

# MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA

Hungarian Veterinary Journal  
Vol. 141. No. 7. – Budapest, July 2019.  
Established by Prof. B. Nádaskay, 1878

Zöld fluoreszcens fehérjét kifejező donor ősvarsejtek  
recipiens csirkeembriók petefészkeiben

## LÓ

Embrióátültetés a magyar hidegvérű  
lófajta megőrzésének szolgálatában

## SZARVASMARHA

Hőstressz tejelő teheneekben II.  
Az alkalmazkodást segítő  
takarmányozási megoldások

## KISÁLLAT

A vérérum leptinkoncentrációjának  
változása az ivari ciklus és a testzsír-  
mennyiség függvényében szuka  
kutyában

A *Sarcoptes scabiei* var. *canis*  
rühösség elkülönítő kórjelzése és  
kezelése fluralaner használatáva

## GENETIKA

Őshonos magyar tyúkfajták,  
mint lehetséges univerzális  
recipiens az ősvarsejt alapú  
génmegőrzésben

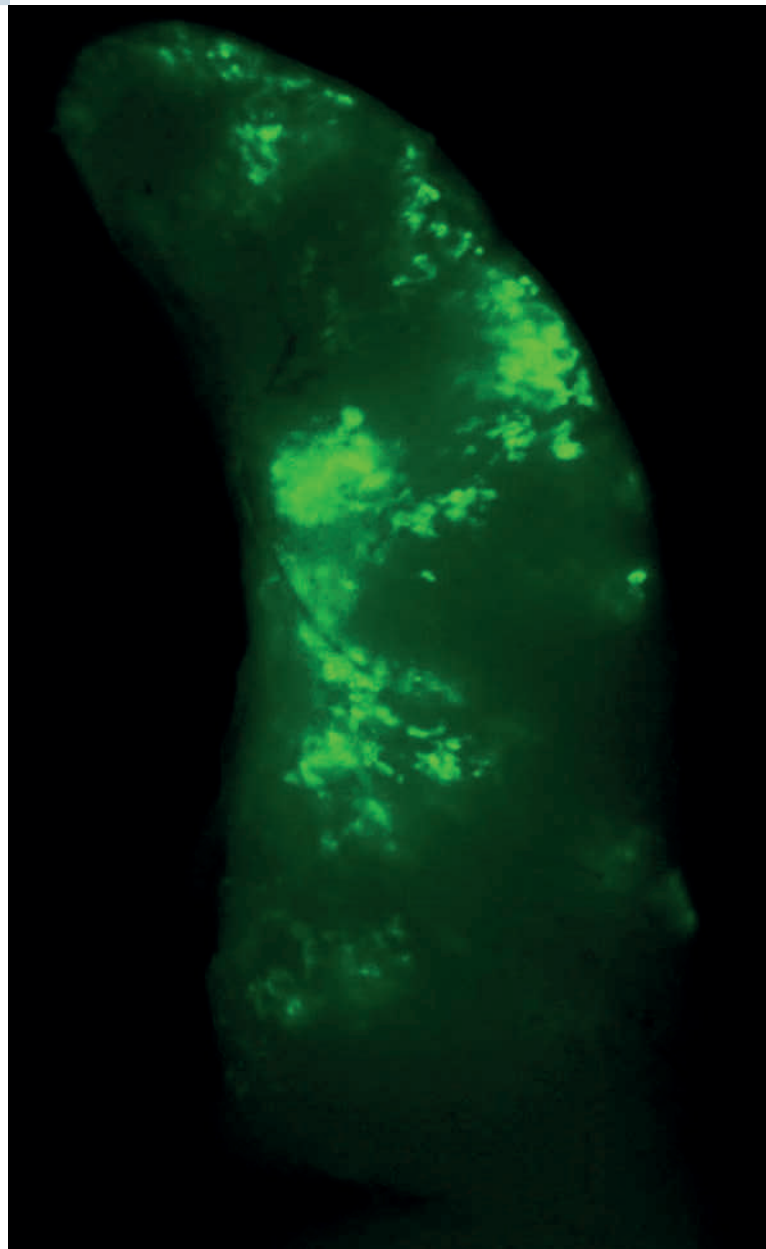
## KÖNYVISMERTETÉS

Farm Animal Behaviour Characteristics  
for Assessment of Health and Welfare  
2<sup>nd</sup> Edition

## IN MEMORIAM

Dr. Balla László (1925-2019)

## TALLÓZÁSOK



# MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA

Hungarian Veterinary Journal  
Established by Prof. B. Nádaskay, 1878

*Dirofilaria immitis* mikrofilária hemolizált vér Giemsa szerint festett üledékében

## LO

A vemhesség hatása a hematológiai paraméterekre

## SZARVASMARHA

A BRDC elleni vakcinázás és gyógykezelés hatásai

## BAKTERIOLÓGIA

A paratuberkulózis hazánkban

## BAROMFI

A barontkolera elleni vakcinák

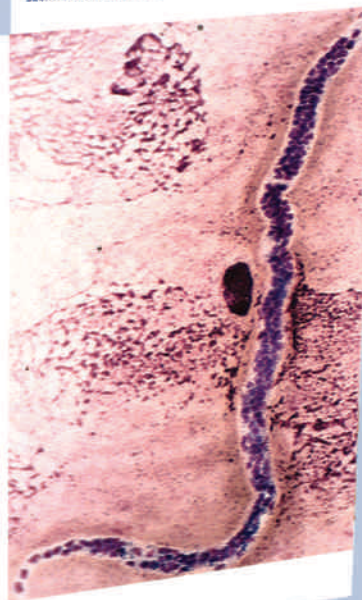
## PARAZITOLÓGIA

*Dirofilaria immitis* mikrofilária elkülönítése

## AKADÉMIAI BESZÁMOLÓK

## TUDOMÁNYTÖRTÉNET

## SAITÓKÖZLEMÉNY



2015 | 4. félév  
193-236. oldal  
1540 Ft

kisállat

kedvenc állat

baromfi, sertés, hal

ló

szarvasmarha

parazitológia

mikrobiológia

[www.agrarlapok.hu/elofizetes](http://www.agrarlapok.hu/elofizetes)

## LÓ / EQUINE

- 387.** Veres S., Gódi A., Zubor T.: Embrióátültetés a magyar hidegvérű lófajta megőrzésének szolgálatában  
S. Veres, A. Gódi, T. Zubor: Embryo transfer- saving of genetic variety of the Hungarian draft horse

## SZARVASMARHA / BOVINE

- 397.** Bakony M., Könyves L., Mézes M., Kovács L., Jurkovich V.: Hőstressz tejelő tehenekben II. Az alkalmazkodást segítő takarmányozási megoldások Irodalmi összefoglaló  
M. Bakony, L. Könyves, M. Mézes, L. Kovács, V. Jurkovich: Heat stress in dairy cows 2. A review on nutritional strategies to alleviate losses

## KISÁLLAT / SMALL ANIMALS

- 411.** Müller L., Kok E., Kollár E., Balogh O., Thuróczy J.: A vérszérum leptinkoncentrációjának változása az ivari ciklus és a testzsírtartalom függvényében szuka kutyában  
Irodalmi áttekintés és saját tapasztalatok  
L. Müller, E. Kok, E. Kollár, O. Balogh, J. Thuróczy: Changes in serum leptin concentrations in relation to the oestrous cycle and body fat content in female dogs  
Literature review and own data

- 425.** Schweickhardt E., Tarpataki N., Tóth Sz.: A *Sarcoptes scabiei* var. *canis* rühösség elkülönítő kórjelzése és kezelése fluralaner használatával  
E. Schweickhardt, N. Tarpataki, Sz. Tóth: *Sarcoptes scabiei* var. *canis* mite infestation: differential diagnosis, treatment using fluralaner

## GENETIKA / GENETICS

- 439.** Tóth R. I., Lázár B., Tokodyné Szabadi N., Patakiné Várkonyi E., Gócza E.: Őshonos magyar tyúkfajták, mint lehetséges univerzális recipiensek az ősvarsejt alapú génmegőrzésben  
R. I. Tóth, B. Lázár, N. Tokodyné Szabadi, E. Patakiné Várkonyi, E. Gócza: Indigenous Hungarian chicken breeds as universal recipients for primordial germ cell-based gene conservation

## KÖNYVISMERTETÉS

- 409.** Farm Animal Behaviour Characteristics for Assessment of Health and Welfare 2<sup>nd</sup> Edition

## IN MEMORIAM

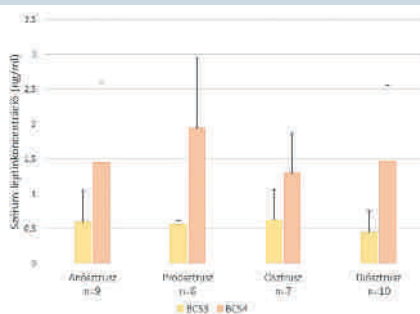
- 424.** Dr. Balla László (1925-2019)

## TALLÓZÁSOK

- 395.**  
**447.**  
**448.**



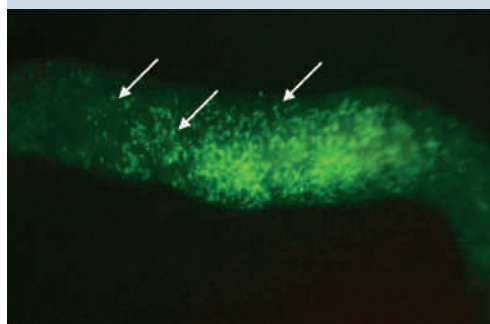
**390.** Magyar hidegvérű kanca csikójával



**417.** Szérumleptin-koncentrációk kutyában



**430.** Rühösség kutyában



**443.** Ősvarsejtek tyúkembrióban

A folyóiratot indexeli és referálja/The journal is indexed and abstracted by: CAB Abstracts (CABI), Science Citation Index Expanded, Zoological Record, BIOSIS previews (Thomson Reuters), Scopus (Elsevier).  
Tartalom/Contents: Current Contents – Agriculture, Biology & Environmental Sciences (Thomson Reuters)

Ingyenes mutatószám kérhető a főszerkesztőtől/Free sample copies are available from the editor-in-chief: H-1078 Budapest, István utca 2. Hungary  
Megrendelhető a fenti címen a szerkesztőségtől/  
Subscription orders to the Editorial Office (address above)

\*\*\* Internet address  
(English contents pages, subscription price, etc.)  
<http://www.univet.hu/mal>



### MANNINGER és kollégái

A könyvtár az igazgatói irodából nyílt, és tanácskozó szobául is szolgált – tudjuk meg MANNINGER REZSŐ alapító igazgatónak az Országos Állategészségügyi Intézetet bemutató cikkéből (1929). Az épület „vázrajzát” maga készítette a hasonló külföldi intézetek bejárása után. A kiemelt helyre tervezett helyiségbe természetesen „közvetlenül a folyosóról is be lehet jutni. A könyvtárban nagy asztal és vörösfenyőből készült könyvszekrények állnak. A könyvtár tartalmazza a szükséges kézikönyveket és néhány folyóiratot. A folyóiratok beszerzésében az az intentio vezetett, hogy meg legyenek a legfontosabb referáló művek (így az ELLENBERGER SCHÜTZ-féle *Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gebiete der Veterinärmedizin*, a *Centralblatt für Bakteriologie*), ezeken kívül főleg csak olyan folyóiratokat járattunk (pl. a *Veterinary Record*), melyek más hazai könyvtárba nem járnak. Ehelyett inkább a más könyvtárban könnyen hozzáférhető folyóiratok beszerzéséről mondtunk le.”

Az Országos Állategészségügyi Intézet (majd Állategészségügyi Diagnosztikai Igazgatóság) működésének 90 éve alatt a gyakorlat, a tudomány és az igazgatás metszéspontjában, mindhárom területtel szoros kölcsönhatásban tevékenykedett. Az állattenyésztés, állattartás, vadgazdálkodás felvetette problémákra – az intézetekben vizsgált fontosabb betegségek és kórokozók listája több mint 400 tételből áll – mindig gyors, tudományosan megalapozott választ igyekeztek adni. Ezek időnként hatósági beavatkozást igényeltek, de többségük a szakmai közösség számára tudományos közleményekben is megfogalmazódott, hazai és külföldi szaklapokban egyaránt.

A tudományos műhelymunka mellett folyamatosan gondoskodtak arról is, hogy az állattartók fontosabb orgánumaiban közérthető módon, és a napi gyakorlatban alkalmazható eljárásokat bemutatva ismertessék a betegségek megelőzésének, leküzdésének lehetőségeit. A háború előtti *Rádiós Gazdasági Előadásoktól* a tenyésztői magazinkig minden lehetséges fórumot felhasználtak az ismeretterjesztésre.

A szakirodalmi tevékenység – az olvasás és az írás – 90 éve a munka természetes velejárója. Folyamatosan átlagosan tíznaponta került és kerül ki új közlemény – eddig összesen közel három és fél ezer – a diagnosztikai intézetekből, gyakran hazai és külföldi kutatóintézetekkel, egyetemekkel együttműködésben. Ez alól csak a tragikus 1945-ös esztendő a kivétel, amikor a könyvtári épületszárnyat is bombatalálat érte.

Képünk 1935 körül készült az igazgatói iroda könyvtár felőli sarkában. Középen MANNINGER REZSŐ, mellette két utóda, CSONTOS JÓZSEF és MARCIS ÁRPÁD ül.

Orbán Éva

### FŐSZERKESZTŐ / EDITOR-IN-CHIEF

Dr. BALKA Gyula

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG / EDITORIAL BOARD

Dr. Abonyi Tamás

Dr. Balka Gyula (elnök), Dr. Bándy Pál

Dr. Bíró Ferenc, Dr. Bodó Gábor

Dr. Búza László, Dr. Dunay Miklós Pál

Dr. Farkas Róbert, Dr. Fekete Sándor György

Dr. Fodor László, Dr. Gál János

Dr. Gálfi Péter, Dr. Gönczi Gábor

Dr. Jakab Csaba, Dr. Jerzsele Ákos

Dr. Korzenszky Emőd, Dr. Laczay Péter

Dr. Magyar Tibor, Dr. Manczur Ferenc

Dr. Molnár Viktor, Dr. Nagy Béla

Dr. Nemes Imre, Dr. Németh Tibor

Dr. Ózsvári László, Dr. Sályi Gábor

Dr. Seregi János, Dr. Solti László

Dr. Sótonyi Péter, Dr. Szieberth István

Dr. Tóth Balázs, †Dr. Tuboly Tamás

Dr. Varga János, Dr. Vetési Ferenc

Dr. Visnyei László, Dr. Vörös Károly

### OLVASÓSZERKESZTŐ

†Sík Júlia

### SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR

Tóth Zsuzsanna

### SZERKESZTŐSÉG / EDITORIAL OFFICE

H-1078 Budapest, István u. 2. Hungary

Levélcím: 1400 Budapest 7. Pf. 2.

Telefon/fax: (36-1) 341-3023

Internet: <http://www.univet.hu/mal>

E-mail: [mal@univet.hu](mailto:mal@univet.hu)

### KIADÓ / PUBLISHER

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.

H-1223 Budapest, Park u. 2.

Telefon: (36-1) 362-8100

Telefax: (36-1) 362-8104

Internet: [www.agrarlapok.hu](http://www.agrarlapok.hu)

E-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu)

Felelős kiadó: Dr. Béres András ügyvezető

### HIRDETÉSEK FELVÉTELE

Telefon: (36-70) 232-4231, (36-1) 362-8100

Telefax: (36-1) 470-0410

E-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu)

Minden jog fenntartva. A lapból értesítéseket átvenni csak a Magyar Állatorvosok Lapjára való hivatkozással lehet. A hirdetések és egyéb reklámkiadványok tartalmáért a kiadó felelősséget nem vállal.

### LAPTERV

made by zwoelf – [www.zwoelf.hu](http://www.zwoelf.hu)

### TERVEZŐSZERKESZTŐ

Markovics Réka

### NYOMÁS

Gyomai Kner Nyomda Zrt.

5500, Gyomaendrőd, Kossuth Lajos út 10-12.

INDEX: 25531

HU ISSN 0025-004X

### LAPTULAJDONOS



### KIADÓ



Embryo transfer- saving  
of genetic variety of the  
Hungarian draft horse

S. Veres<sup>1</sup>  
A. Gódi<sup>2</sup>  
T. Zubor<sup>3</sup>

1. Equi-Comfort Lógyógyászati Bt.,  
Lógyógyász Szakállatorvos  
H-7400 Kaposvár,  
Bajcsy-Zsilinszky utca 88

\*e-mail: ver.sandor@gmail.com

2. Állatorvostudományi Egyetem,  
Lógyógyászati Tanszék és Klinika,  
Internship Hallgató  
Budapest

3. Kaposvári Egyetem,  
Embrió-Átültető Központ,  
Megbízott Igazgató  
Kaposvár

# Embrióátültetés a magyar hidegvérű lófajta megőrzésének szolgálatában

Veres Sándor<sup>1</sup>, Gódi Anna<sup>2</sup>, Zubor Tibor<sup>3</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az embriótranszfer (ET) manapság sportlovaknál rutin eljárásnak számít, mégis hazánkban elvétve alkalmazzák. Ennek legtöbbször gazdasági okai vannak, annak ellenére, hogy az embrióátültetésből született csikó értéke a megfelelő párosítás esetén messze meghaladhatja a ráfordított költségeket. A magyar hidegvérű lófajtánál korábban még nem végeztek ET-t. Jelenleg a fajtában 9 ménvonal áll rendelkezésre, amelyek számának 6 alá csökkenése a fajta megszűnését jelentené. A szerzők jelen közleményben hidegvérű kancákon, terepi körülmények között elvégzett sikeres ET-ről számolnak be.

## SUMMARY

**Background:** Although embryo transfer (ET) is considered to be a routine procedure in sport horses, it is only rarely used in Hungary. This is mostly due to financial reasons, even though the value of a foal born from a carefully selected and matched dam and sire may exceed the costs of embryo transfer by far.

**Objectives:** Embryo transfer has not been performed in the Hungarian cold-blooded horse before. The aim of our work was to prove that embryo transfer can be performed successfully in the Hungarian cold-blooded horse also.

**Materials and Methods:** We used semen from "5787, Karancslapújtó 96 Kondor", a chestnut dapplestallion belonging to the Belgian 28 male line to inseminate "Vilma", a valuable grey mare belonging to the Belgian 22 bloodline suffering from hoof cancer. Three recipient mares were available during the program. Embryo flushing was performed 8 days after insemination. The uterus was flushed in a closed environment using Dulbecco's phosphate buffered saline with added glucose (1 g/l), sodium pyruvate and kanamycin (0,36 g). Non-surgical, transcervical uterine lavage was performed on the donor mare. The equineCH 34 French-type catheter was fixed with the balloon in the caudal part of the body of the uterus to avoid losing any fluid or an embryo. Gravity was used to administer and to collect the fluid: the flush medium container was placed high while the bag collecting the fluid was placed close to the ground. The valve was closed after introducing 1 litre of pre-warmed medium, the recovered medium then flowed through the Y tube and an embryo filter (70 µmM-confilter) into an empty infusion bag. This procedure was repeated 6 times.

**Results and Discussion:** Pregnancy examination by ultrasound proved that the procedure was successful, recipient mare No. 1 is pregnant. A healthy foal was born on the 15<sup>th</sup> of April 2018.

The success of our program proves that embryo transfer may play a major role in preserving genetic diversity in the Hungarian cold-blooded horse in the coming years.



Lóban az embrióátültetés első szakaszában, az embriókinyerésnél egy, esetleg kettő embrió a méhből történő kiöblítésére van lehetőség. A kinyert embriót ún. recipiens kanca méhébe ültetik át, ami kihordja a vemhet és életet ad a csikónak (13).

Elsőként 1972-ben ültettek lóembriót szamár petevezetőjébe sebészi úton Angliában (8). 1974-ben született meg az első csikó OGURI és TSUTSUMI által végzett ET-ből (10). 1991-ben PALMER és mtsai lópetesejtet *in vitro* fertilizáltak, az ebből származó embriót recipiens kanca méhébe beültették és élő csikó született. 1996-ban pedig az első intracytoplasmikus spermiuminjektálással előállított embrióból származó csikó látta meg a napvilágot (13). Magyarországon JUHÁSZ és mtsai 1994–1995-ben alkalmazták először sikerrel az embrióátültetést (8 donor kancán, összesen 10 alkalommal). Az első magyarországi ET-kancacsikó 1996. júniusában született meg, amit később újabb utód születése követett (7, 9).

**Az első, embrió-átültetésből származó csikó 1974-ben született meg**

**Bármilyen szaporodás-biológiai rendellenesség csökkenti az embriókinyerés sikerességét**

**A recipiens kanca ideális kora 3–10 év**

**A donor és a recipiens állatok nemi működését szinkronizálni kell**

**Fontos az ovuláció idejének pontos meghatározása és a jó minőségű sperma használata**

### A DONOR ÉS A RECIPIENS KIVÁLASZTÁSA

Bármilyen szaporodásbiológiai rendellenesség csökkenti az embriókinyerés sikerességét (4). A donor egészségéről éppen ezért meg kell bizonyosodnunk: rektális- és ultrahangvizsgálat mellett egyéb kiegészítő vizsgálatokat (citológia, bakteriológia, szövettan) is érdemes végezni (8). Továbbá McCUE és mtsai bizonyították, hogy a tíz évesnél fiatalabb kancákból nagyobb százalékban nyerhető ki embrió, mint a 15 év felettiekből (4). A recipiens kanca ideális kora 3–10 év, és természetesen jó fertilitású kell, hogy legyen. Nem szenvedhet endometritisben, méhbiopsziája grade I. osztályba tartozó, egészséges méhnyálkahártyát kell, hogy igazoljon. Egy donorhoz általában két recipienst szoktak rendelni (8).

### SZINKRONIZÁCIÓ

Mivel a recipiens kancák száma korlátozott, ezért a donor és a recipiens állatok nemi működését szinkronizálni kell (4, 17). Az általánosan elfogadott, hogy a recipiens ovulációját, a donorhoz képest +1 és -3 nap eltéréssel kell beállítani (8).

A szinkronizációra legtöbbször használt módszerek: a luteolízis PGF2 $\alpha$ -injekcióval, ill. a gesztagén 10–15 napig történő etetése (pl. altrenogeszt 0,044 mg/ttkg/nap adagban) (2).

Az embriómosás ideális időpontjának kijelölése érdekében, fontos az ovuláció idejének pontos meghatározása (3). Amennyiben a donor igazoltan ovulált, a recipiensnek aznap beadhatjuk a human chorionic gonadotropint (hCG) (13). A hCG 3,5 cm-es tüszőméret felett ovulációt fog indukálni 36–48 óra múlva a kancák 80–90%-ában (4). 1500–3000 IU iv. vagy im. hCG beadása ajánlott irodalmi adatok szerint (3). Sajnos nincs olyan protokoll, amellyel biztosan elérhető lenne a szuperovuláció kancákban (3). Az equine chorionic gonadotropin (eCG) nagy adagban is hatástalan lovakon, mivel a gonádokon lényegesen kevesebb eCG receptor található, mint egyéb állatfajokon (1).

Az embriókinyerés eredménye nagyban függ a mén termékenyítő képességétől, a sperma minőségétől. Fagyasztott spermával 46%, hűtöttel 44%, míg friss spermával 60–77%-os siker arány érhető el egyes adatok szerint (4). Fagyasztott sperma esetén a kinyert embrió mérete kisebb, összehasonlítva a friss spermás termékenyítéssel (16).

### EMBRIÓKINYERÉS

Legtöbbször szükség van a donor gyógyszeres nyugtatására, ugyanis a méhbe vezetett folyadék kellemetlen a kancának (14). Ezt követően rektális

vizsgálatot végzünk, eltávolítjuk a bélsarat, kiürítjük a húgyhólyagot, ha az telt. A farkat befászlizzuk és oldalra rögzítjük, majd fertőtlenítjük és szárazra töröljük a gát tájékát.

A mosáshoz egy felfújható gallérú Foley-katétert használunk, ehhez egy Y-elágazást csatolunk, amelynek egyik vége a mosófolyadékhoz csatlakozik, másik pedig az embriószűrőhöz (14). Mosófolyadékként legelterjedtebb a kereskedelmi forgalomban kapható Dulbecco-féle foszfáttal puffertolt sóoldat (PBS).

### EMBRIÓ KERESÉS

Mosás után az embriószűrő tartalmát átöblítjük egy steril, rácsozott aljú petricsészébe kb. 50 ml mosóoldattal (19). Az embriót sztereomikroszkóp segítségével, 15× nagyításon keressük (21). A 6. naptól minden nappal megközelítőleg duplázódik az embrió mérete, a később kinyert embrió nagyobb, könnyebb megtalálni (13). A fejlettebb embriók (8 napos) akár szabad szemmel is láthatóak lehetnek (21).

### AZ EMBRIÓK OSZTÁLYOZÁSA

Miután megtaláltuk az embriót, fel kell mérnünk annak méretét, állapotát, fejlettségi fokát. Az embrió minőségi értékelésére egy 4 fokozatú skálát használunk (Grade 1–4). A kinyert embriók 97,6%-a Grade 1 (kiváló) vagy Grade 2 (jó) csoportba tartozik (13).

- Grade 1. – kiváló: nem látható jelentős elváltozás, szimmetrikus, gömbölyű alak, sejtek egységesek, méret és fejlettségi fok megfelel az ovulációtól eltelt időnek.
- Grade 2. – jó: kisebb elváltozások lehetnek alakban, méretben, belső állományban, lehet néhány kitüremkedő blastomer, a trophoblastréteg és a zona pellucida/kapszula elválíks.
- Grade 3. – rossz: mérsékelt elváltozások, több sérült, vagy kitüremkedett blastomer, blastocoele részleges összeesése, a trophoblastréteg mérsékeltelen elválíks a zona pellucidától/kapszulától.
- Grade 4. – degenerált: a komoly elváltozások könnyen felismerhetőek, blastocoele teljes összeesése, zona pellucida repedése, teljes degeneráció.

### EMBRIÓK KEZELÉSE, TISZTÍTÁSA, BEÜLTETÉSE

Az embrió manipulációjához 0,25–0,5 ml-es műszalmát, vagy üvegpipettát használhatunk (3, 21). Az embriót mosófolyadékba történő egymás utáni többszöri áthelyezéssel tisztítjuk (3). Az embriót a fenntartó tápoldatba helyezést követően azonnal beültethetjük recipiens kancába, az hűtve szállítható, vagy lefagyasztható (12, 20).

A beültetés történhet sebészi úton, altatásban median laparotomiával (18). Történhet álló helyzetben horpaszmetszésen keresztül (15). Ezek az eljárások azonban költségesek, és nagy technikai háttérrel igényelnek, így kiszorultak a nem sebészi úton történő beültetéssel szemben. Ennek során a méhnyakon keresztül ültetjük be az embriót a méh üregébe, közel a bifurkációhoz (3).

### AZ ÁLLATOK KEZELÉSE AZ ÁTÜLTETÉS UTÁN

A recipiens kancák menedzsmentje igen fontos tényező az embrió megta- padásában. A lehető legkisebb stresszt igyekezzünk okozni a kancának, ne változtassuk meg az állat tartási helyét, és ne csoportosítsuk át közvetlenül az átültetést követően (6).

A donor kancát a termékenyítést követő héten, az embriókinyerésig, igye- kezzünk a lehető leginkább stresszmentesen tartani (14). Aktívan versenyző

*Az embriót,  
kimosása után  
sztereomikroszkóppal  
kell osztályozni*

*A donor és a recipiens  
kancát is stressz-  
mentesen kell tartani*

lovaknál kimutatták, hogy a termékenyítéstől az embriókinyerésig kerülendő a hőstressz, a fizikai (pl. szállítás) és pszichológiai megterhelés, mellőzni érdemes a tréninget is (4).

Gondot okozhat, ha nem sikerül visszanyernünk az összes mosófolyadékot a méhből, így a donor hajlamossá válhat endometritisre. Érdemes a mosást követő napon ultrahanggal ellenőrizni, hogy van-e bármilyen endometritisre utaló jel (pl. folyadékretenció) (3).

Fiatal, egészséges kancákban, jó minőségű spermával történt termékenyítést követően az embriómosás sikeressége elérheti a 70–75%-ot ciklusonként, viszont ez a szám 20–30%-ra csökken problémás kancák esetében (13). Egy vizsgálatban azt találták, hogy az embriókinyerés sikeressége rosszabb idősebb (13–25 éves) kancákban, mint másik két fiatalabb (3–4 és 5–10 éves) csoportban. Viszont nem találtak szignifikáns különbséget a 3–4 és az 5–10 éves csoport eredményei között (11). Az ET-t leginkább befolyásolják tényezők: a donor és a recipiens kanca kora, fajtája, a sperma minősége, a mesterséges termékenyítés helye, a mosás napja és az ovulációk száma (5, 16).



**1. ÁBRA.** Magyar hidegvérű kanca csikójával

**FIGURE 1.** Hungarian draft mare with her foal





**2. ÁBRA.** Magyar hidegvérű mén

**FIGURE 2.** Hungarian draft stallion

## SAJÁT VIZSGÁLAT

### ANYAG ÉS MÓDSZER

A magyar hidegvérű lófajtát (1. és 2. ábra) a második világháború után, 1948–1949-ben 59 belga ardenni, és 17 Franciaországból importált ardenni jellegű mén segítségével próbálták újjáéleszteni a szakemberek. Önálló fajtaként 1954-ben fogadták el, 73 alapító ménvonal került leírásra. Mára sajnos nem több mint 8+1 ménvonal áll rendelkezésünkre, amelyek a belga 3, 6, 13, 22, 25, 26, 28, 36, valamint a Péterhida ménvonalak. A fajta fenntartásához, valamint a genetikai sokszínűség megőrzéséhez elengedhetetlen ezen ménvonalak megóvása. Az embrióátültetés hozzájárulhat a veszélyeztetett ménvonalak megőrzéséhez, valamint a bármely okból a tenyésztésből kikerülő, nagy genetikai értékű kancák hasznosításához. Munkánk során egy belga 28-as ménvonalhoz tartozó, 5787, Karancslapújtó 96 Kondor nevű, sárga-deres mén spermáját használtuk fel, egy belga 22-es vonalú, Vilma nevű, szürke, patarákban szenvedő értékes kanca termékenyítéséhez.

**A magyar hidegvérű lófajta megőrzéséhez fontos a megmaradt ménvonalak megóvása**

*A nagy genetikai értékű donor kanca patarákban szenvedett*

*Sorozatós vizsgálattal kiválasztották a recipiens kancát, amely 1 nappal a donor kanca után ovulált*

*8 nappal a termékenyítést követően került sor az embriómosásra*

### SZINKRONIZÁCIÓ

A donor kanca 16 éves, bal hátulsó lába patarákos volt, ennek a napi ellátása ménesi körülmények között nehézkes volt. A későbbiekben a kancát betegsége miatt selejtezni kényszerültek, genetikai értéke viszont igen nagy volt, így került kiválasztásra a programhoz. A donor ismerten jó fertilitású kanca, 2017. 04. 02-án egészséges mén csikónak adott életet. A donorral egy csoportban tartott kancák közül sikerült hármat kiválasztani, amelyek recipiensként szóba jöhettek (kettő 12 éves, egy 8 éves). Pie Medical Falco 100-as típusú ultrahanggal, 5–7 mHz-es rektális fejjel nyomon követtük az összes kanca ivari ciklusát, végül a donor kanca ciklusához legközelebb álló egyedet választottuk (8 éves). A vizsgálatok során megfigyeltük a petefészkeken található képleteket, feljegyeztük a tüszők méretét. A méh ösztrozusban megfigyelhető ödémásságát osztályoztuk: +, ++, +++ jellemeztük. Az egyéb felmerülő jelenségeket is rögzítettük. A recipienssek mind jó fertilitásúak, szezonálisan ciklusban voltak, semmilyen a transzfert érintő betegségben nem szenvedtek, rendszeresen vakcinázottak, féreghajtottak. Az ultrahangvizsgálatokkal a következő eredményeket kaptuk:

2017. 05. 09. 10:00: donor kanca méhe +, tiszta, bal petefészken (bpf) 3,8 × 4,6 cm-es tüsző

1. recipiens méhe +, tiszta, jobb petefészken (jpf) 3,6 × 4,8 cm-es tüsző
2. recipiens: méh +, tiszta, bpf 4,3 × 5,0 cm-es tüsző, jpf 2,3 × 2,7 cm-es tüsző
3. recipiens: méh ++, tiszta, bpf 3,8 × 5,4 cm-es tüsző

2017. 05. 10. 10:40: donor kanca méhe ++, bpf 4,8 × 5,0 cm-es tüsző 1500 IU hCG-t kapott iv.

2017. 05. 11. 9:00: donor kanca méhe ++, bpf 4,9 × 5,1 cm-es tüsző; termékenyítés

2017. 05. 12. 9:30: donor kanca méh +/-, bpf sárgatest (elovulált)

1. recipiens: méh ++, jpf 4,7 × 5,7 cm-es tüsző
2. recipiens: méh +, bpf 4,6 × 5,8 cm tüsző, jpf 2,5 × 3,0

2017. 05. 13. 9:00:

1. recipiens: méh +/-, jpf sárgatest (elovulált)
2. recipiens: méh +, bpf 4,7 × 5,9 cm tüsző, jpf 2,6 × 3,2

Időközben a 3. recipienst egyéb okok miatt kizártuk a programból. Az 1. recipienst választottuk a beültetésre, amely 1 nappal a donor kanca után ovulált el.

### EMBRIÓKINYERÉS

A donor kanca mesterséges termékenyítését május 11-én végeztük el. A Kondor nevű mén spermáját szűrés és vizsgálat után, hígítás nélkül juttattuk be a donor kanca méhébe. Május 19-én, 8 nappal a termékenyítést követően került sor az embriómosásra. A donort kalodába zártuk, szedáltuk, farkát befászlítottuk és felkötöttük. Az ampullából a bélsarat eltávolítottuk, a perineumot fertőtlenítettük majd szárazra töröltük. Az embriómosást zárt rendszerben végeztük, Dulbecco-féle PBS-mosófolyadékot használtunk, glükóz (1 g/l), nátrium-piruvát- és kanamicin-kiegészítéssel (0,36 g).

Nem sebészi, transcervicalis méhmosást végeztünk a donor kancán. Az equineCH 34-es, francia típusú katétert a méhtest caudalis részében, a ballonnal rögzítettük, ezzel megakadályozva, hogy a folyadék vagy esetleg az embrió a katéter mellett távozzon. Gravitációs módszert alkalmaztunk, a beáramló folyadékot magasan helyeztük el, míg a felfogózsák egészen a föld közelében volt. 1 liter előmelegített folyadék beáramlása után elzártuk a szelepet, a mosófolyadék az Y-csővön keresztül átfolyt az embriószűrőn (70 µm rácsnagyságú M-confilter) és egy üres infúziós zsákban fogtuk fel azt. A folyamatot 6 alkalommal ismételtük meg.



