellene, vagy melyiket nem szabadna alkalmazni a gyakorlatban.

IRODALOMJEGYZÉK

- ANO, K. U., ATTE, P. O., OLAYINKA, O. I., ABDULAH, I. 2018. Effect of transportation stress on the thermoregulatory response of young and adult rabbits. *Nigerian Journal of Animal Science*. 20 (4): 490-495.
- BIVOLARSKI, B. L., VACHKOVA, E. G. 2014. Morphological and functional events associated to weaning in rabbits. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 98(1):9-18. doi: 10.1111/jpn.12058.
- DEMETER, CS., MATICS, ZS., DEMETER-JEREMIÁS, A., SÁNDOR, F., GERENCSÉR, ZS., NÉMET, Z. 2023. Survey of the seasonal dependency of *Eimeria* oocysts and *Passalurus ambiguus* infections in industrial rabbit farms. *World Rabbit Sci.*, 31: 277-283. <https://doi.org/10.4995/wrs.2023.19396>
- MARÍA G. A., BUIL, T., LISTE, G., VILLARROEL, M., SAÑUDO, C., OLLETA, J. L. 2006. Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat Sci.* 72:773-777. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.10.012>
- SKŁADANOWSKA-BARYZA, J., LUDWICZAK, A., PRUSZYŃSKA-OSZMAŁEK E., KOŁODZIEJSKI, P., BYKOWSKA, M., STANISZ, M. 2018. The effect of transport on the quality of rabbit meat. *Anim. Sci. J.* 89(4):713-721. doi: 10.1111/asj.12966
- SZENDRŐ, ZS., MATICS, ZS., GERENCSÉR, ZS., RADNAI, I. 2010. Nyúltenyésztés. „E-tananyag” az Állattenyésztő mérnöki BSc szak hallgatói számára, 48. p.

EGY HAZAI HÚSNYÚLFAJTA GENETIKAI VARIABILITÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE

POSTA J.^{1*}, SZABÓ N.A.¹, JURÁSKÓ R.²

¹Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, 4032, Debrecen, Böszörményi út 138.

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztéstudományi Tudományok Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

*E-mail: postaj@agr.unideb.hu

ABSTRACT- Evaluation of genetic variability of a Hungarian meat-purposed rabbit breed

The information about genetic variability within a breed is important not only for native endangered breeds, but also for large and/or commercial populations as well. Knowledge of inbreeding level and genetic relatedness of breeding candidates could help for breeder managers during the development of mating plans. This gave the aim of the current work to analyse genetic variability of a Hungarian meat rabbit breed. The genetic structure of Debrecen White rabbit breed was studied from pedigree records. Herdbook data available up to 2023 of registered Debrecen White rabbits were analysed. The breeding candidates born in 2023 were chosen as reference population where it was needed. The evaluation of the pedigree quality showed that the calculated parameters are reliable. Our results show that there was a huge bottleneck effect in the Debrecen white rabbit breed. Although the inbreeding rate moderately low, more attention should be paid to reduce its further growth.

Keywords: meat rabbit, genetic diversity, inbreeding

BEVEZETÉS

Az állattenyésztők tevékenységük kezdete óta a termelési színvonal növelésére, a genetikailag minél értékesebb állományok létrehozására törekednek. A termelési színvonal emelésével párhuzamosan azonban a genetikai változatosság nagyon könnyen beszűkül, ami a genetikai sokszínűség csökkenéséhez is vezet. A tenyészcélok és a fogyasztói igények megváltozásával korábban nagy népszerűségnek örvendő, esetleg gazdaságilag is jelentős fajták egyedszáma kritikus mértékben lecsökkent, így azok veszélyeztetetté váltak. A genetikai sokféleség megőrzésének több módszere létezik, a legelfogadottabb jelenleg a nemzetközi gyakorlatban használatos FAO rendszer (BODÓ, 1991). Ennek lényege, hogy 100-nál kisebb nőivarú létszám normális körülmények között tartósan nem tartható fenn, emiatt az ilyen populációk létszámát növelni kell. A 100 és 1000 közötti nőivar viszont normális ivararány mellett már kellő figyelem mellett fenntartható.

A beltenyésztés elkerülése kulcsfontosságú az árutermelő fajták esetében is, mivel az erős szelekció miatt fennáll a káros gének homozigotizálásának kockázata (NAGY – NGUYEN, 2024). WEIGEL (2001) a szelektált egyedek közötti genetikai kapcsolatok minimalizálását javasolja a hosszú távú genetikai sokféleség fenntartása érdekében. SZŐKE és mtsai (2004) arra a következtetésre jutott, hogy a rotációs párosítási rendszer megőrzi a genetikai variabilitást.

Vizsgálatunk célja a fajta alapítói számának meghatározása, valamint, hogy ezek milyen mértékben befolyásolták a fajta genetikai variabilitását. A generációs intervallumot több származási úton is meg kívántuk határozni. Ezen kívül a fajta beltenyésztettségét, a pedigrelteljességet, valamint az ivadékszám megoszlását is értékeltük.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elemzés alapjául szolgáló származási adatokat Debreceni Fehér Nyúltenyésztő Egyesület bocsátotta rendelkezésünkre. A pedigré mindösszesen 30.523 egyed származási adatait

tartalmazta. Az adatbázisban 2023-al bezárólag szerepelnek az Egyesületnél regisztrált egyedek. A genetikai szerkezet értékelésére referencia-állományként a 2023-ban született tenyészállat jelölteket választottuk.

Az állományban előforduló homoizogizítás jellemzésére több mérőszám is alkalmazható. A széles körben ismert beltenyésztési együttható adott lókuszon a származásilag azonos gének arányát fejezi ki. A beltenyésztési együttható pontossága függ a pedigré hosszától és teljességétől (BOICHARD és mtsai, 1997). Az átlagos rokonsági fok annak a valószínűségét mutatja meg, hogy a teljes populációt jellemző pedigréből véletlenszerűen kiválasztott allél az egyedhez tartozik. A beltenyésztési együtthatóval együtt értékelhető, viszont hiányos és/vagy rövid pedigré esetén önállóan is jellemzi a populáció szerkezetét. Emellett az átlagos rokonsági fok az alpopulációk beltenyésztettségi szintjének összehasonlítására is használatos. Ha nagyobb, mint a beltenyésztési együttható fele, akkor nem sikerült elkerülni a rokon egyedek párosítását (GUTIÉRREZ és mtsai, 2003).

A pedigré-teljesség kifejezi, hogy az egyedek származása hány teljes generációra nézve teljesen ismert (teljes generáció ekvivalens). A mérőszám számítása során a generációnkénti ismert ősök arányát összesítik. Számításakor a pedigrében legalább 3-4 generáció teljes ismerte lenne szükséges.

A generációs intervallumot négyféle leszarmazási úton (apa–fiú, apa–lány, anya–fiú, anya–lány) számítottuk ki a nyilvántartott egyedek, valamint azok szüleinek születési dátuma alapján. Ez az érték a szülők átlagos életkorát mutatja utódaik születésekor.

Az alapító ősök száma azokat az ősöket mutatja meg, amelyeknek már mindkét szülője ismeretlen a pedigrében. A populáció valamennyi egyede visszavezethető ezekre az ősökre, amelyek azonban különböző mértékben járulnak hozzá az állomány génkészletének kialakulásához. Az alapító ősök effektív száma ezt korrigálja oly módon, mintha az alapító ősök egyenlő mértékben járultak volna hozzá a genetikai változatossághoz. Az alapító ősök effektív száma ezért mindig kisebb, mint az alapító ősök száma (VÍGH és mtsai, 2008).

A vonalak közötti genetikai kapcsolatokat a Nei-féle távolsággal jellemeztük. A vonalak közötti Nei-féle távolságot a következő képlettel határoztuk meg:

$$D^{ij} = D_{ij} - [(D_{ii} + D_{jj})/2] = [(f_{ii} + f_{jj})/2] - f_{ij}$$

ahol f_{ij} az i és j vonalak közötti páronkénti leszarmazási együttható.

A regisztrált állományt a pedigré-teljességgel, a generációs intervallummal, az alapítók (effektív) számával, a jelentősebb ősök variabilitást lefedő arányával, továbbá a beltenyésztési együtthatóval jellemeztük.

Valamennyi jellemzőt az ENDOG (GUTIÉRREZ – GOYACHE, 2005) szoftvercsomag alkalmazásával becsültük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A debreceni fehér állományra számított pedigré teljesség értékeit az 1. táblázat tartalmazza. Az átlagértékek mellett nem mehetünk el az egyedi különbségek mellett, hiszen száz fölötti olyan egyed van az állományban, amelyeknek a 19. ősi sorban is van ismert felmenője. A pedigré minőségének javulását mutatja, hogy a 2023-ban született tenyészállat jelöltek közül 95 származása hat nemzedékre teljesen ismert, míg további közel 300 egyednek is minden felmenője ismert az ötödik ősi sorban is.

1. táblázat

A pedigré teljességének jellemzése

Mutatószám	Teljes állomány	Referencia állomány
Maximálisan ismert nemzedékek száma	7,65	17,56
Teljes ismert ősi sorok száma	2,08	4,80
Teljes generációs ekvivalens	3,81	8,98

A leghosszabb generációs intervallumot a bakok esetében tapasztaltuk, míg az anyanyulak leszármazási útjai szignifikánsan ($P < 0,05$) rövidebbek voltak (2. táblázat). A tenyészbakok életkora ivadékaik megszületésekor majdnem kétszerese volt az anyák esetében számítottaknak. A bakok leszármazási útjaira értékeink hosszabbak voltak, mint a SAKHTIVEL és mtsai (2018) által becsült értékek, míg az anyanyulak leszármazási útjaira vonatkozó becsléseink rövidebbek voltak az ő eredményeikhez képest. RAHIM és mtsai (2023) az anyától utódig terjedő utakra vonatkozóan hosszabb generációs intervallumokat jelentettek, mint a mi eredményeink.

2. táblázat

A debreceni fehér generációs intervallumai a négyféle szülő–ivadék származási út alapján

Szülő-ivadék alternatívák	Ivadékok száma	Generációs intervallum	A generációs intervallum középértékének hibája
Bakelőállító bak	348	1,65 ^a	0,053
Anyaelőállító bak	3898	1,69 ^a	0,016
Baknevelő anya	362	0,88 ^b	0,024
Anyanevelő anya	4006	0,87 ^b	0,007
Átlagosan	8616	1,27	0,009

A 3. táblázat áttekintést nyújt az értékelt debreceni fehér nyúlállomány genetikai szerkezetéről. Jól látható, hogy a referencia populáció genetikai lefedettsége lényegesen kevesebb össel jellemezhető, ami jelentős génvesztésre utal. Szembetűnő, míg a teljes állomány genetikai változékonysága 2211 egyeddel jellemezhető, addig a 2023-ban született egyedek teljes változatosságát mindössze 57 egyeddel le lehet fedni, ami fokozott figyelmet kíván a szelekciós munka folyamán.

3. táblázat

Az állomány genetikai eredetének koncentrációja

A genetikai variabilitás lefedettségének aránya	Teljes állomány	Referencia állomány
50%	39	7
60%	65	8
70%	104	11
80%	187	14
90%	444	21
100%	2211	57

Az alapító ősök effektív létszáma 169, a nem-alapító ősöké 77 a teljes állományban. A referencia-populációban az alapító ősök létszáma 53, míg a nem-alapító ősöké 14 (4. táblázat). Nem-alapító ősök effektív létszámának és az alapító ősök effektív létszámának aránya mindkét számítási módnál arra utal, hogy a fajta történetében a génkészlet beszűkült, „palacknyak” effektus lépett fel. Az alapító ősök (fe) általunk számított értékei magasabbak

SAKHTIVEL és mtsai (2018) és RAHIM és mtsai (2023) által közöltekénél, míg a nem-alapító ősökre (fa) becsült adataink elmaradnak az általuk közöltektől.

4. táblázat

A alapító és nem-alapító ősök száma az állományban

Mutatószám	Alapító ősök létszáma (fe)	Nem-alapító ősök létszáma (fa)	fa/fe (%)
Teljes állomány	169	77	46
Referencia állomány	53	14	26

A tíz legjelentősebb ős hozzájárulását a teljes genetikai variabilitáshoz a 4. táblázat mutatja be. A teljes állomány genetikai sokféleségének közel 30%-át, míg a 2023-ban született egyedek változékonyságának 70%-át fedték le. Némileg meglepően a teljes állomány esetében a második és harmadik jelentősebb őshöz köthető variabilitás mértéke közel azonos (4,4%), míg a referencia populáció esetében az első ős a teljes variabilitás közel 20%-ért felelős.

5. táblázat

Az állomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök leírása (%)

Mutatószám	Teljes állomány	Referencia állomány
Első ős	5,04	18,51
Második ős	4,42	8,93
Harmadik ős	4,40	7,76
Az első tíz ős	29,61	69,66

Az 6. táblázat a debreceni fehér állomány homozigotizálásának áttekintését tartalmazza. A beltenyésztési együttható a teljes populációra vonatkozóan 2,0% alatt volt, míg a referencia populáció esetében megközelítőleg 6,4%-ra becsülték. Az alacsony beltenyésztési értékek fontosak a genetikai variabilitás fenntartása szempontjából. Bár a jelenlegi eredményeket befolyásolhatta a pedigrelteljesség, a jelenlegi szinten elfogadhatónak tűnnek. A 2023-ban született nyulaknál a beltenyésztés átlagos szintje magasabb volt, mint a teljes állományra becsült érték. Mind a jelenlegi, mind a teljes populáció átlagos beltenyésztési szintje alacsonyabb volt, mint a SAKHTIVEL és mtsai (2018) által az új-zélandi fehér és RAHIM és mtsai (2023) által a német angóra nyulakra becsült szint. A teljes populáció esetében az átlagos AR-érték nagyobb volt, mint a beltenyésztési együttható, így arra lehetett következtetni, hogy ebben a populációban a rokon egyedek párosítása történt. Ez a tendencia a referenciapopuláció esetében is fennállt, bár az arány kisebb volt. A rotációs párosítás miatt a közeli rokon nyulak nem párosodnak egymással, de vélhetően a jelenlegi tenyészállományban is gyakori a távolabbi rokon egyedek párosítása.

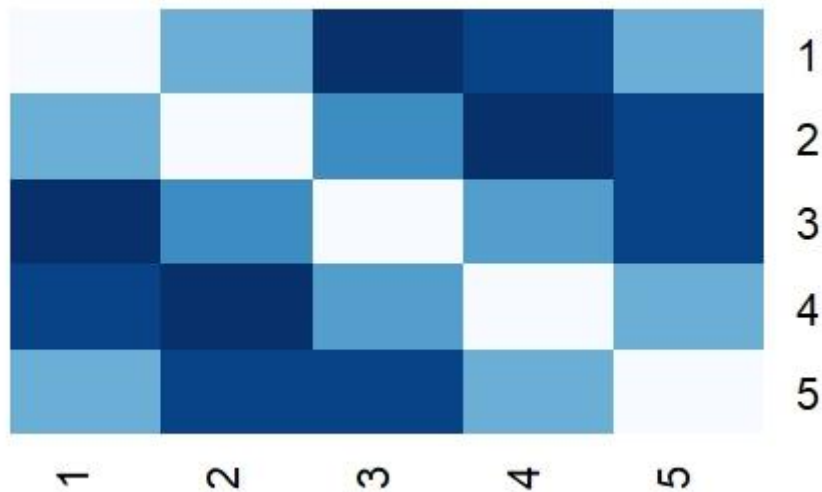
6. táblázat

Az állomány homozigotizálásának alakulása

Mutatószám	Teljes állomány	Referencia állomány
N	59,7	100,0
Átlagos rokonsági fok (AR)	1,91	4,67
Beltenyésztési együttható (F)	1,73	6,34

A debreceni fehér vonalai közötti genetikai távolságokat az 1. ábra szemlélteti. A színskálán a világos szín az alacsony távolságot, míg a sötétebb árnyalat a nagyobb genetikai

távolságot jelöli. Jól látható a rotációs párosítás okozta kapcsoltság az egymás után következő vonalak között, míg a távolabb lévőktől a távolság rendre nagyobb értékeket mutat.



1. ábra. A vonalak közötti Nei-féle genetikai távolságok

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A származási adatok teljességének értékelése alapján a számított mutatószámok megbízhatóak. A kapott mutatószámaink alapján a debreceni fehér nyúlfajtánál jelentős genetikai beszűkülés történt. A beltenyésztettség mértéke ugyan még nem jelentős, de a további növekedés mérséklésére fokozott figyelmet kell fordítani.

Köszönetnyilvánítás: A tanulmány elkészültét a Magyar Tudományos Akadémia BO/00774/23/4 számú Bolyai János kutatási ösztöndíja támogatta. A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-5-DE-473 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- BODÓ I. 1991. A géntartalékok megőrzése az állattenyésztésben. *MTA disszertáció, Budapest*
- BOICHARD, D., MAIGNEL, L., VERRIER, É. 1997. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genetics Selection Evolution*. 29. 29–23 p.
- GUTIÉRREZ, J.P., ALTARRIBA, J., DÍAZ, C., QUINTANILLA, R., CANON, J., PIEDRAFITA, J. 2003. Genetic analysis of eight Spanish beef cattle breeds. *Genetics Selection Evolution*. 35. 43–63 p.
- GUTIÉRREZ, J.P., GOYACHE, F. 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 122. 172–176 p.
- VÍGH ZS., CSATÓ L., NAGY I. 2008. A pedigréanalízisben alkalmazott mutatószámok és értelmezésük. Szakirodalmi áttekintés. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 57.6. 549–564 p.
- NAGY, I, NGUYEN, TA. 2024. Characterizing and Eliminating the Inbreeding Load. *Vet. Sci*. 11(1):8.
- SZÓKE, S, KOMLÓSI, I, KOROM, E, ISPÁNY, M, MIHÓK S. 2004. A statistical analysis of population variability in Bronze Turkey considering gene conservation. *Arch. Tierz*. 47(4):377–385.
- WEIGEL KA. 2001. Controlling inbreeding in modern breeding programs. *J. Dairy Sci*. 84(Suppl.):E177–E184

BÚZA DDGS KIEGÉSZÍTÉS HATÁSA A HÍZÓ NYULAK TERMELÉSÉRE

ATKÁRI T.^{1*}, JÓS D.¹, GERENCSÉR Zs.², NAGY I.²

¹Olivia Kft, Mizse 94, 6050 Lajosmizse, Hungary

²MATE Kaposvári Campus, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

*E-mail: atkari.tamas@olivia.hu

ABSTRACT –The effect of wheat DDGS supplemented diet on the performance of growing rabbits

Sustainability and the minimization of harmful emissions are a fundamental goal in EU agricultural production. In order to achieve all these goals, it is extremely important that the by-products of the food industry not suitable for human consumption should be used as much as possible for animal feeding, thus reducing the use of raw materials that may also be suitable for human consumption. In our experiment, in addition to a mixture containing no DDGS (wheat), we added 3-6-9-12-15% DDGS to our feed, and then determined the development of the main production parameters of the groups of rabbits fed with the different kind of mixed feeds. The obtained results are as follows: During the examination of the final slaughter weights, a significant difference was found only between the DD09 (2.81 kg) and DD12 (2.67 kg) groups, a significant difference in the losses during fattening was detected in the DD09 (6.3%) and between groups DD12 (13.9%), DD15 (13.8%). There was no significant difference between feed conversion index in the case of any group. Regarding the complex performance indicator AI (artificial insemination) index, the control A (14.4 kg/AI), DD03 (15kg/AI) and DD09 (15.3 kg/AI) groups differed significantly from DD12 (13 kg/AI) and DD15 (13.3 kg/AI) groups. Overall, it can be said that above 9% mixing ratio, a statistically verifiable deterioration was already observed in some parameters, however, no significant differences were found between the control (A) and the test groups in terms of any of the fattening indicators, so DDGS proved to be excellently suitable in rabbit feed for the replacement of any other valuable protein and energy rich raw materials suitable for human consumption.

Keywords: wheat DDGS, growing rabbit, feed, conversion index

BEVEZETÉS

Az Európai Unió alapvető célkitűzése a fenntartható mezőgazdaság, mely minimalizált károsanyag kibocsátás mellett látja el kiváló élelmiszerekkel az európai lakosságot. Az EU azonban, főleg a fehérjehordozó alapanyagok terén, komoly importkitettséggel bír. Fehérjehordozóink zöme Amerikából érkezik (URL1), több ezer kilométert megtéve, míg a felhasználókhoz ér. Mindezek következtében alapvető közösségi érdek, hogy az importkitettséget és a szállítással járó környezeti terhelést csökkenteni tudjuk. Ebben a törekvésben ad lehetőséget az élelmiszeripari melléktermékek minél nagyobb arányú takarmányozásra történő használata. Az alkoholgyártás mellékterméke a DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles: szárított gabonatörköly), mely a gabona erjesztését és az alkohol desztillációját követően visszamaradó magas fehérje tartalmú melléktermék leszárításával állítanak elő. A búza DDGS, a jobb emészthetősége miatt, a nyulak számára magasabb emészthető energia tartalommal rendelkezik, mint a kukorica és az árpa DDGS (ALAGÓN, 2013). A DDGS-nek emellett a fehérje tartalma is magas, ezért alkalmas lehet a szója és a magas fehérjetartalmú olajipari melléktermékek kiváltására is. Fontos megjegyezni azonban, hogy a búza DDGS alacsony lysin tartalma miatt annak egyéb forrásból történő kiegészítése szükséges lehet.

Mivel a nyúl takarmányozás alapvetően élelmiszeripari melléktermék alapú, melybe jó emészthetősége és magas fehérjetartalma miatt a búza DDGS is jól beilleszthető lenne, kísérletünkben arra kerestünk választ, hogy a különböző arányban (0, 3, 6, 9, 12 és 15%) bekevert búza DDGS hogyan befolyásolja a nyulak termelését.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet az Olivia Kft HUSU farmján, Pannon fehér x Pannon Ka F1-es anyanyulak és Pannon Nagytestű baknyulak keresztezésével előállított hízó nyulakkal végeztük. A kísérletben az istállók hőmérsékletét 18-25 °C-on tartottuk és 16 óra megvilágítást alkalmaztunk. A nyulak speciális Landkaninchen tartási technológiában kerültek elhelyezésre, mely alap szintjéről (103x53 cm) egy átjárón (13,5 cm x 22 cm) lehet lejutni a -1. szintre, mely alapterülete (48 cm x 62 cm). 25 cm magasan az alap szint felett helyezkedik el a műanyagból készült 2. szint (41,5 cm x 53 cm), a 3. szint fém ráncpadozatú (53 cm x 32 cm), mely szintén 25 cm-rel a 2. szint felett helyezkedik el. Így az állatok számára használható teljes felület a megemelt és süllyesztett felületekkel együtt 1,2322 m². A kísérleti állatok már ebben a boxban születtek és a választás során az anyaállatot helyeztük át másik termelő terembe, míg a választott állatok maradtak a saját megszokott fülkéjükben (8-10 állat fülkénként).