**3. ÁBRA.** A kinyert első osztályú blastocysta, 10× nagyításban

**FIGURE 3.** The washed, first class blastocyst, 10× magnification

### A kinyert blastocystát a recipiens kanca méhébe ültették

### A recipiens kanca vemhesült és egészséges csikót ellett

## EMBRIÓKERESÉS ÉS KEZELÉS

Az embriószűrő tartalmát egy rácsozott aljú petri csészébe tettük. A filter átöblítését követően, Zeiss típusú M2 16 mikroszkópot használtunk az embrió megkeresésére 10–20× nagyításon (3. ábra).

Az embriót átmostuk, eltávolítottuk a szennyeződéseket a zona pellucidáról és a blastocysta környezetéből. Az embrió osztályozása is megtörtént: a fejlettségi szintje megfelelő volt, 150 µm nagyságú, elváltozás nem látszódott. Kiváló minőségű, első osztályú blastocystát sikerült kinyerni. Az embrió ezt követően 0,5 ml-es műszalmába került. A szalma egyik végébe fenntartó Dulbecco-PBS buborékot töltöttünk, ezt követte egy levegő buborék, majd az embrió szintén tápoldatba ágyazva. Távolodva az embriótól ismételt levegő buborék és fenntartó tápoldat következett. Az így előállított speciális szalma biztosítja, hogy az embrió mindenképp kijusson a szalmából és átkerüljön a recipiens kanca méhébe.

## BEÜLTETÉS

Az embrió előkészítése után a recipiens kanca rögtön rendelkezésünkre állt, amit a donor kancához hasonlóan készítettük elő, ultrahanggal ellenőriztük a méhét (nem volt benne folyadék), petefészkeket (CL látható a jobb petefészken), majd a fém Minutube embriótranszfer-pisztolyt felvezettük a méhbe, és az IVM által forgalmazott, egyszer használatos termékenyítő katétert használva beültettük az embriót.

A recipiens a beavatkozás után azonnal visszakerült a megszokott ménesi körülmények közé.

## EREDMÉNYEK

2017. 05. 29. 13:40 Vemhességi ultrahangvizsgálaton megállapítottuk, hogy beavatkozásunk sikeres volt, az 1. számú recipiens kanca vemhesült. 2018. 04. 15-én egészséges csődör csikó született a recipiens kancától (4. ábra).

Ezzel egyidejűleg a donor kanca méhét, petefészkeit rektális ultrahangvizsgálattal ellenőriztük. Donor: méh +, bpf 3,6 × 3,9 cm-es tüsző és kb. 2,6 cm-es tüsző, jpf 3,1 × 3,5 cm-es tüsző. Korábbi vizsgálatainkat megerősítette, hogy nem történt ikerovuláció és nem vemhes a kanca, valamint semmilyen visszamaradó folyadék nem volt észlelhető a mosás után a méhben; a kanca újra ciklusba lendült.

## MEGVITATÁS

Hazánkban, nem csak a lovat, hanem más állatfajokat is figyelembe véve megállapítható, hogy nagyon kevés embrióátültetést végeznek. Történik mindez annak ellenére, hogy a szükséges tudás, és technikai feltételek rendelkezésre állnak. Ennek több oka is lehet. Talán a legfontosabbak a következők: az eredményesség tág határok között változhat és jelentősek a költségek.

Munkánk sikeressége bizonyítja, hogy a magyar hidegvérű fajta genetikai sokszínűségének fenntartásában nagy szerepet kaphat a következő években az embrióátültetés.



**4. ÁBRA.** Az embrióátültetés eredményeként született csikó

fotó: LANG RÓBERT

**FIGURE 4.** The foal born as a result of the embryo transfer

photo: RÓBERT LANG

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a Kaposvári Egyetem, Bószénfai Szarvasfarm dolgozóinak a projekt során tanúsított együttműködéséért.

## IRODALOM

1. ALLEN, W. R.: The Development and Application of the Modern Reproductive Technologies to Horse Breeding. *Reprod. Domest. Anim.*, 2005. 40. 310–329.
2. AURICH, C.: Reproductive cycles of horses. *Anim. Reprod. Sci.*, 2011. 124. 220–228.
3. BLANCHARD, T. L. – BRINSKO, S. P. et al.: *Manual of Equine Reproduction*. 3<sup>rd</sup> ed., Maryland Heights, Elsevier Inc., 2011. 1–311.
4. CAMPBELL, M. L. H.: Embryo transfer in competition horses: Managing mares and expectations. *Equine Vet. Educ.*, 2014. 26. 322–327.
5. CARNEVALE, E. M. – SQUIRES, E. L. et al.: Embryo technologies in the horse. *Theriogenology*, 2003. 59. 151–170.
6. DASCANAIO, J. J. – McCUE, P. M.: *Equine Reproduction Procedures*. John Wiley and Sons, 2014. 3–184.
7. DRÉN A. CS. – ZUBOR T.: Embrióátültetés quarter horse (USA) fajtájú kancán. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 1999. 121. 170–172.
8. HOPPÁL MNÉ. – HUSZENYICZA Gy. – JUHÁSZ J. – KÓRÓDI P. – NAGY P. – SEREGI J. – SOLTÍ L.: Az embrióátültetés lehetőségei és korlátai lóban 1. Irodalmi áttekintés. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 1996. 51. 504–509.
9. HOPPÁL MNÉ. – HUSZENYICZA Gy. – JUHÁSZ J. – KÓRÓDI P. – NAGY P. – SEREGI J. – SOLTÍ L.: Az embrióátültetés lehetőségei és korlátai lóban 2. Az első sikeres magyarországi átültetés. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 1996. 51. 509–512.

10. KRAEMER, D. C.: A History of Equine Embryo Transfer and Related Technologies. *J. Equine Vet. Sci.*, 2013. 33. 305–308.
11. LOSINO, L. – MARIONE, A. I. et al.: The effect of mare's age on multiple ovulation rate, embryo recovery, post-transfer pregnancy rate, and interovulatory interval in a commercial embryo transfer program in Argentina. *Anim. Reprod. Sci.*, 2015. 158. 53–59.
12. McCUE, P. M. – SQUIRES, E. L.: Cryopreservation of Equine Embryos. *J. Equine Vet. Sci.*, 2016. 41. 7–12.
13. McCUE, P. M. – SQUIRES, E. L.: *Equine Embryo Transfer*, Teton Newmedia, 2015. 2–169.
14. MCKINNON, A. O. – SQUIRES, E. L.: *Equine Reproduction* 2<sup>nd</sup> ed., Chichester, John Wiley & Sons Ltd., 2011. 1577–2951.
15. MCKINNON, A. O. – VOSS, J. L.: *Equine reproduction*. London Philadelphia, Lea & Febiger, 1993. 357–365.
16. PANZANI, D. – ROTA, A. et al.: Retrospective study of factors affecting multiple ovulations, embryo recover, quality, and diameter in a commercial equine embryo transfer program. *Theriogenology*, 2014. 82. 807–814.
17. REENSKAUG, A.: Embryo Transfer in Horses – Method, Possibilities and Limitations. *Thesis Faculty of Veterinary Science, Szent Istvan University*, 2014. 3–39.
18. SAMPER, J. C.: *Equine Breeding Management and Artificial Insemination*. 2<sup>nd</sup> ed., St. Louis, Saunders Elsevier, 2009. 185–198.
19. SMITS, K.: Equine embryos produced in vitro: How much do they miss a mare? *PhD dissertation, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University*, 2010. 7–11.
20. STOUT, T.: Cryopreservation of Equine Embryos: Current State-of-the-Art. *Reprod. Domest. Anim.*, 2012. 47. 84–89.
21. THRELFALL, W. R. – YOUNGQUIST, R. S.: *Current Therapy in Large Animal Theriogenology* 2<sup>nd</sup> ed., St. Louis, Saunders Elsevier, 2007. 211–217.

Közlésre érke.: 2018. márc. 27.

## TALLÓZÁS

### GOMBÁK ELŐFORDULÁSA ENYHE-KÖZEPES FOKÚ LÓASZTMÁBAN (GYULLADÁSOS LÉGÚTI BETEGSÉGBEN, IAD) SZENVEDŐ LOVAK LÉGÚTI MINTÁIBAN

A gombák hozzájárulnak a gyulladásos reakció kialakulásához súlyos fokú lóasztmában (kiújuló légúti obstrukció, keheesség, RAO) szenvedő lovak és asztmás emberek tüdejében. Az enyhe-közepes fokú lóasztma (IAD-ban) esetében ezt az összefüggést a közlemény megjelenéséig nem írták le. A kutatás célja a gombák előfordulási gyakoriságának meghatározása az IAD-ban szenvedő lovak légúti mintáiban, az ehhez kapcsolódó klinikai tünetek, ill. a gombák, mint kockázati tényező szerepének vizsgálata a megbetegedett lovakban. A kutatás során a szerzők összegyűjtötték a klinikai és a környezeti adatokat, valamint légcsőváladék- és bronchoalveolaris lavage (BAL-) folyadékmintákat vettek a vizsgált egyedekből. A légcsőváladék-mintákból citológiai vizsgálat, gomba- és baktériumtenyésztés, a BAL-folyadékmintákból csak citológiai vizsgálat történt. A gombák tenyésztésére irányuló vizsgálat eredménye a populáció 55%-ában (402/731) pozitív volt. Azokban a lovakban, amelyek légutaiban gombák is jelen voltak, kétszer nagyobb esély volt arra, hogy a citológiai minták alapján IAD-ban szenvednek (esélyhányados: 2,1). Az IAD nagyobb valószínűséggel fordult elő azokban a lovakban, amelyek esetében szalmát használtak alomnak (esélyhányados: 2,0) vagy a szénát áztatás nélkül kapták (esélyhányados: 2,7). A légcsőváladék gombás szennyezettsége is nagyobb eséllyel fordult elő ezekben az egyedekben. Az esélyhányados szalmás almozásnál 1,9, száraz széna etetésekor pedig 2,6 volt. Az eredmények alapján az istálló levegő aeroszoljában előforduló gombaelemeket belélegző lovakban jóval nagyobb arányban alakul ki enyhe-közepes fokú lóasztma. Az alom típusa és a szalastakarmány minősége jelentős kockázati tényezők a légutak gombás szennyezettségében és az enyhe-közepes fokú lóasztma kialakulásában.

*J. Vet. Intern. Med.*, 2019. 33. 968–975. Bakos Z.



500 milliónál is több védett sertés<sup>3</sup>  
Az ENTERISOL® ILEITIS segítségével csökkenthető az antibiotikum felhasználás<sup>1,2</sup>  
A SZÁJON ÁT ADHATÓ, ÉLŐ kórokozót tartalmazó vakcina

Engedélyezett  
folyékony  
takarmányban való  
alkalmazásra is

**ENTERISOL®**  
Ileitis

**Irodalom**

1 Bundgaard, H. et al. (2012) Proc. IPVS, p. 200.

2 Kwinten, J. et al. (2014) Proc. IPVS, p. 40.

3 Boehringer Ingelheim belső eladási adatok

Kérjen állatorvosától vagy gyógyszerészétől további felvilágosítást! Alkalmazás előtt, illetve további információért olvassa el a használati utasítást, vagy kérdezze a Boehringer Ingelheim képviselőjét:

Boehringer Ingelheim RCV Magyarországi Fióktelepe • 1095 Budapest, Lechner Ödön fasor 6.  
Telefon: 06 1 299-8900 • Fax: 06 1 299-8901 • ah.hu@boehringer-ingelheim.com

**Heat stress in dairy cows 2.**

A review on nutritional strategies to alleviate losses

M. Bakony\*<sup>1</sup>

L. Könyves<sup>1</sup>

M. Mézes<sup>2</sup>

L. Kovács<sup>3,4</sup>

V. Jurkovich<sup>1</sup>

1. Állatorvostudományi Egyetem,  
Állathigiéniái és Állomány-egészségtani Tanszék és Mobilklinika,  
Budapest

\*e-mail: bakony.mikolt@univet.hu

2. Szent István Egyetem,  
Takarmányozástani Tanszék, Gödöllő

3. MTA-SZIE Nagyállat Klinikai  
Kutatócsoport, Úllő Dóra-major

4. NAIK Állattenyésztési,  
Takarmányozási és Húsipari  
Kutatóintézet, Herceghalom

**SZARVASMARHA****Hőstressz tejelő tehénekben II.****Az alkalmazkodást segítő takarmányozási megoldások****Irodalmi összefoglaló**

**Bakony Mikolt\*<sup>1</sup>, Könyves László<sup>1</sup>, Mézes Miklós<sup>2</sup>, Kovács Levente<sup>3,4</sup>, Jurkovich Viktor<sup>1</sup>**

**ÖSSZEFOGLALÁS**

A szerzők előző, a tejtermelés hőstresszben tapasztalható csökkenését okozó élettani változásokkal kapcsolatos irodalmi áttekintő közleményük folytatásaként az alkalmazkodást segítő takarmányozási megoldásokat mutatják be jelen közleményükben. A fejadag energiatartalmának növelésével, ill. a bendőbeli illózsírsav-termelést serkentő kiegészítővel kapcsolatos kutatási eredmények mellett a hőstresszben tapasztalható fokozott inzulinhatást támogató megoldásokat is ismertetik. A sav-bázis egyensúlyt és az ásványianyag-ellátottságot javító, továbbá egyéb, nem pontosan ismert mechanizmus útján ható kiegészítővel kapcsolatos eredményeket is összefoglalják.

**SUMMARY**

The present review describes the possible nutritional strategies to alleviate the heat stress related decrease in the milk yield of dairy cows. Heat stress affects the energy metabolism both directly and indirectly. Loss of appetite and reduced feed intake lowers the energy sources available for production, while the increase in basal insulin concentration – as an indirect effect – is determinant in glucose and fatty acid utilization. Nutritional strategies that can lead to improved energy status and moderate increase in production are reviewed in detail. Altering the schedule of feed distribution, supplementing dairy rations with fat or feeding NDF (neutral detergent fibre) components with improved digestibility are effectively increasing energy intake. Yeast supplementation that is widely used in periods of negative energy balance can enhance ruminal fermentation, and it is also effective in heat stress. Niacin supports adaptation to heat stress through several different metabolic pathways, however, studies have come to contradictory conclusions. The enhanced insulin action characteristic to heat stress can be promoted by dietary chromium supplementation and an adjusted ratio of rumen degradable and undegradable protein in the ration. Supply of major cationic and anionic macro elements supports the acid base status and compensates the heat-related electrolyte-deficiency. Other, less investigated supplements, such as betaine, flavonoids and selenium act through mechanisms that are not fully known. The primary goal of feeding solutions is the improvement of the general health status and adaptive capacity of animals which often results in increased production, though understandably to a limited extent. The role of nutritional interventions can thus only be secondary to cooling efforts in preventing heat stress. Increasing knowledge on heat stress physiology can promote the development of nutritional strategies.

A nyári időszakban a tejelő tehenészetekben a termelékenység csökkenése és az állategészségügyi helyzet romlása tapasztalható. Az utóbbi évek különösen forró nyarai, sőt a több napig is tartó hóhullámok gyakorisága kiemelten fontossá teszik a hőstressz elleni védekezés lehetőségeinek jobb megismerését. A tehenek hőleadását segítő hűtési technológiák javításának lehetőségei mellett az élettani változások és az ezeken alapuló takarmányozási megoldások is számos kutatás tárgyát képezték az utóbbi időben. A tejtermelés csökkenéséhez vezető legfőbb változások a következőkben foglalhatók össze: a csökkent takarmányfelvétel miatt kialakuló energiahiány, a bendőemésztés zavara és a következményes anyagcserezavarok, amelyeket respiratorikus alkalózis és oxidatív stressz is súlyosbíthat; a feltételezhetően endotoxinhatás miatt emelkedett inzulinkoncentráció, és az ennek hatására megváltozott szénhidrát- és zsíryanycsere (4).

**A tartós hőség a tejtermelés jelentős csökkenését idézi elő**

**A takarmányozás megváltoztatásával, ill. adalékanyagokkal a hőstressz hatásai ellensúlyozhatók**

Takarmány-adalékanyagok alkalmazásával az egyes folyamatokat célzottan segíthetjük, ill. a kedvezőtlen hatásokat ellensúlyozhatjuk.

Míg a hűtési technológia javítása az állatok hőleadásának támogatására irányul, a takarmányozási stratégia változtatásának célja elsősorban az energiaellátottság javítása az emésztési folyamatok során felszabaduló hő lehetséges minimalizálása mellett. Kifejezetten „hőstressz-specifikusnak” mondható takarmányozási megoldások jelenleg nem ismertek, azok kidolgozása jelenleg is folyik. A hőstressz hatásait megkülönböztethetjük aszerint, hogy azok a takarmányfelvétel csökkenéséből eredő negatív energiamérleg következményei, vagy a hőség közvetlen, elsősorban a szénhidrát-anyagcserére gyakorolt hatásának tulajdoníthatók. A takarmányozási megoldások egyrészt a szárazanyagra számított energiabevitel növelésére, másrészt az inzulinhatás és a glükóz hasznosulásának támogatására irányulhatnak. A fejadag nyersrosttartalmának csökkentésével és az abrakhányad növelésével, ill. zsírkiegészítéssel egyaránt csökkenthető a rostbontással járó bendőbeli hőtermelés, valamint nő az energiabevitel mértéke. Azonban az egészséges bendőműködés és illózsírsavtermelés fenntartása érdekében a napi adag nyersrostaránya csak bizonyos mértékig csökkenthető [minimum 19% ADF (acid detergent fibre, savdetergens rost), és 27–33% NDF (neutral detergent fibre, neutrális detergens rost)], a zsírtartalom pedig szintén csak szűk korlátok között növelhető (maximum 3–5%) (36). A tejtermelés fehérjeigényét, ill. a csökkent energiabevitelt figyelembe véve mind a hiányos, mind a túlzott fehérjebevitel kockázata fennállhat, ezért az ajánlások szerint a bendőben lebontható fehérje (rumen degradable protein, RDP) aránya ne haladja meg a napi adag nyersfehérje-tartalmának 61%-át (36). A negatív energiamérleg esetén alkalmazott, a glükoneogenezist támogató, vagy a bendőbeli rostemésztést segítő, ill. az ásványianyag-ellátottságot javító takarmány-adalékanyagok, legtöbbször hőstressz esetén is hatékonyak.

A következőkben a fejadag összetételének, ill. kiosztásának változtatásával, valamint a takarmány-adalékanyagok használatával kapcsolatos új kutatási eredményeit mutatjuk be. Fontosnak tartottuk a számszerű adatok – adagok, időtartamok, hatások – közlését is, ezzel gyakorlati segítséget nyújtva a területen dolgozó állatorvosoknak és telepi szakembereknek a tervezésben és a költséghatékonyság felmérésében. Az eredmények emellett jól tükrözik, hogy a takarmányozási megoldások elsődleges célja nem a hozamfokozás, hanem az állatok általános állapotának, ellenálló képességének javítása, ami a termelési mutatók mérsékelt növekedését is maga után vonhatja.

### **A SZÁRAZANYAG-FELVÉTEL, ILL. A TAKARMÁNY ENERGIKONCENTRÁCIÓJÁNAK EMELÉSE**

Nyáron az esti órákban tapasztalható lehűlés sok esetben fokozhatja az állatok étvágyát. Egy kutatásban a hűvösebb órákra korlátozott takarmányfelvétel hatását vizsgálták májustól szeptemberig terjedő időszakban (1). A meleg órákban



takarmányfelvételében gátolt csoport szárazanyag-felvétele összességében vagy napi szinten kisebb volt, mint a takarmányhoz a legmelegebb órákban is hozzáférő állatoké, a tejtermelés azonban nem különbözött és hosszabb távon jobb perzisztenciát mutatott a csupán a hűvösebb órákban takarmányozott csoport. A legmelegebb órákban mért testhőmérséklet és a légzésszám alapján a hőstressz mértéke nem különbözött a különböző időben takarmányozott csoportok között.

OMINSKI és mtsai rövid ideig tartó (5 nap), mérsékelt hőstressz (legfeljebb 32 °C napi csúcshőmérséklet), majd az azt követő regeneráció során a napi egyszeri – reggeli vagy esti – etetés hatásait vizsgálták klímalaboratóriumban (37). A 08:30-kor, ill. 20:30-kor takarmányozott állatok szárazanyag-felvétele és tejtermelése azonos mértékben csökkent. A testhőmérséklet és a légzésszám alapján nem volt különbség az állatokat érő hőstressz mértékében. Az este takarmányozott állatok tejének zsírtartalma kisebb volt, amit a szerzők vizsgálatuk alapján nem tudtak magyarázni. Mások enyhe hőstresszben (maximális napi hőmérséklet 25–26 °C) vizsgálták a takarmányfelvétel reggeli (08:30), ill. esti (20:30) takarmánykiosztás mellett megfigyelhető napi ritmusát (38). Az esti időpontban etetett csoport szárazanyag-felvétele és a takarmány látszólagos emészthetőségének (total tract digestibility) hatékonysága kisebb volt, mint a reggeli időpontban takarmányozott csoporté. Az este takarmányozott csoportban az állatok a takarmánykiosztást követő két órában vették fel a napi takarmány jelentős részét és az éjszaka folyamán nem fogyasztottak több takarmányt, mint a másik csoport. A vérben mért inzulinkoncentráció nagyobb, a termelt tej zsírsavtartalma viszont kisebb volt az esti etetés esetén. Eredményeik alapján a szerzők megállapították, hogy az egyszeri, esti időpontban történő takarmánykiosztás nem illeszkedik a szarvasmarha takarmányfelvételének napi ritmusához, és a késői időpontban történő etetés hajlamosít a subacut bendőacidózisra az egyszerre nagyobb mennyiségű takarmány felvétele miatt. Mindamellettt hangsúlyozták, hogy a vizsgálatuk enyhe fokú hőterhelés idején zajlott, ami további, súlyos hőstresszben végzett vizsgálatokat tesz indokolttá.

**A nem tömegtakarmány eredetű nyersrost etetése csökkenti a bendőbeli rostbontás okozta hőtermelést**

Abból a megfontolásból, hogy a nem tömegtakarmány eredetű nyersrost etetése csökkenti a bendőbeli rostbontás okozta hőtermelést, HALACHMI és mtsai a laktáció középső harmadában termelő tehének napi takarmányadagjában a kukoricaszilázst szójababhéjjal helyettesítették, ezzel a tömegtakarmány eredetű NDF-frakció 18%-ról 12%-ra csökkent, a nyersrost emészthetősége azonban nőtt (19). A kísérleti (szójababhéjat tartalmazó) takarmányt fogyasztó állatok összes szárazanyag-felvétele azonos volt a kontroll csoportéval, azonban kevesebbszer vettek fel takarmányt, egy alkalommal viszont nagyobb mennyiséget. Mind az abszolút, mind a 4% zsírtalomra korrigált (fat corrected milk, FCM) napi tejtermelés nagyobb volt a kísérleti csoportban, amit szerzők a hatékonyabb rostbontásból eredő nagyobb nettó energiataralomnak tulajdonítottak.

Egy hasonló vizsgálatban a kukoricaszilázst növekvő arányban répaszelettel helyettesítve azonos szárazanyag-felvétel és emészthetőség mellett csökkent a bendőfolyadék pH-értéke (35). A csökkenést a répaszelet növekvő arányának tulajdonították, amelyet a csökkent kérődzési aktivitással, ill. nyáltermeléssel hoztak összefüggésbe. A bendőtartalomban nőtt a propionát és csökkent az acetát, ill. az ammónia eredetű nitrogén koncentrációja, ezzel összefüggésben a tejtermelés és a tejfehérje-tartalom a kiegészítés arányában nőtt, a tejszírtartalom azonban csökkent. A szerzők a tejtermelés növekedése és a tejszírtartalom csökkenése függvényében a répaszelet optimális arányát 12%-ban határozták meg.

A laktáció közepén termelő holstein-fríz tehének alaptakarmányának (7,32 MJ  $NE_L$ /kg sza., 25% kukoricadara, 1% zsírsavak kalcium sói) 300 g/állat/nap mennyiségben zsírsavak kalcium-sóival, vagy 825 g/állat/nap adagban kukoricadarával történő kiegészítése növelte a vérben mérhető szabadzsírsav-koncentrációt,

**A zsírkiegészítés növelheti a tejtermelést**

azonban nem javította a termelékenységet. Bár az energetikai számítások szerint csökkent az anyagcsere általi hőtermelés, a zsírsav-kiegészítésben részesült állatok testhőmérséklete magasabb volt, mint a kezeletlen kontrollé (33).

A 3% (szárazanyagra számított) zsírral kiegészített, ill. 60% abrakhányadú takarmánnyal való etetés hatását vizsgálták DRACKLEY és mtsai elsőborjas és többször ellett teheneknél a nyári időszakban (15). A kiegészítések hatására mindkét csoportban nőtt a tejtermelés, a tej zsírtartalma azonban csökkent. A nagyobb abrakhányad hatására viszont nőtt a tejfehérje-koncentráció. Az abrakkiegészítésben részesült csoport testhőmérséklete magasabb volt, mint a zsírkiegészítésben részesülő állatoké. Mindkét tanulmány arra a következtetésre jutott, hogy a takarmány energiataralmának növelése javítja ugyan az energiaellátottságot, de az energia, a kiegészítés természetétől függően, megoszlik a tejtermelés és az életfenntartó szükséglet között.

WANG és mtsai szerint a szárazanyagra számított 1,5%, ill. 3%-os, túlnyomórészt telített zsírsavakat tartalmazó, 10 héten át tartó zsírkiegészítés átlagosan 2 kg-mal növelte a laktáció közepén termelő tehenek napi tejtermelését hőstresszben, továbbá a tejsír-koncentráció is emelkedett (47). A termelésnövekedés mértéke azonban nem állt egyenes arányban a kiegészítés mértékével, amit a nitrogénfüggő metabolizálható fehérje limitáló hatásának tulajdonítottak. Az előzőekben említett vizsgálatokkal ellentétben a zsírkiegészítésben részesült állatok vérében kisebb volt a szabadzsírsav-koncentráció.

### ÉLESZTŐ ÉS EGYÉB GOMBATÖRZSEKET TARTALMAZÓ TAKARMÁNY-ADALÉKANYAGOK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

**Hőstresszben a takarmányfelvétel és a kérődzés intenzitása, valamint a nyáltermelés is csökken, ami bendő-acidózisra hajlamosíthat**

Hőstresszben a takarmányfelvétel és a kérődzés intenzitása, valamint a nyáltermelés is csökken, ami kisebb pufferoló hatást fejt ki a bendőben. Az állatok ritkábban esznek, de akkor nagyobb mennyiséget, és ha tehetik, a könnyebben lebomló szénhidrátot tartalmazó összetevőket válogatják ki. A csökkent/kiegyensúlyozatlan takarmányfelvétel viszont befolyásolja a bendőben zajló fermentációt, csökken az illózsírsavak koncentrációja és nő a tejsav-koncentráció. E tényezők együttállása pedig bendőacidózishoz vezet. Az élesztőt, mint takarmány-adalékokat sikerrel alkalmazták a bendőbeli fermentáció- és ezáltal az energiaellátottság javítására, és következményesen a termelési paraméterek növelésére (11). Az élő élesztők stabilizálják a bendőbeli anaerob körülményeket (26) és a pH-t, valamint javítják a rostbontás hatékonyságát a bendőflóra aktivitásának fokozása által (22).

SCHINGOETHE és mtsai kísérletükben 60 g/nap/tehen adagban alkalmaztak takarmányélesztő-kiegészítést (Diamond V XP yeast culture, Cedar Rapids, USA) 12 héten át a nyári időszakban (44). A szárazanyag-felvétel és a termelési paraméterek – tejtermelés, tejfehérje-, tejszírtartalom – nem különböztek a kiegészítésben részesült és nem részesült állatok között. A takarmányhasznosítás is csak kis mértékben (7%) javult a kiegészített csoportban. A várt, előnyös, hatások elmaradását az magyarázhatja, hogy a termék inaktivált, tehát bioaktív hatással már nem rendelkező élesztőtörzset tartalmazott.

SCHWARTZ és mtsai 28 napon keresztül 10 g/nap/tehen adagban alkalmaztak egy rostbontó enzimeket, élesztőtörzseket, kobalt-kloridot, biotint és niacint tartalmazó takarmány-adalékanyagot (45). A 7 napos hősemleges kontrollidőszakban, és az azt követő 21 napos hőstresszes időszakban nem tapasztaltak számottevő különbséget a kiegészített és a kontroll takarmányokat fogyasztó csoportok között a testhőmérséklet, a szárazanyag felvétel, ill. a tejtermelés tekintetében. A kísérletes hőstressz mindkét csoportban azonos mértékben csökkentette a tejtermelést, a tej fehérje- és laktóztartalmát, a tejszírtartalom azonban nem változott.

BRUNO és mtsai vizsgálatukban 30 g/tehen/nap adagban takarmányélesztőt alkalmaztak a 20. és 140. laktációs nap között a fejadagba keverve a nyári időszakban (7). A kiegészített csoportban lévő állatok a kontrollhoz képest átlagosan

**Az élesztő javítja a bendőbeli fermentációt és ezzel az energiaellátottságot**

**Az élesztőkiegészítés  
jótékony hatású lehet  
hőstresszben**

1,2 kg-mal több tejet termeltek, amelynek nagyobb volt a fehérje- és zsírmennyiség szárazanyag-tartalma, ám az energiára korrigált tej mennyiségre számolva már nem volt szignifikáns különbség, továbbá nem különbözött a takarmányfelvétel, a rektális hőmérséklet, a vérben mért glükóz-, szabadzsírsav-, béta-hidroxivajsav- (BHB-) és inzulinkoncentráció sem.

A nyári hónapokban 8 héten át 240 g/állat/nap mennyiségben adagolt teljes élesztőfermentátum hatására javult a takarmányértékesítés, a tejtermelés, valamint az energiamérleg, és a kiegészítésben részesült tehenek testtömeg-gyarapodása is kedvezőbb volt, mint a kiegészítésben nem részesült állatoké (52).

Az eltérő eredmények fényében megállapítható, hogy a takarmány élesztővel történő kiegészítésének hatása hőstresszben is elsősorban az alkalmazott adag nagyságának és a kezelés időtartamának függvénye.

Prebiotikus hatású *Aspergillus oryzae* készítményt 8 héten át vagy a fejadaghoz (3 g/tehen/nap), vagy a kukoricaszilázshoz (45 mg/kg) keverve, valamint ezek kombinációjában adagolva kis mértékben növekedett az állatok szárazanyag-felvétele, és tejtermelése, a tej beltartalmi mutatói azonban rosszabbak voltak, mint a kiegészítésben nem részesült csoportban (9). A szerzők egy másik tanulmányukban kimutatták, hogy *Aspergillus oryzae* kiegészítés hatására a kukoricaszilázs oldható fehérje, és nem fehérje eredetű nitrogénfrakciója, valamint annak tejsav- és szárazanyag-tartalma is nőtt (10), ami magyarázatul szolgálhat a javuló értékekre.

Liu és mtsai vizsgálatukban takarmányélesztővel (33 g/állat), ill. glicerinnel kevert takarmányélesztővel (153 g glicerinnel + 32 g élesztő) történő kiegészítés során megállapították, hogy azok mérsékeltek a hőstressz negatív hatásait (30). A 60 napig tartó vizsgálat során a kiegészített csoportokban nagyobb volt a tejtermelés, és javultak a tej beltartalmi mutatói, ugyanakkor kisebb volt a hőstresszt jelző HSP70-fehérjét kódoló gén expressziója, valamint kisebb volt a testtömegvesztés is a kiegészítésben nem részesült kontrollhoz képest. A glicerint is fogyasztó állatokban a vér kisebb szabadzsírsav-koncentrációja és a tendenciájában nagyobb glükózkoncentráció jobb energiaellátottságra utalt a csak élesztővel történt kiegészítésben részesült állatokhoz képest.

### A NIACIN HATÁSNAK VIZSGÁLATA

A nikotinsav (amely a nikotinamid mellett a niacin egyik aktív formája) fokozza a prosztaglandin-D termelődését, amely a perifériás erekben található receptorokhoz kötődve értágulatot okoz. A bőr ereinek tágulata javíthatja a hőleadást, amely a testhőmérséklet csökkenésében is megmutatkozhat. *In vitro* vizsgálatok a niacin hőstresszben megnyilvánuló sejtvédő funkciójáról is beszámoltak (11).

Egy anyagcserekamrában végzett kísérletben a laktáció 150. napja körül álló, hőstressznek kitett tejelő tehenekkel egy, a bendőben nem lebomló, niacinkészítmény hatását vizsgálták. A napi 12 g/állat adagban történt kiegészítés hatására nőtt a párologtatásos hőleadás és a vízfogyasztás mértéke, valamint átlagosan 0,5 °C-kal csökkent a testhőmérséklet. A tejtermelés, a tej beltartalmi mutatói és a szárazanyag-felvétel nem mutatott jelentős különbséget a kiegészítésben nem részesült kontrollhoz képest (53).

Telepi körülmények között, nagyobb létszámú, a laktáció középső és utolsó harmadában lévő állatokkal végzett kísérletben niacinkiegészítés hatására a tejtermelés nem változott, a tejsír-, ill. a tejfehérje-tartalom azonban növekedett, továbbá a niacinkiegészítésben részesült állatok testhőmérséklete, kis mértékben ugyan, de alacsonyabb volt a kontroll állatokhoz képest (54).

Az előgyomrokban történő lebomlástól és felszívódástól nem védett niacinnal 12–36 g/állat/nap adagban történt kiegészítés nem idézett elő hasonló változásokat, mindössze a bőrhőmérsékletet csökkentette a kontroll állatokhoz viszonyítva (14).

Egy tőgyhámsejttenyésztésen végzett kutatás eredményei szerint a niacin a hősokkfehérjék termelődését *in vivo* is serkentheti hőstressz idején (49), amely

**A nikotinsav a bőr  
ereinek tágításával  
javíthatja a hőleadást,  
de a termelési muta-  
tókra nincs hatása**

a szervezet hőstressz esetén bekövetkező sejtszintű káros hatásai elleni választékosságot bizonyítja.