A fialástól 28 napos kor eléréséig az alkalmazott takarmány összetétele alapján az anyanyulakat és fiókáikat három csoportba osztottuk: az egyes csoportok 0% (A), 3% (DD03) és 6% (DD06) búza DDGS-el kiegészített szoptató keveréktakarmányt kaptak. 28 napos kor után választó, majd hizláló keveréktakarmányokra térünk át és a DD06 csoportból további négy csoportot alakítottunk ki: DD06, DD09, DD12 és DD15 (sorrendben: 6, 9, 12 és 15% búza DDGS kiegészítés). Így a hizlási periódus alatt hat csoport termelését követtük nyomon: A csoport (n=60 067), DD03 csoport (n=30 705), DD06 csoport (n=30 240), DD09 csoport (n=28 889), DD12 csoport (n=28 567) valamint a DD15 csoport (n=28 085). A kialakított takarmánykeverékek fő beltartalmi paraméterei hasonlóak voltak (emészthető energia: 10-10,1; nyersfehérje: 16,7-17,3%; nyersrost: 17,4-18,0%; a beltartalmi értékeket az alapanyagok összesített beltartalmi paraméterei alapján számítottuk). A kísérleti takarmányok alapanyag összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Kísérleti keveréktakarmányok alapanyag összetétele

Alapanyagok (%)	Választó takarmány						Hizláló takarmány					
	A	DD0 3	DD0 6	DD0 9	DD1 2	DD1 5	A	DD0 3	DD0 6	DD0 9	DD1 2	DD1 5
Cukorrépa pellet	11,8	9,6	9,6	10,6	14,6	14,6	10	8,7	8,7	9,7	14	14,4
Lucerna	32	32	31	31	31	33	33	29	29	30	33	35
Extrahált napraforgó dara 34 %	11,7	10,8	10,8	10,8	9,8	9,8	13	14,3	13,3	13,3	12	12
Takarmányliszt	15	15	14	11	9	3	16	15	14,5	11,5	8	3
Korpa	27	27	26	25	21	22	26	27	25,5	23,5	18	18
Búza DDGS	-	3	6	9	12	15	-	3	6	9	12	15
Ásványi anyag és premix	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2	3	3	3	3	2,6
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Jelen tanulmányban az állatok 37 napos korától a 12 hetes vágási korig vizsgáltuk a hizlálás alatti termelési mutatók alakulását. Az üzemi körülmények között folytatott kísérletben feljegyeztük csoport szinten a takarmányok fogyását, a napi elhullások mértékét. A hizlási végsúlyok mérése a vágóhídon történt. A takarmány konverziós indexet, az átlagsúlyokat és a nem pusztán a hizlási fáizst jellemző, de a nyúltenyésztésben a legkomplexebb értékmérőnek tekintett AI indexet (egy termékenyítésre jutó értékesített állat tömege kg-ban megadva) az alapadatokból számítás útján határoztuk meg.

Statisztikai analízis

A termelési adatokat egytényezős ANOVA segítségével értékeltük ki, az egyes csoportok közötti különbségek statisztikai értékelését Tukey teszttel végeztük. Az alkalmazott statisztikai eljárásokat SAS statisztikai programcsomag segítségével végeztük el.

EREDMÉNYEK

A kísérletben meghatározott értékmérőket a hozzájuk tartozó statisztikai próba eredményével a 2. táblázatban közöljük.

2. táblázat

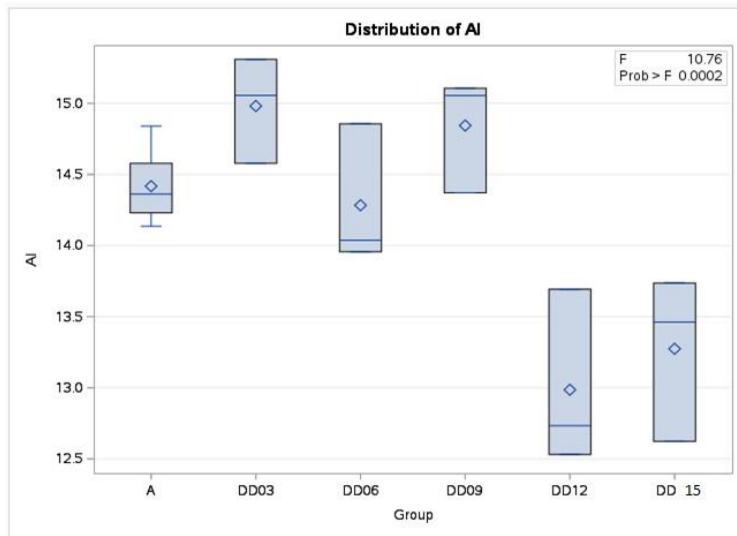
Búza DDGS-el különböző arányban kiegészített takarmánykeverékek hizonyulak termelési eredményeire kifejtett hatása

Csoportok	Csoportok						Prob.
	A	DD03	DD06	DD09	DD12	DD15	
AI index, kg/AI	14,4 ^c	15,0 ^c	14,3 ^{bc}	14,8 ^c	13,0 ^a	13,3 ^{ab}	0,0002
Tak. konverziós index kg/kg	4,31	4,26	4,27	4,16	4,53	4,34	0,1982
Elhullás hizlalás alatt %	10,3 ^{ab}	7,5 ^{ab}	8,3 ^{ab}	6,3 ^a	13,9 ^b	13,8 ^b	0,0097
Vágási testtömeg kg	2,76 ^{ab}	2,70 ^{ab}	2,76 ^{ab}	2,81 ^b	2,67 ^a	2,75 ^{ab}	0,0412

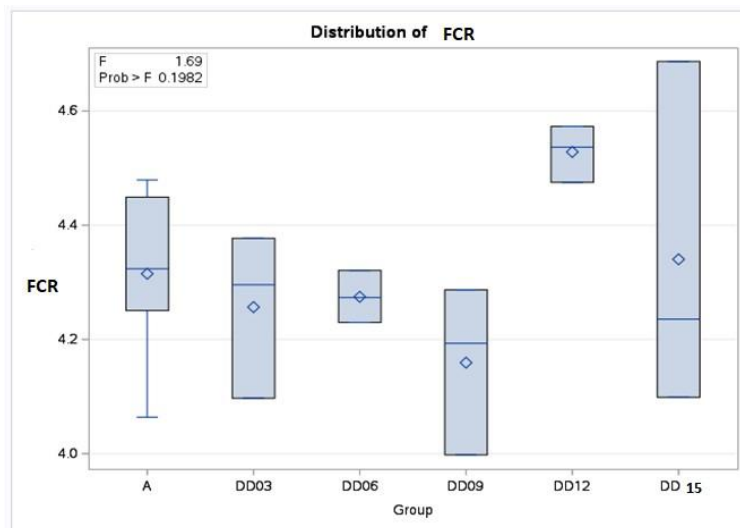
A különböző betűkkel jelölt átlagok soronként 0,05 szignifikancia szint mellett eltérőek

A kapott eredmények azt mutatják, hogy az AI index tekintetében a DD12 és DD15 csoportok statisztikailag igazolhatóan rosszabb eredményt kértek el a kontroll (A) csoporthoz képest (2. táblázat, 1. ábra). A Takarmány Konverziós Index (Feed Conversion Ratio, FCR) tekintetében egyik csoport sem különbözött szignifikánsan egymástól (2. táblázat, 2. ábra). Fontos megjegyezni azonban, hogy a legjobb DD09 (4,16 kg/kg) és a legrosszabb DD12 (4,53 kg/kg) csoportok közötti különbség szakmai szemmel igen jelentősnek mondható.

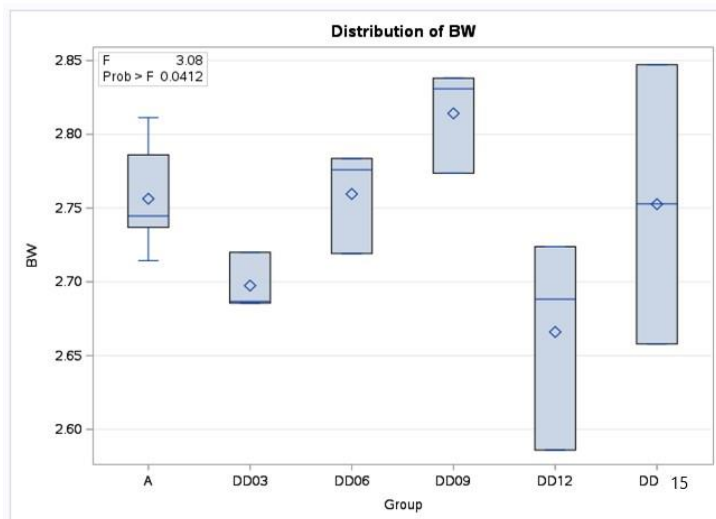
A hizlalás alatti elhullások tekintetében szignifikáns eltérést kaptunk a DD09 és a DD12 valamint a DD15-ös csoportok között. A kísérleti csoportok egyike sem különbözött statisztikailag igazolható mértékben a kontroll (A) csoport elhullásához viszonyítottan (2. táblázat, 3. ábra). A hizlalási végsúlyok tekintetében is hasonló tendencia volt megfigyelhető, vagyis egyik csoport esetében sem volt statisztikailag igazolt eltérés a kontroll (A) csoporthoz viszonyítva (2. táblázat, 4. ábra). Szignifikánsan eltérő súlyokat csak a legjobbnak talált DD09 és a legalacsonyabb hizlalási végsúlyt produkáló DD12 csoportok között kaptunk (2. táblázat).



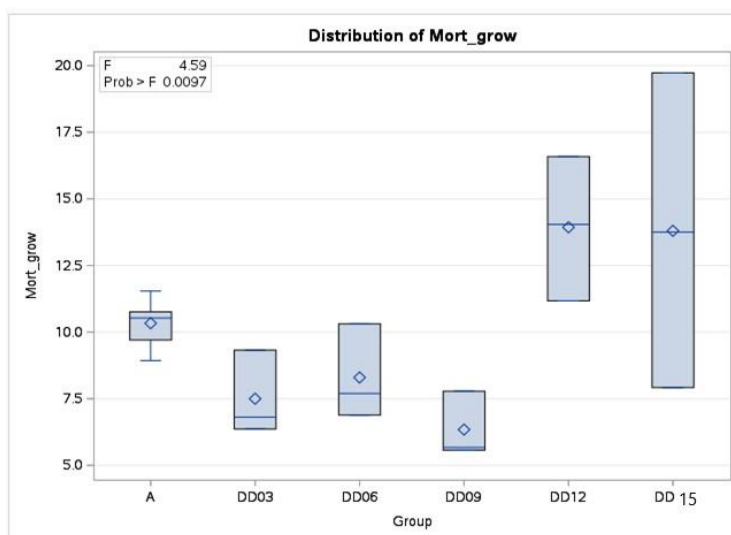
1. ábra. AI index alakulása



2. ábra. A Takarmány konverziós index alakulása



3. ábra. Vágási súlyok eloszlása



4. ábra. Híztlás alatti elhullások alakulása

KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérlet eredményeinek kiértékelését követően jól látható, hogy a kontroll (A) csoporthoz képest egyik kísérleti csoport esetében sem kaptunk statisztikailag igazolt különbséget egyik hizlalás alatti teljesítmény mutatóban sem. A vizsgált mutatók közül egyedül az AI index tekintetében kaptunk szignifikáns romlást a magasabb búza DDGS bekeverési arányú takarmányt fogyasztó DD12 és DD15 csoportok esetében, azonban az AI index komplexitása miatt az anyai tulajdonságok is befolyásolják annak alakulását és nem tekinthető tisztán a hizlalási időszak alatti mutatónak. Az ezzel kapcsolatos eredményeink magyarázatához ezért további vizsgálatok szükségesek. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a búza DDGS még magasabb (12-15%) bekeverési arányok mellett sem volt káros hatással az egyes hizlalás alatti

teljesítmény mutatókra, mindezek következtében ez az alapanyag kiválóan alkalmas lehet a nyulak takarmányozásában olyan értékes fehérje- és energiaforrások kiváltására, melyek alkalmasak emberi táplálkozásra is, illetve használatával csökkenthető az EU import fehérje függőségének mértéke is.

Köszönetnyilvánítás: Kutatásunkat a Magyar Kormány a **2018-1.1.2-KFI-2018-00025** azonosító számon nyilvántartott kutatás-fejlesztési projekt keretében támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

ALAGÓN HUALLPA, G., 2013. Use of barley, wheat and corn distillers dried grain with solubles in diets for growing rabbits: nutritive value, growth performance and meat quality. PhD Thesis. Department of Animal Sciences. Universidad politécnica de Valencia

URL1: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/hu/document/EPRS_BRI\(2023\)751426](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/hu/document/EPRS_BRI(2023)751426)

ELŐZETES VIZSGÁLAT A MAGYAR ÓRIÁS ANYANYULAK TEJTERMELÉSÉRŐL

EIBEN CS*, FRANK P., SZÉPERDEI L., CSOBÁN M.D.

Nemzeti Biodiverzitás- és génmegőrzési Központ – Haszonállat-génmegőrzési Intézet
2100 Gödöllő, Isaszegi út 200.