WRINKLE és mtsai a laktáció korai és középső szakaszában termelő teheneket vizsgáltak, napi 19 g/állat bendőben nem lebomló niacinkiegészítés mellett (48). A laktáció elején nem találtak különbséget a tejtermelés, ill. a takarmányfelvétellel tekintetében, a tejszír-koncentráció azonban a kiegészítésben részesült csoportban csökkent. A laktáció közepén viszont a szárazanyag-felvétel és tejtermelés nem különbözött, de a tej zsírtartalma nagyobb volt a niacinnal kiegészített takarmányt kapott állatokban. A jelenséget a niacin zsírmobilizációra gyakorolt gátló hatásával magyarázták, ill. azzal, hogy a tejtermelés csökkenése a laktáció középső szakaszában egyébként is bekövetkezik. A légzésszám, ill. a lihegés súlyosságát mérő mutatók kisebb mértékű hőstresszre utaltak a reggeli, és az esti órákban a niacinkiegészítésben részesült állatokban. A szerzők az eredményt a niacin több, a bendőtartalom továbbhaladását követő hullámban történő, azaz elnyújtott felszívódásával magyarázták.

RUNGRUANG és mtsai mérsékelt hőstresszben vizsgálták a bendővédett niacinnal történő kiegészítés dózisfüggő (4, 8 és 12 g/állat/nap) hatásait kiegészítésben nem részesült kontroll állatokhoz viszonyítva (41). Egyik adag esetében sem találtak különbséget a szárazanyag-felvételben, a takarmányhasznosításban, a tejtermelésben, a párologtatásos hőleadás mértékében, valamint a testhőmérsékletben, de lineáris összefüggést mutattak ki a niacinnal történő kiegészítés és a vízfogyasztás mértéke között. A niacin sejtvédő hatásaival összefüggésben azt is kimutatták, hogy hőstresszben jelentősen csökken mind a vérplazma, mind a vörösvérsejtek niacinkoncentrációja, ami a kiegészítés szükségességére hívja fel a figyelmet. A niacin vízfogyasztásra gyakorolt hatásában nagy egyedi különbségeket észleltek, amelyet részben a hipotalamusz szomjúságközpontjára gyakorolt közvetlen hatással, másrészt a bőralatti erek tágulata kapcsán jelentkező vérnyomáscsökkenéssel magyaráztak.

### AZ INZULINHATÁST TÁMOGATÓ ADALÉKANYAGOK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A vérben mérhető inzulinkoncentráció-emelkedés a hőstressz során fellépő specifikus jelenség, amely más háziállatfajokban, sőt alacsonyabb rendű szervezetekben is megfigyelhető. Jóllehet a jelenség oktana nem teljesen ismert, de olyan ősi folyamatnak tekinthető, amely növeli a túlélés esélyét (40). Szarvasmarhában a folyamat hátterében a bélfal integritásának megváltozása következtében kialakuló nagyobb átteresztőképesség („leaky gut” jelenség), ill. az anyagcserehő csökkentésére való törekvés is állhat. Minthogy a megnövekedett inzulinkoncentráció látszólag kulcsfontosságú a hőstresszhez való alkalmazkodáshoz, az inzulinérzékenységet növelő megoldások hatékonyan segíthetik az állatot az alkalmazkodásban, csökkentve ezzel az elhullás esélyét. Jóllehet a későbbiekben részletesen tárgyaljuk az inzulintermelést csökkentő, a tejcukor előállítás számára glükózt megtakarító takarmányozási stratégiákat és azok hatékonyságát, a glükóz hasznosulását, a szövetek glükózellátottságát segítő megoldások az állat általános ellenálló képességét javítva hozzájárulhatnak a termelés növekedéséhez.

A vérplazma aminosav-koncentrációjának emelkedése, ill. aminosavprofiljának változása fokozza az inzulin termelődését/elválasztását (25). A takarmány bendőben lebomló RDP, ill. nem lebomló fehérjetartalmának (rumen undegradable protein, UDP), ezáltal nitrogénfüggő metabolizálható fehérjetartalmának csökkentésének hatását vizsgálták KAUFMAN és mtsai (23). Az RDP 10-ről 8%-ra, ill. az UDP 8-ről 6%-ra történő csökkentése kisebb inzulinkoncentrációt eredményezett. Ez feltehetően elősegítette az aminosavak, ill. a zsírsavak felhasználását a tejalkotók előállítására, így a tejfehérje-termelés hatékonysága javult.

A króm és az inzulin glükózházartásban játszott szerepe, ill. azok kölcsönhatása régóta a (humán) kutatások tárgya, elsősorban a II-es típusú cukorbetegség és az

**A vérben mérhető  
inzulinkoncentráció-  
emelkedés a hőstressz  
során fellépő specifikus  
jelenség**

**Az inzulinérzékenységet  
növelő megoldások  
hatékonyan segíthetik  
az állatot az alkalmaz-  
kodásban**

**A króm fokozhatja az  
inzulinszerű növekedési  
faktor receptorainak  
aktivitását**

inzulinrezisztencia növekvő gyakorisága miatt. A króm biológiailag a nikotinsavval és aminosavakkal alkotott komplexében aktív, és az inzulin hatását fokozó, a glükóz sejtekbe történő bejutását elősegítő kofaktor, a kromodulin alkotórészeként ismert (27). Humán vizsgálatok alapján a króm fokozhatja az inzulinreceptorokkal szerkezeti- és funkcionálisan homológ inzulinszerű növekedési faktor (insulin-like growth factor, IGF) receptorainak aktivitását (32). Szerves kötésű krómvegyületekkel történt kiegészítés humán vizsgálatokban jelentősen fokozta a sejtek glükózfelvételét (24). Az inzulinérzékenységet fokozó hatása miatt tejelő tehenek esetében a szárazon-állás, ill. a korai laktáció időszakában a negatív energiamérleg enyhítése céljából javasolt az alkalmazása. Bármely stresszhatás során az emberi és az állati szervezet krómigénye nő (3), így a hőstresszhez való alkalmazkodást a krómkiegészítés elősegítheti. SANO és mtsai kimutatták továbbá, hogy a krómmal történő kiegészítés befolyásolja a glükózképződés alapanyagainak felhasználását, ugyanis a kiegészítés hatására fokozódott a propionát glükózzá való átalakulás hatékonysága (43).

AL-SAIADY és mtsai vizsgálatukban többször ellett, a laktáció középső harmadában (DIM 120–130) álló tehenek tejtermelését növelte a 10 héten át, napi 4 g/állat adagban adagolt krómmal dúsított élesztő (2). A tej beltartalmi mutatói nem változtak, a kiegészítésben részesült állatok takarmányfelvétele nőtt, a takarmányhasznosítás azonban nem változott a kontroll állatokhoz képest.

Egy másik vizsgálatban tejelő tehenek az ellés előtti 3. héttől az ellés utáni 12. hétig részesültek 0, ill. 6 mg króm/állat/nap kiegészítésben, szerves kötésű krómvegyület formájában. A kiegészítésben részesült állatok tejtermelése nagyobb volt minden mérési időpontban, szárazanyag-felvételük pedig az ellés utáni 5. héttől emelkedett a kontrollhoz képest (46). A tej beltartalmi mutatói, valamint a fajlagos takarmányfelhasználás nem különbözött. A vérplazma glükózkoncentrációjában sem volt különbség, a szabadzsírsav-koncentráció azonban kisebb volt a kiegészítésben részesült csoportban az ellés körüli hetekben. A szérum inzulinkoncentrációja a vizsgálat teljes tartama alatt nagyobb, a kortizolkoncentráció pedig kisebb volt a krómkiegészítésben részesült csoportban. A javuló termelési paraméterek és a csökkent mértékű zsírbontás a szerzők szerint a takarmányfelvétel növekedésének hatására javuló energiamérleg következménye volt.

Más vizsgálatok viszont nem mutatták ki (28, 50), vagy a kisszámú állat miatt nem megbízható módon igazolták (37) a króm hőstresszben tapasztalt kedvező hatását. Mivel a kérődzők élettani krómszükséglete nem pontosan ismert, az ellentmondó eredményekből arra is következtethetünk, hogy néhány vizsgálatban a kontroll állatok hiányos krómellátottsága is okozhatta a különbséget (27). A potenciálisan kedvező hatások ellenére az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (European Food Safety Authority, EFSA) (16) véleménye alapján a krómvegyületek jelenleg nem engedélyezett takarmány-adalékanyagok az Európai Unióban.

**A krómvegyületek jelenleg nem engedélyezett takarmány-adalékanyagok az Európai Unióban**

### AZ ÁSVÁNYIANYAG-KIEGÉSZÍTÉS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A hőstresszhez való alkalmazkodás korábbiakban részletezett folyamatai nemcsak az emésztőrendszer működését és a megemésztett táplálóanyagok felszívódását, majd szervezeten belüli anyagcseréjét, hanem a szervezet sav-bázis háztartását is befolyásolják. Az ásványi anyagok bevitelét a csökkent mértékű szárazanyag-felvétel, azok felszívódását pedig a bélbeli véráramlás csökkenése ronthatja (42). A hőstressznek kitett állatok makroelem-szükséglete ezért eltérhet a hősemleges környezetben tartott állat szükségletétől. Fontos azonban megjegyeznünk, hogy az étrendi ásványi elem-koncentráció, vagy a takarmányozási stratégiák változtatásával a hőstressz nem előzhető meg, ezek csak a homeosztázis fenntartásában támogathatják az állatokat.

SANCHEZ és mtsai 15 korábbi vizsgálat eredményét feldolgozó metaanalízisükben az egyes ásványi anyagok vérplazmában mért koncentrációját, ill. az adott ásványi anyaggal történő kiegészítés tejtermelésre és a takarmányfelvételre gya-

**A Na<sup>+</sup>-, ill. K<sup>+</sup>-kiegészítés fokozza a szárazanyag-felvételt, és következményesen a tejtermelést**

**A növekvő mennyiségű kalcium javíthatja a szárazanyag-felvételt**

korolt hatásait vetették össze (42). A National Research Council (NRC) ajánlásait meghaladó koncentrációban alkalmazott Na<sup>+</sup>-, ill. K<sup>+</sup>-kiegészítés fokozta a szárazanyag-felvételt, és következményesen a tejtermelést. A kedvező eredményeket a hőstresszben csökkent aldosterontermelés miatt fokozódó Na<sup>+</sup>-ürítéssel, valamint a káliumbevitel csökkenésével, ill. a verejtékezés miatt kialakuló káliumhiánnyal magyarázták. Érdekes módon a két ion felszívódása között negatív kölcsönhatás áll fenn, nagyobb káliumbevitel csökkenti a Na<sup>+</sup>-felszívódást, ill. fokozza a Na<sup>+</sup>-ürítést, és fordítva. A kloridion bevétele pedig negatívan hat a takarmányfelvételre és a kompenzált metabolikus acidózis állapotát súlyosbíthatja a vese hidrogénion-kiválasztási kapacitásának csökkentése miatt (42). A vérplazma ionizált kalcium-tartalma hőstresszben a sav-bázis háztartás kompenzáló folyamatai miatt fehérjékhez kötött állapotba kerülhet, így annak biológiai hozzáférhetősége csökken. A növekvő mennyiségű kalcium ezért javíthatja a szárazanyag-felvételt. A takarmányadag Ca<sup>2+</sup>-koncentrációjának 0,55 és 1,35% közötti növekedése lineáris összefüggésben volt a szárazanyag-felvétellel a laktáció közepén levő teheneekben, jóllehet a tejtermelésre nem volt hatással (42). A kation-anion különbség (cation-anion difference, CAD) -10 és 60 közötti növekvő értéke szintén javította a szárazanyag-felvételt és a tejtermelést a laktáció második harmadában, de az optimális CAD érték nem különbözött lényegesen a téli, ill. a nyári időszakban (42).

Egy, a legfontosabb kationos (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) és anionos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) elektrolitokat, aminosavakat, valamint kisebb arányban betaint, probiotikumokat és az ízletességet növelő mértékben cukrokat (dextrózt, szukrózt, laktózt) tartalmazó takarmány-adalékanyag (Bovine BlueLite, Techmix LLC, Stewart, MN, USA;) hatását nagylétszámú tejelő tehénnel végzett etetési kísérletben, hőstressz során tesztelték (18). A 21 napos vizsgálati időszak alatt napi 170 g/tehén adagban alkalmazott kiegészítés hatására a napi tejtermelés már az első héten átlagosan 1 kg-mal nőtt a kontrollhoz képest, a harmadik hétre a különbség átlagosan elérte az 1,4 kg-ot. Az először, ill. többször ellett tehének összehasonlításában az elsőborjas állatok tejtermelése nagyobb mértékben emelkedett (1,75 kg/nap, ill. 0,7 kg/nap). A testhőmérsékletben viszont nem volt különbség a takarmánykiegészítésben részesült és a kontroll csoport egyedei között.

Az ásványianyag-kiegészítés hozamfokozó hatása elsősorban a hőstresszben kialakuló ásványianyag-hiány ellensúlyozásának, valamint a sav-bázis állapot és folyadék háztartás támogatásának tulajdonítható. Energiaforrásokkal, ill. a bendőemésztést javító takarmány-adalékanyagokkal kombinálva az előnyös hatás fokozható.

### A KONJUGÁLT LINOLSAV HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A konjugált linolsav (CLA) kiegészítés tejszírcsökkentő hatását rágcsálók, sertések és emberek mellett tejelő teheneekben is kimutatták (5). Feltételezve, hogy a csökkent tejszírszintézis javítja az energiamérleget – mivel energiát takarít meg más tejalkotók, ill. élettani folyamatok számára – MOORE és mtsai 21 napig tartó, napi 78,6 g/állat mértékű CLA- (különböző CLA-izomerek keveréke) kiegészítés hatását vizsgálta 100. laktációs nap körül termelő holstein-fríz teheneekben, hőstressz körülmények között (34). A CLA-kiegészítés nem befolyásolta a légzésszámot, a bőrhőmérsékletet, a szárazanyag-felvételt, ill. a tejfehérje-tartalmat, de a tej zsírtartalma és a tejtermelés mintegy 25%-kal csökkent. A szerzők a hőstressz-körülmények súlyosságával és az energiaigény pontos kiszámításának korlátaival magyarázták a várttól eltérő eredményt.

Liu és mtsai a CLA (35,1% trans10, cisz12 CLA és 35,7% cisz9, transz11 CLA) dózisfüggő hatását vizsgálták hőstresszben (31). A 100, 200, ill. 400 g/állat/nap CLA-kiegészítés hatására nem változott a tejtermelés a kontrollhoz képest, a légzésszám és a testhőmérséklet azonban alacsonyabb volt. A vérben mért tiroxin-koncentráció meglepő módon nagyobb volt a CLA-kiegészítésben részesülő csoportban.

A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a CLA nem pontosan ismert mechanizmus útján fejtheti ki előnyös hatását a hőháztartásra.

### A MONENZINKIEGÉSZÍTÉS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A monenzint, mint a bendőflóra mikroorganizmusait szelektíven gátló, a propionát-termelő baktériumok szaporodását elősegítő, specifikus antibakteriális hatású anyagot, annak glükoneogenezist fokozó hatása miatt, BAUMGARD és mtsai kísérleti hőstresszben a glükózellátottság javítására 450 mg/állat/nap adagban adagolták 9 napon keresztül a laktáció 90. napja körül álló teheneknek (6). A monenzin nem befolyásolta a tejtermelést, a kiegészítésben részesült állatokban azonban javult a szárazanyag-egységre jutó glükóztermelés. Az EU-ban jelenleg nem engedélyezett a hozamfokozó antibiotikumok, így a monenzin, takarmányozási célú alkalmazása. Monenzin kizárólag állatorvosi rendelvényre adható, 300 kg-nál nagyobb élőtmegű, nőivarú, tejtermelő szarvasmarhában a hyperketonaemia megelőzésére (17).

### A BETAIN HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A betain elsődlegesen metildonor szerepet tölt be számos biokémiai folyamat során, pl. a metionin-homocisztein ciklusban, ill. különböző, a zsírsanyagcserében szerepet játszó vegyületek, így pl. egyes lipoproteinek bioszintézise során. A metioninellátottságot javítja, és fokozza a zsírsavak lebontását (12). A hősokk-fehérjékhez hasonlóan képes a kedvezőtlen fehérjekonformáció-változásokat gátolni, ill. mint szerves ozmolit, a sejten belüli ozmolaritást fenntartani. A betain a mikroorganizmusok stressztűrőképességét is fokozza, így hőstresszben feltételezhetően javítja a bendőemésztés hatékonyságát is. *In vitro* a betain jelentősen javította a tőgyhámsejtek életképességét is hőstresszben (49).

HALL és mtsai kísérletükben 57 mg/ttkg, ill. 114 mg/ttkg adagban adott betainkiegészítés a 7 napig tartó hősemleges periódus során nagyobb tejtermelést eredményezett a kiegészítésben nem részesült kontroll csoporthoz képest, az ezt követő 7 napos hőstressz időszakban azonban ez a pozitív hatás nem érvényesült (20). A hőterhelés során a betainkiegészítésben részesült állatok testhőmérséklete magasabb, átlagos légzésszáma azonban kisebb volt a kontrollhoz képest. A plazma glükózkoncentrációja az emelt dózisú csoportban nagyobb volt a kontrollhoz képest.

ZHANG és mtsai a betainnal 10, 15, ill. 20 gramm/állat/nap adagban, 8 héten át történő kiegészítés hatásait vizsgálták a 100. laktációs nap körül termelő tehenekben (51). A kísérleti csoportokban nagyobb szárazanyag-felvételt, tejtermelést és jobb beltartalmi mutatókat, valamint a vérplazma nagyobb összes antioxidáns-kapacitását mérték a kontroll csoporthoz képest. A szerzők a különbségeket a betain korábban említett, energiaellátottságot javító, ill. a májfunkciót támogató hatásainak tulajdonították.

### AZ IZOFLAVONOIDOK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A takarmány 200–400 mg/nap daidzeinnel történt, 60 napon át végzett kiegészítése már 10 nap után szignifikáns mértékben növelte a tejtermelést, a tej fehérje- és zsírtartalmát (29). A szerzők eredményeiket a daidzein korábban kimutatott, ösztrogénszerű aktivitásával magyarázták, ami által serkenti a növekedési hormon, az IGF-1, valamint a prolaktin termelődését.

### AZ OMNIGEN-AF TAKARMÁNYADALÉK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Az OmniGen-AF (Phibro Animal Health Co., Teaneck, NJ, USA) takarmány-adalékanyag mannánok, glükánok, kaolin és kovaföld (szilikátok) keveréke. A gyártó stressz esetén tapasztalható, az emelkedett kortizolkoncentráció hatására bekövetkező csökkent mértékű immunválaszkészség ellensúlyozására ajánlja. HALL és mtsai az

OmniGen-AF élettani mutatókra gyakorolt hatásait is vizsgálta anyagcserekamrában előidézett hőstressz során, a laktáció első harmadában termelő teheneknél (21). Az adalékanyag hatására csökkent a légzésszám, a rektális hőmérséklet, valamint nagyobb volt a szárazanyag-felvétel a kiegészítésben nem részesülő kontrollhoz képest. Ugyanakkor nem volt kimutatható hatása a tejtermelésre, valamint az inzulin, ill. a glükóz vérben mért koncentrációjára.

LEIVA és mtsai hasonló eredményeket kaptak trópusi éghajlaton, telepi körülmények között, a laktáció középső harmadában termelő holstein-fríz × gir teheneikkel végzett vizsgálatukban, azzal a különbséggel, hogy a kiegészítésben részesült állatok vérében mért inzulinkoncentráció is nagyobb volt (28). A takarmány-adalékanyag hatásmechanizmusának pontos megértése jelenleg is a kutatások tárgya.

### A SZELÉN HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A szelénvegyületeket elsősorban a szelén egyes antioxidáns enzimek alkotórészeként betöltött szerepe miatt alkalmazzák. CALAMARI és mtsai vizsgálatukban megállapították, hogy a szervetlen, és még inkább a szerves, kötésben lévő szelénkiegészítés hatására a vérplazma glükóz- és szabadzsírsav-tartalma kisebb mértékben csökkent hőstressz hatására, mint a kiegészítésben nem részesült csoportban. A hatás hátterében álló élettani mechanizmusok jelenleg még nem ismertek (8).

### MEGVITATÁS

A jelenlegi takarmányozási megoldások közül a takarmány energiakoncentrációját növelő, a glükóz-anyagcserét támogató, ill. az ásványianyag- és folyadékháztartást támogató takarmány-adalékanyagok hatékonysága tűnik ígéretesnek (Ábra). Az alkalmazkodás folyamatainak jobb megismerése újabb, célzott takarmányozási megoldások kidolgozását segítheti elő. Általánosságban elmondható, hogy a takarmány-adalékanyagok az állat általános egészségi állapotát és energiamérlegét stabilizálva javíthatják a termelési mutatókat, hatásuk azonban csak kiegészítheti, de nem helyettesítheti a hűtési technológia hatékonyságának javítását, ami az első és legfontosabb szempont a hőstressz kedvezőtlen hatásainak enyhítésében.

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.1-16-2016-00024, projekt címe: Intelligens szakosodást szolgáló fejlesztések az Állatorvostudományi Egyetem és a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának együttműködésében). BAKONY MIKOLTOT az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3 számú Új Nemzeti Kiválóság programja, KOVÁCS LEVENTÉT az MTA Bolyai János kutatói ösztöndíja (BO/40/16/4), az NKFIH OTKA PD ösztöndíja [NKFIH-6493-1/2016], az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-4-SZIE-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság programja, és a VEKOP-2.1.1-15-2016-00186 számú projekt, JURKOVICH VIKTORT az MTA Bolyai János kutatói ösztöndíja (BO/29/16/4) és az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-4 számú Új Nemzeti Kiválóság programja támogatta. A cikk elkészüléséhez segítséget nyújtott a 2018-1.1.2-KFI-2018-00147 (A hőstressz kivédését célzó komplex tartás- és takarmányozás-technológiai fejlesztés az immunfunkciók és a szaporodásbiológiai mutatók javításával) projekt.

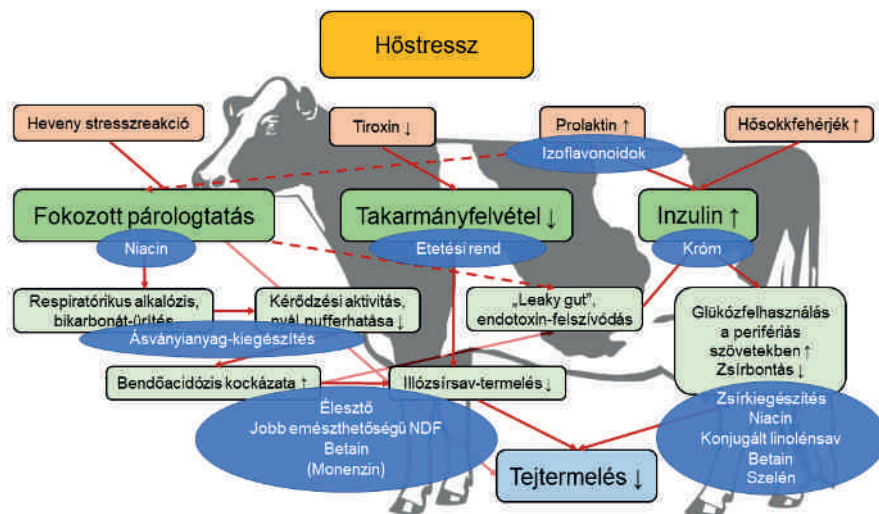
**A szerves, kötésben lévő szelén-kiegészítés hatása kedvező volt hőstresszben**

**A takarmány-adalékanyagok az állat általános egészségi állapotát és energiamérlegét stabilizálva javíthatják a termelési mutatókat**



**ÁBRA.** A hőstresszhez való alkalmazkodás támogatásának lehetőségei a takarmányozáson keresztül

**FIGURE.** Nutritional strategies in support of adaptation to heat stress



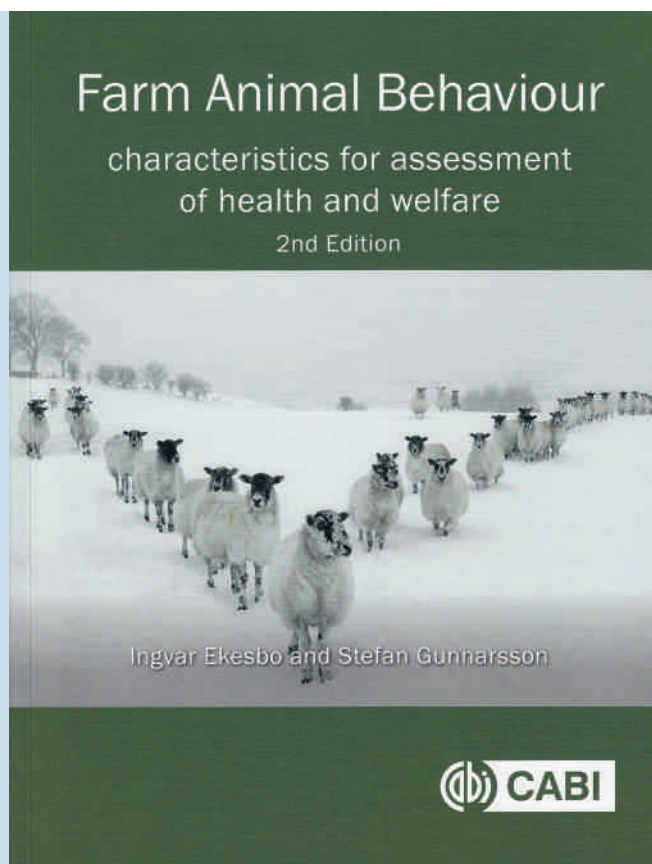
## IRODALOM

- AHARONI, Y. – BROSH, A. – HARARI, Y.: Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: effects on intake, milk yield and energy expenditure. *Livest. Prod. Sci.*, 2005. 92. 207–219.
- AL-SAIADY, M. Y. – AL-SHAIKH, M. A. et al.: Effect of chelated chromium supplementation on lactation performance and blood parameters of Holstein cows under heat stress. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2004. 117. 223–233.
- ANDERSON, R. A.: Stress effects on chromium nutrition of human and farm animals. In: *Proceedings of the Alltech's 10th Annual Symposium*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 1994. p. 267.
- BAKONY M. – KÖNYVES L. – HEJEL P. – KOVÁCS L. – JURKOVICH V.: Hőstressz tejelő tehenekben I. A tejtermelés-csökkenés hátterében álló élettani tényezők Irodalmi összefoglaló. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2019. 141. 341–350.
- BAUMAN, D. E. – CORL, B. A. et al.: Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. In: GARNSWORTHY, P. C. – WISEMAN, J. (eds), *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2001. 221–250.
- BAUMGARD, L. – WHELOCK, J. et al.: Postabsorptive carbohydrate adaptations to heat stress and monensin supplementation in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 2011. 94. 5620–5633.
- BRUNO, R. G. S. – RUTIGILIANO, H. M. et al.: Effect of feeding *Saccharomyces cerevisiae* on performance of dairy cows during summer heat stress. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2009. 150. 175–186.
- CALAMARI, L. – PETRERA, F. et al.: Metabolic and hematological profiles in heat stressed lactating dairy cows fed diets supplemented with different selenium sources and doses. *Livest. Sci.*, 2011. 142. 128–137.
- CHIOU, P. W. S. – CHEN, C. R. – YU, B.: Effects of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on performance of lactating cows in the summer and winter in Taiwan. *Asian. Aust. J. Anim. Sci.*, 2002. 15. 382–389.
- CHIOU, P. W. S. – KU, H. C. et al.: A study of *Aspergillus oryzae* fermentation extract inclusion on corn silage. *Asian. Aust. J. Anim. Sci.*, 2001. 14. 1568–1579.
- COLLIER, R. J. – COLLIER, J. L. et al.: Genes involved in the bovine heat stress response. *J. Dairy Sci.*, 91. 2008. 445–454.
- DAVIDSON, S. – HOPKINS, B. A. et al.: Supplementing limited methionine diets with rumen-protected methionine, betaine, and choline in early lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 2008. 91. 1552–1559.
- DESNOYERS, M. – GIGER-REVERDIN, S. et al.: Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *J. Dairy Sci.*, 2009. 92. 1620–1632.
- DI CONSTANZO, A. – SPAIN, J. N. – SPIERS, D. E.: Supplementation of nicotinic acid for lactating Holstein cows under heat stress conditions. *J. Dairy Sci.*, 1997. 80. 1200–1206.
- DRACKLEY, J. K. – CICELA, T. M. – LACOUNT, D. W.: 2003. Responses of primiparous and multiparous Holstein cows to additional energy from fat or concentrate during summer. *J. Dairy Sci.*, 2003. 86. 1306–1314.
- EFSA: 2009. Scientific Opinion of the Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) on a request from the European Commission on the safety and efficacy of chromium methionine (Availa® Cr) as feed additive for all species. *EFSA J.*, 1043. 1–69.
- European Medicines Agency (EMA): CVMP assessment report for Kexxtone (EMEA/V/C/002235), Veterinary Medicines and Product Data Management, 2012. 20.
- FRANZ, P. H. – NELSON, M. J. – NELSON, M. L.: Feed supplement and method. *US Patent, No.: US 7527816*. 2009.
- HALACHMI, I. – MALTZ, E. et al.: Effects of replacing roughage with soy hulls on feeding behavior and milk production of dairy cows under hot weather conditions. *J. Dairy Sci.*, 2004. 87. 2230–2238.
- HALL, L. W. – DUNSHEA, F. R. et al.: Evaluation of dietary betaine in lactating Holstein cows subjected to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 2016. 99. 9745–9753.
- HALL, L. W. – VILLAR, F. et al.: An evaluation of an immunomodulatory feed ingredient in heat-stressed lactating Holstein cows: Effects on hormonal, physiological, and production responses. *J. Dairy Sci.*, 2018. 101. 7095–7105.
- JURKOVICH, V. – BRYDL, E. – KUTASI, J. – HARNOS, A. – KOVÁCS, P. – KÖNYVES, L. – MURAVÖLGYI, ZS. – FÉBEL, H.: The effects of *Saccharomyces cerevisiae* strains on the rumen fermentation in sheep fed with

- diets of different forage to concentrate ratios. *J. Appl. Anim. Res.*, 2014. 42. 481–486.
23. KAUFMAN, J. D. – POHLER, K. G. et al.: Lowering rumen-degradable and rumen-undegradable protein improved amino acid metabolism and energy utilization in lactating dairy cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 2018. 101. 386–395.
24. KESZTHELYI Zs.: A króm (III)-ionok és a diabetes. Ph.D. értekezés. Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Pécs, 2005.
25. KUHARA, T. – IKEDA, S. et al.: Effects of intravenous infusion of 17 amino acids on the secretion of GH, glucagon, and insulin in sheep. *Am. J. Physiol.*, 1991. 260. E21–E26.
26. KUTASI, J. – JURKOVICH, V. – BRYDL, E. – KÖNYVES, L. – TIRIÁN, A. E. – BATA, Á.: Influence of different *Saccharomyces cerevisiae* strains on the oxygen concentration in the rumen fluid. *J. Anim. Feed Sci.*, 2004. 13. Suppl. 1. 131–134.
27. LASHKARI, S. – HABIBIAN, M. – JENSEN, S. K.: A review on the role of chromium supplementation in ruminant nutrition—effects on productive performance, blood metabolites, antioxidant status, and immunocompetence. *Biol. Trace. Elem. Res.*, 2018. 186. 305–321.
28. LEIVA, T. – COOKE, R. F. et al.: Supplementing an immunomodulatory feed ingredient to modulate thermoregulation, physiologic, and production responses in lactating dairy cows under heat stress conditions. *J. Dairy Sci.*, 2017. 100. 4829–4838.
29. LIU, D. J. – HE, S. J. et al.: Effect of daidzein on production performance and serum antioxidative function in late lactation cows under heat stress. *Livest. Sci.*, 2013. 152. 16–20.
30. LIU, J. – YE, G. et al.: Feeding glycerol-enriched yeast culture improves performance, energy status, and heat shock protein gene expression of lactating Holstein cows under heat stress. *J. Anim. Sci.*, 2014. 92. 2494–2502.
31. LIU, Z. L. – CHEN, P. et al.: Conjugated linoleic acids (CLA) moderate negative responses of heat-stressed cows. *Livest. Sci.*, 2008. 118. 255–261.
32. MCCARTY, M. F.: Homologous physiological effects of phenformin and chromium picolinate. *Med. Hypoth.*, 1993. 41. 316–324.
33. MOALLEM, U. – ALTMARK, G. et al.: Performance of high-yielding dairy cows supplemented with fat or concentrate under hot and humid climates. *J. Dairy Sci.*, 2010. 93. 3192–3202.
34. MOORE, C. E. – KAY, J. K. et al.: Effect of supplemental conjugated linoleic acids on heat-stressed Brown Swiss and Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 2005. 88. 1732–1740.
35. NADERI, N. – GHORBANI, G. R. et al.: Shredded beet pulp substituted for corn silage in diets fed to dairy cows under ambient heat stress: Feed intake, total-tract digestibility, plasma metabolites, and milk production. *J. Dairy Sci.*, 2016. 99. 8847–8857.
36. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC): Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 2001.
37. NIKKHAH, A. – MIRZAEI, M. et al.: Chromium improves production and alters metabolism of early lactation cows in summer. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2011. 95. 81–89.
38. NIU, M. – HARVATINE, K. J.: The effects of morning compared with evening feed delivery in lactating dairy cows during the summer. *J. Dairy Sci.*, 2018. 101. 396–400.
39. OMINSKI, K. H. – KENNEDY, A. D. et al.: Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress. *J. Dairy Sci.*, 2002. 85. 730–737.
40. RHOADS, R. P. – BAUMGARD, L. H. et al.: Nutritional interventions to alleviate the negative consequences of heat stress. *Adv. Nutr.*, 2013. 4. 267–276.
41. RUNGRUANG, S. – COLLIER, J. L. et al.: A dose-response evaluation of rumen-protected niacin in thermoneutral or heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 2014. 97. 1–12.
42. SANCHEZ, W. K. – MCGUIRE, M. A. – BEEDE, D. K.: Macromineral nutrition by heat stress interactions in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 1994. 77. 2051–2079.
43. SANO, H. – MOWAT, D. N. et al.: Effect of supplemental chromium on whole body kinetics of glucose, lactate and propionate in rams fed a high-grain diet. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol.*, 1997. 118. 117–121.
44. SCHINGOETHE, D. J. – LINKE, K. N. et al.: Feed efficiency of mid-lactation dairy cows fed yeast culture during summer. *J. Dairy Sci.*, 2004. 87. 4178–4181.
45. SHWARTZ, G. – RHOADS, M. L. et al.: Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 2009. 92. 935–942.
46. SOLTAN, M. A.: Effect of dietary chromium supplementation on productive and reproductive performance of early lactating dairy cows under heat stress. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2010. 94. 264–272.
47. WANG, J. P. – BU, D. P. et al.: Effect of saturated fatty acid supplementation on production and metabolism indices in heat-stressed mid-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2010. 93. 4121–4127.
48. WRINKLE, S. R. – ROBINSON, P. H. – GARRETT, J. E.: Niacin delivery to the intestinal absorptive site impacts heat stress and productivity responses of high producing dairy cows during hot conditions. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2012. 175. 33–47.
49. XIAO, Y. – RUNGRUANG, S. et al.: Effects of niacin and betaine on bovine mammary and uterine cells exposed to thermal shock in vitro. *J. Dairy Sci.*, 2017. 100. 4025–4037.
50. YASUI, T. – MCART, J. A. et al.: Effects of chromium propionate supplementation during the periparturient period and early lactation on metabolism, performance, and cytological endometritis in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2014. 97. 6400–6410.
51. ZHANG, L. – YING, S. J. et al.: Effects of dietary betaine supplementation subjected to heat stress on milk performances and physiology indices in dairy cow. *Genet. Mol. Res.*, 2014. 13. 7577–7586.
52. ZHU, W. – ZHANG, B. X. et al.: Effects of Supplemental Levels of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on lactation performance in dairy cows under heat stress. *Asian Aust. J. Anim. Sci.*, 2016. 29. 801–806.
53. ZIMBELMAN, R. B. – BAUMGARD, L. H. – COLLIER, R. J.: Effects of encapsulated niacin on evaporative heat loss and body temperature in moderately heat-stressed lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 2010. 93. 2387–2394.
54. ZIMBELMAN, R. B. – COLLIER, R. J. – BILBY, T. R.: Effects of utilizing rumen protected niacin on core body temperature as well as milk production and composition in lactating dairy cows during heat stress. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2013. 180. 26–33.