*E-mail: eiben.csilla@nbgk.hu

ABSTRACT – Preliminary study on the milk production of Hungarian Giant rabbit does

There are no data on the milking capacity of the Hungarian Giant rabbit breed. Firstly the milk production at lactation weeks 2-7 was studied in seven rabbits kindled at the same time in October 2023. Then the 1-5 week milk production was studied in 26 rabbits kindled between November 2023 and May 2024 with taking into account the effects of the season, parity order (1, 2, ≥ 3) and number of teats (8, 9). Milk production was determined once per week by the “weighing (doe) – suckling – weighing (doe)” method. Litters were weighed at birth and at lactation week 3. Litter size was weekly recorded and the volume of milk per kit calculated. Free nursing was used except the day of weighing. The rabbit does were re-used after the weaning of their kits at eight weeks of age. Kits from litters more than ten were adopted to foster does. In the case of kit loss, the litter was not modified. Our results revealed some milk yield even at lactation week 7 but its amount was negligible. Milk production culminated at lactation week 3. Pronounced decrease of milk output and milk volume per kit occurred after lactation week 5. Rabbit does nursing 2nd litters produced more milk at week 3 ($P < 0.05$) than the others in a way that also a good milk supply per kit was achieved in their average-size litters. The results revealed high variability in doe body weight and litter size. More data and detailed analyses are needed to get correct picture on lactation ability of this breed. Nevertheless, our results can help when optimal to weaning and re-breeding.

Keywords: Hungarian Giant rabbit, milk production, season, parity, teat number

BEVEZETÉS

Az óriás nyúl fajtákat hobbiként, vagy a hústermelésben befejező apai partnerként tartják. Közismert jobb növekedésük és gyengébb szaporaságuk a közepes testű húsnyúl fajtákhoz képest, ám a tejtermelésük kevésbé vizsgált. A helyi nyúl fajták ilyen célú vizsgálata (ZERROUKI és LEBAS, 2004) hozzájárul a biológiai sokféleség megőrzéséhez és/vagy a gazdasági hasznosíthatóságukhoz (DALLE-ZOTTE és PACI, 2013; PALKA és mtsai, 2017; DEREWICKA és mtsai, 2023). A magyar óriás anyanyulak tejtermeléséről nincsenek adatok.

Előzetes vizsgálatunk célja a nyulak tejtermelésének vizsgálata a szoptatás hetedik, majd ötödik hetéig, figyelembe véve az évszak, a fialási sorszám és a csecsbimbószám hatását.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Állatok, tenyésztés

A vizsgálatot az Intézet nyúltelepén, 2023. október és 2024. május között fialt nyulakkal ($n=16$) végeztük. A nyulakat hat hónapos kortól vettük tenyésztésbe, a fiókáik nyolchetes kori elválasztásakor tettük át másik ketrecbe és ezután fedezettük vagy termékenyítettük újra. Ha lehetett, a tíz feletti almokból a kisebb súlyú és a dajka anyáétól eltérő színű újszülötteket dajkásítottuk. Az anyanyulak csecsbimbószámát a szoptatás harmadik hetén számoltuk meg.

Tartás és takarmányozás

A nyulakat műanyag taposóráccsal és külső fialó ládával (64 x 31 x 38 cm) felszerelt drótrács oldalú és tetejű környezetgazdagított ketrecekben (95 x 116 x 70 cm) tartottuk. A napi

világítás 16 óra volt a kis ablakokon át természetes fényt is nyújtó épületben. Nyáron a hőmérséklet 20-28°C, télen 8-15°C közötti volt. A nyulak a granulált takarmányt (17,1% nyersfehérje, 3,4% nyerszsír, 12,4% nyersrost, 7,8% nyersshamu), a fűszénát és az ivóvizet szabadon fogyasztották. Nyáron almát vagy sárgarépa gyökeret is felkínáltunk.

Adatgyűjtés, értékelés

A tejtermelést a „súlymérés (anyanyúl) – szoptatás – súlymérés (anyanyúl)” módszerrel vizsgáltuk, hetente egyszer mérve a szoptatás hetedik (n=7), majd az ötödik hetéig (n=26). Mértük a születési és a háromhetes alomsúlyt. Hetente rögzítettük az alomlétszámot és kiszámítottuk a szopósnyúlra jutó tej mennyiségét. A kieső nyulakat nem pótoltuk. Az évszak, a fialási sorszám, a csecsbimbószám és az alomlétszám hatását a tejtermelésre varianciaanalízissel, a Statgraphics 6.0 (1992) programmal végeztük. Az anyanyulak a mérés napját kivéve szabadon szoptattak.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Hét anyanyúlnál (*1. táblázat*), amelyek egyszerre, 2023. október 27-29-én fialtak, a szoptatás 2-7. hetén vizsgáltuk a tejtermelést (*1. ábra*). A 2. héten még kisebb és egyedileg változóbb, 166±50 g volt a napi tejhozam és 26,9±8,7 g az egy kisnyúlra jutó tej mennyisége. A napi tejtermelés és az egyedi tejellátottság a 3. héten nőtt (246±17 és 41,1±6,9 g). Csúcsát a 4. héten érte el (251±48 és 41,8±9,1 g). Az 5. héttől fokozatosan csökkent a napi tejhozam és az egy szopósra jutó tej (176±37, 144±49, 94±38 g és 29,1±5,3, 23,7±6,7, 15,8±6,4 g). A 4-8 fiókát szoptató nyulak becsült 2-7. heti tejtermelése 6,2-8,2 kg, az átlag 7,6±0,7 kg volt.

1. táblázat

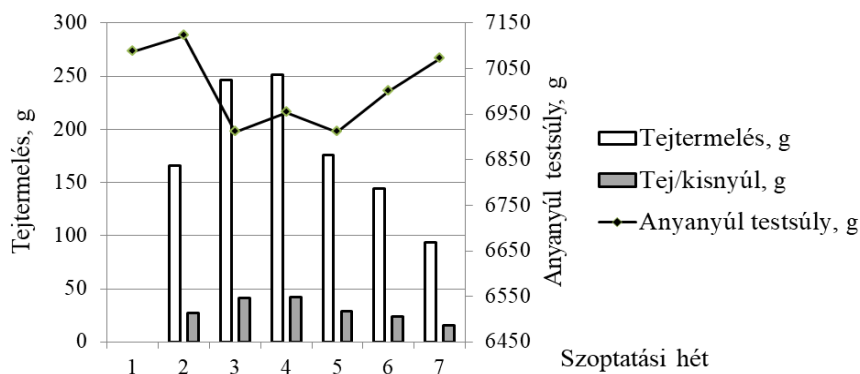
A 2-7. szoptatási héten vizsgált anyanyulak (n=7) és almaik jellemzése

	Anyanyúl szoptatás utáni élősúlya, g (<i>Doe body weight after nursing</i>)						Alomlétszám (<i>Litter size</i>)			Alomsúly, g (<i>Litter weight</i>)		Tejtermelés, g (<i>Milk yield</i>)
	Hét ¹	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3-7.	1.	3.
Átlag ²	7121	6910	6953	6911	6999	7071	6,86	6,29	6,14	535	2176	7550
Szórás ³	±532	±502	±382	±312	±338	±324	±1,21	±0,95	±1,21	±179	±330	±661
Min	6280	6150	6460	6590	6720	6730	5	5	4	380	1995	6230
Max	7890	7540	7360	7450	7610	7690	8	8	8	820	2520	8225

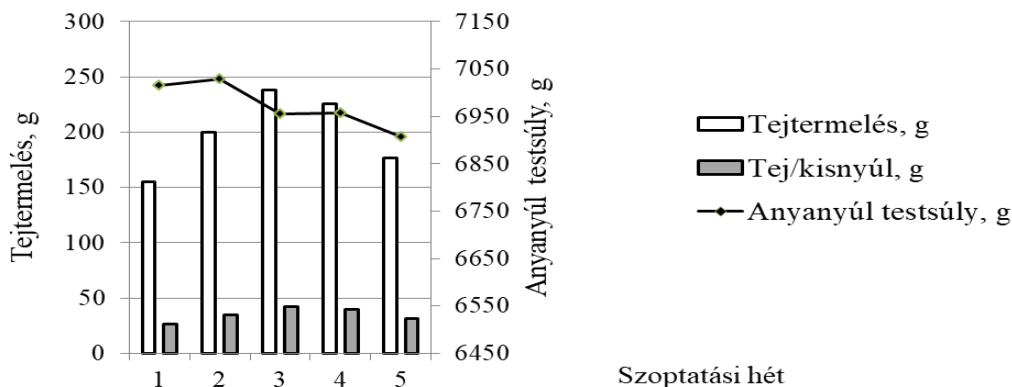
¹Week; ²Mean; ³Standard Deviation

A hét anyanyúl (1-1 először vagy másodszer, a többi többször fialt) élősúlya a fialás hetén 6060-7890 g, átlagosan 7087±611 g volt (*1. ábra*). A szoptatás 2. hetén még nőtt, de a tejtermelés megugrásával, a 3. héten, csökkent a testsúly. Az 5. héttől ismét javult a kondíció, párhuzamosan a csökkenő tejtermeléssel.

A továbbiakban már a fialás hetén (n=26), de csak az 5. szoptatási hétig vizsgáltuk a tejtermelést (*2. ábra*). Az értékelésbe bevettük a fenti hét nyúl adatait (*2. táblázat*) és figyelembe vettük az évszak, a fialási sorszám (1, 2, ≥3) és a csecsbimbószám (8, 9) vagy az alomlétszám (4, 5, 6, 7) hatását (*3-7. ábrák*).



1. ábra. Az anyanyulak élősúlya, tejtermelése és a kisnyúlra jutó tej mennyisége a 2-7. szoptatási héten



2. ábra. Az anyanyulak élősúlya, tejtermelése és a kisnyúlra jutó tej mennyisége a szoptatás 1-5. hetén

A fialás hetén a 2023. november – 2024. május között ellett nyulak (n=26) napi tejtermelése 155 ± 60 g, az egy fiókára jutó tej $26,5 \pm 9,4$ g volt (2. ábra). A 2. héten nőtt a napi tejhozam (200 ± 97 g) és az egyedi tejellátottság ($34,3 \pm 14,5$ g). Mindkét mutató a 3. szoptatási héten volt a legnagyobb (238 ± 66 g és $42,5 \pm 11,0$ g). A negyedik héten még hasonló eredményt kaptunk (226 ± 58 g és $39,4 \pm 11,5$ g). Azonban az 5. szoptatási héten már csökkent a napi tejhozam (177 ± 49 g) és a szopósnyúlra jutó tejellátottság ($31,0 \pm 9,4$ g). A 4-10 fiókát szoptató nyulak becsült 1-3. heti tejtermelése 2,6-6,8 kg, az 1-5. heti 4,8-9,6 kg volt (2. táblázat).

2. táblázat

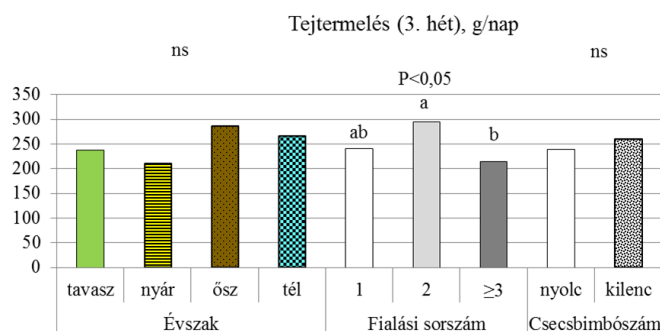
Az 1-5. szoptatási héten vizsgált anyanyulak (n=26) és almaik jellemzése

	Anyanyúl szoptatás utáni élősúlya, g <i>Doe body weight after nursing</i>					Alomlétszám <i>(Litter size)</i>			Alomsúly, g <i>(Litter weight)</i>		Tejtermelés, g <i>(Milk yield)</i>	
n	26	33	31	32	28	26	31	28	33	33	24	19
Hét ¹	1.	2.	3.	4.	5.	1.	3.	5.	1.	3.	1-3.	1-5.
Átlag ²	7016	7028	6955	6957	6906	6,39	5,74	5,96	473	2276	4089	7024
Szórás ³	± 529	± 527	± 510	± 496	± 396	$\pm 1,78$	$\pm 1,41$	$\pm 1,67$	± 141	± 458	± 1207	± 1691
Min	5925	5880	6020	5955	6100	4	4	4	275	1095	2625	4760
Max	8365	8245	8190	8020	7840	10	9	10	820	3215	6825	9625

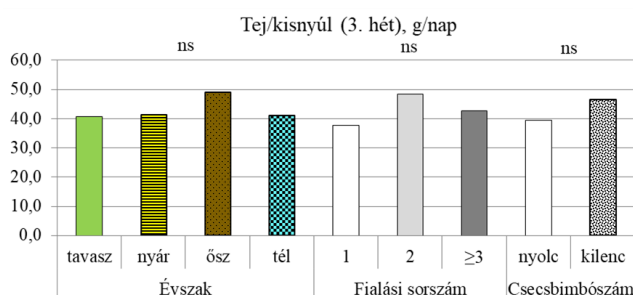
¹Week; ²Mean; ³Standard Deviation

A huszonhat anyanyúl (6 először, 7 másodszor, a többi többször fiatal) fiatal hetén mért súlya 7016 ± 529 g volt. Az összevont adatok szerint a nyulak a szoptatás 2. hetén a növekvő tejtermelés mellett a kondíciójukat is javították. Azonban a tejtermelés csúcsán (3. hét) fogytak, és csak annak csökkenése után (5. hét) tudták újra növelni a súlyukat (1-2. ábra).