Közlésre érck.: 2019. jan. 1.

# Farm Animal Behaviour Characteristics for Assessment of Health and Welfare 2nd Edition



Aki már életében írt akár tudományos igényű, akár szépirodalmi könyvet, de egyébként is közérdeklődésre szánt publicisztikát, tudja, hogy az egyik legfontosabb és legnehezebb feladat egy „ütős”, érthető, kifejező és érdeklődést felkeltő cím megtalálása. Ez esetben az angol nyelvű címválasztás telitalálat! A fenti kötet címét magyarra talán a következők szerint fogalmazhatnánk meg: A háziállatok viselkedése egészségük és jóllétük szempontjából. És valóban ez a néhány szó sűrítve jeleníti meg az állatorvosi alkalmazott etológia oktatásának célját és lényegét, amelyet e recenzió egyik írója az állatorvostan-hallgatók számára 1999-ben írt „Állatorvosi alkalmazott etológia” c. egyetemi jegyzetének 2. kiadásában foglaltakra alapozva így foglalt össze.

Az állatorvosi alkalmazott etológia a gazdasági haszonállatok természetes (öröklött) viselkedési mintázatainak leírására alapozva tanulmányozza az iparszerű tartási rendszerekben tartott állatok viselkedé-

sét, leírja az ember által biztosított tartási és gondozási feltételek hatását a gazdasági haszonállatok viselkedési mintázataira, bemutatja a rendellenes viselkedési formák kialakulását és ezek kapcsolatát a környezeti feltételekkel összefüggésben álló ún. összetett okú betegségek kialakulására.

A 2018-ban megjelent kötet, amelynek bemutatására vállalkoztunk, minden szempontból követi az előbbiekben megfogalmazott alapelveket. Ez a (túlnyomórészen) színes fotókkal igen gazdagon szemléltetett 341 oldalas könyv, amelyet egy nagy gondossággal összeállított szövegmagyarázat (glossary), 39 oldalon felsorolt nagyszámú irodalmi hivatkozás és egy tárgykereső index egészít ki, ismételten bizonyítja a viselkedés-környezet-egészség kapcsolatának elválaszthatatlan egységét.

A könyv három szerkezeti egységének minden egyes fejezete egységes felépítést követ, azaz, ezek először bemutatják az egyes háziállatfajok háziasításával kapcsolatos legfontosabb ismerni valókat, majd (egységes rendszerbe foglalva) leírják az alapvető (öröklött és tanult) viselkedési formákat, majd erre alapozva összefoglalják a rendellenes viselkedési formák kialakulását és az ezekkel kapcsolatban jelentkező egészségkárosodások legfontosabb tudnivalóit.

A könyv első része (Háziasított emlősök) a fenti rendszerbe foglalva bemutatja a ló, a sertés, a házinyúl, a szarvasmarha, juh és kecske etológiáját. A második rész (Háziasított baromfi) a háziyúkkal, a pulykával, valamint a lúddal és a házi kacsával foglalkozik. Néhány olvasó számára érdekes lehet a könyv harmadik része a nem háziasított, de az ember által tartott és tenyésztett néhány, gazdasági szempontból jelentőséggel bíró állattal (jávorszarvas, gímszarvas, strucc, nandu és emu) foglalkozik.

A kötet oktatási, tudományos és gyakorlati értékét az első szerző személye szavatolja. PROFESSZOR INGVAR EKESBO világszerte ismert és elismert tudósa a háziállatok etológiájának. Kutatásai kezdettől fogva (elsősorban) a háziállatok viselkedése és környezetük kapcsolatának megismerésére irányult. Ismereteit számos könyvben, szakközleményben tette közzé, de vezető szerepet játszott (a világszerte elismertt és példaként tekintett) svéd állatvédelmi törvények folyamatos megújításában. Kutatásai alapján az első között ismerte fel a környezettel összefüggésben álló, ún.

összetett okú betegségek jelentőségét és munkásságával a múlt század 80-as évei utolsó harmadától jelentősen hozzájárult az ilyen betegségek kórfejlődése, klinikai manifesztációja körülményeinek és megelőzésének hozzájárulásához. Mint a Svéd Mezőgazdaságtudományi Egyetem, Állatorvosi Kara Állathigiéniai Tanszékének vezetője (1977–1993) az állatorvostan-hallgatók ezreit oktatta és egy jelentős, nemzetközileg elismert etológiai kutatócsoport munkáját irányította. Részt vett az 1970-ben Budapesten megalakult, jelenleg már több mint 60 országot tömörítő, Nemzetközi Állathigiéniai Társaság megalakításában és jelenleg Ő az utolsó mohikánja az alapító atyáknak. Kilencvenes éveinek elején még mindig aktív (lásd a könyvet). Köszönjük, a jó Isten éltesse! DR. STEFAN GUNNARSSON méltó tanítványa és utóda az általa alapított tanszék élén.

Ez a könyv természetesen nemcsak az állatorvos alapképzés számára jelentős mű, de ajánlható az angol

nyelven értő gyakorló állatorvosok, állattenyésztők, más mezőgazdasági szakemberek és különösen azok számára, akik előszeretettel tekintik magukat állatvédőnek és gyakran előképzettség nélkül, de nagy hevülettel szállnak ringbe az általuk igaznak vélt állati jogok védelme érdekében. Ha rajtunk múlna ez utóbbiak kötném, hogy olvasták és ismerik ennek a könyvnek a tartalmát.

*Farm Animal Behaviour Characteristics for Assessment of Health and Welfare*

*2nd Edition*

*Ingvar Ekesbo and Stefan Gunnarsson*

*CABI Wallingford, Oxfordshire, UK, 2018. 341 pages, with innumerable photo illustration.*

*18x24 cm. ISBN-13: 978 1 78639 139 1. Price: 60€*

*Angol nyelven*

**Rafai Pál és Jurkovich Viktor**

Changes in serum leptin concentrations in relation to the oestrous cycle and body fat content in female dogs

Literature review  
and own data

L. Müller<sup>1</sup>  
E. Kok<sup>2</sup>  
E. Kollár<sup>1</sup>  
O. Balogh<sup>3\*</sup>  
J. Thuróczy<sup>1\*</sup>

1. Állatorvostudományi Egyetem,  
Szülészeti és Szaporodásbiológiai  
Tanszék és Klinika, H-1078 Budapest  
István u. 2.

2. Belvet Állatorvosi Rendelő

3. Clinic of Reproductive Medicine,  
Vetsuisse Faculty, University of  
Zurich, Svájc

\*: egyenlő mértékben működtek közre

\*: contributed equally  
e-mail: muller.linda@univet.hu

# A vérszérum leptinkoncentrációjának változása az ivari ciklus és a testzsírmennyiség függvényében szuka kutyában

## Irodalmi áttekintés és saját tapasztalatok

Müller Linda<sup>1</sup>, Kok Eszter<sup>2</sup>, Kollár Eszter<sup>1</sup>, Balogh Orsolya<sup>3\*</sup>,  
Thuróczy Julianna<sup>1\*</sup>

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők saját vizsgálatukban a szuka kutyák ivari ciklusának a szérum leptinkoncentrációjára kifejtett hatását vizsgálták, emellett összegezték a szérum leptinszintet befolyásoló tényezőket és a vérből történő leptin meghatározás lehetőségeiről megjelent publikációkat. Eredményeik alapján sem az ivari ciklusstádium, sem a szérum progeszteronszint szérum leptinszintre gyakorolt hatását nem tudták kimutatni. Ezzel ellentétben szoros összefüggést találtak a leptinkoncentráció és egyes, a kondíció mérésre alkalmas paraméterek között, bár a bioimpedancia-mérés eredményei a vártnál gyengébb összefüggést mutattak a testtömeeggel és a leptinkoncentrációval.

### SUMMARY

**Background:** Leptin is primarily produced by adipocytes and its serum levels reflect the amount of body fat reserves. Besides adiposity, serum leptin concentrations are influenced by other factors, such as the levels of sexual hormones during the ovarian cycle.

**Objectives:** We aimed to determine if serum leptin levels are influenced by sex hormone level fluctuations during the reproductive cycle in female Beagle dogs. We also investigated the relationship between body condition score (BCS) and alternative assessments of body fat percentage using morphometric calculations (BF%) or bioimpedance measurements (BMI) and serum leptin levels.

**Materials and Methods:** Seventeen non-pregnant, healthy female dogs were included in the study. For determination of leptin, progesterone, triglyceride and total cholesterol concentrations, blood samples were collected after an overnight fast three times with two-week intervals, starting in late anoestrus or in proestrus. Dogs were divided into two groups according to their body condition. Body fat percentage was determined using bioelectrical impedance analysis and morphometric measurements.

**Results and Discussion:** Serum leptin concentrations remained unchanged during the reproductive cycle and were not related to serum progesterone levels. In contrast to other species, changes in serum oestrogen or progesterone concentrations during the cycle have no influence on adipose tissue leptin production, our results should be interpreted with caution due to our low sample size and frequency of blood collection. Furthermore, differences in leptin assays used between studies may also have contributed to the different results.

Similarly to previous reports in dogs, we found significant differences in serum leptin levels between overweight animals and dogs with normal condition. We detected a close positive correlation between serum leptin, BCS and BF%, which suggests that the latter could also be used in clinical practice to assess adiposity. BMI showed only low to moderate correlation with other measures of body condition.

KISÁLLAT

A leptinmolekula felfedezése nem csak az addig passzív raktárként ismert zsírszövet jelentőségének megítélését változtatta meg, de új irányt adott a kutatásoknak azzal, hogy rámutatott egy feltérképezésre váró kapcsolati hálózatra a genetikai és hormonális tényezők, a tápláltsági és anyagcsere-állapotot jelző zsírszövetmennyiség és -eloszlás, ill. számos élettani és kóros folyamat között. A leptin egy fehérjemolekula, amit elsősorban a zsírszövet termel és a táplálékfelvétel szabályozásának, valamint a szervezet energiaegyensúlyának kulcsfaktora.

**A leptin egy fehérjemolekula, amit elsősorban a zsírszövet termel**

**Fontos szerepe van a táplálékfelvétel és a szervezet energiaegyensúlyának szabályozásában**

**A leptinreceptor jelenlétét szinte valamennyi vizsgált szövetben igazolták**

**A leptin szaporodásbiológiai folyamatok szabályozásában is szerepet játszik**

Elhízott egértörzsek vizsgálatával két gént is azonosítottak: a leptin expresszióját meghatározó ob-gént, és a diabetes- (db) gént, amelyek mutációja homozigóta formában felelős lehet az extrém mértékű elhízás kialakulásáért (18, 26). FRIEDMAN kutatócsoportja 1994-ben klónozással azonosította az ob-gén által kódolt, 167 aminosavból álló leptint (99). A két mutáns allélt (ob/ob) hordozó, így leptinhiányos egértörzsek egyedei már fiatal korban elhíznak, meddők, élettartamuk lerövidül. A hormon pótlását követően a hormonális és szaporodásbiológiai állapot jelentős javulását, ill. a táplálékfelvétel és a testtömeg csökkenését figyelték meg, ami közvetlen bizonyítéka a leptinhiány döntő szerepének ob/ob egerekben (30, 68). Később, a hasonlóan elhízott fenotípust előidézni képes db-gén klónozásával megtalálták a leptin receptorát is, amelyet a citokinreceptorok családjába soroltak (87). A db-génről átírt mRNS alternatív hasítása folytán több receptor-izoforma is létrejöhet, amelyek extracelluláris, ligandkötő doménje megegyezik, míg C-terminális szakaszuk különbözik (15, 50, 51, 91). A leptinreceptor jelenlétét szinte valamennyi vizsgált szövetben igazolták, így az agyvelőben, a bélben, a vesében, a májban, a tüdőben és az ivarszervekben is (14). Míg a rövid receptortípusok elsősorban a perifériás szövetekben expresszálódnak legnagyobb mértékben, addig ezekben a szövetekben mindössze 3–5%-ban jelenik meg a hosszú receptorforma (Ob-Rb), ezzel szemben a hipotalamusz területén 30–40%-ban ez a típus mutatható ki, jelezve, hogy döntő szerepet játszik a táplálékfelvételt, étvágyat és az energiaegyensúlyt befolyásoló neuropeptidek és neurotranszmitterek termelődésének szabályozásában (10, 29). A rövidebb, Ob-Ra izoforma is nagy mennyiségben expresszálódik az agyvelő plexus chorioideusában és a hajszálerekben, ahol szerepét a leptin vér-agy gáton való átjutásában valószínűsítik (9, 35). Az Ob-Rb vátozatnak van a leghosszabb sejten belüli szakasza, és csak ez a teljes hosszúságú változat tartalmazza az összes, jelátvitel szempontjából fontos régiót, amely a fő JAK2-STAT3 (Janus-kináz szignáltranszducer és transzkripcióaktivátor) jelátviteli utat aktiválni képes (29). A leptin által beindított jelátvitel a fő út mellett más molekulákon keresztül is megvalósulhat, mint a MAPK (mitózis aktiváló protein kináz) és az IRS (inzulin receptor szubsztrát). Utóbbiak aktiválódhatnak receptor-asszociált JAK segítségével, ill. közvetlenül a rövid leptinreceptor-izoformákon keresztül is (10, 33).

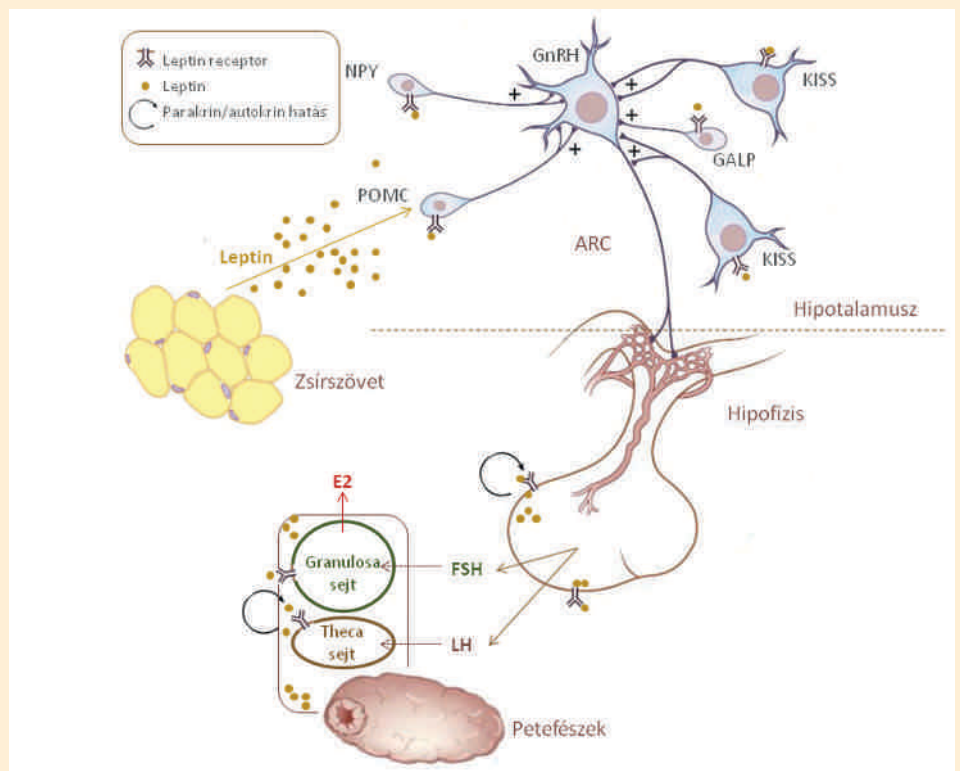
Napjainkra több más fajban is ismertté vált a leptin molekula szerkezete és élettani jelentősége (25). Kutyában egy japán kutatócsoport sikeresen klónozte és szekvenálta a leptint kódoló cDNS-t, amelynek nukleotidsorrendje 82–92%-os, a leptinfehérje aminosavsorrendje pedig 76–88%-ban bizonyult azonosnak más fajokéval (39). A szérumban leptinkoncentrációjának fajspecifikus meghatározására alkalmas szendvics ELISA-teszt kifejlesztése lehetővé tette a leptin élettani és kórtani szerepének vizsgálatát kutya fajban is (40).

#### A LEPTIN SZAPORODÁSBIOLÓGIAI SZEREPE NŐIVARBAN

Amellett, hogy a leptin alapvető szerepet játszik a táplálékfelvétel és az energiaháztartás szabályozásában, a hipotalamusz-hipofízis-gonád (HPG) tengely minden szintjén hatva, tehát centrálisan és a periférián megvalósuló hatásokon keresztül egyértelműen bekapcsolódik a szaporodásbiológiai folyamatok szabá-

Nemcsak a kicsi,  
hanem a túlzottan nagy  
leptinkoncentráció is  
szaporodásbiológiai  
zavarokhoz vezethet

lyozásába (1. ábra). Nem meglepő, hogy az alultápláltság, ill. a kalóriamegvonás hatással van a legtöbb endokrin szerv, így a hipotalamusz, a hipofízis, a zsírszövet és a petefészek működésére is és anovulációs állapot kialakulásához vezethet (56). Az ovuláció kalóriamegvonás esetében megfigyelhető rendellenességei egér- és juhmodellben is kezelhetők voltak leptin adagolásával, ami a leptin centrális hatásának jelentőségét hangsúlyozza (34, 61, 62), ugyanakkor a hipotalamusz és a hipofízis mellett feltételezik perifériás, közvetlenül a petefészek szintjén kifejtett hatását is. Nemcsak a kicsi, hanem a túlzottan nagy leptinkoncentrációk is szaporodásbiológiai zavarokhoz vezethetnek, amit az elhízás esetén megfigyelhető nagyobb arányú meddőség, valamint az asszisztált reprodukciós eljárások csökkent eredményessége bizonyít (54, 59).



**1. ÁBRA.** A leptin hipotalamusz-hipofízis-gonád tengely egyes szintjein kifejtett hatásai  
ARC: nucleus arcuatus, POMC: proopiomelanokortint termelő neuronok, NPY: neuropeptid Y-t termelő neuronok, GALP: Galanin-like peptidet termelő neuronok, KISS: kisspeptin termelő neuronok, GnRH: gonadotropin releasing hormon, LH: luteinizáló hormon, FSH: folliculusstimuláló hormon, E2: ösztadiol

**FIGURE 1.** Summary for the effect of leptin on the hypothalamic-pituitary gonadal axis  
ARC: arcuate nucleus, POMC: proopiomelanocortin producing neurons, NPY: neuro-peptide Y producing neurons, GALP: Galanin-like peptide producing neurons, KISS: Kisspeptin producing neurons, GnRH: gonadotropin releasing hormone, LH: luteinizing hormone, FSH: follicle-stimulating hormone, E2: oestradiol

A hipotalamusz gonadotropin releasing hormont (GnRH) termelő idegsejtjei nem expresszálnak leptinreceptorokat (24, 97), ami valószínűsíti, hogy a leptin hatását más, leptinreceptorokat kifejező és a GnRH-termelő sejtek

**A GnRH-t termelő sejtekre a leptin más sejteken keresztül, közvetett módon hat**

**A leptin közvetlenül a periférián is részt vesz a petefészek működésének szabályozásában**

kel szinaptikus kapcsolatban álló interneuronokon keresztül fejt ki. A GnRH termeléséért felelős idegsejtek egy része a hipotalamusz nucleus arcuatus (ARC) területén található. A szintén ezen a területen megjelenő proopiomelanokortint (POMC), neuropeptid Y-t (NPY) és Galanin-like peptidet (GALP) termelő sejtpopuláció esetében is felmerül, hogy ezek a neuronok közvetítik a leptin hatását a GnRH-t termelő neuronok felé (20, 44, 79, 93). Ezek mellett a kisszeptint termelő neuronok szerepét is leírták, amelyek leptin hatásra megnövekedett kisszeptin-koncentráción keresztül stimulálják a GnRH elválasztását (70, 72). A leptin pozitív hatása a hipofízis szintjén is megvalósul, ahol saját receptorán keresztül endokrin úton, valamint az elülső lebeny sejtjeinek leptintermelése révén auto-/parakrin úton képes dózisfüggő módon serkenteni az LH, az FSH és a prolaktin felszabadulását is (42, 64, 92, 95). A hipofízis LH-termelő sejtjeinek válaszkészsége ciklusfüggő, és mind GnRH-ra, mind leptinre adott válasza sokkal intenzívebb – fajtól függően – ösztrogén (E2) vagy progeszteron (P4) jelenlétében. Az LH-csúcs közelében mérhető leptincsúcs emberben és patkányban igazolja a leptin aktív szerepét az ovuláció folyamatában, az LH-szekréció serkentésén keresztül (2, 16, 21, 23, 81, 86).

A leptin közvetlenül a periférián is részt vesz a petefészek működésének szabályozásában, amit több fajban is bizonyít a leptin, ill. a leptinreceptor jelenléte a tüsző granulosa- és thecasejtein, magán a petesejten, valamint a sárgatestben (17, 45, 52, 69, 74, 75, 78, 82, 98). Ezek alapján nemcsak a keringésben megjelenő leptin endokrin, hanem a helyileg termelődő hormon auto-/parakrin szabályozó szerepével is számolni kell. A leptin a fejlődő tüszők theca- és granulosa-sejtjeinek szteroidtermelésére elsősorban gátló hatást fejt ki (83, 84, 96), ami nem közvetlenül a gonadotropin hormonok, hanem a gonadotropin és az inzulinszerű növekedési faktorok együttes serkentő hatásának gátlásán keresztül nyilvánul meg (1, 83, 96). Ezzel ellentétes eredmények is születtek humán vizsgálatokban, ami szerint a leptin serkentő hatással van a tüsző granulosa-sejtjeinek ösztrogéntermelésére azok aromatazaktivitásán keresztül (46). Sertésekben a leptin dózisfüggő hatásáról számoltak be, vagyis kis mennyiségben serkentette, míg nagyobb koncentrációban gátolta a granulosa-sejtek szteroidhormon-termelését (73). Ezek az eredmények azt jelzik, hogy az élettaninál nagyobb leptinkoncentráció valószínűleg csökkenti a domináns tüsző ösztrogéntermelő képességét, az androgén szubsztrátok képződésének gátlásán és a granulosa-sejtek aromatazáló képességének csökkentésén keresztül, bár ezek a hatások állatfajonként némileg eltérőek lehetnek. Újabb tanulmányok szerint a leptin szerepet játszik a sárgatest kialakulásában is az angiogenezis támogatásán és a progeszterontermelés serkentésén keresztül (27).

Az említett centrális és perifériás hatásokkal párhuzamosan a leptinkoncentráció menstruációs ciklussal összhangban történő ingadozását is megfigyelték. Nőknél a szérumban a leptinkoncentrációjának emelkedését írták le a ciklus 14. napján az ovuláció idején, valamint a 21. napon a sárgatestszakaszban, ami alapján feltételezik mind az ösztrogén, mind pedig a progeszteron leptinkoncentrációt befolyásoló hatását (3, 32, 71). Bár egyes szerzők szerint a nemi hormonok nem befolyásolják a leptinkoncentráció alakulását (47, 55), több közlemény alapján a megemelkedett leptinkoncentráció forrása a zsírszövet, amelyben az elemkedett ösztrogénkoncentráció a zsírszövetek által kifejezett ösztrogénreceptorokon keresztül fokozza a leptin termelődését (3, 58, 94). Mások szerint a nagyobb szérumban a leptinkoncentráció forrása részben maga a petefészek is lehet (58). Bár a sárgatest leptintermelő képességét már több fajban is igazolták (2, 4, 6, 48, 52, 78), máig nem bizonyított, hogy a sárgatest által termelt leptin számottevő mennyiségben bejuthat-e a véráramba.



**A szérumban leptin-koncentrációja kutyában is szoros összefüggést mutatott a test zsírraktárainak telítettségével**

### A KUTYA SZÉRUMLEPTIN-KONCENTRÁCIÓJÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A szérumban leptinkoncentrációjának fajspecifikus meghatározására alkalmas szendvics ELISA-teszt kifejlesztése lehetővé tette a leptin élettani és kórtani szerepének vizsgálatát kutya fajban is (40). Hasonlóan más fajokhoz, a szérumban leptinkoncentrációja kutyában is szoros összefüggést mutatott a test zsírraktárainak telítettségével, függetlenül az egyedek korától, nemétől és attól, hogy ivartalanítva voltak-e (37, 38, 76). Elhízott állatok esetében a vér leptinkoncentrációja 5–6-szorosa is lehet a normál kondíciójú egyedekben mért értéknek (37, 41). Kisebb energiataralmú étrend etetésekor azonban már a testtömegcsökkenés megindulása előtt a szérumban leptinkoncentrációjának 25%-os csökkenése mérhető, amit a testösszetétel változásával magyaráznak, ill. feltételezik a takarmányösszetétel közvetlen hatását is (41). Az azonos kondíciójú állatok szérumban leptinkoncentrációi esetében azonban jelentős egyedi eltérések is előfordulhatnak, ami mögött más befolyásoló tényezők hatása (vérvétel időpontja, etetés időpontja, gyógyszeres kezelés stb.) állhat (36, 63). Bár az adott kondíciócsoportra jellemző leptinkoncentráció általában független az állat fajtájától, bizonyos fajták ez alól kivételt képeznek, mint pl. a törpetacskó, ahol az adott kondíciócsoportra jellemzőnél kisebb, vagy a shetlandi juhászkutya, ahol nagyobb leptinkoncentrációk voltak mérhetőek (37). A leptin szaporodásbiológiai hatásait szuka kutyákban eddig kevesen vizsgálták. A leptinnek és receptorának jelenléte a petefészekben a sárgatestben, valamint a vemhes méhben és placentában a hormon auto-/parakrin, ill. endokrin szabályozó szerepét valószínűsíti (6, 7). Ezzel összhangban a vérben mérhető leptinkoncentráció is szignifikánsan megemelkedik a vemhesség alatt kutyában (13). Nem vemhes szukákban a szaporodásbiológiai állapotnak a plazma leptinkoncentrációjára gyakorolt hatását SALERI és mtsai vizsgálták, és a humán tanulmányokkal ellentétben, az ösztroz alatt szignifikánsan nagyobb hormonkoncentrációkat mértek, mint proösztrozban vagy diösztrozban. A vizsgálat, bár nagylétszámú ( $n = 81$ ), hasonló méretű és testtömegű állaton történt, kutyánként egyszeri vérvételen alapult, és az egyes ciklusszakaszok elkülönítésére használt módszert a szerzők nem részletezték. Ezen kívül, míg az előzőekben említett tanulmányok nem találtak különbséget a szuka és a kan kutyák leptinkoncentrációi között, SALERI és mtsai szignifikánsan nagyobb koncentrációkat mértek az ivari ciklus anösztroz szakaszában lévő szukákban, mint kanokban (77).

**A testzsírmennyiség becslésére, ill. mérésére számos módszer létezik**

### A TESTZSÍRMENNYISÉG MÉRÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI KUTYÁBAN

A testzsírmennyiség becslésére alkalmas értékek közül azonos fajtájú kutyák esetében a testtömegmérés, míg különböző fajtájú egyedek esetében a szubjektív bírálaton alapuló, kondíció meghatározásra alkalmas módszerek, mint a Body Condition Score System (BCS), valamint a mérőszalag segítségével végezhető objektívebb morфомetriás mérések használata terjedt el mind a klinikai vizsgálatok során, mind a kutatásban (12, 22, 28, 49, 57, 85). Átmenetet jelenthet a kutatásokban használt, ill. a klinikumban is alkalmazható kondíciómérésre alkalmas módszerek között a bioimpedancia-mérés (8, 85), ami a szövetek különböző víztartalmából adódó eltérő áramvezető képességén alapuló technika. Létezik egy kifejezetten kutya fajra kifejlesztett impedanciamérő készülék (Healthlab Body Fat Analyzer IBF-DO2, Kao Corp, Tokyo, Japan), amely a kifejlesztése során összegyűjtött adatok alapján megadja a mért ellenállásértékhez tartozó zsírmennyiséget, és testzsírszázalék-értékként mutatja az eredményt (8). Ez a módszer meglehetősen új, ezért még igen kevés az állatorvosi klinikai felhasználásról szóló szakirodalom. Az állatorvosi használatra kifejlesztett gép könnyen kezelhető, gyors, viszonylag pontos és olcsó mérést biztosít (85). A leptin, mint a testzsírraktárak telítettségének hormonális mutatója, kutyában is szoros összefüggést mutat az állatok kondíciójával (body condition score, BCS; 37), ugyanak-

**Kifejlesztettek egy kutyára használható, bioimpedancia-mérésen alapuló készüléket**

kor a morfometriai mérések, ill. a bioimpedancia-mérés alapján meghatározott testzsírszázalék és a szérum leptinkoncentrációja közötti összefüggésről kutya fajban eddig még nem számoltak be.

## SAJÁT VIZSGÁLAT

Célul tűztük ki az ivari ciklushoz köthető hormonális változásoknak és a kondícióknak a szérum leptinkoncentrációjára kifejtett együttes hatásának vizsgálatát beagle fajtájú szuka kutyákban. A kondíció pontosabb meghatározása céljából a testtömeg és a BCS meghatározása mellett morfometriás méréseket és bioimpedancia-mérést is alkalmaztunk.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

**A vizsgálatokat nem vemhes, 2–9 éves korú, beagle fajtájú szuka kutyákon végezték**

Tizenhét egészséges, nem vemhes, 2–9 éves korú, beagle fajtájú szuka kutyát vontunk be a vizsgálatba. A munkánk során alkalmazott vizsgálatok teljes mértékben igazodtak egy engedéllyel rendelkező (Pest Megyei Kormányhivatal által kiadott 29/2015 számú engedély) tenyésztelő működéskéhez, azaz a mintavételek illeszkedtek az ezen az állományon alkalmazott szaporodásbiológiai gondozás, ill. szűrővizsgálatok rendszerébe. Vizsgálataink céljából plusz mintavételre és/vagy az állatokon végzett beavatkozásra nem volt szükség (a megmaradt szérummintákból határoztuk meg a saját vizsgálatainkhoz szükséges progeszteron- és leptinkoncentrációkat). Az állatok fizikális vizsgálatát és az első mintavételeket az állattartó telepen megfigyelt első tüzelési tünetek idejében kezdtük el, majd kéthetes időközönként, összesen 3 alkalommal ismételtük, mindig reggel 8 és 9 óra között 24 órás koplaltatást követően. A vérvétel a szakma szabályainak megfelelően, a *vena cephalica antebrachii*-ből történt. A vérmintákat 4 °C-on hűtve tároltuk és szállítottuk. A szérumszeparátoros csövekbe gyűjtött minták a vérvétel után 2 órával kerültek a Kórleltani és Onkológiai Tanszék laboratóriumába, ahol az első vizsgálati időpontban gyűjtött mintákból került sor a szérum triglicerid- és koleszterinszintek enzimatikus kolorimetriás teszttel történő meghatározására. A mintákat a vérvételt követően 3 órán belül 1500/perc fordulatszámra centrifugáltuk, a szérumot a további vizsgálatokig –86 °C-on tároltuk.

**Az állatok tápláltsági állapotának megítélésére hagyományos kondícióbecslést, morfolometriai méréseket, ill. bioimpedancia-mérést végeztek**

Az állatok tápláltsági állapotának megítélése érdekében az első vizsgálat alkalmával feljegyeztük a testtömeget, 5 pontos skálán értékeltük a kondíciót (BCS) (22), a medence körméretet (PC – pelvic circumference, cm-ben) és a lateralis oldalon mért térd-csánk távolságot (HS – hock to stifle, cm-ben). Az utóbbi 2 változó alapján számított értéként kaptuk meg a testösszetételt jellemző testzsírszázalék-értéket [Szuka testzsír % (BF%) =  $-1,7 (HS) + 0,93 (PC) + 5$ ] (12, 57). A testösszetétel további jellemzésére, ugyanezen időpontban, a test zsírtartalmának mérését bioimpedancia-vizsgálattal (BMI) is elvégeztük egy kisállatokra optimalizált készülékkel (Healthlab Body Fat Analyzer IBF-DO2, Kao Corp, Tokyo, Japan). A készülék elektródáit a szőr szétfésülése és a bőr alkohollal történő tisztítása után az utolsó borda mögé helyeztük, a gerincvonaltól 3 cm-re, azzal párhuzamosan. Az eredményt háromszori mérés átlagaként jegyeztük fel. A különböző szaporodásbiológiai fázisokba (proösztrosz, ösztrosz, diösztrosz, anösztrosz) a külső nemi szervek állapotának klinikai vizsgálata, a hüvelyből vett citológiai minta és a vér progeszteronkoncentrációja alapján soroltuk be az állatokat. A hüvelycitológiai mintákat Diff-Quick-festés után az irodalmi adatoknak megfelelően értékeltük (43). A tüzelés klinikai tüneteit mutató állatokat a hüvelycitológiai vizsgálat eredményének figyelembevételével soroltuk proösztroszba vagy ösztroszba. A tüzelés klinikai tüneteit nem mutató állatoknál a szérum progeszteronkoncentrációja alapján tettünk különbséget anösztrosz és diösztrosz között (2 ng/ml progeszteronkoncentráció alatt anösztrosz).

**Az állatok szaporodásbiológiai állapotát hüvelycitológiai és vérprogeszteronszint-vizsgálattal határozták meg**

**A testzsír mennyiségének az ivari ciklusnak és a leptinszinteknek az összefüggéseit statisztikai módszerekkel vizsgálták**

**A kondíció szignifikáns befolyásoló hatását igazolták**

A mélyhűtött szérumból történő hormonszint-meghatározások a Szülészeti Tanszék Klinikai laboratóriumában történtek. A progeszteronkoncentrációt ELISA-módszerrel, Quanti Check Progesterone kittel végeztük (érzékenység 0,2 ng/ml, inter- és intra-assay CV:  $\leq 4,5\%$  és  $\leq 5,25\%$ ). A leptinkoncentrációt is ELISA-teszttel határoztuk meg (Canine Leptin ELISA, EZCL-31K, Millipore Corporation; érzékenység 0,21 ng/ml, inter- és intra-assay CV: 6–7% és 2–6%).

Az eredmények kiértékelését a Microsoft Excel, R 3.5.1., valamint az IBM® SPSS® Statistics for Windows 22.0 verzió (Armonk, NY, USA) statisztikai programcsomag segítségével végeztük. A szignifikancia szintjét  $p \leq 0,05$  értéknél jelöltük meg. A BCS3 kondíciócsoportban két állat esetében mindhárom mérési időpontban kiugró leptinértékeket mértünk (átlag 8,2 és 4,14 ng/ml), ezért ezen egyedek mérési eredményeit kizártuk a statisztikai elemzésekből. Az ivari ciklusstádium, ill. a progeszteronszint, valamint a kondíció (BCS) szérum leptinkoncentrációra gyakorolt hatásának vizsgálatához általános lineáris kevert modellt használtunk, amelyben random tényezőként szerepelt az állat azonosítója, így figyelembe tudtuk venni, hogy egy-egy állaton több mérés történt. A modellben a leptinkoncentrációk normáltól eltérő eloszlása miatt azok természetes alapú logaritmusával dolgoztunk. A 3-as és 4-es BCS-kategóriába sorolt egyedek (BCS3 és BCS4) leptinkoncentrációit lineáris kevert modellel hasonlítottuk össze. A különböző BCS-kategóriába sorolt állatok koleszterin- és trigliceridkoncentrációit, valamint a kondíciót jellemző egyéb paramétereit (testsúly, BF%, BMI) Student-féle t-teszttel hasonlítottuk össze. A változók közötti összefüggés vizsgálatára Spearman-féle korrelációs teszteket végeztünk. Az eredményeket átlag és szórás értékekkel jellemezve mutatjuk be.

## EREDMÉNYEK

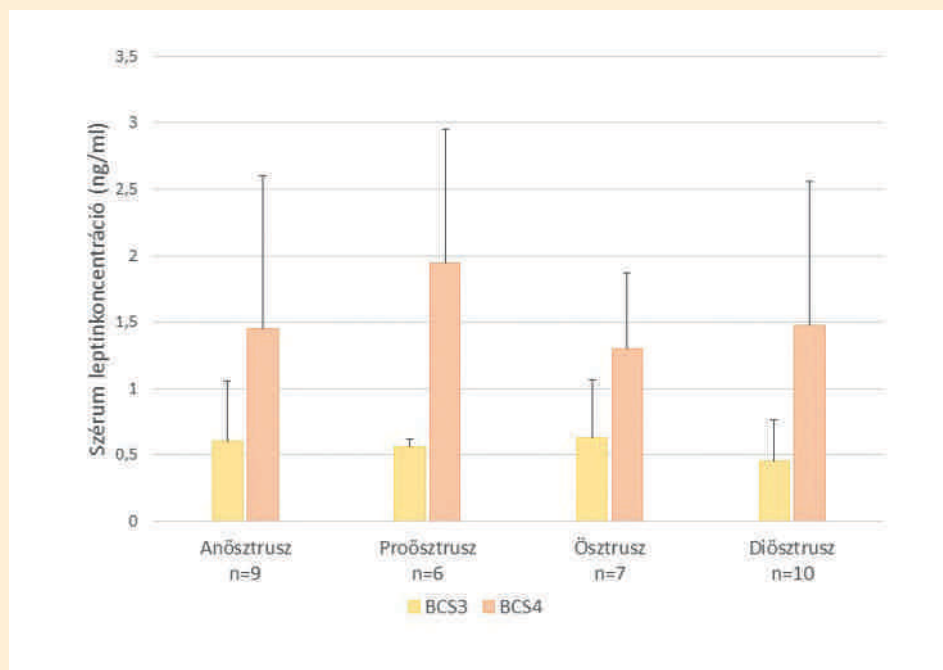
### A SZÉRUM LEPTINKONCENTRÁCIÓJA ÉS AZ IVARI CIKLUS ÖSSZEFÜGGÉSE

Az elvégzett klinikai és hüvelycitológiai vizsgálatok, valamint vérből történő progeszteronkoncentráció meghatározása alapján 9 anösztzusos (szérumprogeszteron  $0,73 \pm 0,09$  ng/ml), 6 proösztzusos (szérumprogeszteron  $1,70 \pm 1,26$  ng/ml), 7 ösztzusos (szérumprogeszteron  $9,18 \pm 4,20$  ng/ml) és 10 diösztzusos

**2. ÁBRA.** A szérum leptinkoncentrációjának (ng/ml) alakulása az ivari ciklusszakasza szerint. Az oszlopdiagrammok az átlag és szórás értékeket szemléltetik

A lineáris kevert modell alapján a ciklusszakasz nem befolyásolta a szérum leptinkoncentrációját ( $p = 0,745$ ), ugyanakkor a kondíció (BCS) leptinszintre gyakorolt hatása szignifikáns volt ( $p = 0,003$ )

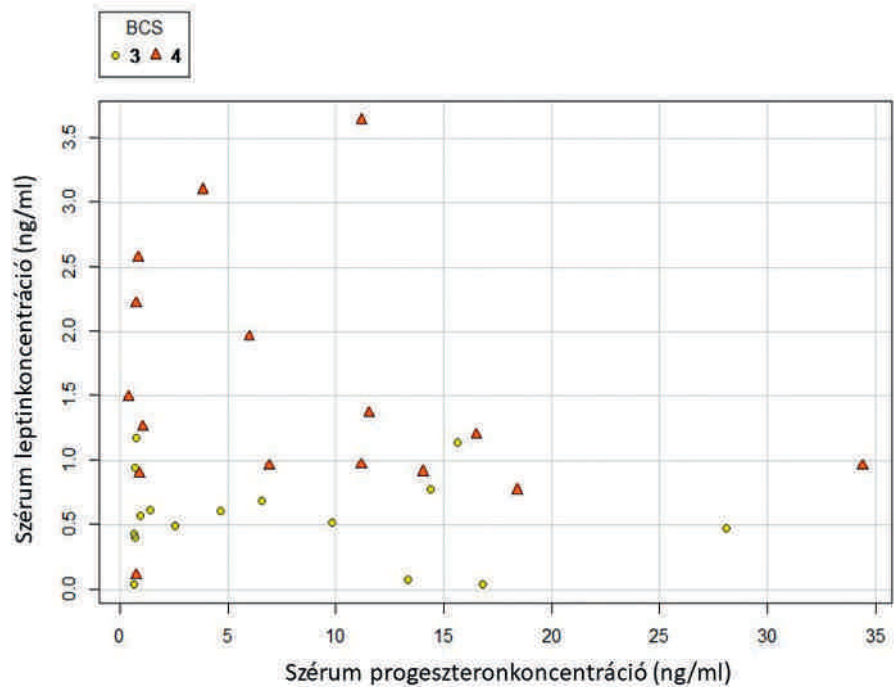
**FIGURE 2.** Serum leptin concentration (ng/ml) during the reproductive cycle (mean and standard deviation) Based on the results of the linear mixed model, cycle stage had no effect on serum leptin concentrations ( $p = 0,745$ ), while there was a significant effect of BCS ( $p = 0,003$ ) on serum leptin levels



(szérumprogoszteron  $17,52 \pm 7,86$  ng/ml) minta vizsgálati eredményeit értékeltük a kiugró értékeket mutató 2 egyed kizárása után. Sem a ciklusstádium ( $p = 0,745$ ; 2. ábra), sem pedig a progoszteronszint ( $p = 0,587$ ; 3. ábra) befolyásoló hatását nem tudtuk igazolni, ugyanakkor a BCS szignifikáns hatását ( $p = 0,003$ ) ki tudtuk mutatni (3. ábra).

**3. ÁBRA.** A szérumleptin- (ng/ml) és -progoszteronkoncentráció (ng/ml) összefüggésének alakulása az egyes kondíciócsoportokban (BCS3, BCS4) A lineáris kevert modellek alapján a progoszteronszint nem befolyásolta a szérum leptinkoncentrációt ( $p = 0,587$ ), ugyanakkor a kondíció (BCS) szignifikáns hatása ( $p = 0,002$ ) kimutatható volt

**FIGURE 3.** Serum leptin concentrations (ng/ml) in relation to serum progesterone levels (ng/ml) according to body condition score (BCS3, BCS4) Based on the results of the linear mixed models, serum progesterone levels had no effect on serum leptin concentration ( $p = 0.587$ ), while a significant effect of BCS ( $p = 0.002$ ) on serum leptin levels could be detected



### A KONDÍCIÓ, A TESTSZÍR ÉS A SZÉRUM LEPTINKONCENTRÁCIÓJÁNAK KAPCSOLATA

A BCS3 ( $n = 8$ ) és a BCS4 ( $n = 7$ ) kondíciójú szukák leptinkoncentrációi között szignifikáns különbség mutatkozott ( $p = 0,001$ ). A 4-es kondíciócsoportba sorolt állatok leptinkoncentrációja átlagosan közel háromszorosa volt a 3-as csoport egyedeiben mért értékeknek (1. táblázat). A plazma koleszterin- (BCS3:  $5,18 \pm 1,52$  mmol/l; BCS4:  $6,19 \pm 1,69$  mmol/l) és trigliceridértékekben (BCS3:  $0,56 \pm 0,14$  mmol/l; BCS4:  $0,61 \pm 0,22$  mmol/l) nem volt különbség a kondíciócsoportok között ( $p = 0,22$  és  $p = 0,6$ ). A kondícióbecslésre használt mutatók közül a testtömeg (BW), valamint a medencekörméret (PC) és a tarsus patella távolság (HS) alapján számolt testzsírszázalék (BF%) szignifikáns különbséget mutattak a két kondíciócsoport között ( $p = 0,003$  és  $p = 0,001$ ), míg az impedanciamérővel meghatározott BMI hasonlóan alakult a két csoportban ( $p = 0,29$ ; 1. táblázat).

Az egyes kondíciót jellemző paraméterek közötti összefüggések eredményeit a 2. táblázat mutatja be. A használt paraméterek közül a BCS és a számolt testzsírszázalék (BF%) érték mutatta a legszorosabb összefüggést a szérum leptinkoncentrációval ( $r_s = 0,62$ ,  $p = 0,014$ ;  $r_s = 0,69$ ,  $p = 0,005$ ), míg a bioimpedancia-mérés során kapott eredmény (BMI) nem mutatott összefüggést a szérum leptinkoncentrációjával ( $r_s = 0,43$ ,  $p = 0,111$ ). Ennek ellenére a BMI- és BF%-értékek között szoros összefüggést találtunk ( $r_s = 0,77$ ,  $p = 0,001$ ). A vér leptin-, koleszterin-, valamint trigliceridértékei között nem volt szignifikáns összefüggés.

**A bioimpedancia-mérés eredménye nem mutatott összefüggést a szérum leptinkoncentrációjával**

**1. TÁBLÁZAT.** A kondícióbecslésre használt mutatók értékei a 3-as és 4-es kondíciócsoportban

BF%: morfometriai mérésből származó testzsír százalék érték testzsír % (BF%) =  $-1,7$  (HS) +  $0,93$  (PC) + 5, ahol HS = térd-csánk távolság és PC = medencekörméret; BMI: impedanciamérővel meghatározott érték, háromszori mérés átlaga

**TABLE 1.** Comparison of descriptive parameters of body condition between the BCS3 and BCS4 groups

BF%: body fat percentage, which was calculated based on the following formula: BF% =  $-1,7$  (HS) +  $0,93$  (PC) + 5, where HS is hock-stifle length and PC = pelvic circumference; BMI (Body Mass Index): average of three measurements by bioelectrical impedance analysis

	BW (kg)		BF%		BMI		Szérumleptin (ng/ml)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
BCS3 n = 8	10,19	0,67	21,04	2,68	22,17	5,71	0,56	0,38
BCS4 n = 7	13,33	1,81	29,81	5,15	25,76	6,91	1,49	0,99
p-érték	<b>0,003</b>		<b>0,001</b>		0,29		<b>0,001</b>	

**2. TÁBLÁZAT.** A kondíciót jellemző értékek közötti összefüggés vizsgálata Spearman-féle korrelációs teszttel

$r_s$  (rho): Spearman-féle korrelációs koefficiens; BCS: Body Condition Score; BF%: morfometriai mérésből származó testzsír százalék érték; BMI: impedanciamérővel meghatározott érték, háromszori mérés átlaga

**TABLE 2.** Association between parameters of body condition using Spearman correlation

$r_s$  (rho): Spearman correlation coefficient; BCS: Body Condition Score; BF%: body fat percentage; BMI (Body Mass Index): average of three measurements by bioelectrical impedance analysis

	Testtömeg		BMI		BF%		Szérumleptin (ng/ml)	
	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p
n = 15								
BCS	<b>0,868</b>	<b>0,000</b>	0,248	0,373	<b>0,745</b>	<b>0,001</b>	<b>0,619</b>	<b>0,014</b>
Testsúly			0,433	0,107	<b>0,759</b>	<b>0,001</b>	0,510	0,052
BMI					<b>0,766</b>	<b>0,001</b>	0,429	0,111
BF%							<b>0,688</b>	<b>0,005</b>

## MEGVITATÁS

Vizsgálataink során tanulmányoztuk a szuka kutyák ivari ciklusa során bekövetkező hormonális változások vér leptinkoncentrációra gyakorolt hatásait. Célul tűztük ki az eredményeink irodalmi adatokkal történő összehasonlítását, a lehetséges befolyásoló tényezők, valamint a mérési lehetőségek összegzését. Bár a szakirodalom meggyőző abban a tekintetben, hogy a leptin elsődlegesen tápláltsági markerként alkalmazható, szintjét befolyásolhatja az ivari ciklus is. Vizsgálatunkban az ivari ciklusstádium és a szérum progeszteronkoncentrációjának a kutya szérumleptin-koncentrációjára gyakorolt hatását nem tudtuk igazolni. Eredményeink nem támasztják alá SALERI és mtsai megállapítását, akik szuka kutyában szignifikánsan nagyobb szérum leptinkoncentrációkat mértek ösztrozsban, mint proösztrozsban és diösztrozsban (77). Más szerzők emberben és patkányban kimutatták a follikuláris szakaszban termelődő ösztrogén leptinkoncentrációt növelő hatását, amit a zsírszöveti leptin génexpresszió emelkedésével magyaráztak. A leptin szerepét a preovulációs LH-csúcs stimulálásán keresztül az ovuláció elősegítésében látták (55, 80, 86). Bár az általunk gyűjtött proösztrozsos mintákból mért leptinértékek hasonlóak voltak a többi ciklusszakaszban jellemző értékekhez, a mintagyűjtés gyakorisága miatt (kéthetes időköz) egy preovulációs LH-csúcs körüli leptinkoncentráció emelkedését sem megerősíteni, sem elvetni nem tudunk. Míg nőknél a sárgatestszakaszban is leírták a szérum leptinkoncentrációjának emelkedését

**Nem figyelték meg az ivari ciklus és a progeszteronszint hatását a leptin-koncentrációra**

(3, 32), azt általunk vizsgált beagle kutyákban nem tapasztaltunk emelkedést a diósztrusban. A szérumban leptin- és progeszteronkoncentrációi között sem találtunk összefüggést, ami arra enged következtetni, hogy kutyában a nagyobb progeszteronkoncentráció vagy nincs hatással a zsírszövet leptintermelésére, vagy pedig az általunk használt mérési módszerrel ez a hatás nem mutatható ki. Egy másik kutatócsoport ezzel szemben a szérumban leptinkoncentrációjának szignifikáns emelkedéséről számol be szuka kutyákban a vemhesség idején (13), amikor a vérben mérhető progeszteronkoncentrációk hasonlóképpen nagyok, mint nem vemhes állatokban a diósztrusz idején (19). Vemhes szukák esetében ugyanakkor, a zsírszövet mellett, a méh és placenta leptintermelése (7) is hozzájárulhat a megemelkedett leptinkoncentrációhoz. Kutyában a leptin génexpressziója a sárgatestben is kimutatható mind vemhes, mind nem vemhes állatokban (6), az ott termelődő leptin szisztémás keringésbe jutásáról, és így annak esetlegesen a vérszérumban leptinkoncentrációt növelő hatásáról azonban nincsenek adatok. A saját és más kutatócsoportok eredményei közötti különbségek valószínűleg a vizsgálatba vont kutyák fajtájával, a mintaelemszámmal, az állatok életkori stádiumával, ill. a leptin mérésére használt módszerbeli különbségekkel magyarázhatóak.

A kondícióbecslés (BCS) mellett az általunk is használt morфомetriai és bioimpedancia-mérések olyan, nem invazív módszerek, amelyek klinikai körülmények között is alkalmasak a testszírmennyiség becslésére (28, 57, 85). Ugyanakkor eddig csak a BCS-besorolásnak a szérumban leptinkoncentrációjával mutatott összefüggéseiről jelentek meg publikációk (37, 38, 41, 76), míg a morфомetriai és a bioimpedancia-mérések eredményeinek a szérumban leptin-koncentrációval való összefüggéséről kutyában nincsenek adatok. A szakirodalmi adatokhoz hasonlóan (37, 38, 41, 76) mi is szignifikánsan nagyobb leptinkoncentrációt mértünk a nagyobb BCS-sel (BCS4) rendelkező kutyák szérumban, mint a normál (BCS3) kondíciójú egyedekben. Az általunk használt paraméterek közül a számolt testszírszázalék-érték (BF%) és a BCS mutatták a legszorosabb összefüggést a szérumban leptinkoncentrációval, ami szintén korábbi tanulmányok eredményeivel egybehangzóan, a testösszetétel perifériás leptinkoncentrációt befolyásoló hatását hangsúlyozza (41). Bár a bioimpedancia-mérő készülékkel kapott eredmény (BMI) jól korrelált a BF%-értékkel, a humán irodalomban megjelent eredményekkel ellentétben (53) nem mutatott összefüggést a szérumban mért leptinkoncentrációkkal. Ennek hátterében a gép felhelyezéséből adódó mérési pontatlanságok állhatnak, amelyek tisztázása további vizsgálatokat igényel. Egyéb, az anyagcsere-állapotot tükröző paraméterek, mint a plazma triglicerid- és koleszterinkoncentrációjának vizsgálata során nem mutatkozott különbség a kondíciócsoportok között, ami valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a BCS4-csoportba tartozó állatok esetében a túlsúly még nem okozott jelentős anyagcsere-működési zavarokat a szervezetben.

Az általunk vizsgált állatokban a 3-as kondíciócsoportban  $0,56 \pm 0,38$ , a 4-es csoportban  $1,49 \pm 0,99$  ng/ml szérumban leptin-koncentrációt mértünk. Ugyanezzel a kutya leptint kimutató ELISA-kittel PARK és mtsai hasonló leptinkoncentrációt mértek elhízott (BCS5) beagle fajtájú kutyákban ( $1,99 \pm 1,00$  ng/ml) (66), míg más kutatók  $7,2$  ng/ml átlagértéket kaptak a BCS4-5-nek megfelelő kondíciójú állatokban, és szignifikánsan kisebb koncentrációkat ( $\leq 3,6$  ng/ml) a BCS2-3-nak megfelelő csoportban (89). Saját eredményeinkhez hasonlóan a TVARIJONAVICIUTE és mtsai által vizsgált 62, különböző fajtájú kutya közül a normál, ill. sovány kondíciójú egyedek eredményeinek egy része kívül esett a teszt mérési tartományán (89). Ugyanezzel a kittel más kutatók is a vártnál kisebb szérumban leptin-koncentrációt mértek bizonyos kondíciócsoportba sorolt kutyák esetében (65, 90). Ez megkérdőjelezi, hogy az elérhető mérési módszer alkalmas-e a leptinkoncentrációt enyhébben befolyásoló tényezők, mint pl. az ivari ciklus során bekövetkező hormonális változások lehetséges

**Szignifikánsan nagyobb leptinkoncentrációt mértek a nagyobb BCS-sel rendelkező kutyák szérumban**

hatásának vizsgálatára szuka kutyában. Az általunk mért kisebb leptinértékeket az is magyarázhatja, hogy a mintavételeket általában 24 óra koplaltatás után végeztük, ami önmagában is csökkentheti a vér leptinkoncentrációját (11, 31, 36). A koplaltatásra azért volt szükség, hogy a leptinkoncentráció táplálékfelvétellel kapcsolatos napszaki ingadozását, mint lehetséges befolyásoló tényezőt, elkerüljük (36). Mivel a vérvételeket télen, kifutóban tartott állatokból végeztük, felmerülhet a külső hőmérséklet esetleges befolyásoló hatása is, amit rágcsálókban, juhokban és emberben már leírták (5, 31, 88). A csökkenő hőmérséklet hatására a bőr alatti kötőszövetben mérhető leptin-mRNS expressziója csökken, az ebből adódó leptinkoncentráció-csökkenés pedig étvágyfokozó, így a táplálékfelvétel növekedését eredményezi hideg környezetben (60, 67).

## KÖVETKEZTETÉS

Az irodalmi adatokhoz hasonlóan szignifikáns különbséget mutattunk ki a túlsúlyos és normál kondíciójú (BCS3 es BCS4) szuka kutyák szérumban leptinkoncentrációja között. Emellett szoros pozitív összefüggést írtunk le a szérumban leptinkoncentrációja és a kondíció mérésre alkalmas újabb módszerek, köztük is a számolt testzsírszázalék-érték között, amire a szakirodalomban még nem volt adat. Bevezettük a bioimpedancia-mérést is a testtömegindex (body mass index, BMI) pontos becslésére, a BMI azonban a várnál gyengébb összefüggést mutatott a testtömeggel, a kondícióbesorolással és a szérumban leptinkoncentrációjával is, aminek oka további vizsgálatokat igényel. Nem tudtuk igazolni sem az ivari ciklusszakasz, sem a szérumban progeszteron leptinkoncentrációra gyakorolt hatását, aminek hátterében az kis mintaelemszám és mérési gyakoriság is állhat. A várnál kisebb leptinkoncentrációk az alacsony hőmérséklet, valamint a hosszabb koplaltatási periódus hatását is tükrözhetik. Saját és a szakirodalomban található adatok is megerősítik, hogy az általunk használt, a piacon elérhető ELISA-kittel végzett mérések alapján a normál, ill. sovány kondíciójú egyedek leptinkoncentrációi kicsinek bizonyultak, ill. egy részük esetében az eredmények a teszt mérési tartományán kívül esnek. Ebből kifolyólag lehetséges, hogy a kisebb, mint pl. az ivari ciklussal összefüggő koncentrációbeli különbségek nem észlelhetők.

**A várnál kisebb leptinkoncentrációk az alacsony hőmérséklet, valamint a hosszabb koplaltatás hatását is tükrözhetik**

## IRODALOM

1. AGARWAL, S. K. – VOGEL, K. et al.: Leptin antagonizes the insulin-like growth factor-I augmentation of steroidogenesis in granulosa and theca cells of the human ovary. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 1999. 84. 1072–1076.
2. AHRENS, K. – MUMFORD S. L. et al.: Serum leptin levels and reproductive function during the menstrual cycle. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2014. 210. 248.e1–e9.
3. AJALA, O. M. – OGUNRO, P. S. et al.: Changes in Serum Leptin During Phases of Menstrual Cycle of Fertile Women: Relationship to Age Groups and Fertility. *Int. J. Endocrinol. Metab.*, 2013. 11. 27–33.
4. ARCHANCO, M. – MURUZÁBAL, F. J. et al.: Leptin expression in the rat ovary depends on estrous cycle. *J. Histochem. Cytochem.*, 2003. 51. 1269–1277.
5. ASAKUMA, S. – MORISHITA, H. et al.: Circulating leptin response to feeding and exogenous infusion of insulin in sheep exposed to thermoneutral and cold environments. *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.*, 2003. 134. 329–335.
6. BALOGH, O. – KOWALEWSKI, M. P. et al.: Leptin and leptin receptor gene expression in the canine corpus luteum during diestrus, pregnancy and after aglepristone-induced luteolysis. *Reprod. Domest. Anim.*, 2012. 47(Suppl 6). 40–42.
7. BALOGH, O. – STAUB, L. P. et al.: Leptin in the canine uterus and placenta: possible implications in pregnancy. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 2015. 13. 13.
8. BAN, T. – OKAWA, M. et al.: Patent application publication. Pet body fat measuring tool. 2012. Patent No.: US 8,195,283 B2 – szabadalom <https://patents.google.com/patent/US8195283>
9. BJØRBAEK, C. – ELMQUIST, J. K. et al.: Expression of leptin receptor isoforms in rat brain microvessels. *Endocrinology*, 1998. 139. 3485–3491.
10. BJØRBAEK, C. – UOTANI, S. et al.: Divergent signaling capacities of the long and short isoforms of the leptin receptor. *J. Biol. Chem.*, 1997. 272. 32686–32695.

11. BODEN, G. – CHEN, X. et al.: Effect of fasting on serum leptin in normal human subjects, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 1996. 81. 3419–3423.
12. BURKHOLDER, W. J. – TOLL, P. W.: Obesity. In: HAND – THATCHER – REMILLARD – ROUDEBUSH (eds.), *Small Animal Clinical Nutrition*, 4th ed. Mark Morris Institute, Topeka, 2000. 401–430.
13. CARDINALI, L. – TROISI, A. et al.: Serum concentration dynamic of energy homeostasis hormones, leptin, insulin, thyroid hormones, and cortisol throughout canine pregnancy and lactation. *Theriogenology*, 2017. 97. 154–158.
14. CASTRACE, V. D. – HENSON, M. D. (eds.): *Leptin*. in: SCHULZ, L. C. – WIDMAIER, E. P.: *Leptin receptors*, Springer Science & Business Media LLC, New York, 2007. Chapter 2. 11–31.
15. CHEN, H. – CHARLAT, O. et al.: Evidence that the diabetes gene encodes the leptin receptor: identification of a mutation in the leptin receptor gene in db/db mice. *Cell*, 1996. 84. 491–495.
16. CHOU, S. H. – CHAMBERLAND, J. P. et al.: Leptin is an effective treatment for hypothalamic amenorrhea. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2011. 108. 6585–6590.
17. CIOFFI, J. A. – VAN BLERKOM, J. et al.: The expression of leptin and its receptors in preovulatory human follicles. *Mol. Hum. Reprod.*, 1997. 3. 467–472.
18. COLEMAN, D. L.: Obese and diabetes: Two mutant genes causing diabetes-obesity syndromes in mice. *Diabetologia*, 1978. 14. 141–148.
19. CONCANNON, P. W.: Reproductive cycles of the domestic bitch. *Anim. Reprod. Sci.*, 2011. 124. 200–210.
20. CROWN, A. – CLIFTON, D. K. – STEINER, R. A.: Neuropeptide signaling in the integration of metabolism and reproduction. *Neuroendocrinology*, 2007. 86. 175–182.
21. DE BIASI, S. N. – APFELBAUM, L. I. et al.: In vitro effect of leptin on LH release by anterior pituitary glands from female rats at the time of spontaneous and steroid-induced LH surge. *Eur. J. Endocrinol.*, 2001. 145. 659–665.
22. EDNEY, A. T. B. – SMITH, P. M.: Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. *Vet. Rec.*, 1986. 118. 391–396.
23. FENICHEL, R. M. – DOMINGUEZ, J. E. et al.: Leptin levels and luteinizing hormone pulsatility in normal cycling women and their relationship to daily changes in metabolic rate. *Fertil. Steril.*, 2008. 90. 1161–1168.
24. FINN, P. D. – CUNNINGHAM, M. J. et al.: The stimulatory effect of leptin on the neuroendocrine reproductive axis of the monkey. *Endocrinology*, 1998. 139. 4652–4662.
25. FRIEDMAN, J. M. – HALAAS, J. L.: Leptin and the regulation of body weight in mammals. *Nature*, 1998. 395. 763–770.
26. FRIEDMAN, J. M. – LEIBEL, R. L.: Tackling a weighty problem. *Cell*, 1992. 69. 217–220.
27. GARCIA, M. R.: Leptin Contributes to the Development of the Corpus Luteum. *Cell. Dev. Biol.* 2017. 6. 190.
28. GERMAN, A. J. – HOLDEN, S. L. et al.: Comparison of a bioimpedance monitor with dual-energy x-ray absorptiometry for non-invasive estimation of percentage body fat in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 2010. 71. 393–398.
29. GHILARDI, N. – ZIEGLER, S. et al.: Defective STAT signaling by the leptin receptor in diabetic mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1996. 93. 6231–6235.
30. HALAAS, J. L. – GAJIWALA, K. S. et al.: Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene. *Science*, 1995. 269. 543–546.
31. HARDIE, L. J. – RAYNER, D. V. et al.: Circulating leptin levels are modulated by fasting, cold exposure and insulin administration in lean but not Zucker (fa/fa) rats as measured by ELISA. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 1996. 223. 660–665.
32. HARDIE, L. – TRAYHURN, P. et al.: Circulating leptin in women: a longitudinal study in the menstrual cycle and during pregnancy. *Clin. Endocrinol.*, 1997. 47. 101–106.
33. HEGYI, K. – FÜLÖP, K. – KOVÁCS, K. – TÓTH, S. – FALUS, A.: Leptin-induced signal transduction pathways. *Cell. Biol. Int.*, 2004. 28. 159–169.
34. HENRY, B. A. – GODING, J. W. et al.: Intracerebroventricular infusion of leptin elevates the secretion of luteinising hormone without affecting food intake in long-term food-restricted sheep, but increases growth hormone irrespective of bodyweight. *J. Endocrinol.*, 2001. 168. 67–77.
35. HILEMAN, S. M. – TORNOE, J. et al.: Transcellular transport of leptin by the short leptin receptor isoform ObRa in Madin-darby canine kidney cells. *Endocrinology*, 2000. 141. 1955–1961.
36. ISHIOKA, K. – HATAI, H. et al.: Diurnal variations of serum leptin in dogs: effects of fasting and re-feeding. *Vet. J.*, 2005. 169. 85–90.
37. ISHIOKA, K. – HOSOYA, K. et al.: Plasma leptin concentration in dogs: Effects of body condition score, age, gender and breeds. *Res. Vet. Sci.*, 2007. 82. 11–15.
38. ISHIOKA, K. – SOLIMAN, M. M. et al.: Experimental and Clinical Studies on Plasma Leptin in Obese Dogs. *J. Vet. Med. Sci.*, 2002. 64. 349–353.
39. IWASE, M. – KIMURA, K. et al.: Canine leptin: cDNA cloning, expression and activity of recombinant protein. *Res. Vet. Sci.*, 2000. 68. 109–114.
40. IWASE, M. – KIMURA, K. et al.: Sandwich enzyme-linked immunosorbent assay of canine leptin. *J. Vet. Med. Sci.*, 2000. 62. 207–209.
41. JEUNETTE, I. C. – DETILLEUX, J. et al.: Effects of chronic obesity and weight loss on plasma ghrelin and leptin concentrations in dogs. *Res. Vet. Sci.*, 2005. 79. 169–175.
42. JIN, L. – ZHANG, S. et al.: Leptin and leptin receptor expression in rat and mouse pituitary cells. *Endocrinology*, 2000. 141. 333–339.
43. JOHNSTON, S. D. – KUSTRITZ, M. V. R. – OLSON, P. N. S.: *Canine and Feline Theriogenology*, 1st ed., Saunders, 2001. chapter 3. 32–40.
44. KAGEYAMA, H. – TAKENOYA, F. et al.: Galanin-like peptide in the brain: effects on feeding, energy metabolism and reproduction. *Regul. Pept.*, 2005. 126. 21–26.
45. KARLSSON, C. – LINDELL, K. et al.: Expression of functional leptin receptors in the human ovary. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 1997. 82. 4144–4148.
46. KITAWAKI, J. – KUSUKI, I. et al.: Leptin directly stimulates aromatase activity in human luteinized granulosa cells. *Mol. Hum. Reprod.*, 1999. 5. 708–713.
47. KRISTENSEN, K. – PEDERSEN, S. B. et al.: Interactions between sex steroid hormones and leptin in women. Studies in vivo and in vitro. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 2000. 24. 1438–1444.
48. KUMAR, L. – PANDA, R. P. et al.: Expression of leptin and its receptor in corpus luteum during estrous cycle in buffalo (*Bubalus bubalis*). *Anim. Reprod. Sci.*, 2012. 135. 8–17.