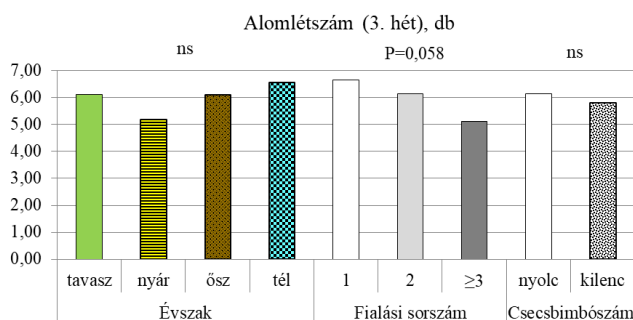
A szoptatás csúcsán, a 3. héten, több szempontot is figyelembe véve elemeztük az adatokat. A másodszor fiatal nyulak napi tejtermelése nagyobb volt (295 vs 214 g; $P < 0,05$), mint a többször fiataloké (3. ábra). Egy szopósnyúlra számszerűen több tej is jutott, de a fiatal sorszáma hatása nem volt szignifikáns (4. ábra). Az először fiatal nyulak alomlétszáma nagyobbak tűnt (6,65 vs 5,12; $P = 0,058$), mint a többször fiataloké (5. ábra).



3. ábra. Az évszak, a fiatal sorszáma és a csecsbimbószám hatása a 3. heti napi tejtermelésre

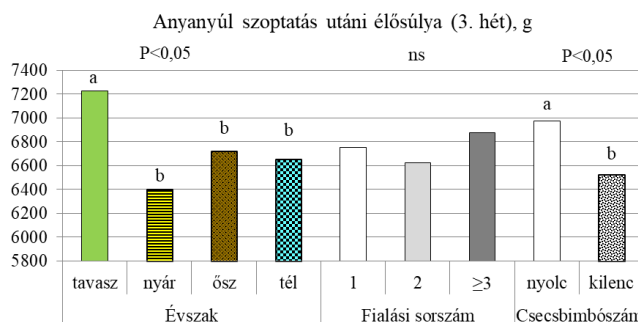


4. ábra. Az évszak, a fiatal sorszáma és a csecsbimbószám hatása a 3. heti tej/kisnyúl mennyiségre



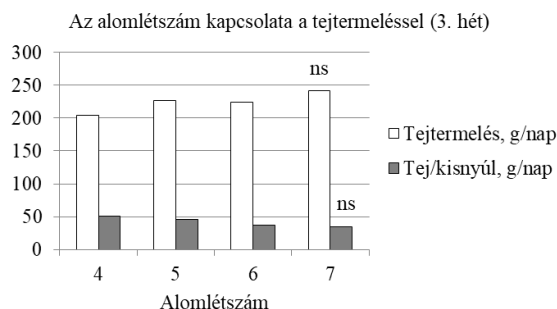
5. ábra. A évszak, a fiatal sorszáma és a csecsbimbószám hatása a 3 hetes kori alomlétszámra

A tejtermelés csúcán (3. hét) az anyák súlya tavasszal nagyobb volt (7,2 vs 6,4-6,7 kg; $P<0,05$) mint máskor (6. ábra). A nyolc csecsbimbós nyulak élősúlya meghaladta a kilenc csecsbimbós nyulakét (7,0 vs 6,5 kg; $P<0,05$).



6. ábra. Az évszak, a fialás száma és a csecsbimbószám hatása a szoptató nyulak 3. heti élősúlyára (g)

Az alomlétszámnak a 3. heti napi tejtermelésre és az egyedi tejellátottságra sem volt szignifikáns hatása. Mégis látható, hogy négy fiókával szemben hetet szoptatva nőtt a tejtermelés, ám csökkent az egy kisnyúlra jutó tej mennyisége (7. ábra).



7. ábra. Az alomlétszám kapcsolata a 3. heti napi tejtermeléssel és a kisnyúlra jutó tej mennyiségével

Az extenzíven tenyésztett, szaporaságra nem szelektált magyar óriás anyanyulak utódait hét-nyolc hetes korban választják el. Az anyákat ezután párosítják újra. Eredményeink szerint ugyan van némi tejtermelés a fialás utáni hetedik héten is, ám a mennyiség elenyésző. A tejtermelés csúcsa a fialás utáni harmadik hét. Jelentős csökkenés a tejtermelésben és az egyedi tejellátottságban a szoptatás ötödik hetétől várható. A másodszor fialt nyulak voltak képesek arra, hogy a harmadik héten úgy termeltek több tejet, hogy az átlagos létszámú almaikban az egyedi tejellátottság is jó volt. AYYAT és mtsai (1995) is a szoptatás harmadik hetén és a második fialáskor kapták a legnagyobb tejtermelést. Az évszaknak és az alomlétszámnak a tejtermelésre gyakorolt hatását is kimutatták. Vizsgálatunkban a kilenc csecsbimbós nyulak jobb tejtermelése nem szignifikáns. MOHAMMED és SZENDRŐ (1992) a tíz csecsbimbós nyulak több tejtermelését közölték a nyolc csecsbimbós nyulakkal szemben. Fajtánkban több adat szükséges a fenti hatások igazolásához.

Eredményeinkből kitűnik, hogy nyulaink élősúlya és az alomlétszám is tág határok között mozog. A nyúlajták vagy genotípusok tejtermeléséről (MAERTENS és mtsai, 2006; ZERROUKI és mtsai, 2016), a tejösszetétel változásáról (LUDWICZAK és mtsai, 2023) keveset tudunk. McNITT és LUKEFAHR (1990) szerint a tejtermelési görbe fajtára jellemző, de sok tényező befolyásolja. Kiemelik, a tejtermelés a szoptatás napjával és az alomlétszámmal is összefügg,

ám ezek kölcsönhatásai fajtánként eltérőek. Az anyanyúl testsúlya és a tejtermelés között is találtak kapcsolatot. VÁSQUEZ és mtsai (1999) kimutatták, hogy az alomlétszám hatása a tejtermelésre az alomsúlytól is függ.

Mindezek alátámasztják előzetes eredményeinket és megerősítik a további kutatások szükségességét. Eredményeink emellett segíthetik az optimális elválasztási és újrafedeztetési időpontok meghatározását is.

KÖVETKEZTETÉSEK

Előzetes eredményeink hozzájárulnak a magyar óriás anyanyulak tejtermelési görbéjének meghatározásához. Kimutattuk a fialási sorszám hatását a tejtermelésre. Az évszak és az alomlétszám, illetve az anyanyúl jellemzői (élősúly, csecsbimbószám) és ezek kölcsönhatásai is befolyásolhatják a tejtermelést és az egy kisnyúlra jutó tej mennyiségét. Ezen hatások megállapításához több adat és további vizsgálatok szükségesek.

IRODALOMJEGYZÉK

- AYYAT M.S., MARAI I.F.M, EL-SAYIAD G.H.A., 1995., Genetic and non-genetic factors affecting milk production and preweaning litter traits of New Zealand White does under Egyptian conditions. *World Rabbit Sci.* 3. 3: 119-124.
- DALLE-ZOTTE A., PACI G., 2013. Influence of rabbit sire genetic origin, season of birth and parity order on doe and litter performance in an organic production system. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 26, 1: 43-49.
- DEREWICKA O., MAJ D., BIENIEK J., 2023. Pilot study of rearing parameters and milk yield of Burgundy Fawn, Flemish Giant and New Zealand White rabbits and their crosses. *Animal Science and Genetics*, 19, 2: 51-58.
- LUDWICZAK A., SKLADANOWSKA-BARYZA J., KUCZYNSKA B., SELL-KUBIAK L., STANISZ M., SKRYPCZAK E., 2023. Unveiling the attributes of rabbit milk. *Animal*, 17, 1000848
- MAERTENS L., LEBAS F., SZENDRŐ Zs., 2006., Rabbit milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbit Sci.* 14. 4: 205-230.
- MCNITT J.I., LUKEFAHR S.D., 1990. Effects of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 68, 1505-1512.
- MOHAMED M.M.A., SZENDRŐ Zs., 1992. Studies on nursing and milk production of does and milk intake and suckling behaviour of their kits. *J. Appl., Rabbit Res.*, 15, 708-716.
- PALKA S., KMIECIK M., KOZIOL, L., OTWINOWSKA-MINDUR A., MIGDAL L., BIENIEK J., 2017. The effect of breed on litter size and milk yield in rabbits. *Scientific Annals of Polish Society of Animal Production*, 13, 3: 25-29.
- STATGRAPHICS © 1992. Reference Manual, Version 6.0, Manugistics Inc., Rockville, MD, USA
- VÁSQUEZ R., PETERSEN J., MENNICKEN L., 1999., Effect of number of kids assigned on milk performance of the does depending on the litter weight at birth. *CIHEAM. IAM. Zaragoza*, 41: 107-112.
- ZERROUKI N., LEBAS F., 2004. Evaluation of milk production of an Algerian local rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *Proc. 8th World Rabbit Congress, 7-10 September, Puebla, Mexico* 378-384.
- ZERROUKI-DAOUDI N., CHIBAH-AIT BOUZIAD K., LEBAS F., 2016. Effect of litter size at birth and of number of suckled kits, on the milk production in two genotypes of rabbit does raised in Algeria. *Proc. 11th World Rabbit Congress, 11-18 June, Qingdao, China*, 241-244.

AZ ALOMKIEGYENLÍTETTSÉGRE VÉGZETT SZELEKCIÓ LEHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA PANNON NYULAKBAN

NAGY I.^{1*}, BOKOR Á.¹, GERENCSÉR Zs.¹, GYOVAI P.¹, ATKÁRI T.^{1,2}

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

²Olivia Kft, Mizse 94, 6050 Lajosmizse, Hungary

*E-mail: nagy.istvan.prof@uni-mate.hu

ABSTRACT – Evaluating the selection possibilities for the litter homogeneity in Pannon rabbits

So far in rabbit breeding the general breeding strategy was to develop separate maternal and paternal line and select them separately. The selection objectives generally were number of kits alive and average daily gain respectively. However, the homogeneity of a litters is a new criteria supported by the processing industry so we evaluated the possibilities of selection for this goal. The study was carried out on the basis of the data collected at the experimental rabbit farm of the Hungarian University of Agricultural and Life Sciences (Kaposvár Campus). The database contained 97139 kindling data of Pannon white, Pannon Ka and Pannonian large rabbit does collected between 1991 and 2023, respectively. From the database, only those farrows were retained where no cross-fostering had occurred and where the number of kits born alive and number of weaned rabbits were the same. These criteria were only met by 3953 records. The analysed traits were body weight of the smallest rabbit in the litter and standard deviation of the rabbits' body weight within the litter, respectively. The genetic parameters of these traits were estimated based on the REML method using the VCE software. The applied two-trait model contained the year and month of kindling, parity, number of kits born alive, permanent environmental effect and additive genetic effect. Both traits showed low heritability (0.06 and 0.08) with low standard error (0.02-0.03) and a favourable but nonsignificant genetic correlation (-0.215) due to its high standard error (0.312). It could be concluded that both analysed trait is suitable for genetic selection and it would probably increase the litter homogeneity.

Keywords: litter homogeneity, minimum weight, standard deviation, genetic parameters

BEVEZETÉS

Az állattenyésztési programok egyik kiemelkedően fontos eleme a szelekció, melynek eredményeképpen a gazdaságilag fontos tulajdonságokban teljesítményjavulást érünk el (SMITH, 1969). A nyúltenyésztésben általánosan apai és anyai vonalakat hoznak létre, melyekre külön-külön végeznek szelekciót. Az anyai vonalakban leggyakrabban az élve született fiókák számára vagy az alomsúlyra szelektálnak (BASELGA, 2004, GARREAU és mtsai, 2004a, NAGY és mtsai, 2011, NAGY és mtsai, 2013), míg az apai vonalakban a leggyakoribb szelektált tulajdonság az átlagos súlygyarapodás (GARREAU és mtsai, 2000). Ezekben a tulajdonságokban jelentős szelekciós előrehaladásról számoltak be (GARCIA és BASELGA, 2002, PILES és BLASCO, 2003, MATICS és mtsai, 2014, NAGY és mtsai, 2013). A feldolgozó ágazat szempontjából további fontos szempont a levágott egyedek homogenitása, ezért a homogenitás növelésére egy teljesen önálló szelekciós módszert próbáltak kidolgozni az úgynevezett kanalizációs szelekciót (BOLET és mtsai 2007). Bár az eljárás számos tulajdonságban javította az egyedek homogenitását (GARREAU és mtsai 2004b, GARREAU és mtsai 2008, IBANEZ- ESCRICHE és mtsai, 2008, BLASCO és mtsai, 2017) a gyakorlatban (feltehetően a módszer bonyolultsága miatt) mégsem terjedt el. A jelen munka célja ezért annak vizsgálata, hogy hagyományos tenyésztétkbecslési módszerek alkalmazásával hogyan lehetne növelni az almok homogenitását a nyúltenyésztésben.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem kaposvári kísérleti nyúltelepén gyűjtött fialási adatai alapján végeztük. Az adatbázis a Pannon fehér, Pannon Ka és Pannon nagytestű anyák 1991-2023 között gyűjtött 97139 fialásának adatait tartalmazta. Az adatbázisból csak azokat a fialásokat tartottuk meg, ahol nem történt dajkásítás, továbbá ahol a születési és választási alomszám megegyezett egymással. Ezeknek a feltételeknek 3953 fialás felelt meg. Az értékelt tulajdonságokat, illetve azok leíró statisztikai értékeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A vizsgált tulajdonságok leíró statisztikai értékei

Tulajdonság	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás
Min.	0,34	1,88	1,02	0,17
Std.	0,007	0,42	0,09	0,04
Alomszám	2,00	12,0	8,22	1,45

Min: az alom legkisebb egyedének súlya (body weight of the smallest rabbit in the litter); Std.: az alomban levő egyedek súlyának szórása (standard deviation of the rabbits' body weight within the litter).

Választáskor az alomban található legkisebb egyed súlyának valamint az alomban levő egyedi súlyok szórásának genetikai paramétereit a REML módszer alkalmazásával becsültük meg, kéttulajdonságos egyedmodellel, melyhez a PEST (GROENEVELD és mtsai, 1990) és VCE szoftvereket (GROENEVELD és mtsai, 2008) alkalmaztuk.

A vizsgálati modell mindkét tulajdonság esetében az alábbi volt:

$$y = Xb + Za + Wpe + e$$

ahol y = a fenotípusos mérések vektora, b = a környezeti hatások vektora, a = additív genetikai hatások vektora, pe = tartós környezeti hatások vektora, e = környezeti hatások vektora, X , Z , és W a környezeti hatások, az additív genetikai hatások és a tartós környezeti hatások előfordulási mátrixa.

Az egyedmodell elemei a 2. táblázatban vannak megadva.

2. táblázat

Az alkalmazott egyedmodell szerkezete

Tényező (Factor)	Típus (Type)	Szint (L)
Alomszám (litter size)	C	1
Fialási év-hónap (year-month)	F	346
Fialási sorszám (parity)	F	4
Fajta (Breed)	F	3
Tartós környezeti hatás (Permanent environment)	R	2974
Egyedhatás (animal effect)	A	134432

C: kovariáns (Covariate), F: fix hatás (fixed effect), R: random hatás (Random effect), A: egyedhatás (animal effect)

EREDMÉNYEK

A vizsgált tulajdonságok variancia-kovariancia komponenseit, illetve ezek öröklődhetőségi értékeit, továbbá a tartós környezeti hatások nagyságát a 3. táblázatban közöltük.

3. táblázat

A vizsgált tulajdonságok genetikai paraméterei

Komponens (Components)	Min.	Std.
Additív genetikai variancia-kovariancia (additive genetic variance-covariance)	0,1257E-02	-0,6579E-04 0,7414E-04
Tartós környezeti variancia-kovariancia (permanent environmental variance-covariance)	0,2649E-02	-0,1464E-03 0,8090E-05
Reziduális variancia-kovariancia (residual variance-covariance)	0,015142	-0,002899 0,001362
Öröklődhetőség, genetikai korreláció (heritability, genetic correlation)*	0,066 (0,029)	-0,215 (0,312) 0,05135 (0,020)
Tartós környezeti hatás, korreláció (magnitude of permanent environmental effect, correlation)	0,13905 (0,038)	-1,00000 (0,013) 0,00560 (0,020)

*: A zárójelben a genetikai paraméterek standard hibáit adtuk meg (Standard errors of the genetic parameters are given in brackets), Min: az alom legkisebb egyedének súlya (body weight of the smallest rabbit in the litter); Std.: az alomban levő egyedek súlyának szórása (standard deviation of the rabbits' body weight within the litter).

A táblázati adatok alapján mind a legkisebb nyúl súlya, mind az almon belüli nyulak súlyának varianciái, illetve kovarianciái kis értékeket mutattak. A tulajdonságok öröklődhetőségei alacsonyak, azonban nagyságrendjükben megegyeznek a szaporasággal kapcsolatos értékmérők öröklődhetőségével (NAGY és mtsai, 2011). Az öröklődhetőségek standard hibái csekélyek ezért a tulajdonságokra eredményes szelekció végezhető. A tartós környezeti hatás nagysága mindkét tulajdonságban jelentősen meghaladta az additív genetikai hatás nagyságát, így a tulajdonságok ismétlődése az öröklődhetőségi értékeknél nagyobb. A tulajdonságok közötti genetikai kovariancia negatív, azaz a két tulajdonság között negatív korreláció van. A tapasztalt negatív genetikai korreláció kedvező, ugyanis ennek alapján az alomban a legkisebb súlyú nyúl súlyának növelésére végzett szelekció az alom homogenitását növeli. Sajnos a genetikai korreláció nagy standard hibája miatt a kapott eredmény nem tekinthető statisztikailag igazoltnak. Hasonló vizsgálatot a nyúltenyésztési szakirodalomban nem találtunk. Sertésenyésztésben (DAMGAARD és mtsai, 2003) az almon belüli malacok súlyának szórására születéskor, illetve háromhetes korban alacsony, de nullától statisztikailag igazolt módon nagyobb öröklődhetőségi értékekről (0,06, illetve 0,08) számoltak be. Eredményeik alapján, az almon belüli malacok súlyának szórása pozitív genetikai korrelációt

mutatott a holtan született és szoptatás alatt elhullott malacok számával (0,07, illetve 0,25), ami szintén megerősíti az alom homogenitására végzett szelekció szükségességét.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérlet eredményei alapján egyértelműen sikerült igazolni, hogy az almon belüli legkisebb fióka súlya, illetve az almon belüli fiókák súlyának szórása nullától nagyobb öröklődhetőséget mutat, tehát szelekcióval mindkét tulajdonság javítható. Sajnos a két tulajdonság közti kedvező irányú genetikai korreláció a kisméretű adatbázis nagysága miatt nem tekinthető statisztikailag igazoltnak. Ugyanakkor a kapott eredmény biztató arra nézve, hogy az alomban a legkisebb nyúl súlyának növelésére végzett szelekció eredményes lehet az almon belüli homogenitás növelése szempontjából.

IRODALOMJEGYZÉK

- BASELGA, M. 2004. Genetic improvement of meat rabbits. Programmes and diffusion. In Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, 7–10 September 2004; pp. 1–13.
- BLASCO, A., MARTÍNEZ-ÁLVARO, M., GARCÍA, M.L., IBÁÑEZ-ESCRICHE, N.; ARGENTE, M.J., 2008. Selection for environmental variance of litter size in rabbit. *Genet. Sel. Evol.* 49: 48–56.
- Blasco, A., Martínez-Álvoro, M., García, M.L., Ibáñez-Escriche, N., Argente, M.J. 2017. Selection for environmental variance of litter size in rabbit. *Genet. Sel. Evol.*, 49: 48–56.
- BOLET, G., GARREAU, H., JOLY, T., THEAU-CLÉMENT, M., FALIERES, J., HURTAUD, J., BODIN, L., 2007. Genetic homogenisation of birth weight in rabbits: Indirect selection response for uterine horn characteristics. *Livest. Sci.*, 111: 28-32.
- DAMGAARD, L.H., RYDHMER, L., LØVENDAHL, P., GRANDINSON, K. 2003. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. *J. Anim. Sci.* 81: 604–610.
- GARCÍA, M.L., BASELGA, M., 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest. Prod. Sci.*, 74(1):45–53.
- GARREAU, H., SZENDRŐ, ZS., LARZUL C., ROCHAMBEAU H. 2000. Genetic parameters and genetic trends of growth and litter size traits in the White Pannon breed. In Proc. 7th World Rabbit Congress, 2000 July, Valencia, Spain, Vol. A, 403-408.
- GARREAU, H., PILES, M., LARZUL, C., BASELGA, M., DE ROCHAMBEAU, H., 2004a. Selection of maternal lines: last results and prospects. Conference at the 8th World Rabbit Congress, 7–10 September 2004, Puebla, Mexico, pp.14–25
- GARREAU, H., SAN CRISTOBAL, M., HURTAUD, J., BODIN, L., ROS M., ROBERT-GRANIE, C., SALEIL G., BOLET, G., 2004b. Can we select on within litter homogeneity in rabbit birth weight: A divergent selection experiment. In Proc. 8th World Rabbit Congress, 2004 September, Puebla, Mexico, 63-68.
- GARREAU, H.; BOLET, G.; LARZUL, C.; ROBERT-GRANIE, C.; SALEIL, G.; SAN CRISTOBAL, M.; BODIN, L., 2008. Results of four generations of a canalising selection for rabbit birth weight. *Livest. Sci.* 119: 55–62.
- GROENEVELD E, KOVAC M, FERNANDO RL 1990. PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. Proceeding of the 4th World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Edinburgh, pp 488–491.
- GROENEVELD, E., KOVAC, M., MIELENZ, N. 2008. VCE User's Guide and Reference manual. Version 6.0. Institute of Farm Animal Genetics, Neustadt, Germany, 1-125.
- IBÁÑEZ-ESCRICHE, N., ARGENTE, M.J., GARCIA, M.L., MUELAS, R., SANTACREU, M.A., BLASCO, A. 2008. Preliminary results in a divergent selection experiment on variance for litter size in rabbits. I. Genetic parameters. In: Proc. 9th World Rabbit Congress, 2008 June, Verona, Italy, 121-124.
- MATICS, ZS.; NAGY, I.; GERENCSÉR, ZS; RADNAI, I.; GYOVAI, P.; DONKÓ, T.; ZOTTE, A.D.; CURIK, I.; SZENDRŐ, ZS. 2014. *World Rabbit Sci.*, 22: 287–300.
- NAGY, I., RADNAI, I., NAGYNE-KISZLINGER, H., FARKAS, J. SZENDRŐ, ZS. 2011. Genetic parameters and genetic trends of reproduction traits in synthetic Pannon rabbits using repeatability and multitrait animal models. *Arch. Tierz.*, 54: 297–307.
- NAGY, I., GYOVAI, P., RADNAI, I., NAGYNÉ KISZLINGER, H., FARKAS, J., SZENDRŐ, ZS. 2013. Genetic parameters, genetic trends and

- inbreeding depression of growth and carcass traits in Pannon terminal line rabbits. *Arch. Anim. Breed.*, 56: 191–199.
- Piles, M., Blasco, A. 2003. Response to selection for growth rate in rabbits estimated by using a control cryopreserved population. *World Rabbit Sci.*, 11: 53–62.
- SMITH, C. 1969. Optimum selection procedures in animal breeding. *Anim. Prod.*, 11: 433–442.