49. LAFLAMME, D.: A clinical tool – development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine pract.*, 1997. 22. 10–15.
50. LEE, G. H. – PROENCA, R. et al.: Abnormal splicing of the leptin receptor in diabetic mice. *Nature*, 1996. 379. 632–635.
51. LI, C. – IOFFE, E. et al.: Absence of soluble leptin receptor in plasma from db<sup>pas</sup>/db<sup>pas</sup> and Otherdb/db Mice. *J. Biol. Chem.*, 1998. 273. 10078–10082.
52. LÖFFLER, S. – AUST, G. et al.: Evidence of leptin expression in normal and polycystic human ovaries. *Mol. Hum. Reprod.*, 2001. 7. 1143–1149.
53. LUBKOWSKA, A. – RADECKA, A. et al.: Serum Adiponectin and Leptin Concentrations in Relation to Body Fat Distribution, Hematological Indices and Lipid Profile in Humans. *Int. J. Environ. Res. Public Health.*, 2015. 12. 11528–11548.
54. MAHESHWARI, A. – STOFBERG, L. et al.: Effect of overweight and obesity on assisted reproductive technology—a systematic review. *Hum. Reprod. Update.*, 2007. 13. 433–444.
55. MANNUCCI, E. – OGNIBENE, A. et al.: Relationship between leptin and oestrogens in healthy women. *Eur. J. Endocrinol.*, 1998. 139. 198–201.
56. MARTIN, B. – GOLDEN, E. et al.: Caloric restriction: impact upon pituitary function and reproduction. *Ageing. Res. Rev.*, 2008. 7. 209–224.
57. MAWBY, D. I. – BARTGES, J. W. et al.: Comparison of various methods for estimating body fat in dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 2004. 40. 109–114.
58. MESSINIS, I. E. – MILINGOS, S. et al.: Leptin concentrations in the follicular phase of spontaneous cycles and cycles superovulated with follicle stimulating hormone. *Hum. Reprod.*, 1998. 13. 1152–1156.
59. MULDER, A. G. – LAVEN, J. S. et al.: Patient predictors for outcome of gonadotrophin ovulation induction in women with normogonadotrophic anovulatory infertility: a meta-analysis. *Hum. Reprod. Update*, 2003. 9. 429–449.
60. MURDOCH, G. K. – DIXON, W. T. et al.: Bovine tissue mRNA abundance related to acute cold exposure and acute feeding restriction. *Can. J. Anim. Sci.*, 2005. 85. 157–164.
61. NAGATANI, S. – GUTHIKONDA, P. et al.: Evidence for GnRH regulation by leptin: leptin administration prevents reduced pulsatile LH secretion during fasting. *Neuroendocrinology*, 1998. 67. 370–376.
62. NAGATANI, S. – ZENG, Y. et al.: Leptin regulates pulsatile luteinizing hormone and growth hormone secretion in the sheep. *Endocrinology*, 2000. 141. 3965–3975.
63. NISHII, N. – TAKASU, M. et al.: Effects of administration of glucocorticoids and feeding status on plasma leptin concentrations in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 2006. 67. 266–270.
64. OGURA, K. – IRAHARA, M. et al.: Effects of leptin on secretion of LH and FSH from primary cultured female rat pituitary cells. *Eur. J. Endocrinol.*, 2001. 144. 653–658.
65. PARK, H. J. – LEE, S. E. et al.: Leptin, adiponectin and serotonin levels in lean and obese dogs. *BMC Vet. Res.*, 2014. 10. 113.
66. PARK, H. J. – LEE, S. E. et al.: Association of obesity with serum leptin, adiponectin, and serotonin and gut microflora in beagle dogs. *J. Vet. Intern. Med.*, 2015. 29. 43–50.
67. PEINÓ, R. – PINEIRO, V. et al.: Cold exposure inhibits leptin secretion in vitro by a direct and non-specific action on adipose tissue. *Eur. J. Endocrinol.*, 2000. 142. 195–199.
68. PELLEYMOUNTER, M. A. – CULLEN, M. J. et al.: Effects of the obese gene product on body weight regulation in ob/ob mice. *Science*, 1995. 269. 540–543.
69. PHOOPHITPHONG, D. – SRISUWATANASAGUL, S. et al.: Leptin immunohistochemical staining in the porcine ovary. *Anat. Histol. Embryol.*, 2017. 46. 334–341.
70. QUENNEL, J. H. – MULLIGAN, A. C. et al.: Leptin indirectly regulates gonadotropin-releasing hormone neuronal function. *Endocrinology*, 2009. 150. 2805–2812.
71. RIAD-GABRIEL, M. G. – JINAGOUDA, S. D. et al.: Changes in plasma leptin during the menstrual cycle. *Eur. J. Endocrinol.*, 1998. 139. 528–531.
72. ROSEWEIR, A. K. – MILLAR, R. P.: The role of kisspeptin in the control of gonadotrophin secretion. *Hum. Reprod. Update*, 2009. 15. 203–212.
73. RUIZ-CORTÉS, Z. T. – MARTEL-KENNES, Y. et al.: Biphasic effects of leptin in porcine granulosa cells. *Biol. Reprod.*, 2003. 68. 789–796.
74. RYAN N. K. – VAN DER HOEK, K. H. et al.: Leptin and leptin receptor expression in the rat ovary. *Endocrinology*, 2003. 144. 5006–5013.
75. RYAN, N. K. – WOODHOUSE, C. M. et al.: Expression of leptin and its receptor in the murine ovary: possible role in the regulation of oocyte maturation. *Biol. Reprod.*, 2002. 66. 1548–1554.
76. SAGAWA, M. M. – NAKAMODO, F. et al.: Correlation between plasma leptin concentration and body fat content in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 2002. 63. 7–10.
77. SALERI, R. – TIRELLI, M. et al.: Sexual dimorphism in leptin blood levels in the dog. *Veterinaria*, 2003. 17. 47–51.
78. SARKAR, M. – SCHILFFARTH, S. et al.: The expression of leptin and its receptor during different physiological stages in the bovine ovary. *Mol. Reprod. Dev.*, 2010. 77. 174–181.
79. SCHNEIDER, J. E.: Energy balance and reproduction. *Physiol. Behav.*, 2004. 8. 289–317.
80. SHIMIZU, H. Y. – SHIMOMURA, Y. et al.: Estrogen increases in vivo leptin production in rats and human subjects. *J. Endocrinol.*, 1997. 154. 285–292.
81. SIR-PETERMANN, T. – MALIQUEO, M. et al.: Episodic leptin release is independent of luteinizing hormone secretion. *Hum. Reprod.*, 1999. 14. 2695–2699.
82. SMOLINSKA, N. – KAMINSKI, T. et al.: Leptin gene and protein expression in the ovary during the oestrous cycle and early pregnancy in pigs. *Reprod. Domest. Anim.*, 2010. 45. e174–183.
83. SPICER, L. J. – FRANCISCO, C. C.: The adipose obese gene product, leptin: evidence of a direct inhibitory role in ovarian function. *Endocrinology*, 1997. 138. 3374–3379.
84. SPICER, L. J. – FRANCISCO, C. C.: Adipose obese gene product, leptin, inhibits bovine ovarian theca cell steroidogenesis. *Biol. Reprod.*, 1998. 58. 207–212.
85. STONE, R. – BERGHOFF, N. et al.: Use of bioelectric impedance device in 420 obese and lean healthy dogs to estimate body fat percentage. *Vet Ther.*, 2009. 10. 59–70.
86. TANAKA, M. – NAKAYA, S. et al.: Effects of estrogen on serum leptin levels and leptin mRNA expression in adipose tissue in rats. *Horm. Res.*, 2001. 56. 98–104.
87. TARTAGLIA, L. A. – DEMBSKI, M. et al.: Identification and expression cloning of a leptin receptor, OB-R. *Cell*, 1995. 83. 1263–1271.

88. TRAYHURN, P. – DUNCAN J. S. et al.: Acute cold-induced suppression of ob (obese) gene expression in white adipose tissue of mice: mediation by the sympathetic system. *Biochem. J.*, 1995. 311. 729–733.

89. TVARIJONAVICIUTE, A. – CERON, J. J. et al.: Assessment of five ELISAs for measurement of leptin concentrations in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 2011. 72. 169–173.

90. WAKSHLAG, J. J. – STRUBLE, A. M. et al.: The effects of weight loss on adipokines and markers of inflammation in dogs. *Brit. J. Nutr.*, 2011. 106. 11–14.

91. WANG, M. Y. – ZHOU, Y. T. et al.: A novel leptin receptor isoform in rat. *FEBS Lett*, 1996. 392. 87–90.

92. WATANOBE, H.: Leptin directly acts within the hypothalamus to stimulate gonadotropin-releasing hormone secretion in vivo in rat. *J. Physiol.*, 2002. 545. 255–268.

93. XU, J. – KIRIGITI, M. A. et al.: Regulation of food intake and gonadotropin-releasing hormone/luteinizing hormone during lactation: role of insulin and leptin. *Endocrinology*, 2009. 150. 4231–4240.

94. YAMADA, M. – IRAHARA, M. et al.: Serum leptin profiles in the normal menstrual cycles and gonadotropin treatment cycles. *Gynecol. Obstet. Invest.*, 2000. 49. 119–123.

95. YU, W. H. – KIMURA, M. et al.: Role of leptin in hypothalamic-pituitary function. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1997. 94. 1023–1028.

96. ZACHOW, R. J. – MAGOFFIN, D. A.: Direct intraovarian effects of leptin: impairment of the synergistic action of insulin-like growth factor-I on follicle-stimulating hormone-dependent estradiol-17 $\beta$  production by rat ovarian granulosa cells. *Endocrinology*, 1997. 138. 847–850.

97. ZAMORANO, P. L. – MAHESH, V. B. et al.: Expression and localization of the leptin receptor in endocrine and neuroendocrine tissues of the rat. *Neuroendocrinology*, 1997. 65. 223–228.

98. ZERANI, M. – BOITI, C. et al.: Ob receptor in rabbit ovary and leptin in vitro regulation of corpora lutea. *J. Endocrinol.*, 2004. 183. 279–288.

99. ZHANG, Y. – PROENCA, R. et al.: Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature*, 1994. 372. 425–432.

Közlésre érkező: 2018. szept. 27.

## IN MEMORIAM

## Dr. Balla László (1925–2019)



DR. BALLA LÁSZLÓ 1925. március 11-én született Budapesten. A fővárosi Piarista Gimnáziumban érettségizett, majd 1945-ben megkezdte tanulmányait az Agrártudományi Egyetem Állatorvosi Karán, ahol 1951-ben szerzett állatorvosi diplomát.

1950 és 1954 között az Élelmiszerhigiéniai Intézetben, az Országos Állategészségügyi Intézetben, illetve a Békéscsabai Állategészségügyi Intézetben dolgozott.

1959-től 1985-ig az Állatgyógyászati Oltóanyag-ellenőrző Intézet Baromfi-oltóanyagok Osztályát vezette. Munkatársaival a baromfi-oltóanyagok és diagnosztikumok kötelező, rutinszerű ellenőrzése mellett jelentős tudományos munkát is végzett. Az ellenőrzési módszerek kidolgozásáról, fejlesztéséről, valamint vakcinázási programok gyakorlati értékeléséről 40 közleménye jelent meg. 1968–69-ben Kubában oltóanyag ellenőrzési szaktanácsadóként működött, 1978-ban 3 hónapig tanulmányúton volt az akkori NSZK-ban. 1985-ben vonult nyugállományba.

DR. BALLA LÁSZLÓ munkássága példaértékű a fiatal generációk számára, emlékét kegyelettel őrizzük.

***Sarcoptes scabiei* var. *canis*  
mite infestation:  
differential diagnosis,  
treatment using fluralaner**

E. Schweickhardt<sup>1\*</sup>  
N. Tarpataki<sup>2</sup>  
Sz. Tóth<sup>1</sup>

# A *Sarcoptes scabiei* var. *canis* rühösség elkülönítő kórjelzése és kezelése fluralaner használatával

Schweickhardt Eszter<sup>1\*</sup>, Tarpataki Noémi<sup>2</sup>, Tóth Szabina<sup>1</sup>

1. Tüskevár Állatorvosi Rendelő,  
H-2335 Taksony, Fő út 43.

\*E-mail: tuskevarrendelo@gmail.com

2. Állatorvostudományi Egyetem,  
Belgyógyászati Tanszék és Klinika,  
Budapest

## ÖSSZEFOGLALÁS

A *Sarcoptes*-rühösség Magyarországon a viszketéssel járó kórképek között viszonylag ritkán diagnosztizált kórkép. A gyakorló állatorvosoknak sokszor okoz diagnosztikai nehézségeket, ugyanis mikroszkópos kimutatása nem megbízható. A gyógyítás összetett kezelést igényel, amely a tulajdonosok részéről is türelmet igényel. A fluralaner egy újonnan bevezetett gyógyszercsoport, az izoxazolinok tagja, amely alkalmas a *Sarcoptes scabiei* okozta rühösség kezelésére. A szerzők közleményükben különös hangsúlyt fektettek a viszketéssel járó kórképek differenciáldiagnosztikai összehasonlítására, ill. egy saját eset kapcsán vizsgálták a fluralaner hatékonyságát *Sarcoptes scabiei* var. *canis*-szal fertőzött kutya kezelésénél.

## SUMMARY

Sarcoptic mange is a less commonly diagnosed pruritic disease in Hungary. Diagnosing mange mite infestations can be challenging in clinical practice and treatment requires complex therapy and patience. Fluralaner is a member of the isoxazoline group of antiparasitics, which is highly effective in the treatment of Sarcoptic mange. The authors thoroughly worked up the differential diagnoses of the pruritic diseases and tested the efficacy of fluralaner in a canine case of *Sarcoptes scabiei* var. *canis*.

**Background:** In everyday practice the overwhelming caseload of atopic and allergic diseases makes *Sarcoptes* mange easy to miss during routine diagnostics. In these work-ups care must be taken to recognise the pathognomic symptoms, the typical localisations and skin lesions. All other pruritic dermatoses and secondary infections must be excluded.

**Objectives:** During this case study a dog infected with *Sarcoptes scabiei* var. *canis* was examined, differential diagnostics were determined, the importance of the laboratory examinations were discussed in detail and response to therapy was observed.

**Materials and Methods:** Recent pharmaceutical developments provide better and, more effective long-term treatment options for infestation with sarcoptic mange. In our case study the efficacy of fluralaner (Bravecto chewable tablets®) was examined after a single-dose treatment with 6 months follow-up.

**Results and Discussion:** This case study demonstrates that despite negative skin scraping results treatment was effective and the patient clinically improved. *Sarcoptes* specific IgG ELISA positivity was a truly positive result and not a result of cross reaction with house dust mite. Single-dose fluralaner treatment was effective in treating of infestation with sarcoptic mange.

KISÁLLAT

## A RÜHÖSSÉG ELŐFORDULÁSA ÉS KLINIKAI TÜNETEI

A rühösség (scabies) világszerte elterjedt parazitózis, az első eseteket mintegy 2500 évvel ezelőtt diagnosztizálták (19). Kórokozója a *Sarcoptes scabiei*. Jelenlegi ismereteink szerint körülbelül 300 millió embert érint világszerte (19). Megbetegedést okoz számos emlősfajban, kutyákban, zsiráfokban, sertésekben, kiskérődzőkben, farkasokban, mosómedvékben (19) és leírásra került lovakban (22).

### A rühösség közvetlen érintkezés útján terjed

A betegség közvetlen érintkezés útján állatról állatra és emberre is terjed a zoonózis veszélyét magába rejtve. A peték a környezetben több napig túlélnek, fertőzés forrásául szolgálva. Klinikai tünetek abban az esetben jelentkeznek, ha valamely okból egyidejűleg immungyengesség áll fenn a fertőzött egyedben.

Kutyákat megbetegítő *Sarcoptes scabiei* var. *canis* teljes életciklusa 17–21 nap (13). Az atkák a bőr felszínén párzanak, a nőstény rühatkák leásnak a *stratum corneumba* alagutakat fúrva, maguk mögött petéket ürítve tartják fenn a folyamatos fertőzöttséget. A nőstények 2–3 mm/óra sebességgel haladnak a bőrben (6). Klinikai elváltozások megjelenésére a fertőződést követő 10 nap – 8 héten belül lehet számítani (13).

### Intenzív vakaródzás a jellemző tünet

Legjellemzőbb tünet a fertőződést követő 1–2 héten belül kialakuló nagyon intenzív vakaródzás, amelyet a rühatkák nyála vagy anyagcseretermékei ellen túlérzékeny szervezetben néhány atka is kiválthat, akár jellegzetes elváltozások nélkül (15). A szembetűnő bőrtünetek a fülkagyló széli részén, könyökön, csánkon, fejen, pofán, jelentkeznek az esetek 70 %-ban (14), innen terjednek az egyéb vékony bőrrel fedett testtájakra: mellkas elülső részére, has aljára és a lábvégekre. Az alopecia heveny esetben a fülkagyló élén kifejezett, idült szakaszban a teljes fülkagylóra kiterjed a széli részek érintettségének csökkenése mellett (14). Kezdetben apró, mézsárga papulocrusta, kipirosodás uralja klinikai képet kifejezett korpázás kíséretében, majd másodlagos bakteriális fertőzés eredményeként, sárgás pörkök, seborrhoea, idült esetben hyperkeratosis, alopecia és excoriatio jelentkezik (1. és 2. ábra). Súlyos, idült esetekben hyperpigmentatio, lichenificatio, nyirokcsomó-duzzanat is kialakulhat (13, 15). Általános tünetként senyveség, levertségi is megfigyelhető (14).

#### 1. ÁBRA. A rühösség jellegzetes helyeződése

Alopecia, korpázás, erythema, lichenificatio és hyperkeratosis a fülkagyló konvex felszínén és a széli részén

#### FIGURE 1. Typical skin lesions and localization

Alopecia, scaling, erythema, lichenification and hyperkeratosis on the convex side and edge of the ear pinnae



**2. ÁBRA.** A rühösség jellegzetes helyeződése

Szembetűnő, jellegzetes bőrtünetek a csánkon: korpázás, alopecia, exco-  
riatio és papulocrusta, kipirult bőr

**FIGURE 2.** Typical localization of the scabies

Typical skin lesions on the hocks: scaling, alopecia, erythema, excoria-  
tion and papulocrusts



## A RÜHÖSSÉG KÓRJELZÉSE

**Bőrkaparék-mintavételt  
minden esetben több  
helyről kell végezni**

**Predilekciós helyek  
a fülkagyló széli része, a  
könyök- és a csánktájék**

Bőrkaparék-mintavételt minden esetben több helyről (4–5) kell végezni eldöntve, mi az elsődleges gyanú, amelyet kizárni vagy igazolni szeretnénk. Az egyes kór-  
képek szerint a mintavétel módja és helye eltérhet egymástól.

Rühösség esetén predilekciós helyek a fülkagyló széli része, a könyök és csánktájék, nagyobb területet kaparva felületesen és nagy felületről vesszük a mintát a bőrfelületre paraffinolajat cseppentve, ill. szétoszlatva. A nőstény atkák 2–3 mm/h sebességgel haladnak a *stratum corneumban* az elváltozást mutató bőrfelület alól már kifúrva magukat, ezért a mintát az elváltozást mutató bőrfelület széli részéről, lehetőleg minél nagyobb felületről kell venni. A mikroszkópos vizsgálat nem kellően érzékeny rühatkák vizsgálata szempontjából, a rühatkával fertőzött esetek mintegy 20–50%-ban ad csak pozitív eredményt (16).

Ha bakteriális és/vagy gombás felülfertőzöttség gyanúja áll fenn, akkor a bőrkaparék-mintát és/vagy steril tamponmintából származó mintát további mikrobiológiai vizsgálatra laboratóriumba kell küldeni a célzott kezelés felállításához.

A rühösség diagnosztikájában negatív mikroszkópos eredmény esetén igénybe vehető a *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA szerológiai vizsgálat, amelyet vérszérumból végeznek a *Sarcoptes scabiei* ellen termelődött IgG-ellenanyagok kimutatására Svédországban. A teszt érzékenysége 84,2%, fajlagossága 89,5% (16). Egy magyarországi tanulmány vizsgálatai szerint *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA-teszt érzékenysége 94,1%, specificitása 68,4% figyelembe véve a vizsgálatban részt vett allergiás kutyákat, azonban csak a negatívkontroll-csoport eredményei alapján a specificitás 85,7% volt (24). Ezen átfogó vizsgálati eredmények szerint a *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA-teszt megbízható érzékenységgel jelzi a rühatka fertőzöttséget, de figyelembe kell venni társult poratka-érzékenységben is szenvedő betegeknél a keresztreakció lehetőségét *Dermatophagoides farinae*, *Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentia* elleni allergia esetén, amely téves pozitív eredményt adhat (24). A *Cheyletiella*-fajok, a *Demodex canis*, a *Linognathus setosus* és az *Otodectes cynotis* fertőzött, valamint a bolhaallergiás bőrgyulladást mutató kutyák vérszérumából végzett *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA-teszt negatív eredményt mutatott egy korábbi vizsgálatban (5). A szerológiai eredmény a fertőződést követő 3–5 héttel vagy

a klinikai tünetek megjelenését követő 1–3 héttel használható diagnosztikai elbírálásra (16). Abban az esetben, ha az állat korábban kortikoszteroid-kezelésben részesült, téves negatív eredményt kaphatunk. A kortikoszteroid-kezelést követő 1–2 hónap elteltével várható el releváns eredmény (16). Sikeres kezelést követő esetben is 1–4,5 hónapig mérhető ellenanyagszint mutatható ki (16). A fent említett okok miatt a téves pozitív és téves negatív esetekben az allergiás eredetű és a *Sarcoptes*-dermatitis eseteinek elkülönítésében a „Diagnosis ex juvantibus” a megkezdett terápiára adott válasz nyújt segítséget: rühösség ellen folytatott kezelésben részesülő állat klinikai tünetei javulnak az ismételt bőrkaparék mikroszkópos vizsgálata negatív eredményt ad, az allergiás kórkép esetén ez nem következik be.

## A GYÓGYKEZELÉS LEHETŐSÉGEI

**A gyógykezelést korábban elsősorban makrociklikus laktonok használatával végezték**

A gyógykezelést korábban elsősorban makrociklikus laktonok használatával végezték. A szelamektin (*Stronghold*®, Zoetis, USA) hatóanyagú *spot on* készítmény 6 mg/ttkg adagban, kétszeri, 30 nap különbséggel végzett csepegtetés eredményeképpen hatékonyan használható a rühösség kezelésére a használati utasítás szerint (13, 21). A moxidektin/imidaklopid tartalmú rácsepegtető oldatot (*Advocate*® Bayer, Németország) 4 hetes időközzel ismételve használati utasításban szereplő javallat szerint a *Sarcoptes scabiei* var. *canis* fertőzöttség kezelésére az ajánlott minimális 2,5 mg/ttkg moxidektin és 10 mg/testtömeg kg imidaklopid adagban lehet használni (9, 13). Szintén a makrociklikus laktonok csoportjába tartozó milbemycin-oxim 71%-ban bizonyult hatékonynak 56 rühös kutya vizsgálata során (2), egy másik tanulmány szerint a teljes gyógyulási arány 65 kutya vizsgálata során, az 56. napon 100%-os volt (20). Magyarországon kutyában rühösség kezelésére törzskönyvi javallattal rendelkező ivermektin hatóanyagtartalmú készítmény nincs forgalomban. Tapasztalati kezelések eredménye szerint 200 µg/ttkg per os vagy sc. végzett adagolás 2–4 hetes időközzel ismételve gyógyulást eredményezett (13). Arra érzékeny – ABCB1-gén (korábban MDR-1, multidrug resistance gene) mutációt hordozó fajták (pl. collie, bobtail, német, angol és ausztrál juhászkutya) és azok keverék egyedei esetén a kezelés megkezdése előtt genetikai szűrés és próbakezelés javasolt (10). A gyártók által meghatározott, terápiás adagot tartalmazó hatóanyagok esetében a szelamektin és moxidektin/imidaklopid tartalmú termékek biztonsággal használhatóak arra érzékeny fajták és azok keverék egyedeinél (10, 13). Az amitráz 0,025%-os oldata (*Tactic*® MSD, Hollandia) fürdető folyadékként 1–2 hetes időközzel 2–6 héten keresztül használva hatékony akaricid szer, azonban lehetséges toxicitása miatt kutyák kezelésére ma már hivatalosan nem engedélyezett, továbbá a fürdetést végző személyre is különleges óvintézkedések vonatkoznak (13).

**Újjonnan bevezetett, hatékony vegyületek az izoxazolinok**

Az ektoparazitikumok piacán 2013. évben bevezetésre került és széles körben elterjedt új osztály, az izoxazolinok tagja a fluralaner. Ezen vegyületek a γ-aminovajsav- (GABA-) és a glutamát-mediálta kloridcsatornák elleni aktivitással rendelkeznek és jelentős szelektivitást mutatnak az ízeltlábú-idegsejtek iránt az emlősökéivel szemben (25). A fluralaner gyakorlati vizsgálatának eredménye szerint a vegyületnek legalább 12 hétig fennálló bolha- és kullancsellenes hatása van egyetlen, szájon át végzett kezelést követően (18). A hatóanyag további lehetséges javallatait vizsgálva megfelelő hatékonyságot állapítottak meg szájon át vagy helyileg alkalmazott fluralaner használatával természetes úton *Sarcoptes scabiei* var. *canis*-szal fertőzött kutyák esetében (23). A vizsgálat nem terjedt ki a hatóanyag teljes hatásidejének nyomon követésére, 4 hetes időszak vizsgálata során a klinikai tünetek jelentős javulását írták le és az ismételt bőrkaparék mintákban további atkákat nem találtak (23). ROMERO és mtsai által lefolytatott vizsgálat eredménye szerint természetes úton fertőzött kutyák

esetében a kontroll bőrkaparék vizsgálata a 14. naptól negatív eredményt mutatott (100%-os hatékonyság), a klinikai kép jelentős javulása mellett (19). A jelen dolgozatban bemutatott eset több mint fél éven át követi nyomon az egyszer, szájon át adott fluralaner hatékonyságát kutya rühösségének gyógykezelésében.

Az izoxazolin osztály további három tagja esetén is vizsgálták a hatékony gyógykezelési lehetőséget rühösség indikációban. A sarolaner (*Simparica@ Zoetis, USA*) hatóanyagot szájon át havonta kell alkalmazni, rühösség tüneteinek fennállásakor ismételt kezelésre lehet szükség (1). Az afoxolaner (*Nexgard@ Boehringer Ingelheim, Németország*) hatóanyag hatástartama ugyancsak egy hónap, *Sarcoptes scabiei* ellen végzett kezelés eredményét a 28 és 56. napon ismételt bőrkaparék mintavétellel ellenőrizve parazitákat nem találtak, a klinikai kép jelentős javulása mellett (4). Az izoxazolin osztály további tagja a lotilaner (*Credelio@ Elanco, USA*) hatóanyagú rágótabletta (7).

## SAJÁT VIZSGÁLATOK

### ESETISMERTETÉS

A fluralaner (*Bravecto rágótabletta@, MSD*) hatóanyag *Sarcoptes* elleni hatékonyságát egy konkrét eset gyógykezelése kapcsán vizsgáltuk.

#### Kórelőzmény, tünetek

A vizsgált beteg egy 12 éves bichon havanese fajtájú ivaros, kan kutya volt. Kórelőzményében 5–6 hónapja fennálló vakaródzás, szőr hullás szerepel. Állatorvosnál több alkalommal járt, atópiás bőrgyulladás feltételezett diagnózisa okán, többször ismételt, elnyújtott hatású metilprednizolon-injekciós (Depo-Medrol 40 mg/ml szuszpenziós injekció) készítménnyel és hidroxizintartalmú antihisztaminnal (Atarax 25 mg filmtabletta) kezelték. Tünetei nem enyhültek, szőr hullása fokozódott, vakaródzása kissé mérséklődött (7/10), de nem szűnt meg. A vakaródzás mértékének számszerű meghatározására szolgáló viszonyszám a VPSI (Visual Pruritus Score Index), amelyet a tulajdonosok megfigyelése alapján számszerűsítve határoznak meg 1–10-ig terjedő pontozással. A megállapított érték a kezdeti diagnózis és a kezelés nyomon követésének alapvető követelménye (11). A tulajdonos rendelőnket az erősödő vakaródzás (9/10), fülrzsás és romló bőrtünetek valamint az állat fokozódó levertsége miatt kereste fel. Az eb kertben és lakásban tartott, vegyes típusú táplálásban részesül, ekto- és endoparazita elleni kezelést nem kapott. A kutyával érintkező embereken és állatokon bőrelváltozásokat nem észleltek.

Fizikális vizsgálat során közepes mértékű levertséget tapasztaltunk, testtömege korának, testalkatának megfelelő volt, testhőmérséklete 38,8 °C, pulzusszáma 88/perc, légzésszáma 36/perc, kapilláris telődési idő 1 s, a látható nyálkahártyák színe halványrózsavörös, a testtáji nyirokcsomók élettani méretűek és tapintatúak voltak, enyhe fogkövesség és egyoldali, lágyékcsatornában tapintható rejtett here volt megfigyelhető. A hereborék bőre mérsékelt hyperpigmentációt mutatott. Búzmirigyében közepes mennyiségű, könnyen üríthető tartalom volt. Mellkas felett fiziológiás légzési hangokat hallottunk, ritmusos szívverés mellett, a has áttapintható volt, kóros eltérés nem volt igazolható. Ortopédiai és idegrendszeri elváltozást nem figyeltünk meg.

Szőrzete csapzott, fénytelen, testszerte alopeciát mutatott, amely a szem környékén, a füleken, a könyök és a csánk tájékán, a has alján és a lábvégeken volt kifejezett (1–4. ábra). Szőre könnyen kihúzható volt, de nem töredezett. Bal fülben othaematoma, mindkét hallójáratban nagy mennyiségű barnás fülzsír volt látható, a hallójáratok hámfelszíne ép, enyhén kivörösödött volt. A hallójárat részletes vizsgálatát altatásban végeztük az othaematoma műtéti megoldásakor. Testszerte enyhébben, a kifejezetten szőrhiányos területeken fokozottan

**Egy 12 éves bichon havanese 5–6 hónapja fennálló vakaródzás tünetével került vizsgálatra**

**Kifejezett alopecia jelentkezett a szem környékén, a füleken, a könyök és a csánk tájékán, a has alján és a lábvégeken**

jelentkező korpázó, pikkelyező bőr, hyperkeratosis, egész testfelszínen diffúz kipirultság volt látható. A kipirult területek környékét sárgás, pörkös felrakódás határolta. A bolhafésűteszt negatív eredményt adott.



**3. ÁBRA.** Alopecia, erythema, lichenification a szem környékén és a füleken

**FIGURE 3.** Alopecia, erythema, lichenification around the eyes and ear pinnae



**4. ÁBRA.** Alopecia, korpázás, kipirult bőr a könyök laterális felszínén

**FIGURE 4.** Alopecia, scaling, erythema on the elbow

### ELKÜLÖNÍTŐ KÓRJELZÉS

A kifejezett és jellegzetes vakarózdás okán figyelembe kell venni a viszketéssel járó kórképeket, úgymint bolhásság, bolhaallergiás vagy atópiás bőrgyulladás, eleségallergia, fülrühösség, vándorló korpásság, kampósfejű férgesség, tetvesség, őszi fúatkaság, *Dirofilaria repens* fertőzöttség, *Malassezia*-dermatitis, gennyes bőrgyulladás, valamint a tünetek megjelenésében megtévesztő, alaptálatomként viszketést nem okozó demodicosis (14, 23). A daganatos kórképek közül az epitheliotrop T-sejtes lymphoma bőrformájának (mycosis fungoides) korai szakaszában jelentkező intenzív korpázás, kifejezett pruritus, erythema, hiperkeratosis, alopecia megjelenése megtévesztő lehet (17). A napi rendelői munka során gyakrabban előforduló bőrbetegségek tekintetében elsősorban a rühösséget az atópiás, ill. a bolhaallergiás bőrgyulladástól, a táplálékallergiától, a gennyes bőrgyulladástól és a *Malassezia*-dermatitistől kell elkülöníteni (14). A viszketéssel járó bőrbetegségek elkülönítő kórjelzése során gondolni kell *Dirofilaria repens* fonalféreg által okozott bőrférgességre, amely hazánkban endémiás elterjedést mutat egyre növekvő esetszámban, elkülönítése alapvető feladat a hozzá mikroszkóposan megtévesztésig hasonló *Dirofilaria immitis* fonalféreg (szívférgesség kórokozója) mikrofilariájától (4). A *Dirofilaria*-fajok

#### A gyakorlatban a rühösséget

- az atópiás, ill.
- a bolhaallergiás bőrgyulladástól,
- a táplálékallergiától,
- a gennyes bőrgyulladástól és
- a *Malassezia*-dermatitistől kell elkülöníteni



vektorai az ún. igazi (csípő) szúnyog (*Culicidae* családba tartozó) fajok, amelyek vérszívása során a fertőzés közegészségügyi jelenősége is felmerül (4).

Az egyes kórképek klinikai megjelenései a betegségek különböző szala-szaiban nagyfokú hasonlóságot mutathatnak, elkülönítésük a másodlagos felülfertőződés okán nehézkes, idült esetekben az alapbántalom jellegzetes képének elfedése miatt tűnhetnek a viszketéssel járó kórképek atópiás bőrgyulladásnak.

Az egyes kórképek elkülönítő kórjelzését az 1. táblázat foglalja össze (13, 14, 15).

## 1. TÁBLÁZAT. A leggyakrabban előforduló, viszketéssel járó kórképek elkülönítő kórjelzése kutyákban

TABLE 1. Differential diagnosis of canine pruritus

Betegség	Szezonalitás	Lokalizáció	Tünetek		Pruritus erőssége	Egyéb
Rühösség	nincs	fülkagyló széli része, fülkagyló, csánk, lágyék, könyök, has ventralis tájéka	heveny: erythema, pörkök, alopecia, seborrhoea, hyperkeratosis	idült: hyperpigmentatio, lichenificatio, nyirokcsomó duzzanat	hirtelen jelentkező súlyos, éjszaka is 7/10-10/10	
Bolhaallergás dermatitis	nincs	lumbosacralis tájék, comb belső felület, horpasz	erythema, pörkök, alopecia, papullák, seborrhoea, hot-spot		erős 8/10-10/10	Hot-spot
<i>Staphylococcus pyoderma</i>	nincs	szőrrel borított bőrfelszín főleg a törzs lateralis és dorsalis része	sárgás pörkök, korpázás, bőrpír, szőrszálat magukba foglaló papulla majd pustula, hyperpigmentatio, molyrágta alopecia		változó mértékű, közepes intenzitás 4/10-6/10	általában társult kórkép, ritkán primer
<i>Malassezia dermatitis</i>	lehet szezonális a páratartalomtól függően	helyi: nyálkahártya-bőr átmenetek, szemkörnyék, fülkagyló külső felszíne, interdigitalis területek, has ventralis része, hallójárat generalizált: teljes testfelszín	korpázó, pikkelyező: körülírt alopecia, idült esetben hyperkeratosis, hyperpigmentatio, lichenificatio	seborrhoea oleosa: sárgásbarna színű kenőcsös váladék, helyenként pörkökkel fedett, avas zsírja emlékeztető szag	változó mértékű 5/10-8/10	hajlamosító tényezők hatása
Atópiás dermatitis	van: pollen-szezonban (séta után intenzívebb tünetek) nincs: poratka (reggel intenzívebb tünetek)	has, hónalj, lágyék, szemek és pofatájék, interdigitalis területek, lábvég	heveny: kipirosodás, erythemák, kimerődások, pörkök, lábvégeken szőrzet vörösbarna elszíneződése,	idült: alopecia, papulák, pusztulák, seborrhoea, hyperpigmentáció, lichenificatio,	közepes-erős 5/10-10/10	érintett fajták: dalmata, schauzer, foxterrier, golden retriever, labrador, spániel, szetter, yorkshire terrier, shar-pei, bullterrier, csau-csau, west highland white terrier, boxer, német juhász, tacskó
Eleség allergia	nincs, évést követő intenzitás növekedés	pofa, fej, has szőrrel nem fedett terület, hónalj, lágyék, interdigitalis tájékok, külső hallójárat	erythema, korpásodás, papullák, pörkképződés, alopecia		közepes-intenzív 4/10-7/10	otitis externa
Demodicosis	nincs	helyi vagy pikkelyező: fej, lábvégek, generalizált vagy pustulás: teljes testfelszín pododemodicosis: talppárnák és ujjak közötti bőr	alopecia, bőrfelszín kipirultság, pikkelyezés, kiterjedt folliculitis, pusztulák, gennyes csomók, bűzös, kenőcsös váladék, lábvég ödéma fájdalmasság		önálló elsődleges formában nincs pruritus	genetikai hajlam, fajták: dobermann, shar-pei, boxer, ó-angol juhász, skót juhász, afgán agár

**Sarcoptes-rühösség esetén hamar kialakuló, nagyon intenzív vakaródzás lép fel**

A táblázatban jól látható, hogy klinikai kép alapján a rühösség legnagyobb hasonlóságot az atópiás dermatitissel és az eleségallergia okozta dermatitissel mutat. Elkülönítésük a fizikális vizsgálat alapján nehéz, alapos kórelőzményi adatok felvételét és részletes megfigyelést igényel a kiegészítő vizsgálatokat megelőzően. *Sarcoptes*-rühösség esetén figyelemmel kell lenni a látható patognomisztikus tünetekre: hamar kialakuló, nagyon intenzív vakaródzás a fertőződés után 1-2 héten belül. A jellegzetes helyeződés: fűlszél, könyök, csánk, és az összes egyéb vékonybőrű területek. A tipikus tünet: apró, mézsárga papulocrusta, időlt esetben hyperkeratosis. Ha allergiás áthangolódás, túlérzékenységi reakció is kialakul, akkor az atópiás dermatitis tüneteit utánozza a kórkép, ekkor a legnehezebb a diagnózis. Az egyes testtájakra jellemző elváltozásokat a 2. táblázat foglalja össze (14). Mindhárom kórkép másodlagos súlyosbító tényezők hatására szövődhet *Malassezia*- és/vagy gennyes bőrgyulladással, ritkább esetben demodicosisal.