A KOMPUTER TOMOGRÁFIA ÉS A KÉPÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK FEJLŐDÉSE A NYULAK SZELEKCIÓS CÉLÚ VIZSGÁLATAIBAN KAPOSVÁRON

DONKÓ T.^{1*}, CSÓKA Á.^{1,2}, GERENCSÉR ZS.², PETNEHÁZY Ó.^{1,3}, REPA I.¹

¹Medicopus Nonprofit Kft. 7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Élettani és Takarmányozástani Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

*E-mail: donko.tamas@sic.medicopus.hu

ABSTARCT - The development of computer tomography and image evaluation methods in rabbit selection studies in Kaposvár

Since 1991, the opportunities provided by computerized tomography (CT) have been available in Kaposvár for rabbit breeding, offering significant advantages for breeding work. In this study, the authors summarize the main methodological steps that have led to the currently used image processing techniques. During the first 12 years, the L value was introduced for characterizing the slaughter value of growing rabbits, representing the average cross-sectional area measured between the 2nd and 3rd, as well as the 4th and 5th lumbar vertebrae of the longissimus dorsi muscle. From 2004 onward, interest shifted from the longissimus dorsi muscle to the muscles of the hind legs, which represent 2-2.5 times greater muscle mass. The volume of the hind leg muscles was determined by evaluating 11-12 cross-sectional images. Due to advancements in imaging devices, image processing computers, and algorithms, from 2017, the automatic segmentation-based determination of the longissimus dorsi muscle volume became feasible using a proprietary software. In 2021, a new approach based on an elastic registration algorithm was introduced for the determination of the longissimus dorsi and hind leg muscles, further improving the accuracy and reliability of automatic evaluation.

Keywords: computed tomography, image analysis, rabbit, meat production

BEVEZETÉS

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem és jogelőd intézményeiben (Pannon Agrártudományi Egyetem, Kaposvári Egyetem, Szent István Egyetem) több mint három évtizede használják a komputer tomográfias (CT) vizsgálatokat a nyúltenyésztés különböző kérdéseinek megválaszolásában, valamint a szelekciós munkában. A vizsgáló eljárás fejlődésével az alkalmazott módszerek folyamatosan változtak. Kezdetben néhány jól meghatározott anatómiai pozícióban készült felvételtől becsülő egyenletek készültek a különböző értékmérő tulajdonságok, a teljes test szöveti vagy kémiai összetétel meghatározására. Később a comb esetében sorozatfelvételek készültek és direkt módon, küszöböléssel eljárással határozták meg a combizom térfogatát. Ma már a hosszú hátizomnak, a hátsó lábak izmainak a súlya is automatikus képfeldolgozó módszerrel becsülhető. A kapott eredmények a tenyésztéértékbecslésen (BLUP) keresztül kerülnek felhasználásra (GYOVAI és mtsai., 2012; MATICS és mtsai. 2014).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az értékes húsrészek mennyiségének/arányának növelését célzó CT vizsgálatok során alkalmazott képkalkotó és képfeldolgozó módszerek

A hústermelésre irányuló szelekción munkánk célja az apai vonalakban a súlygyarapodás fokozása volt a végtermék-előállító keresztezésekben. A képkalkotó eljárások bevezetésével a vágási kitermelés javítása is megvalósíthatóvá vált. A tenyészállatok kiválasztása két lépésben zajlik: az első lépésben az 5-10. hét közötti súlygyarapodás alapján választják ki a legjobb egyedeket, majd ezeket CT vizsgálatnak vetik alá. A CT vizsgálat során három nyulat helyeznek egy speciálisan kialakított műanyag tartóba, altatás nélkül (1. ábra). A kísérleti vágásokat minden esetben BLASCO és OUHAYOUN (1996) módszertana szerint végezték.



1. ábra. A képkalkotó vizsgálatokhoz használatos 3-as tartó

L érték

A kilencvenes években a CT készülékek egy kép elkészítéséhez közel egy percet igényeltek. Ennek megfelelően a hármastartóban elhelyezett nyulakról először egy átnézeti kép készült, majd az L érték meghatározásához két keresztmetszeti felvételt készítettek, a 2-3. és a 4-5. ágyékcsigolya között. A képek szeptevastagsága jellemzően 10 mm volt. A hosszú hátizom területét manuális szegmentációval határozták meg, és a két terület átlagos értékeként kapták meg az L értéket (ROMVÁRI és mtsai., 1996).

Combizom térfogat

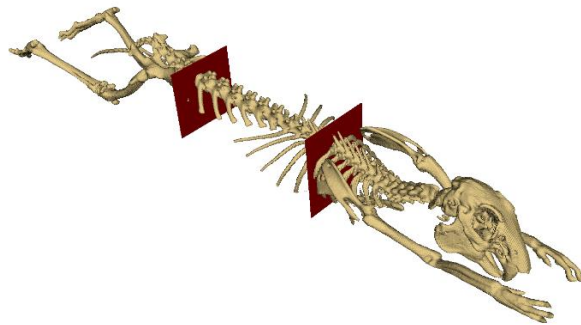
A combizom térfogatának becsléséhez 11-12 keresztmetszeti képet készítettünk a medencecsont elülső végétől a térdizületig, 10 mm-es szeptevastagsággal, spirál adatgyűjtést alkalmazva (kb. 15-20 másodperc alatt). A felvételek során törekedtünk arra, hogy mindhárom nyúl combját lefedjük, majd kiválasztottuk azokat a rekonstruált képeket, amelyeket az értékeléshez felhasználunk. Az egyedileg kiválasztott képeken küszöböléssel automatikus szegmentációt végeztünk, mely során a 20 – 120 HU (Hounsfield Unit) denzitású voxelek térfogatát határoztuk meg. A megfelelő denzitás tartomány kiválasztásához a CT vizsgálatokat követően végzett próbavágásokkal kapott filé súlyokat használtuk referenciaként (SZENDRŐ és mtsai., 2012; GYOVAI és mtsai., 2013).

Hosszú hátizom automatikus szegmentálása

A CT felvételezés sebessége, térbeli feloldó képessége, valamint a képfeldolgozó eszközök kapacitása jelentősen javult a technológiai fejlődés során. 2013 végén a 10 mm-es szeptevastagság helyett 2 mm-re váltottunk, és az egész testet megvizsgáltuk. A megnövekedett adatmennyiség már nem tette lehetővé a manuális szegmentáció alkalmazását, mint az L értéknél, és a belső szervek miatt a küszöböléses technika sem volt megfelelő.

Ennek következtében egy olyan algoritmus fejlesztésébe kezdtünk, amely a hosszú hátizom és a comb automatikus szegmentációját végezte el. A képsorozatokon a három egyedeket automatikusan elkülönítettük, majd egy erre a célra kifejlesztett algoritmus segítségével eltávolítottuk a tartókat a képekről (KOVÁCS és mtsai, 2013).

Az így előkészített képeken első lépésként a csontváz szegmentációja történt küszöböléssel (150 HU), amely jól segítette az egyes testtájak elhelyezkedésének meghatározását. Morfológiai operátorok alkalmazásával kiemeltük a gerincoszlopot és elválasztottuk a hátulsó részt a medence és a combcsontok segítségével. A következő lépés az elülső és középső rész határának meghatározása volt, amely során a 8-9. háti csigolyák közötti metszési síkot kellett azonosítani a képeken. Ehhez az ágyéki szakasz irányából az 5. bordát határoztuk meg, mivel a gyakorlatban ezt az elvet alkalmazzák a vágóhídi bontás során is (2. ábra).

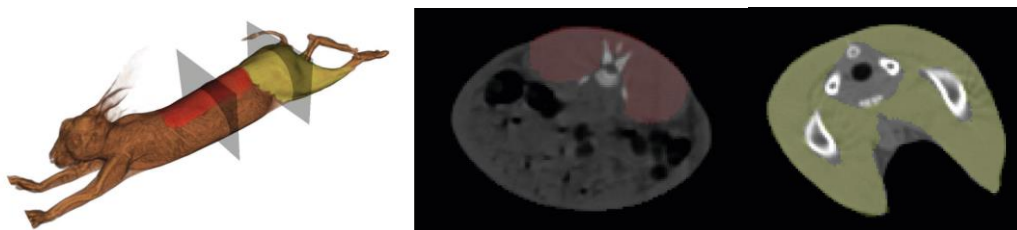


2. ábra. A síkok a hátizom elülső és hátulsó határait jelzik a csontváz 3D képén

Ezután az egyes részek metszési síkjai között elvégeztük az értékes húsrészek szegmentálását. A hátizom esetében a gerincoszlop tömegközéppontjától és a bordáktól, valamint a harántnyúlványoktól háti irányban elhelyezkedő izmok szegmentációját végeztük el. Különböző morfológiai operátorok alkalmazásával és iteratív módszerrel azonosítottuk azt az izmot, amely geometriájában hosszasan és folyamatosan elhelyezkedik a testben, azaz a hosszú hátizmot (MATICS és mtsai, 2020).

Hosszú hátizom és a hátsó lábak izmainak súly becslése elasztikus regisztráció alkalmazásával

A regisztrációs technikákat elsősorban humán diagnosztikában, mágneses rezonanciás képalkotás és CT-képek feldolgozása során alkalmazzák, különösen az agyi régiókban. A folyamat során ismert képeken, vagy átlagképeken annotálják a meghatározni kívánt térfogatokat, amelyeket atlaszoknak nevezünk. Ezt követően az atlaszok és az ismeretlen egyedek képeit egymásra transzformálják. A transzformációt a szegmentált területeken hajtjuk végre, és innen gyűjtjük az egyes sajátságokat (lásd 3. ábra). A sajátságok szelekcióját követően különböző regressziós eljárásokkal készítünk becslő egyenleteket a két értékes húsrész súlyának meghatározására, melyekhez referencia adatokat a CT vizsgálatot követően végzett kísérleti vágással nyertünk (CSÓKA és mtsai, 2022).



3. ábra. Az értékes húsrészek szegmentációja a jelölt síkokban.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

L érték

A legszorosabb fenotípusos korrelációt az L-érték és a vágási kitermelés (%), valamint a hasított test középső részének aránya között találták ($r=0,53-0,65$ és $0,67-0,71$) (SZENDRŐ és mtsai, 1992), így a legjobb r^2 érték megközelítette a 0,5-öt. Az L-érték becsült heritabilitási (h^2) értéke 0,41 volt. Az L-érték és a vágási kitermelés közötti genetikai korreláció 0,45, míg a genetikai trend 0,12 és 0,78 cm^2 között mozgott, ami évi 1,7%-os genetikai javulást jelentett (SZENDRŐ és mtsai, 2004).

Combizom térfogat

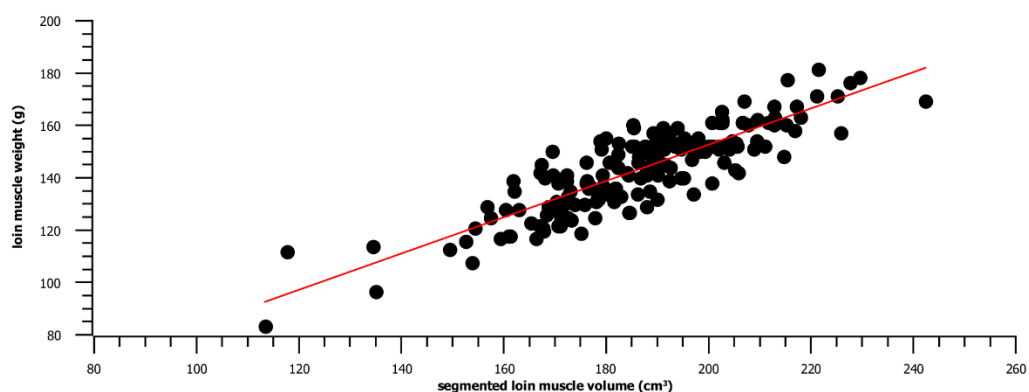
2004-től a CT-vel mért kiválasztási kritériumot a combizom térfogatára változtatták. A CT-vel meghatározott combizom térfogata és a hátsó láb súlya, illetve a vágási kitermelés közötti fenotípusos korreláció 0,77-0,78, illetve 0,45 volt (Nagy és mtsai., 2009). A CT combizomtér fogat h^2 becsült értéke 0,19 és 0,33 között változott (Nagy és mtsai., 2005, Gyovai és mtsai., 2008, 2013). A szelekciós javulás 4 cm^3 volt évente (Gyovai és mtsai., 2008).

Hosszú hátizom automatikus szegmentálása

A módszer kidolgozása során a használt adathalmaz 170 nyúl CT-felvételét és a hozzájuk tartozó hátizom filék súlyát tartalmazta. A fent leírt szegmentálási technika alkalmazásával a szegmentált hátizom térfogat és a hátizom filék súlya között számított Pearson-féle korrelációs együttható 0,86 volt. Lineáris regressziós modell segítségével az alábbi becslő egyenletet alakítottuk ki:

$$\text{becsült hátizom súlya (g)} = 0,6895 \times \text{szegmentált hátizom térfogata (cm}^3\text{)} + 14,843.$$

A lineáris regressziós modellt leave-one-out cross-validációval teszteltük. A korrigált determinációs együttható 0,737 volt, míg a keresztellenőrzés RMSE-je 8,18 g (4. ábra).



4. ábra. A szegmentált hátizom térfogatának és a hátizom filé súlyának összefüggése

Hosszú hátizom és a hátsó lábak izmainak súly becslése elasztikus regisztráció alkalmazásával

Elasztikus regisztráción alapuló képfeldolgozó eljárásunkat az előző szegmentációs módszer során vizsgált egyedeken teszteltük. A hosszú hátizom esetében az r^2 értéke 0,83 lett, ami az előző módszerhez képest közel egy tizeddel magasabb, és 12%-os becslési

pontosságnövekedést jelent. A combizmok esetében is jelentős javulást értünk el: a hátsó lábak izmainak becslése során a javasolt módszer 0,89-es r^2 értéket eredményezett. A keresztellenőrzés során számított becslési hiba a hátizom és a hátsó lábak izmainál 6,5 és 8,8 g volt (CSÓKA és mtsai, 2022). A módszer retrospektív elemzésekre is alkalmas, így lehetővé teszi a szelekciós munka visszamenőleges értékelését is, illetve ökonómiai súlyok bevezetését a szelekciós folyamatba (ÁCS és mtsai, 2019).

A képértékelési módszerek sajátosságai jól nyomon követhetők az 1. táblázatban összefoglalt eredmények tükrében. Az idő előrehaladtával a manuális szegmentációtól a teljesen automatikus irányába haladtunk. A nyulakról készített képek szeletvastagsága csökkent és a képek mennyisége jelentősen növekedett, ezáltal a gyűjtött információ megsokszorozódott. Ami a táblázatból nem látszik, hogy természetesen a vizsgálatok sebessége is számottevően nőtt. Az pedig öröndetes, hogy az egyes húsrészek meghatározásának megbízhatósága is szignifikánsan javult.

1. táblázat

Az értékes húsrészek meghatározását célzó CT vizsgálatok során alkalmazott képalkotó és képfeldolgozó módszerek jellemzői nyulakban

Vizsgált izom	Szegmentáció		Képek száma	Szeletvastagság [mm]	r^2	Keresztvalidáció
	típus	módszer				
Hátizom	manuális		2	10	0,49	
Combizom	szemi-automatikus	küszöbölés	11-12	10	0,79	nem volt
Hátizom	automatikus	operátorok	kb. 350	2	0,74	LOO (Leave One Out)
Combizom	automatikus	regisztráció	kb. 350	2	0,90	20 ismétléses 5-
Hátizom	automatikus	regisztráció	kb. 350	2	0,83	fold

KÖVETKEZTETÉSEK

Az előzőekben ismertetett eredményekből megállapítható, hogy a CT képalkotó technológia fejlődésével és az adatfeldolgozási kapacitás növekedésével az egyes kutatási kérdések, valamint a szelekciós munka számára megfelelő módszerek fejleszthetők.

Az utóbbi időszakban a CT technológia főként az értékes húsrészek és az állatok kondíciójának becslésében nyújtott előnyt a tenyésztőknek, de komoly potenciál rejlik a speciális tudományos kérdések megválaszolásában is, mint például a csont ásványianyagtartalmának vizsgálata. Ezen túlmenően a mesterséges intelligencián alapuló képfeldolgozási módszerek adaptálása is számos izgalmas kihívást tartogat.

Köszönetnyilvánítás: A publikáció elkészítését támogatta az Európai Unió, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával (EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 számú projekt), és a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja (BO/00871/19, BO/00921/19).

IRODALOMJEGYZÉK

- ÁCS, V. – NAGY, I. – DONKÓ, T. (2019): A selection index for improving the carcass traits in the Pannon large rabbit breed. *Acta Univ. Agr. et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, 67, 5, 1125-1129.
- BEIER, J. – BITTNER, R.C. – HOSTEN, N. – TROEGER, J. – FELIX, R. (1998): Morphological image processing operators Reduction of partial volume effects to improve 3D visualization based on CT data. *Radiologie*, 38, 860-866.
- BLASCO, A. – OUHAYOUN, J. (1996): Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Sci.*, 4, 93-99.
- CSÓKA, Á. – KOVÁCS, G. – ÁCS, V. – MATICS, Z. – GERENCSE, Z. – SZENDRŐ, Z. – NAGY, I. – PETNEHÁZY, Ö. – REPA, I. – MOIZS, M. – DONKÓ, T. (2022) A General Technique for the Estimation of Farm Animal Body Part Weights from CT Scans and Its Applications in a Rabbit Breeding Program. *Computers and Electronics in Agriculture* 196. doi:10.1016/j.compag.2022.106865.
- DONKÓ, T. – CZAKÓ, B. – KOVÁCS, GY. – PETNEHÁZY, Ö. – KASZA, R. – SZENDRŐ, ZS. – GARAMVÖLGYI, R. – MATICS ZS. (2016): Total body fat content determination by means of computed tomography (CT) in rabbits In: *Proc. 11th World Rabbit Congress*, 16-18 June 2016, Qingdao, China, 753-756.
- GYOVALI P. – NAGY I. – GERENCSE ZS. – MATICS ZS. – RADNAI I. – DONKÓ T. – BOKOR Á. – FARKAS J. – SZENDRŐ ZS. (2012) Genetic parameters for litter weight, average daily gain and thigh muscle volume measured by in vivo Computer Tomography technique in Pannon White rabbits. *Livest. Sci.*, 144: 119-123.
- GYOVALI, P., NAGY, I., GERENCSE, ZS., METZGER, SZ., RADNAI, I., SZENDRŐ, ZS., (2008). Genetic parameters and trends of the thigh muscle volume in Pannon White rabbits. In: *Proc. 9th World Rabbit Congress*, Verona, Italy, pp. 115-119.
- GYOVALI, P. – NAGYNÉ-KISZLINGER, H. – NGUYEN, T. – DONKÓ, T. – RADNAI, I. – MATICS, Z. – GERENCSE, Z. – SZENDRŐ, Z. – NAGY, I. (2013) Schätzung der Körperzusammensetzung von Pannonischen weißen Kaninchen unter Verwendung der Computertomographie. *Die Fleischwirtschaft* 93 : 9 pp. 112-116. , 5 p.
- KASZA, R. – SZENDRŐ, ZS. – MATICS, ZS. – GERENCSE, ZS. – NAGY, I. – KOVÁCS, GY. – CSÓKA, Á. – PETNEHÁZY, Ö. – GARAMVÖLGYI, R. – REPA, I. (2021): Növendéknyulak teljes test zsírtartalmának becslése computer tomográffal. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 70:1, 47-57.
- KOVÁCS, GY. – IVAN, J.I. – PANYIK, A. – FAZEKAS, A. (2010): The openIP open source image processing library. *Proc. of ACM Multimedia 2010 International Conference*, 1489-1492. (ISBN: 978-1-60558-933-6), Firenze (Italy), 2010. October 25-29.
- KOVÁCS, G. – DONKÓ, T. – EMRI, M. – OPPOSIT, G. – REPA, I. (2013) Gabor-filter based automatic removal of troughs from CT images. In: *Farm Animal Imaging. Kaposvár 2013*. The Rural Centre, Ingliston Newbridge, UK, pp. 80–84.
- MATICS, Z. – NAGY, I. – GERENCSE, Z. – RADNAI, I. – GYOVALI, P. – DONKÓ, T. – DALLE ZOTTE, A. – CURIK, I. – SZENDRŐ, Z. (2014). Pannon breeding program in rabbit at Kaposvár University. *World Rabbit Science*. 22(4):287-300.
- MATICS, ZS. – KOVÁCS, GY. – CSÓKA, Á. – ÁCS, V. – KASZA, R. – PETNEHÁZY, Ö. – NAGY, I. – GARAMVÖLGYI, R. – PETRÁSI, ZS. – DONKÓ, T. (2020) Automated estimation of loin muscle mass in living rabbits using computed tomography. *Acta Univ. Agr. et Silviculturae Mendeliana Brunensis* 68 (1), 63–72.
- MILISITS, G. – ROMVÁRI, R. – DALLE ZOTTE, A. – SZENDRŐ, ZS. (1999): Non-invasive study of changes in body composition in rabbits during pregnancy using X-ray computerized tomography. *Ann. Zootechn.*, 48, 25-34.
- NAGY, I. – METZGER, SZ. – GYOVALI, M. – VÍGH, ZS. – ROMVÁRI, R. – PETRÁSI, ZS. – SZENDRŐ, ZS. (2005) Genetic parameters of thigh muscle volume estimated in Pannon White rabbit population using computer tomography. In: *Proc. 17th Hung. Conf. Rabbit Prod.*, Kaposvár, Hungary, pp. 25-28.
- NAGY, I. – GYOVALI, P. – GERENCSE, ZS. – MATICS, ZS. – RADNAI, I. – BÍRÓNÉ NÉMETH, E. – SZENDRŐ, ZS. (2009) Genetic parameters of carcass traits in Pannon White rabbit population. In: *Proc. 21st Hung. Conf. Rabbit Prod.*, Kaposvár, Hungary, pp. 73-77.
- ROMVÁRI, R. – MILISITS, G. – SZENDRŐ, ZS. – HORN, P. (1996): Measurement of the total body fat content of growing rabbits by X-ray computerised tomography and direct chemical analysis. *Acta Vet. Hung.* 44, 2, 145-151.
- SZENDRŐ, ZS. – METZGER, SZ. – NAGY, I. – SZABÓ, A. – PETRÁSI, ZS. – DONKÓ, T. – HORN, P. (2012): Effect of divergent selection for the Computer Tomography measured thigh muscle volume on productive and carcass traits of growing rabbits. *Livest. Sci.*, 149, 167-172.

SZENDRŐ, ZS. – HORN, P. – KÖVÉR, G. – BERÉNYI, E. – RADNAI, I. – BÍRÓNÉ-NÉMETH, E. (1992) In vivo measurement of the carcass traits of meat type rabbits by X-ray computerised tomography. 5th World Rabbit Congress, Corvallis, J. Appl. Rabbit Res. 15: 799-809.

SZENDRŐ, ZS. – ROMVÁRI, R. – NAGY, I. – ANDRÁSSY-BAKA, G. – METZGER, SZ. – RADNAI, I. – BÍRÓ-NÉMETH, E. – SZABÓ, A. – VÍGH, ZS. – HORN, P. (2004) Selection of Pannon White rabbits based on computer tomography. In: Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico, pp. 175-180.

A RENDEZVÉNY TÁMOGATÓI



AGRÁRMINISZTERIUM

**AM Parlamenti és Társadalmi
Kapcsolatok Főosztálya**



Cargill Takarmány Zrt.



**Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem**



**Nyúl Szakmaközi Szervezet és
Terméktanács**



Olivia Élelmiszerfeldolgozó Kft.



Rettenmaier Austria GmbH & CO KG



S&K-LAP Nyúltenyésztő Kft.



Dremax Kft.



Dunavet-B Zrt.



Technovet Agrár Kft.