## 2. TÁBLÁZAT. Az egyes testtájakra jellemző elváltozások

TABLE 2. Characteristic lesions of skin different localisation

Betegség	Fülkagyló	Külső hallójárat	Könyök, csánk	Interdigitalis terület	Hot spot
Rühösség	alopecia és korpázás a fülkagyló külső felszínén, széli részén	nincs elváltozás	csánk caudalis, könyök külső és laterális része	kora szakasz: nincs elváltozás idült: alopecia pörkök	nincs
Atópiás dermatitis	diffúz erythema a fülkagyló belső felszínén	előfordul	elváltozás a könyök hajlító felszínén	heveny: erythema, sárgásbarna elszíneződés idült: hyperpigmentatio, lichenificatio, alopecia, pyogranuloma	előfordul
Eleségallergia	mikropapulák és erythema a fülkagyló belső felszínén	előfordul	elváltozás a könyök hajlító felszínén	heveny: erythema, sárgásbarna elszíneződés idült: hyperpigmentatio, lichenificatio, alopecia, pyogranuloma	előfordul
Bolhaallergás dermatitis	nincs elváltozás	nincs elváltozás	nincs elváltozás	nincs elváltozás	előfordul

**Az atópiás bőrgyulladás és a táplálékallergia esetén a lassan súlyosbodó viszketés a jellemző**

Az atópiás bőrgyulladás és a táplálékallergia esetén a lassan, de határozottan súlyosbodó viszketés a jellemző, mindkét kórkép lokalizáció és tünetek (1. táblázat) szempontjából nagyfokú hasonlóságot mutatott a jelen eset klinikai képével.

A fizikális vizsgálat részét kell, hogy képezze a bolhafésű teszt és a bőrkaparék mintavétel. Ezek hiányában empirikusan kezelt betegek alapbántalma elfedhető, a tüneti kezelés eredményét adó javulást recidíva követ, másodlagos kórképek kíséretében.

A kórelőzményi adatokat figyelembe véve a vizsgált kutya fiatal kora óta vegyes típusú táplálásban részesült, allergiás tüneteket ezt megelőzően nem mutatott, vakaródzás nem volt jellemző. A tulajdonos elmondása szerint a beteg vaka-

ródzása rövid idő alatt lett intenzív, és tartósan az maradt, amely a korábban folytatott kezelés ellenére jelentősen nem változott. A bolhaallergiás bőrgyulladás esetén az elhúzódó túlérzékenységi reakció miatt állandósult viszketésből fakadó vakaródzás következményei (erythemák, pörkők, kisebesedések, szőrhiálás, seborrhoea, másodlagosan kifejlődő pyoderma) uralják idült esetben a klinikai képet (15). Vizsgálatát bolhafésűteszttel végeztük, amely negatív eredménye és a későbbiekben végzett kontrollvizsgálatok alapján a *Ctenocephalides felis* okozta bolhafertőzöttség kizárhatóan bizonyult.

A gennyes bőrgyulladás jellemző tünete a pustulák megjelenése, majd azok helyén pörkők, hyperpigmentatio, szőrhiányos területek, a testfelület bármely részén ún. molyrágta alopecia kialakulása (15). Jelen eset nem mutatta jellegzetes formáját az elváltozásnak, de az erősen korpázó bőrfelszínen és a kipirult területek környékén kevés pörk és sárgás felrakódás volt megfigyelhető, bakteriális fertőzés megerősítése, ill. kizárása a kiegészítő vizsgálatok alapján történt.

A *Malassezia*-dermatitis okozója a *M. pachydermatis* sarjadzó gomba, amely az egészséges bőrflóra tagja, hajlamosító tényezők (pl.: ektoparazitózis, hormonális betegségek, allergia) hatására gyors szaporodásnak indul (15). Helyeződését és tüneteit az 1. táblázat foglalja össze. *Malassezia*-dermatitis gyakran másodlagos kórképként az alapbetegséget súlyosbítja, kóroki szerepére kiegészítő laboratóriumi vizsgálat során derülhet fény.

A kutyák demodicosisának kórokozója a *Demodex canis* atka, amely az egészséges kutyák szőrtüszőiben és faggyúmirigyeiben megtalálható, immunhiányos állapot során szaporodik el annyira, hogy klinikai tüneteket okozzon (15). A szakirodalomban leírásra került *Demodex injai* és *Demodex cornei* újabb megfigyelések eredménye (8). Az önállóan kifejlődő demodicosis nem okoz viszketést. Ismerünk helyi (amelyet a fejen, a lábvégeken kialakuló alopecia, bőr kipirultsága és pikkelyezés jellemzi, fiatal kutyák betegsége) és általános demodicosis (az egész testfelületre kiterjedő súlyos, gennyes gyulladás), valamint pododemodicosis (a talppárnák és az ujjak közötti területek kiterjedt, idült esetben gennyes gyulladása) (15). A másodlagos bakteriális fertőzés esetén a beteg vakaródzhat. Az adott beteg esetében a klinikai kép alapján leginkább a helyi demodicosis merül fel, a fejen és lábvégeken mutatott szőrhiány okán, de a kutya kora (12 év) és az egyéb testfelületek érintettsége a diagnózist nem valószínűsíti. A demodicosis kizárása a bőrkaparék mikroszkópos vizsgálata alapján történt. Demodicosis esetén az elváltozást mutató redőbe emelt bőrről mély kaparást végzünk az első vércsepp kiserkenéséig, miközben a bőrre nyomást gyakorolunk, az esetleges szőrtüszőtartalmat kinyomjuk, valamint a kitépett szőrszálat is vizsgáljuk mikroszkóp alatt. Az érzékenységet növeli, ha paraffinolajjal a mintavétel területét előzetesen bekenjük. A mintát tárgylemezen natívan vizsgáljuk. Abban az esetben, ha a mintát külső laboratóriumi vizsgálatra küldjük a paraffinolajat a vizsgált területre nem cseppentünk.

A *Dirofilaria repens* kifejlett egyedei által kialakított bőrférgesség az esetek túlnyomó többségében tünetmentes, ritkábban a kifejlett férgek megtelepedésének helyén csomó, következményes viszketés esetén bőrgyulladás, pyoderma alakulhat ki, amit leginkább a törzs két oldalán figyelték meg, de előfordul egyéb testtájak bőr alatti területén (12). A beteg típusos bőrtünetet nem mutatott az esetleges társfertőzés kizárására kiegészítő vizsgálatként vastagcsepp szűrést végeztünk, amely negatív eredménnyel zárult a további Knott-teszt és ELISA-gyorsteszt elvégzéséhez a tulajdonos nem járult hozzá.

### KIEGÉSZÍTŐ VIZSGÁLATOK

A bőrkaparékmintában helyben vizsgálva parazita nem volt látható, amit a későbbiekben a Duo-Bakt Állatorvosi Mikrobiológiai Laborba (Budapest, Magyarország) küldött minta is megerősített. A Duo-Bakt Laboratóriumban végzett

**Malassezia-dermatitis  
gyakran másodlagos  
kórképként az alapbe-  
tegséget súlyosbítja**

**Az önállóan kifejlődő  
demodicosis nem  
okoz viszketést**

**A *Dirofilaria  
repens* kifejlett  
egyedei által kialakított  
bőrférgesség az esetek  
túlnyomó többségében  
tünetmentes**

**A bőrkaparékmintában  
helyben vizsgálva para-  
zita nem volt látható**

**Az elváltozásból *S. pseudintermedius* baktérium tenyésztett ki**

**A *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA-vizsgálat pozitív eredményt adott**

mikrobiológiai vizsgálat eredményeként *S. pseudintermedius* baktérium tenyésztett ki, amely minden vizsgált antibiotikumra érzékenynek bizonyult, gomba kóroki szerepe pedig nem igazolódott.

A helyben vizsgált (Rubis 1 hematológiai automata, Lab-Analyse Practical-Vet – Orvostechnika Kft., Magyarország) vérminta eredményeit a 3. táblázat foglalja magába. *Sarcoptes scabiei* var. *canis* továbbra is fennálló gyanúja miatt *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA-vizsgálathoz szérummintát küldtünk a Praxislab laboratóriumba (Budapest, Magyarország), amely 118 TU eredménnyel szolgált (pozitív > 15TU). Vastagcseppben vizsgálva mikrofilaraemia nem volt igazolható.

### 3. TÁBLÁZAT. A vérvizsgálati eredmények összefoglalása

TABLE 3. Summary of laboratory blood analysis

Automata vérkép		
RBC	5,28	T/l
MCV	64	fl
MCH	27,5	pg
MCHC	362	g/l
Hgl	115	g/l
Ht	0,33	l/l
WBC	6,9	G/l
Ly%	15,2	%
Mo%	4,9	%
Gr%	85,9	%
PLT	467	G/l
Klinikai kémiai értékek		
ALT	51,6	U/l
KREA	71,8	μmol/l
Glükóz	4,7	mmol/l

**Elsődleges kezelésként cefalexin és fluralaner hatóanyagokat, valamint helyi kezelést írtak elő**

### GYÓGYKEZELÉS

Elsődleges kezelésként cefalexin 2 × 20mg/kg (Kefavet 250mg tabletta, Orion Pharma, Finnország), fluralaner 250 mg (Bravecto 4,5–10 kg rágótabletta, MSD, Hollandia) és 3 naponkénti kolloidális kén, cink-glükonát, klorhexidin-diglükonát, tejsav, szalicilsav, etoxilált lanolin tartalmú (Zincoseb sampon, ICF, Olaszország) fűrösztést írtunk elő a hallójáratok megkímélésével. Othaematoma-műtétet végeztünk, amelynek során mindkét hallójárat áttekintésre és tisztításra került (testmeleg Salsol oldatos infúzió), bal hallójáratból kettő, a jobb hallójáratból egy toklást távolítottunk el, bal dobhártya teljes perforációja, környéki terület hyperplasiája volt megfigyelhető, jobb dobhártya részleges perforációja mellett. A hallójáratból vett minta mikroszkópos vizsgálata *Otodectes cynotis* fertőzést nem igazolt.

Egy hét elteltével az állat tünetei enyhültek, a vakaródzás mértéke csökkent (6/10), testszerte a bőr kipirultsága csökkent, az erythemák enyhültek, pikkelyezés, korpázás csökkent. A műtött fül kötészédelme mellett a samponos fürdés átmeneti felfüggesztését javasoltuk, az antibiotikum tabletta szedésének folytatásával.

**A kezelés nyomán a tulajdonos csökkent, majd megszűnő vakaródzásról számolt be**

### EREDMÉNYESSÉG

Az elkövetkező kontrollvizsgálatok alkalmával a tulajdonos csökkent (3/10), majd megszűnő vakaródzásról számolt be, az állat élénkebb volt, étvágya növekedett, bőrtünetei jelenősen enyhültek. Varratszedést (14 nap) követően a hallójárat megkímélésével folytatták a Zincoseb-samponos fürdetést, 3 hét elteltével bőrtünetei megszűntek kezdődő szőrösödés volt megfigyelhető így az antibiotikum kúrát felfüggesztettük (1.b., 2.b., 5. ábra). Kontroll vizsgálatra havonta hívtuk, kóros tüneteket nem mutatott. A beadott Bravecto rágótabletta ismétlését a tulajdonos nem kérte, 6 hónap elteltével is tünetmentes volt az állat (6. ábra).



**1. B. ÁBRA.** Enyhülő tünetek, hypotrichosis és lichenificatio kezdődő szőrösödéssel a kezelés kezdetét követő 1 hónappal

**FIGURE 1. B.** The very first skin lesions disappeared only some lichenification and hypotrichosis with hair regrowth within 1 month after starting treatment

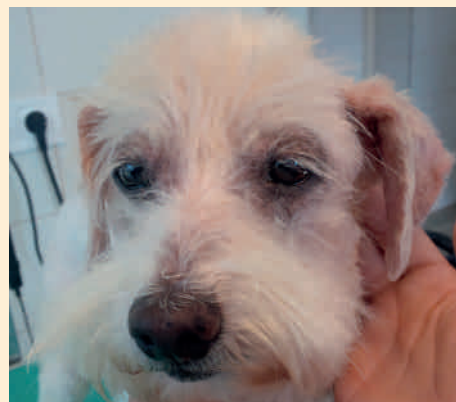
**5. ÁBRA.** 3 hét elteltével kezdődő szőrösödés, bőrtünetek enyhülése

**FIGURE 5.** Hair regrowth and less intense skin lesions 3 weeks after starting specific therapy



**2. B. ÁBRA.** A csánkon látható elváltozások javulása a kezelést követő 3. héten

**FIGURE 2. B.** Improvement of the skin lesion on the hocks 3 weeks after starting of targeted therapy



**6. ÁBRA.** 6 hónap múlva tünetmentesen

**FIGURE 6.** Symptomless 6 months after starting specific therapy



## MEGVITATÁS

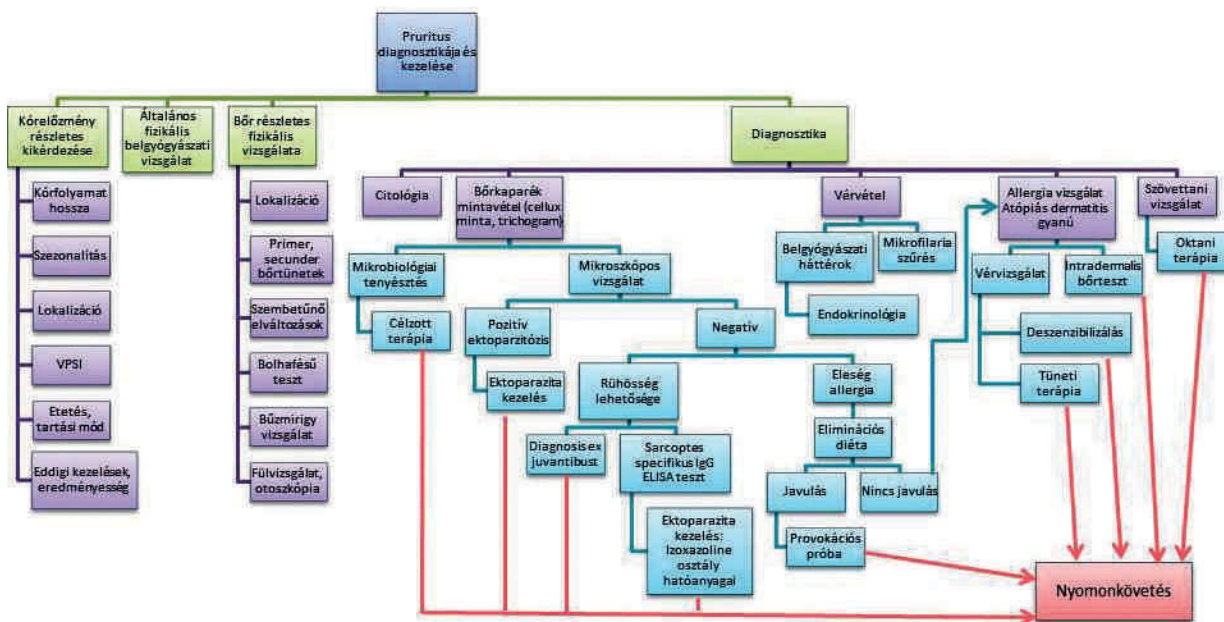
A mindennapi gyakorlatban az atopiás bőrgyulladás és egyéb allergiás kórképek előfordulási gyakorisága sok esetben diagnosztikai csapdát vagy felületességet teremtenek a rutinszerűen végzett vizsgálatoknál és kezeléseknél a *Sarcoptes-rühösség* szempontjából. A *Sarcoptes scabiei* var. *canis*-sal fertőzött kutyák vizsgálata alkalmával, figyelemmel kell lenni a patognomisztikus tünetekre: nagyon intenzív vakaródzás a fertőződés után 1–2 héten belül, a tipikus fülszél, könyök, csánk és az összes egyéb vékonybőrű területre korlátozódó jellegzetes bőrelváltozásokra: apró, mézsárga papulocrusták, idült esetben hyperkeratosis. Ha allergiás áthangolódás, túlérzékenységi reakció is kialakul, akkor az atopiás dermatitis tüneteit is mutathatja a kórkép, ekkor a legnehezebb kórjelzés. Differenciáldiagnosztikai szempontból ki kell zárni az egyéb viszketéssel járó megbetegedéseket, amelyek társult fertőzései a jellegzetes klinikai tüneteket elfedhetik. A patognomisztikus tüneteket mutató beteg negatív bőrkaparék-eredménye nem zárja ki a fertőzés lehetőségét. További vizsgálatként *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA-teszt elvégzése indokolt, amely megfelelő fajlagossággal és érzékenységgel szolgáltat eredményt. Számításba kell venni a keresztreakció és a téves pozitívitás lehetőségét társult poratka-érzékenységben is szenvedő betegknél. Abban az esetben, ha az állat korábbi kezelés részeként kortikoszteroidot kapott, téves negatív eredményt kaphatunk. Az allergiás dermatitis és *Sarcoptes*-dermatitis eseteinek elkülönítésében a „*diagnosis ex juvantibus*” a megkezdett kezelésre adott válasz nyújt segítséget: rühösség ellen folytatott kezelésben részesülő állat klinikai tünetei javulnak, az allergiás kórkép esetén ez nem következik be. A 7. ábra szemlélteti a kórjelzés lépéseinek folyamatát és a kezelést, kiemelve a körelőzményi adatok felvételének és a fizikális vizsgálatnak a fontosságát a kiegészítő vizsgálatokat megelőzően. A bemutatott eset jól tükrözi az említett elméletet, miszerint ez esetben a negatív bőrkaparék-vizsgálat

**A negatív bőrkaparék-vizsgálat nem zárja ki a fertőzés lehetőségét, ezért IgG ELISA-teszt elvégzése indokolt**

**A fluralaner egyszeri adást követően eredményesnek bizonyult a kórkép kezelésében**

ellenére a megkezdett kezelés javulást eredményezett, amely a továbbiakban vérvizsgálatból végzett pozitív *Sarcoptes*-specifikus IgG ELISA-vizsgálat esetleges téves pozitivitását (poratka-keresztreakció lehetőségét) is cáfolta.

A gyógyszeripar fejlődése lehetőséget biztosít, eredményes, hosszútávú kezelés folytatására a rühösség diagnosztizálásakor. Hazai gyakorlatban a szakirodalmi adatokra támaszkodva konkrét eset kapcsán vizsgáltuk a fluralaner (Bravecto rágótabletta®) hatékonyságát egyszeri adást követően 6 hónapos utókövetéssel, amely eredményesnek bizonyult a kórkép kezelésében.



7. ÁBRA. A viszketés diagnosztikája és kezelése kutyákban

FIGURE 7. Diagnostics and therapy of canine pruritus

## IRODALOM

1. BECSKEI, C. – DE BOCK, F. et al.: Efficacy and safety of a novel oral isoxazoline, sarolaner (Simparica™), for the treatment of sarcoptic mange in dogs. *Vet. Parasitol.*, 2016. 222. 56–61.
2. BERGVALL, K.: Clinical efficacy of milbemycin oxime in the treatment of canine scabies: a study of 56 cases. *Vet. Dermatol.*, 1998. 9. 231–233.
3. BEUGNET, F. – DE VOS, C. et al.: Efficacy of afoxolaner in a clinical field study in dogs naturally infested with *Sarcoptes scabiei*. *Parasite*, 2016. 23. 26.
4. BOGYAI M.: A *Dirofilaria*-fajokat terjesztő vektorok vizsgálata, PhD-értékezés. Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Doktori Iskola. Budapest, 2012. 1–9.
5. BORNSTEIN, S. – THEBO, P. et al.: Evaluation of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the serological diagnosis of canine sarcoptic mange. *Vet. Dermatol.*, 1996. 03. 21–28.
6. CURRIER, R. W. – WALTON, S. F. et al.: Scabies in animals and humans: history, evolutionary perspectives, and modern clinical management. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 2012. 1230. E50–E60.
7. Credelio EPAR: Product information (Hungarian). Last updated: 2018.11.09. URL: <https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/credelio-epar-product-information-hu.pdf> meglekintve: 2019.05.09.
8. FOURIE, J. J. – LIEBENBERG, J. E. et al.: Efficacy of orally administered fluralaner (Bravecto™) or topically applied imidacloprid/ moxidectin (Advocate®) against generalized demodicosis in dogs. *Parasit. Vectors.*, 2015. 8. 187.
9. FOURIE, L. J. – DU RAND, C. et al.: Evaluation of the efficacy of an imidacloprid 10%/moxidectin 2.5% spot-on against *Sarcoptes scabiei* var *canis* on dogs. *Parasitol. Res.*, 2003. 90. S135–S136.
10. GEYER, J. – JANKO, C.: Treatment of MDR1 Mutant Dogs with Macrocylic Lactones. *Curr. Pharm. Biotechnol.*, 2012. 13. 969–986.

11. HILL, P. B. – LAU, P. et al.: Development of an owner-assessed scale to measure the severity of pruritus in dogs. *Vet. Dermatol.*, 2007. 18. 301–308.
12. JACSÓ O.: A *Dirofilaria*-fajok hazai elterjedtsége és állategészségügyi jelenősége, a gyógykezelés tapasztalatai, PhD-értekezés. Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Doktori Iskola. Budapest, 2014. 1–9.
13. KAHN, C. M. – LINE, S. et al.: *The Merck Veterinary Manual*. Merck & CO. Whitehouse Station, 2010. 838–839.
14. KARAŞ-TECZA, J.: Kik a valódi bűnösök a kutyák bőrbetegségeiben? Nyomozzuk ki! IX. MSDay, 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=PRaIEx7eDkU>
15. KARSAI F. – VÖRÖS K.: *Állatorvosi belgyógyászat I. A kutyák és a macskák betegségei*. PRIM-A-VET Állatgyógyászati Kft. Budapest, 1992. 477.
16. LOWER, K. S. – MEDLEAU, L. M. et al.: Evaluation of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the serological diagnosis of sarcoptic mange in dogs. *Vet. Dermatol.*, 2001. 12. 315–320.
17. MOORE, P. F. – AFFOLTER, V. K. et al.: Canine epitheliotropic cutaneous T-cell lymphoma: an investigation of T-cell receptor immunophenotype, lesion topography and molecular clonality. *Vet. Dermatol.*, 2009. 20. 569–576.
18. ROHDICH, N. – ROEPKE, R. K. A. et al.: A randomized, blinded, controlled and multicentered field study comparing the efficacy and safety of Bravecto™ (fluralaner) against Frontline™ (fipronil) in flea- and tick-infested dogs. *Parasit. Vectors.*, 2014. 7. 83.
19. ROMERO, C. – HEREDIA, R. et al.: Efficacy of fluralaner in 17 dogs with sarcoptic mange. *Vet. Dermatol.*, 2016. 27. 353–e88.
20. SHEN, Z. – XU, Q. et al.: The Efficacy Of Milbemycin Oxime In The Treatment Of Naturally Acquired Infestations Of *Sarcoptes Scabiei* On Dogs. *Int. J. Vet. Health Sci. Res.*, 2013. 1. 1–5.
21. SIX, R. H. – CLEMENCE, R. G. et al.: Efficacy and safety of selamectin against *Sarcoptes scabiei* on dogs and *Otodectes cynotis* on dogs and cats presented as veterinary patients. *Vet. Parasitol.*, 2000. 91. 291–309.
22. SLEUTJENS, J.: Successful treatment of *Sarcoptes scabiei* in a 33-year-old pony with underlying pituitary pars intermedia dysfunction. *Equine vet. Educ.*, 2015. 27. 22–25.
23. TAENZLER, J. – LIEBENBERG, J. et al.: Efficacy of fluralaner administered either orally or topically for the treatment of naturally acquired *Sarcoptes scabiei* var. *canis* infestation in dogs. *Parasit. Vectors.*, 2016. 9. 392.
24. TARPATAKI N.: Features, development of the diagnosis and therapy of canine atopic dermatitis, PhD-értekezés. Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Doktori Iskola. Budapest, 2006. 1–17.
25. WALTHER, F. M. – ALLAN, M. J. et al.: Safety of fluralaner chewable tablets (Bravecto™), a novel systemic antiparasitic drug, in dogs after oral administration. *Parasit. Vectors*, 2014. 7. 87.

Közlésre érke.: 2017. nov. 4.



Indigenous Hungarian chicken breeds as universal recipients for primordial germ cell-based gene conservation

R. I. Tóth<sup>1,2\*</sup>

B. Lázár<sup>1,2</sup>

N. Tokodyné Szabadi<sup>1</sup>

E. Patakiné Várkonyi<sup>2</sup>

E. Gócza<sup>1</sup>

1. NAIK, Mezőgazdasági  
Biotechnológiai Kutatóintézet  
H-2100 Gödöllő,  
Szent-Györgyi Albert utca 4.

2. Haszonállat-génmegőrzési Központ  
Gödöllő

\* toth.roland.imre@abc.naik.hu

# Őshonos magyar tyúkfajták, mint lehetséges univerzális recipiensek az ősvarsejt alapú génmegőrzésben

Tóth Roland Imre<sup>1,2\*</sup>, Lázár Bence<sup>1,2</sup>, Tokodyné Szabadi Nikolett<sup>1</sup>, Patakiné Várkonyi Eszter<sup>2</sup>, Gócza Elen<sup>1</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink fontos feladata a veszélyeztetett fajok, ill. fajták védelme és megőrzése. Jelenleg az emlősök esetében az *in vitro* génmegőrzés rutinszerűen alkalmazható módja az ondómélyhűtés, azonban a madaraknál ezzel a módszerrel nem lehet konzerválni a teljes genomot. Ennek az az oka, hogy a madaraknál a nőivar a heterogamétás, egy Z és egy W ivari kromoszómával. A cikkben a szerzők egy új génmegőrzési lehetőségéről, az ősvarsejtekre alapuló génbankok létrehozásáról írnak. Az ősvarsejtekből a későbbiekben hímivarsejtek és petesejtek is fejlődhetnek, így mélyhűtésükkel a nőivarban fellelhető W kromoszóma, ezzel együtt a teljes genom is megőrizhető válik.

## SUMMARY

Nowadays, the conservation of endangered species and breeds are essential. In the case of mammals, the genome conservation is relatively easy, because males are heterogametic, and sperm can be cryopreserved. In birds, the females are heterogametic, so sperm freezing itself is not enough for conservation of the whole genome.

In this article, the authors introduce the prospect of full genome conservation using primordial germ cells (PGCs). The primordial germ cells can differentiate into matured germ cells, so usage of this cell type is the most efficient tool for the genome conservation in birds. The work aimed to characterize the established PGC lines and investigate the integration efficiency of GFP expressing PGCs into different indigenous chicken breeds.

Recently, the authors established ten GFP expressing PGC lines. The expression level of germ- and stem cell specific markers was investigated. To examine the *in vivo* developmental potential of PGCs, cells were injected back to 3-day old recipient embryos derived from White Hungarian, Partridge colour Hungarian and Yellow Hungarian breeds. The recipient chicken eggs were provided by Research Centre for Farm Animal Gene Conservation.

The integration rate of GFP expressing PGCs were determined after the dissection of the gonads from 14-day old embryos. There was not significant difference in the viability rate and the integration efficiency between the White Hungarian and Partridge colour Hungarian breeds. The authors investigated the integration rate of injected PGCs after hatching, too. In the case of White Hungarian breed, six chicks were hatched, two was gonadal chimera; in the Partridge colour Hungarian breed, both chicks were gonadal chimera out of two hatchlings. In the Yellow Hungarian breed, the viability rate of injected 14-day old embryos (54%) and the integration efficiency of injected PGCs (41%) was low as the authors concluded that this breed is not a suitable recipient for gene conservation.

In the future, it is essential to investigate other chicken breeds or might be worth to try other species as recipient.

GENETIKA

Házityúk esetében az ősvarsejtekből (primordial germ cells – PGC, PG-sejtek) létrehozott sejttenyészetek segítségével lehetővé vált az adott fajta teljes genetikai anyagának megőrzése. A PG-sejtek prekursorai a felnőtt állatok ivarszerveiben található ivarsejteknek (9). Segítségükkel veszélyeztetett madárfajok és fajták genetikai állománya őrizhető meg hosszú távon (2, 13, 14). A transzgenikus, így fluoreszcens fehérjét (a legtöbb esetben zöld fluoreszcens fehérjét, green fluorescent protein – GFP-t) expresszáló csirkék előállításának megoldott (3, 10, 12, 20, 21, 22, 24). A GFP-t expresszáló embriókból alapított ősvarsejtvonalak sejtjei is ki fogják fejezni a zöld fluoreszcens fehérjét. A donor fluoreszcens sejtek a recipiens állatok szervezetébe történő injektálást követően könnyen nyomon követhetők.

*Az ivarsejtek elődjei, az ősvarsejtek, a fejlődő magzat érhálózatán át jutnak el az ivarszervhez*

*Az ősvarsejt-tenyészetek mélyhűtésével a teljes genom megőrizhetővé válik*

A madár PG-sejtjei a fejlődő magzat érhálózatán át jutnak el az ivarszervhez (4). A csírákorongban körülbelül ötvenezer sejt található, ezeket a sejteket nevezzük blasztodermais sejteknek. Az ivarsejtek elődjei, az ősvarsejtek, a csírákorong közepéről a germinális félholdba vándorolnak. Ekkorra számuk már megközelíti az ötszázat. Ezt követően lépnek be az embrió vérkeringésébe. A PG-sejteket tartalmazó vért az embrió dorsalis aortájából lehet izolálni egy üveg-mikrokapilláris segítségével. Az izolálást az embrionális fejlődés 3. napján (Hamburger–Hamilton 14–16-os stádium, HH14–16) végezzük, mivel a PGC-k ekkor találhatóak a legnagyobb számban a házityúk embrió vérkeringésében (5). A vérből izolált PGC-vonalakat egy speciális sejttenyésztő médiumban, hosszú távon fent lehet tartani (1, 11, 22). Az ősvarsejt-tenyészetek ivara (vagyis, hogy ZZ vagy ZW genotípusú) meghatározható, így a különböző ivarú vonalak összehasonlíthatók. A hímivarú (ZZ) PGC-tenyészetek osztódási aránya általában nagyobb, mint a ZW genotípusú nőivarú tenyészeteké (17).

A genetikai anyag megőrzésének legelterjedtebben alkalmazott módszere az ondómélyhűtés (2, 7). Madarak esetében a W kromoszóma genetikai anyaga nem őrizhető meg ezzel a módszerrel, mivel madarak esetében a nőivar a heterogamétás (ZW genotípusúak). Az ősvarsejt-tenyészetek mélyhűtésével azonban a teljes genom megőrizhetővé válik, mivel mind ZZ, mind pedig ZW genotípusú PGC-vonalak alapíthatók. Mélyhűtésüket követően a PGC-vonalakat folyékony nitrogénben tárolva PGC-génbankok hozhatók létre.

A PGC-eket recipiens embriók vérkeringésébe injektálva, ivarszervi kiméra egyedeket lehet létrehozni (8, 15). A visszainjektált donor ősvarsejtek felismerik a recipiens embriók által adott jeleket, így a gazda embrió saját ivarsejtjeihez hasonlóan, képesek kilépni az embrió vérkeringésből, és a recipiens embrió saját ivarsejtjeihez hasonlóan beépülnek a fejlődő embrió ivarszervébe. Az injektált ősvarsejtekből a későbbiekben ugyanúgy érett ivarsejtek képződnek, mint a recipiens embrió saját ősvarsejtjeiből. Egy veszélyeztetett baromfifajta, vagy faj embriójából származó PG-sejteket felhasználva létrehozott ivarszervi kiméra egyedek keresztezésével visszanyerhető a veszélyeztetett fajta.

Ivarszervi kimérák vizsgálata során egy japán kutatócsoport érdekes jelenséget írt le. Azt látták, hogy amikor nőivarú PG-sejteket injektáltak hím recipiensbe, a ZW-sejtek képesek voltak bekapcsolódni a spermatogenezis folyamatába (19). Ebben az esetben a W kromoszómával rendelkező hímivarsejtek elhaltak, viszont a Z kromoszómát tartalmazó PGC-k működőképes hímivarsejteké alakultak.

Két genetikailag közel álló, ám különböző fajba tartozó egyed között is lehet ivarszervi kimérát létrehozni, ezeket nevezzük interspecifikus kiméráknak (6, 20, 23).

*Három őshonos magyar házityúkfajtát alkalmaztak a GFP-t expresszáló ősvarsejtek visszainjektálásakor recipiensként*

### ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletben három őshonos magyar házityúkfajtát – a sárga, a fehér, valamint a fogolyszínű magyar fajtákat (18) – alkalmaztunk a GFP-t expresszáló ősvarsejtek visszainjektálásakor recipiensként. A tojások Gödöllőről, a Haszonállat-génmegőrzési Központból származtak (1. ábra).

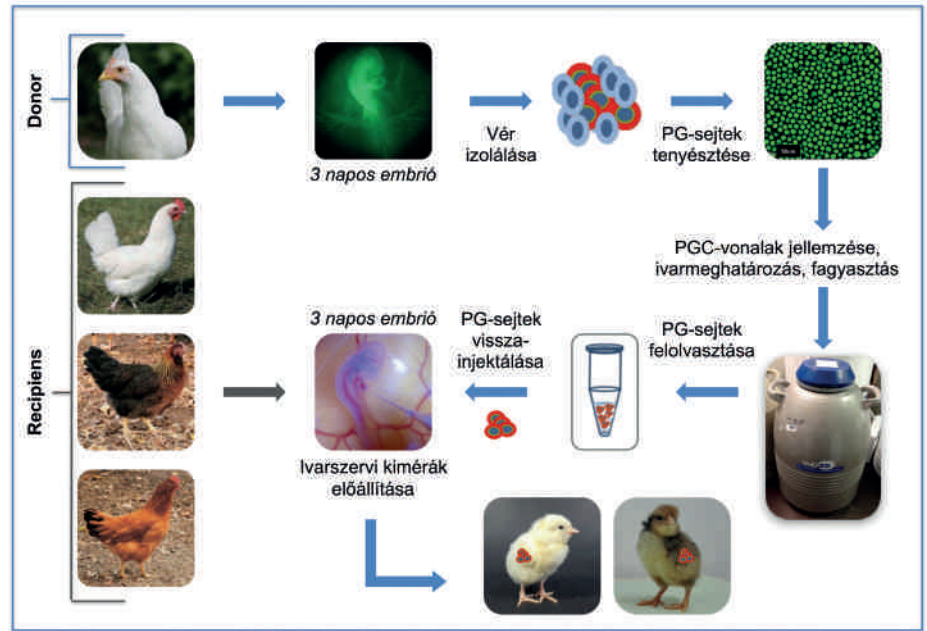
*Ősvarsejtek használatával baromfiban is lehetséges az adott fajta teljes genetikai anyagának megőrzése*

**1. ÁBRA.** GFP-t expresszáló PGC-tenyészetek alapításának sematikus ábrája

A PGC-vonalakat a mélyhűtést követően folyékony nitrogénben tároljuk. A felolvasztás után recipiens embriókba injektálva a PG-sejteket, ivarszervi kimérákat lehet létrehozni

**FIGURE 1.** Schematic diagram of the establishment of GFP-expressing PGC cultures

PGC lines are stored in liquid nitrogen after freezing. After thawing, injecting the PG cells into recipient embryos germ line chimeras can be generated

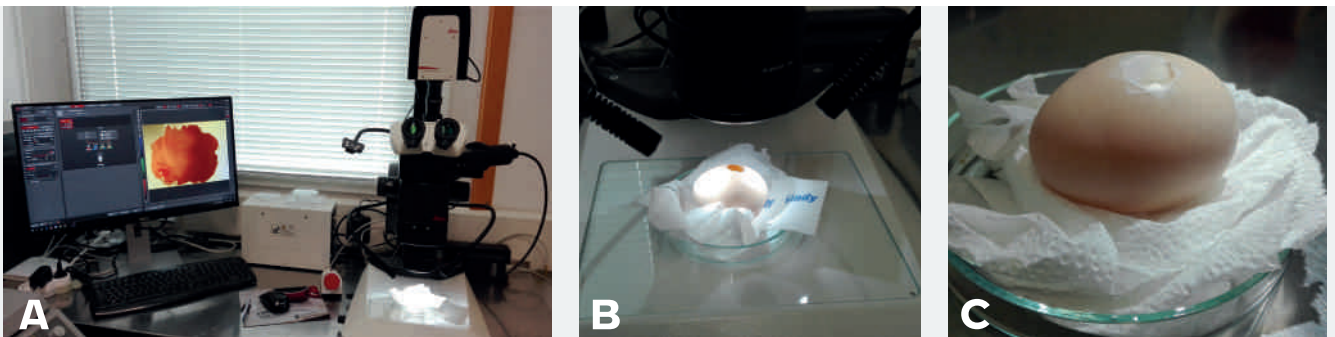


20 GFP-t expresszáló háziyúembrióból izoláltak vért, majd 10 stabil GFP-t expresszáló PGC-vonalat hoztak létre

Az ősvarsejteket az embrionális fejlődés 56–60. órájában lévő recipiens embriók szívébe injektálták

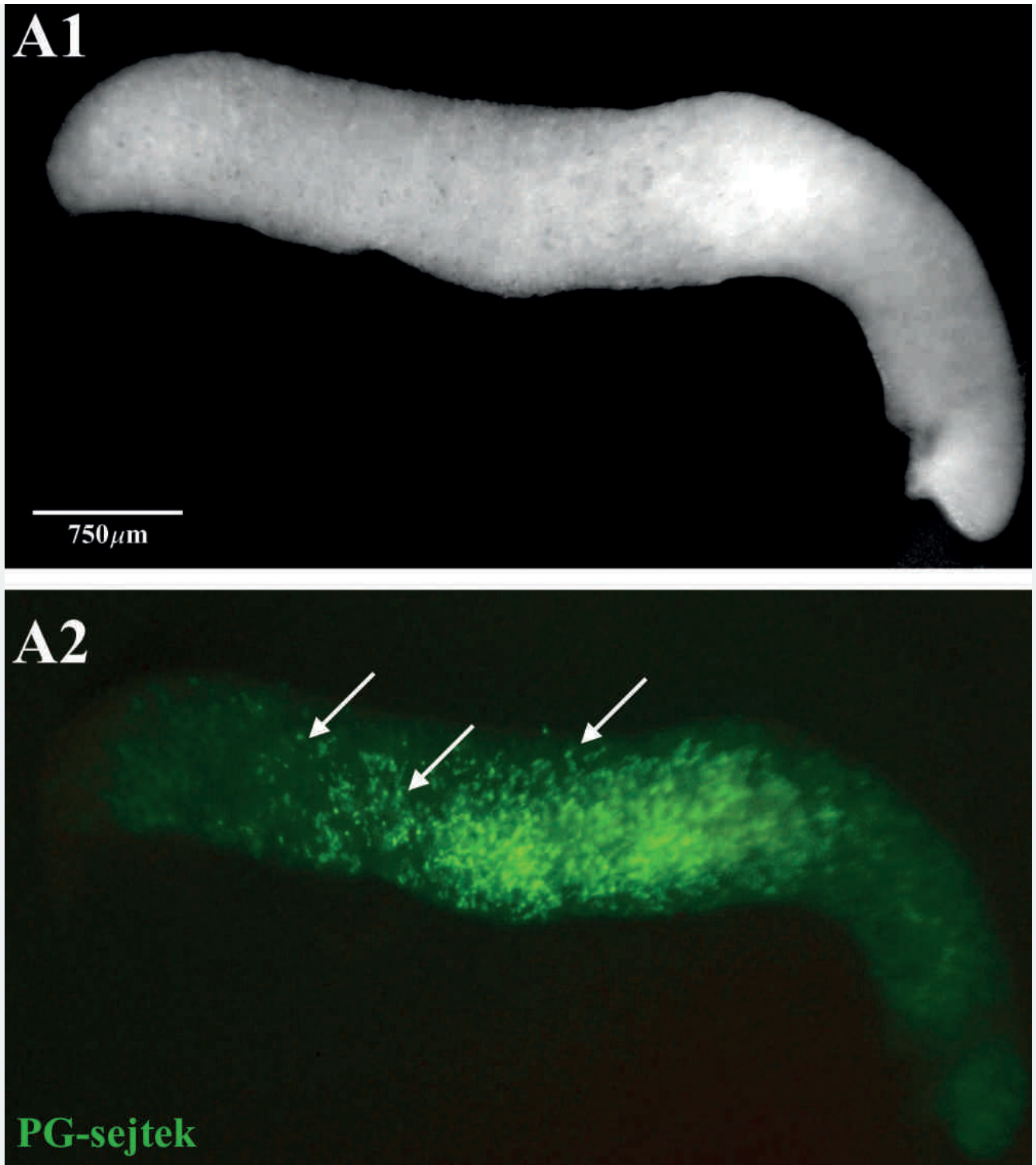
A GFP-t expresszáló háziyúkvonalat a skóciai Roslin Intézetben állították elő (12). 20 GFP-t expresszáló háziyúembrióból izoláltunk vért. A transzgénikus csirkeembriókból izolált vért egy speciális tenyésztőmédiumba (22) helyeztük. A PGC-tenyészeteken naponta cseréltünk médiumot. 10 stabil GFP-t expresszáló PGC-vonalat sikerült alapítanunk.

Az injektálás napján átlagosan 3000 sejt/μl GFP-t expresszáló PG-sejtet gyűjtöttünk össze. A sejtszámot egy speciális, automatizált sejtszámláló-készülék segítségével határoztuk meg (Arthur, NanoEntek). A sejteket a sejttenyésztéshez használt alpmédiumban szuszpendáltuk. Az injektálás szájpipettához erősített üveg-mikrokapillárral történt, amelynek segítségével 1 μl sejtszuszpenziót injektáltunk az embrionális fejlődés 56–60. órájában (HH14–16) lévő recipiens embriók szívébe (2.A. ábra). A tojáson nyitott ablakot (2.B. ábra) az injektálást követően laboratóriumi parafilmmel zártuk le (2.C. ábra), majd a kezelt tojásokat keltetőbe helyeztük 38 °C-ra, 60%-os páratartalom mellett.



**2. ÁBRA.** Az injektáláshoz használt Leica M205FCA-FC fluoreszcens sztereomikroszkóp, DFC7000-T Leica kamerával felszerelve (A). Injektálás előtt a tojáson nyitott ablak (B), valamint injektálás után laboratóriumi parafilmmel lezárt tojás (C)

**FIGURE 2.** Leica M205FCA-FC fluorescent stereomicroscope equipped with DFC7000-T Leica camera was used for PGC injection (A). Before the injection, a small window was opened on the eggshell (B). After the injection, the window was covered by laboratory parafilm (C)



**3. ÁBRA.** 14 napos kiméraembrió bal oldali ivarszerve (A1)

A fehér nyilak a GFP-t expresszáló donor PGC-eredetű sejteket mutatják a recipiens embrió ivarszervében (A2)  
Bar = 750 μm

**FIGURE 3.** Left gonad of the 14-day old chimeric embryo (A1)

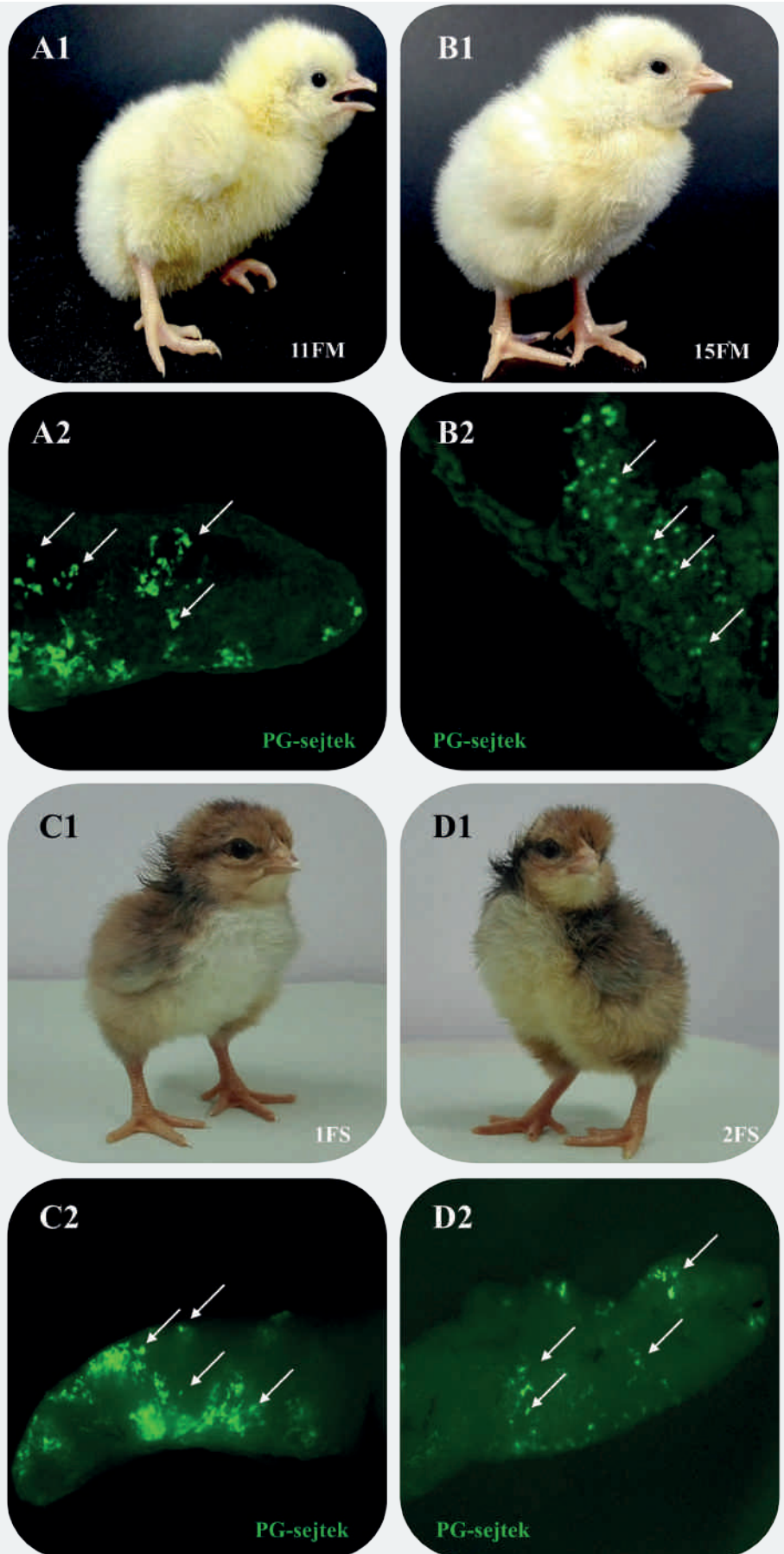
White arrows show GFP-expressing donor PGC derived cells in the gonad of the recipient embryo (A2)  
Bar = 750 μm

**4. ÁBRA.** Kikelt ivarszervi kiméra csibék

Fehér magyar (A1, B1), ill. fogoly-színű magyar (C1, D1) fajtából. Kiméra ivarszervek (A2, B2, C2, D2). A fehér nyilak mutatják a GFP-t expresszáló donor eredetű PGC-eket az ivarszervi kiméra recipiens utódok ivarszervében

**FIGURE 4.** Germ line chimeric chicks

White Hungarian chicken (A1, B1) and Partridge colour chicken (C1, D1). Chimeric gonads (A2, B2, C2, D2). White arrows show donor-derived GFP-expressing PGCs in the gonads of the offspring



A 14. napon felbontott tojásokban az embriók ivarszerveit vizsgálták

Megfigyelték, hogy az injektált embriók képesek-e kikelni a tojásból, egészségesek-e, valamint látható-e rajtuk bármilyen fenotípusos rendellenesség

Az embrionális fejlődés 14. napján bontottuk fel a tojásokat, majd izoláltuk az embriók ivarszerveit (3. ábra). A jobb és bal oldali ivarszerv külön-külön 1% BSA-t tartalmazó steril PBS-oldatba került, majd 4%-os PFA-oldatban fixáltuk azokat. Minden embrióból szövetmintát is vettünk a későbbi ivarmeghatározáshoz (16). Az ivarszervekben a GFP-t expresszáló PGC-k integrációját sztereomikroszkóp (Leica M205FCA-FC fluoreszcens sztereomikroszkóp, DFC7000-T Leica kamerával felszerelve) (2.A. ábra) segítségével határoztuk meg és osztályoztuk.

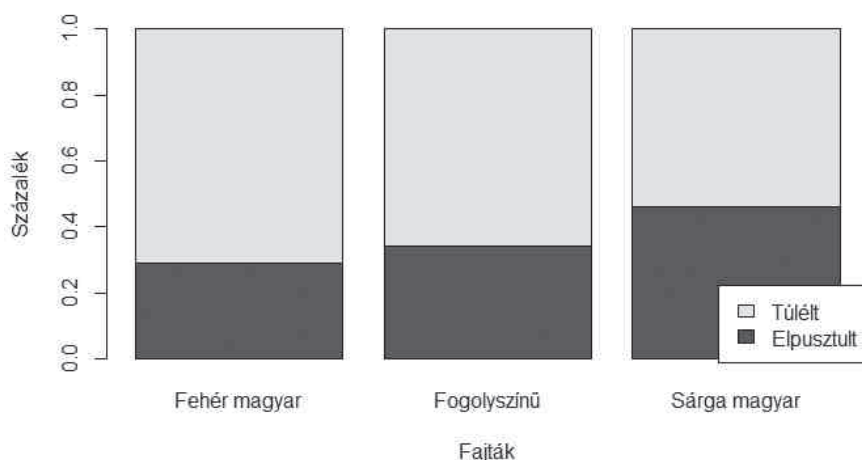
Mind a három baromfifajta esetében megvizsgáltuk, hogy az injektált embriók képesek-e kikelni a tojásból, egészségesek-e, valamint látható-e rajtuk bármilyen fenotípusos rendellenesség. A fehér magyar és fogolyszínű magyar fajta esetében kaptunk kikelt utódokat, amelyek közt ivarszervi kimérákat is találtunk. Rendellenesség nem volt bennük kimutatható (4. ábra).

Az adatok ábrázolásához és elemzéséhez az R Studio (version 1.0.136), valamint az R (version R-3.2.2.) szoftvert használtuk. Logisztikus regressziós modelleket építettünk, amelyekben függő változóként használtuk az ivarszervekbe történt integrációt, ill. az embriók túlélését, magyarázó változóként pedig a vizsgált fajtákat. A csoportok közötti különbségek további elemzésére Tukey kontrasztokat alkalmaztunk. A  $p < 0,05$  értéket tekintettük szignifikánsnak.

**1. TÁBLÁZAT.** A táblázat mutatja az injektált embriók számát, valamint az embrionális fejlődés 14. napján kapott élő embriók számát, ill. annak arányát (%) az injektált embriókhoz viszonyítva, három recipiens tyúkfajta esetében ( $p < 0,05$ )

**TABLE 1.** The table shows the number of injected embryos as well as the number of live embryos obtained on day 14 of the embryonic development, as well as the proportion (%) of the live embryos compared to injected embryos in the case of three recipient breeds ( $p < 0.05$ )

Recipiens tyúkfajta	Injektált embriók száma	Élő embriók száma (élő / injektált %)
Fehér magyar	134	95 (70,9%) <sup>a</sup>
Fogolyszínű magyar	150	99 (66,0%) <sup>ab</sup>
Sárga magyar	113	61 (54,0%) <sup>b</sup>



**5. ÁBRA.** Az embrionális fejlődés 14. napján, a kapott élő embriók aránya az injektált embriók számához viszonyítva, recipiens fajtánként

**FIGURE 5.** The percentage of live embryos on the 14th day of embryonic development compared to the number of injected embryos

## EREDMÉNYEK

*Az injektált PGC-k befogadására a sárga magyar fajta volt a legkevésbé ideális*

A GFP-t expresszáló PG-sejteket fehér magyar fajtába injektálva, az élő embriók aránya (70,9%) szignifikánsan nagyobb volt, mint a sárga magyar embriók esetében (54,5%). A sárga magyar, ill. a fehér magyar embriók esetében viszont nem kaptunk szignifikáns különbséget a túlélésben a fogolyszínű magyar fajtahoz viszonyítva (66%) Ezen adatok alapján az injektált PGC-k befogadására a sárga magyar fajta volt a legkevésbé ideális (1. táblázat, 5. ábra).

Fehér magyar fajta esetében a 14 napos embriók 43,2%-a (54/99), a sárga magyar 41%-a (25/61) ivarszervi kiméra volt (2. táblázat, 3. ábra). A két kikelt fogolyszínű csibe mindegyike, míg a hat fehér magyar csibéből kettő, ivarszervi kimérának bizonyult. Fejlődési rendellenességet nem találtunk a kikelt egyedekben (3. táblázat, 4. ábra). Sárga magyar recipiens embriókból nem kaptunk kikelt utódot, ennek oka valószínűleg azok kisebb túlélési aránya lehetett.

**2. TÁBLÁZAT.** A táblázat mutatja a 14 napos élő embriók számát, valamint az embrionális fejlődés 14. napján kapott kiméra embriók számát, ill. azok arányát (%) az injektált embriókhoz viszonyítva, három recipiens tyúkfajta esetében ( $p < 0,05$ )

**TABLE 2.** The table shows the number of live embryos as well as the number of chimera embryos obtained on day 14 of the embryonic development, as well as the proportion (%) of the chimera embryos compared to live embryos in the case of three recipient breeds ( $p < 0.05$ )

Recipiens tyúkfajta	Élő embriók száma	Kimérák száma (kiméra / élő %)
Fehér magyar	95	41 (43,2%)
Fogolyszínű magyar	99	54 (54,5%)
Sárga magyar	61	25 (41,0%)

**3. TÁBLÁZAT.** A táblázatban a kikelt utódok számát, és az ezek közt talált kiméra utódok számát, ill. kiméra utódok arányát (%) a kikelt csibék számához viszonyítva, tüntettük fel, két recipiens tyúkfajta esetében ( $p < 0,05$ )

**TABLE 3.** The table shows the number of live offspring, the number of chimeric offspring and the ratio (%) of the chimeric offspring relative to the hatched chickens, in the case of two recipient breeds ( $p < 0.05$ )

Recipiens tyúkfajta	Kikelt csibék száma	Kimérák száma (kiméra / kikelt csibe %)
Fehér magyar	6	2 (33,3%)
Fogolyszínű magyar	2	2 (100%)
Sárga magyar	61	25 (41,0%)

## MEGVITATÁS

*A fehér fajtában az embriók túlélése, a fogolyszínűben a kiméraembriók aránya volt nagyobb*

Adataink alapján az a következtetés vonható le, hogy a sárga magyar fajta nem ideális recipiens, mivel az embriók beavatkozás utáni életképessége kisebb volt a másik két vizsgált fajtához képest. Az integrálódott GFP-t expre-száló PGC-k aránya is a sárga magyar fajta esetében volt a legkisebb. A fehér magyar fajta esetében az embriók túlélése volt nagyobb, míg a fogolyszínű magyar fajta esetében a kapott kiméraembriók aránya bizonyult nagyobbak. A két baromifajta között statisztikailag szignifikáns különbségeket nem tudtuk kimutatni, így további kísérletekre van szükség, nagyobb egyedszámmal, esetleg más fajták bevonásával annak eldöntésére, hogy melyik fajta lenne az őshonos házityúkfajták számára a legalkalmasabb, „ideális” recipiens. Későbbi vizsgálatokba érdemes lenne bevonni más fajba tartozó egyedeket is (gyöngytyúk, fűrj), amelyek még hatékonyabb recipiensnek bizonyulhatnak ivarszervi kimérák előállítására során.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, ill. a kutatások költségeihez hozzájárult a GÉNNET21 (VEKOP-2.3.2-16 – 2016-00012) és az European Union’s Horizon 2020/677353 IMAGE támogatása is. Köszönetet szeretnénk mondani a HÁGK-ban dolgozó munkatársaknak, és MIKE MCGREW-nak, hogy a kísérlethez szükséges házityúktőjásokat biztosították számunkra.

## IRODALOM

- ANAND, M – LÁZÁR, B. – TÓTH, R. – PÁLL, E. – PATAKINÉ-VÁRKONYI, E. – LIPTÓI, K. – HOMOLYA, L. – HEGYI, Z. – HIDAS, A. – GÓCZA, E.: Enhancement of chicken primordial germ cell *in vitro* maintenance using an automated cell image analyser. *Acta Vet. Hung.*, 2018. 66. 518–529.
- BARNA J. – LIPTÓI K. – VÁRKONYI E.: Mentsük a menthetőt – új lehetőségek baromfifélék *in vitro* génmegőrzésének terén. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2016. 138. 621–630.
- CHAPMAN, S. C. – LAWSON, A. et al.: Ubiquitous GFP expression in transgenic chickens using a lentiviral vector. *Development*, 2005. 132. 935–940.
- DE MELO BERNARDO, A. – SPRENKELS, K. et al.: Chicken primordial germ cells use the anterior vitelline veins to enter the embryonic circulation. *Biol. Open*, 2012. 1. 1146–1152.
- HAMBURGER, V. – HAMILTON, H. L.: A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Dev. Dynam.*, 1992. 195. 231–272.
- HAN, J. Y., – PARK, Y. H.: Primordial germ cell-mediated transgenesis and genome editing in birds. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 2018. 9. 19.
- HIDAS A. – LIPTÓI K.: Biotechnológia a baromfitenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2016. 65. 74–90.
- KAGAMI, H.: Perspectives on avian stem cells for poultry breeding. *Anim. Sci. J.*, 2016. 87. 1065–1075.
- KONG, L. – QIU, L. et al.: Long-term *in vitro* culture and preliminary establishment of chicken primordial germ cell lines. *PLOS ONE*, 2018. 13.
- KWON, M. S. – KOO, B. C. et al.: Development of transgenic chickens expressing enhanced green fluorescent protein. *Biochem. Biophys. Res. Co.*, 2004. 320. 442–448.
- LÁZÁR, B. – ANAND, M. – TÓTH, R. – PATAKINÉ-VÁRKONYI, E. – LIPTÓI, K. – GÓCZA, E.: Comparison of the MicroRNA expression profiles of male and female avian primordial germ cell lines. *Stem Cells Int.*, 2018. 1–17.
- MCGREW, M. J. – SHERMAN, A. et al: Efficient production of germline transgenic chickens using lentiviral vectors. *EMBO reports*, 2004. 5. 728–733.
- NAKAMURA, Y.: Poultry genetic resource conservation using primordial germ cells. *J. Reprod. Develop.*, 2016. 62. 431–437.
- NAKAMURA, Y. – USUI, F. et al.: A novel strategy for preservation of genetic resources in birds. *Biol. Reprod.*, 2008. 78. (Suppl.1). 203–203.
- PARK, T. S. – JEONG, D. K. et al.: Improved germline transmission in chicken chimeras produced by transplantation of gonadal primordial germ cells into recipient embryos. *Biol. Reprod.*, 2003. 68. 1657–1662.
- SMITH, C. A. – SINCLAIR, A. H.: Sex determination in the chicken embryo. *J. Exp. Zool.*, 2001. 290. 691–699.
- SONG, Y. – DURAISAMY, S. et al.: Characteristics of long-term cultures of avian primordial germ cells and gonocytes. *Biol. Reprod.*, 2014. 90.
- SZALAY I.: *Régi magyar baromfifajták a XXI. században – Old Hungarian poultry in the 21st century.* Mezőgazda Kiadó. 2015.



19. TAGAMI, T. – MATSUBARA, Y. et al.: Differentiation of female chicken primordial germ cells into spermatozoa in male gonads. *Dev. Growth Differ.*, 1997. 39. 267–271.
20. VAN DE LAVOIR, M.-C. – COLLARINI, E. J. et al.: Interspecific germline transmission of cultured primordial germ cells. *PLoS ONE*, 2012. 7.
21. VAN DE LAVOIR, M.-C. – DIAMOND, J. H. et al.: Germline transmission of genetically modified primordial germ cells. *Nature*, 2006. 441. 766–769.
22. WHYTE, J. – GLOVER, J. D. et al.: FGF, Insulin, and SMAD Signaling cooperate for avian primordial germ cell self-renewal. *Stem Cell Rep.*, 2015. 5. 1171–1182.
23. ZHANG, Z. – SUN, P. et al.: Transgenic quail production by microinjection of lentiviral vector into the early embryo blood vessels. *PLoS ONE*, 2012. 7.
24. ZHAO, D. – McBRIDE, D. et al.: Somatic sex identity is cell autonomous in the chicken. *Nature*, 2010. 464. 237–242.

Közlésre érk.: 2019. máj. 15.

## TALLÓZÁS

### A MEGERŐSÍTETT ORTOPÉDIAI MŰTŐSKESZTYŰ ÉS A DUPLA, STANDARD MŰTŐSKESZTYŰ SZEREPÉNEK ÉRTÉKELÉSE KISÁLLATOK ORTOPÉDIAI MŰTÉTEINÉL BEKÖVETKEZŐ KONTAMINÁCIÓ ESETÉN

A szerzők prospektív, klinikai vizsgálatuk során a megerősített ortopédiai műtőskesztyű ( $n = 474$  db) és a dupla, standard műtőskesztyű ( $n = 812$  db) szerepét értékelték kisállatok ortopédiai műtéteinél ( $n = 193$ ) bekövetkező kontaminációk esetén. Az operatőröket és az asszisztenseket véletlenszerűen két csoportba osztották. Az első csoport tagjai megerősített ortopédiai műtőskesztyűt, a második csoport tagjai pedig dupla, standard műtőskesztyűt viseltek. A műtétek közben és után minden kesztyűt értékelték a perforáció szempontjából.

Kontaminációs eseménynek nyilvánították a megerősített műtőskesztyű perforációját, illetve a standard műtőskesztyű mindkét rétegének perforációját. A két csoport eredményei között nem találtak szignifikáns statisztikai különbséget, azonban megállapították, hogy a kontamináció esélyét a műtéti idő meghosszabbodása percenként 1,02-szorosára emeli (95% CI 1,01–1,03,  $p < 0,001$ ).

*Vet. Surg.*, 2017. 46. 981–985. DUNAY M. P.

## **AZ ANESZTÉZIA ÉS A MŰTÉT IDEJÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA MÁSODÉVES ÁLLATORVOSTAN-HALLGATÓK ÁLTAL ELVÉGZETT KUTYA- ÉS MACSKAIVARTALANÍTÁSOK UTÁN**

A szerzők retrospektív módon vizsgálták az anesztézia és a műtét idejét befolyásoló tényezőket másodéves állatorvostan-hallgatók ( $n = 194$ ) által elvégzett kutya- és macskaivartalanítások után ( $n = 1288$ ). A műtéli lapokon és az altatási lapokon szereplő alapadatok (faj, ivar, testtömeg, kondíció, műtét alatti szövődmények, eset időrendi sorszáma) függvényében elemezték az anesztézia, a műtét és az előkészítés időtartamát.

A feldolgozott 24 hetes időszakban a hallgatók fejenként átlagosan  $6,6 (\pm 1,08)$  ivartalanítást végeztek. Hosszabb volt a műtét és az altatás időtartama az első alkalommal végzett beavatkozásokkor, ill. amikor nőtstény kutyákon, nagyobb testtömegű egyedeken végezték a beavatkozást vagy amikor a műtét alatt szövődménylépett fel. Az említett tényezők 50%-ban befolyásolták az altatás idejének és 59%-ban a műtét idejének varianciáját. Az műtét alatti szövődmény esélye nem mutatott összefüggést az esetek időrendi sorrendjével, de nagyobbak bizonyult a kutyák ovariohysterectomiája esetén. A hím és a nőtstény kutyák ivartalanítása során a rutin kialakulásával az altatás ideje (29 perccel, ill. 21 perccel) és a műtétek időtartama (16 perccel, ill. 12 perccel) is csökkent. A szerzők megállapították, hogy a faj, az ivar, a testtömeg, a szövődmények és a kezdeti esetek rutinalansága befolyásolja az anesztézia és a műtét időtartamát. A mért időtartamok ismerete kiindulópontot jelent más állatorvostan-hallgatók számára és segítséget nyújthat a célok kitűzésében.

*Vet. Surg.*, 2019. 48. 352–359. DUNAY M. P.

## **A MELOXICAM ÉS A ROBENACOXIB MŰTÉT UTÁNI FÁJDALOMCSILLAPÍTÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA EGYIDEJŰ LAPAROSZKÓPOS OVARIECTOMIÁN ÉS LAPAROSZKÓP-ASSZISZTÁLT GASTROPEXIÁN ÁTESETT KUTYÁKBAN**

A szerzők a meloxicam és a robenacoxib műtétet követő fájdalomcsillapító hatását vizsgálták – egyidejű laparoszkópos ovariectomián és laparoszkóp-asszisztált gastropexián átesett – 26 nőtsténykutyában. A kettős vak, prospektív klinikai vizsgálat során a kutyákat véletlenszerűen két, egyenlő létszámú csoportba osztották. Az altatás bevezetése előtt az első csoport tagjai  $0,2 \text{ mg/ttkg sc. meloxicam-injekciót}$ , a második csoport tagjai pedig  $2 \text{ mg/ttkg sc. robenacoxib-injekciót}$  kaptak. A fájdalom mértékét közvetlenül a műtéli beavatkozás előtt, ill. az extubálás után 1, 6, 12, 18 és 24 órával GPS (Glasgow Composite Pain Scale) segítségével értékelték. A fájdalomskálán 5 pontot elérő, ill. azt meghaladó esetekben kiegészítésként  $3 \text{ mg/ttkg tramadol}$  adagoltak. A fájdalom foka, az alkalmazott szer, az életkor és a műtét ideje közötti összefüggéseket statisztikai módszerrel értékelték (ANOVA).

A műtét után 24 órával a robenacoxibbal kezelt állatok fájdalma (GPS  $2,18 \pm 0,29$ ) erősebb volt a meloxicammal kezelt állatok fájdalmánál (GPS  $0,68 \pm 0,41$ ;  $p = 0,04$ ). A robenacoxib csoportban 7, a meloxicam csoportban 2 kutya igényelt kiegészítő tramadol-adagolást. Azokban az esetekben, amikor a műtét ideje 40 percnél hosszabb volt, a beavatkozás után 18 és 24 órával megállapított GPS-érték kisebb volt, az alkalmazott fájdalomcsillapító szertől függetlenül. Az életkor és a fájdalom foka között nem találtak szignifikáns összefüggést.

A vizsgált csoportokban a meloxicam hatékonyabb volt a robenacoxibnál, de bizonyos esetekben kiegészítő fájdalomcsillapításra volt szükség.

*Vet. Surg.*, 2019. 48. 578–583. DUNAY M. P.



# HERMAN OTTÓ INTÉZET

„Legyünk büszkék arra,  
amik voltunk, s igyekezzünk  
különbek lenni annál,  
amik vagyunk!”





Hirdetési  
felületek már  
**60 000 Ft-tól**

Többszöri megjelenés esetén  
további engedményeket  
biztosítunk

# Hirdessen Ön is a Magyar Állatorvosok Lapja c. tudományos-szakmai folyóiratban!

Most kedvező áron tesszük közzé hirdetését!

Felület	Méret (mm)	Nettó ár (Ft)
1/1	200 X 285	130 000
1/2	200 X 142	110 000
1/3	200 X 95	75 000
1/4	200 X 70	60 000
B2, B3, B4	200 X 285	155 000
PR	-	100 000



1/1 tükör  
méret



1/1 kifutó  
tükör



1/2  
méret



1/3  
méret



1/4  
méret



Bővebb információért keresse kollégáinkat  
a lenti elérhetőségek bármelyikén:  
Postacím: Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.  
1223 Budapest, Park u. 2.  
Telefon: 06-1/362-8100  
E-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu)