

MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA

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

Szarvasmarha hőstressz-előrejelzés a Kárpát-medencében

LÓ

Az észlelés sajátosságai lovakban

ÁLLATHIGIÉNYIA

Kárpát-medencei hőstressz-előrejelzési rendszer

LABORÁLLAT

Különleges laborállatok, kísérleti modellek

VIROLÓGIA

A macskák fertőző hashártyagyulladás

BAKTERIOLÓGIA

Új módszer antimikrobiális maradványok kimutatására

ALMA MATER

A Haszonállat-gyógyászati és a Szülészeti Tanszék oktatóinak találkozója

IN MEMORIAM

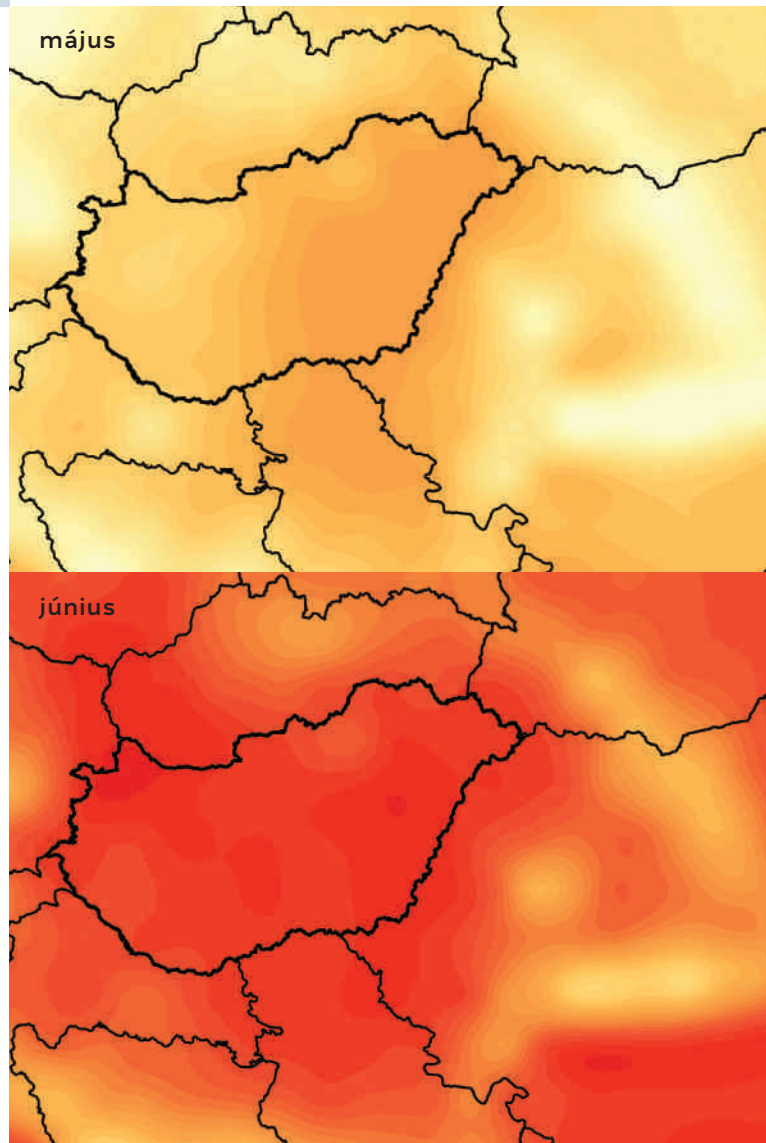
Dr. Túry Ernő (1932-2017)
Dr. Hajdu Bertalan (1944-2017)
Dr. Pethő Árpád (1921-2016)

BESZÁMOLÓ

A Magyar Zoonózis Társaság közgyűlése

AKADÉMIAI BESZÁMOLÓK

Állathigiényia, állattenyésztés, genetika, takarmányozástan
Élelmiszer-higiényia, Állat-egészségügyi Igazgatás





A folyamatosan fejlődő állatorvosi praxis támogatásáért.

**EGY ÚJ ÁLLATORVOSI
PRAXIS MENEDZSMENT
MEGOLDÁS**

LÓ / EQUINE

- 323.** Egyed A., Nagy K.: Az észlelés sajátosságai lovakban, és a tanulási rangsorban betöltött helyük
Irodalmi összefoglaló
A. Egyed, K. Nagy: *The perceptual World of horses, and their place in the hierarchy of learning*
Literature review

ÁLLATHIGIÉNYIA / ANIMAL HYGIENE

- 337.** Mackei M., Barcza Z., Péntek G., Gábor Gy., Reibling T., Solymosi N.: Kárpát-medencei hőstressz-előrejelzési rendszer
M. Mackei, Z. Barcza, G. Péntek, Gy. Gábor, T. Reibling, N. Solymosi: *Heat stress forecast system on Carpathian Basin*

LABORÁLLAT / LABORATORY ANIMALS

- 347.** Korsós G., Cenkvári É., Gáspárdy A., Fekete S. Gy.: Különlleges laborállatok, kísérleti modellek
Irodalmi összefoglaló
G. Korsós, É. Cenkvári, A. Gáspárdy, S. Gy. Fekete: *Treatment and prevention of gastric and duodenal ulceration in dogs and cats*
Literature review

VIROLÓGIA / VIROLOGY

- 361.** Olasz F., Kádár-Hürkecz E., Bálint Á., Lakatos B., Zádori Z.: A macskák fertőző hashártyagyulladás (FIP) és az azt okozó vírus biológiája
Irodalmi összefoglaló
F. Olasz, E. Kádár-Hürkecz, Á. Bálint, B. Lakatos, Z. Zádori: *The biology of the feline infectious peritonitis virus (FIPV)*
Literature review

BAKTERIOLÓGIA / BACTERIOLOGY

- 377.** Szita G., Bernáth S., Szili Zs., Szita J., Hullár I., Erdősi O.: *Bacillus subtilis* tenyésztésére alkalmas szintetikus táptalaj kifejlesztése antimikrobiális maradványok hatékonyabb kimutatására (másodközlés: *Acta Alimentaria*)
G. Szita, S. Bernáth, Zs. Szili, J. Szita, I. Hullár, O. Erdősi: *Application of synthetic solid culture medium to improve the detection of antimicrobial drug residues in foodstuffs (secondary publication)*

ALMA MATER

- 335.** A Haszonállat-gyógyászati és a Szülészeti Tanszék oktatóinak találkozója (2017.06.01.)

IN MEMORIAM

- 345.** Dr. Túry Ernő (1932-2017)
382. Dr. Hajdu Bertalan (1944-2017)
383. Dr. Pethő Árpád (1921-2016)

BESZÁMOLÓ

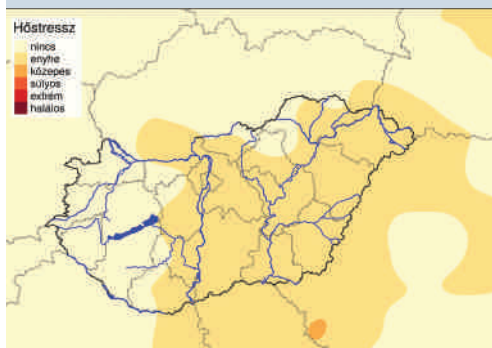
- 357.** A Magyar Zoonózis Társaság közgyűlése

AKADÉMIAI BESZÁMOLÓK

- 358.** Állathigiényia, állattenyésztés, genetika, takarmányozás
359. Élelmiszer-higiényia, Állat-egészségügyi Igazgatás



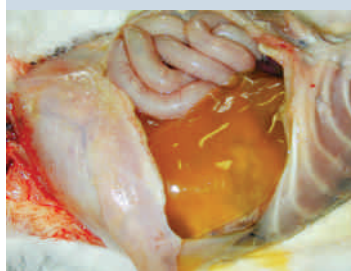
327. Flehmen-reakció lóban



341. Hőstressz-előrejelzési térkép



354. Kilencöves tatu

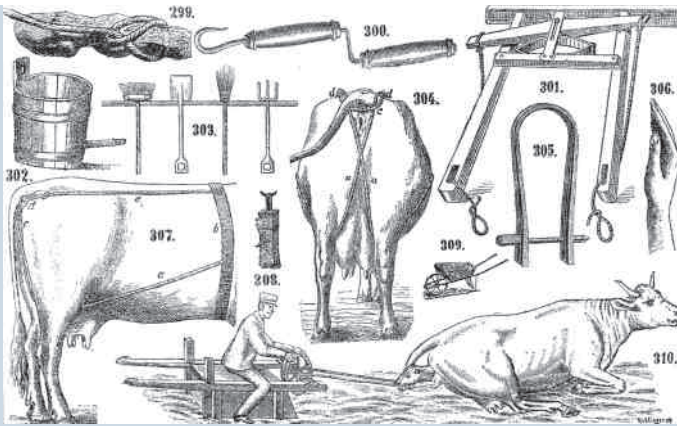


370. FIP nedves formája

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>



Monostori Károly könyvillusztrációja

A száz éve, 1917. június 1-én elhunyt MONOSTORI KÁROLY nem az egyetlen művészi hajlammal bőségesen megáldott tanára a hazai állatorvosképzésnek. Csak kortársai közül gondolhatunk az ifjú korában novellákat, verseket publikáló RÁTZ ISTVÁNra; THANHOFFER LAJOSra, akinek a képei még ma is árverési tételek; a korcsolyázó, zenélő és festő NÁDASKAY BÉLÁra. A tehetség, különösen az írói véna és a kéz ügyesség, természetes módon támogatta a gyakorlati állatorvosi feladatok megoldását, az oktatást és az írást.

MONOSTORI termékeny szépíró volt. Számos verse, tárcája, novellája jelent meg 1872-től különböző folyóiratokban, de zenés népszínműveket is írt (*Babos kötény* 1880, *Utolsó kenet* 1886, *A civis leánya* 1895, *Kék harisnya*) részben a népszerű SERLY LAJOS muzsikájával. A dalbetétek és egyéb „népdalai” külön füzetkékben is megjelentek. A tulajdonában lévő Király utca 71. számú házat, amelyben korábban több zenés szórakozóhely is működött, bérbe adta az új Király Színháznak, amelynek a KACSÓH-féle János vitéz hozta meg a sikert, 1904-ben. Talán bohém vénája is segítette MONOSTORIT abban, hogy ismerkedési estek, matinék és az első állatorvos bálók megszervezésével hozzájáruljon a szakmai közösség alakításához, a diákok társas életének élénkítéséhez.

A szépirodalom – bár kétségtelenül szerepet játszhatott a szakma népszerűsítésében, hisz valószínű, hogy szívesebben olvasták a gazdák annak az írásait, akinek a nóátit dudorászták – csak lenge szerelem volt MONOSTORI számára. Az igazi – fáradhatatlan munkán alapuló – teljesítményt a több ezer állattenyésztési, állatorvosi tartalmú cikk és önálló közlemény, könyv jelentette. Amint tanácsosi felterjesztésében írják: „Ezen kiterjedt irodalmi tevékenységével nagyon értékes szolgálatot tett az ország mezőgazdaságának, és jelentékeny része van abban, hogy a magyar gazdaközösség, főképpen pedig a kisebb gazdák tájékozva vannak az okszerű állattenyésztés elvei és irányai felől...” A művek jó részét maga illusztrálta, közöttük a 36 sajtó ábrát tartalmazó *A sertésenyésztés alapvonalai*-t (1897), amely címdalán hirdeti, hogy 'a szerző ezredik szakmunkája', vagy a több kiadást megért *Könyv az egészséges állatok gondozásáról és a betegek ápolásáról az állattenyésztő és állattartó mezőgazda érdekeire való tekintettel* című munkát, amelynek egyik, sajtó kézzel rajzolt tábláját látjuk olyan praktikus megoldásokkal, mint a talicskából kialakított borjúkihúzó-készülék.

Orbán Éva

FŐSZERKESZTŐ / EDITOR-IN-CHIEF

Dr. BALKÁ Gyula

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG / EDITORIAL BOARD

Dr. Abonyi Tamás
 Dr. Balka Gyula (elnök), Dr. Bíró Ferenc
 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. Laczay Péter, 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

KIADÓ / PUBLISHER

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.
 H-1223 Budapest, Park u. 2.
 Telefon: (36-1) 36-28-100
 Telefax: (36-1) 36-28-104
 Internet: www.agrarlapok.hu
 E-mail: info@agrarlapok.hu
 Felelős kiadó:
 Dr. Mezőszentgyörgyi Dávid ügyvezető igazgató

HIRDETÉSEK FELVÉTELE

Telefon: 06-20 996-9239, 06-13 628 114
 Telefax: (36-1) 470-0410
 E-mail: info@agrarlapok.hu

Minden jog fenntartva. A lapból értesüléseket 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

TERVEZŐSZERKESZTŐ

Markovics Réka

NYOMÁS

ADU-PRESS NYOMDA Kft.
 1139 Budapest, Fáy u. 5.

INDEX: 25531
 HU ISSN 0025-004X

LAPTULAJDONOS

KIADÓ


 FÖLDMŰVELÉSÜGYI
 MINISZTERIUM


 HERMAN OTTÓ
 INTÉZET
 NONPROFIT KFT.

The perceptual World of horses, and their place in the hierarchy of learning

Literature review

Egyed Anna^{1*}
Nagy Krisztina²

A. Egyed^{1*}
K. Nagy²

1. *Praktizáló állatorvos*
2131 Göd, Erzsébet liget u. 98-108/A/2

* e-mail: dr.egyeda@gmail.com

2. *Állatorvostudományi Egyetem,*
Haszonállat-gyógyászati Tanszék és
Klinika
2225 Üllő, Dóra Major

Az észlelés sajátosságai lovakban, és a tanulási rangsorban betöltött helyük

Irodalmi összefoglaló

ÖSSZEFOGLALÁS

A lovas balesetek száma kifejezetten nagy. A ló viselkedését kutató szakemberek szerint ez csökkenthető lenne a tanuláselmélet alaposabb ismeretével. Ezt a célt szolgálva a szerzők bemutatják az öt érzékszervet lovakban, a viselkedés lehetséges okainak fényében. A cikk második felében a különböző tanulási formák rangsorából azokat írják le részletesen, amelyeket lovakban is bizonyítottak: habituáció/szenzitizáció, klasszikus kondicionálás, operáns kondicionálás, válszok összekötése, szimultán diszkrimináció, valamint a belátásos tanulás, mivel egyes kísérletek azt mutatják, hogy a lovak valószínűleg képesek erre a tanulási formára is.

SUMMARY

The number of horse-related injuries are really high according to statistics, even higher than in motorcycle activities. Accidents do not happen only when riding, but are also related to handling. Researchers emphasize, that the incidence of injuries could be lowered if horseman had a better awareness and understanding of the learning theory of equids. In an attempt to serve this aim, in this article the authors give a detailed update of the current knowledge of the five basic senses (vision, audition, olfaction, touch, and taste), and its impact on new theories of behaviour. It should be realised, that the horses' senses are different to those of man regarding perception and intensity of perceivable signals. Sometimes a horse, who seems to misbehave just reacts naturally on a stimulus it can perceive, whereas his handler cannot perceive this stimulus. In the second part of the article the authors describe the learning hierarchy. This includes: habituation/sensitization, classical conditioning, operant conditioning, chaining responses, and concurrent discrimination. It is very important for horseman to have a detailed knowledge of the notion and mechanism of the different types of learning, as this helps them to use clearer signalling and timing when training horses. According to some studies, horses might be able to learn by concept too; however, this needs further scientific confirmation. If so in deed, this would prove that horses are more intelligent than it has ever been thought.



A ló kikerült az ember mindennapi környezetéből mint munkaeszköz, mikor a belső égésű motor feltalálásával megjelentek a munkagépek. Ma már a lovak nagy részét a szabadidő eltöltésének céljából tartják tulajdonosaik. Még a lovakal hivatásszerűen foglalkozók között is (kiképzők, patlókovácsok, állatorvosok) egyre terjedő tendencia viselkedésmódosító szerek használata a különböző problémák megoldására. Akik folyamatosan nyugtatószerekre támaszkodnak a viselkedésbeli problémák kezelésekor, valószínűleg nem tanulják meg a lovakat etológiai módszerekkel kontrollálni (20).

A ló kikerült az ember mindennapi környezetéből, mint munkaeszköz

BUCKLEY vizsgálatában 84 db póniklubbeli ló tulajdonosát kérte meg, hogy 365 napig naponta értékeljék lovak viselkedését. 50 lónál 251 olyan napot jegyeztek fel a tulajdonosok, amikor a ló viselkedését rossznak értékelték. Ezen helyzetek felét kifejezetten veszélyesnek találták (1).

ÖDBERG és BOUISSOU tanulmánya szerint a 2 és 7 éves kor közötti, lovagolt lovak 66%-a nem egészségügyi probléma miatt került vágóhídra (23).

Három neves szerző (LESLEY, MCLEAN, MCGREEVY) egy cikkben tekintette át a lovakkal kapcsolatos balesetek irodalmát, választ keresve a résztvevők demográfiai eloszlására, a balesetek okára, a kockázati tényezőkre, a védőfelszerelések szerepére, valamint hogy a szerzők milyen megelőzési stratégiát javasolnak. Külön csoportban vizsgálták az állatorvosokat. Amíg a lovasok közt a sérülések leggyakoribb oka lóról esés, addig a lovak körüli segédkező személyzet és az állatorvosok között a rúgás volt (6). Míg minden 7000 motorozással töltött órára jut egy komoly sérülés, addig lovaglaskor minden 350 órára. 100 ezer emberből átlagosan 469 sérül meg lovaglás közben, míg kutyával való foglalkozás közben 10–12. A legtöbb tanulmány egyetértett abban, hogy a sérülések leginkább a lovas karrierjének első három évében következtek be. A ló viselkedése volt a sérülések egyik legfőbb oka (volt, aki szerint 61%). Két szerző is végzett retrospektív kutatást, a sérültek többek közt a ló megijedését, felkészületlenségét a lovas követelményeire, valamint kifejezetten a ló rossz természetét nevezték meg a baleset okának. A cikkben áttekintett források szerint a fő veszélyforrás a lovak körül a faj mérete és kiszámíthatatlan természete, a tény, hogy a lovas magasan a földfelszín fölé kerül, a ló rúgásának ereje, amely közel 1000 N, valamint mozgásának sebessége, amely közel 65 km/óra. A balesetek megelőzésének kulcsát a cikk szerzői a ló viselkedésének és a „tanuláseméletnek” alapos ismeretében látják (32).

Ebben a cikkben összefoglaljuk a lovak viselkedésének két fontos területét: az észlelés lovakban eddig megismert sajátosságait, valamint a THOMAS által felállított tanulási rangsor lovakban is leírt szintjeit (28).

ÉSZLELÉS: A VISELKEDÉS LEHETSÉGES OKAINAK FÉNYÉBEN

Egy állat viselkedése a legjelentősebb kapcsolattartás környezetével. Nagyban meghatározza sikerességét a túlélésben és a továbbzaporodásban.

A ló csoportban élő, növényevő állat, nem védi területe határait, valamint nincsnek szarvai vagy agancsai. Túlélésének kulcsa a menekülés és a csoportlétszám. Érthető módon az elszigeteltség és mozgásterének korlátozása bizonytalanná teszi (16).

LÁTÁS

A ló szemének anatómia elemzéséből, életmódjának megfigyeléséből lehet következtetni látásának fő tulajdonságaira. Mint nyílt területen élő állat, amelyre a ragadozók a talajszintről vadásznak és élélme is a talajszinthez közel található, látása ennek megfelelően a körülötte lévő terület pásztázásához, ill. a felvenni

Lovaglaskor minden 350 órára jut egy komoly sérülés

A lovak látása a körülötte lévő terület pásztázásához, ill. a felvenni kívánt táplálék kiválasztásához alkalmazkodott

kívánt táplálék kiválasztásához és elbírálásához alkalmazkodott (29).

A szemek elhelyezkedése a fej két oldalán növeli a látómezőt, ami előnyös menekülő állatok számára, de csökkenti a két szem látómezejének átfedését, és így a térlátást. A látómezőn belül a legtöbb emlős látása a térlátás területén a legélesebb, és itt lehetséges a mélységérzékelés is (25).

A ló elektroretinogramjában az emberrel ellentétben a pálcikák dominálnak (szkotopikus típusú látás). Ez a látásmód legjobban félhomályban működik, érzékeny a mozgásra, azonban nem ad részletes képet a külvilágról, és csak minimális színlátást tesz lehetővé. A ló tehát inkább körvonalakat lát, látása messze nem ad olyan részletes képet, mint az emberé. Az emberi szem kizárólag csapokat tartalmazó látógödre, amely az éles látás centruma, lóban nem található meg. Pupillája eltér az emberének alakjától, összehúzódva vízszintes ovális lesz. A retinán ugyan ennek megfelelően van egy horizontális terület, ahol a ganglionsejtek koncentrációja valamivel nagyobb, így itt a legélesebb a látás, de hiba lenne azt gondolni, hogy ezen a területen a ló látása megegyezne az ember látógödren keletkező képpel. A ló legélesebb látásának minősége az ember perifériás látásához hasonlítható. A ló közel sem tudja olyan könnyen mozgatni a szemét a szemgödörben, mint az ember, így látásának fókuszálást főleg a nyak és a fej pozicionálásával éri el (25).

Tehát a fej tartásának korlátozásával a ló látását is korlátozzuk. Ellenállása mögött sokszor egyszerűen a látás akadályozottsága áll. Mint zsákmányállat, létfontosságú számára környezete tökéletes szemmel tartása, így érthetővé válik, számunkra túlzottnak tűnő tiltakozása.

HALLÁS

A lovak hallástartományát leíró görbe (audiogram) hasonló a többi emlőséhez. 60 decibelen (normál beszéd hangossága) vizsgálva a lovak hallástartománya 55 Hz és 33,5 kHz közt van, amely tartományon belül hallásuk 1–16 kHz közt a legérzékenyebb. Összehasonlítva a lovakat az emberekkel, a legtöbb ló számára hallható hang hallható az emberek számára is, bár vannak eltérések. Az ember hallástartományának alsó határa 29 Hz, tehát mélyebb, mint a lovaké, 8 kHz felett azonban a lovak hallása érzékenyebb. Az ember csak 19 kHz-ig hallja a magas hangokat 60 decibelen. Tehát egy magas hang, amely esetleg megrázza a lovat, az ember számára nem is feltétlenül hallható (7).

A hangforrás irányának jobb és bal oldali meghatározása emlősökben két módon történik. Az egyik a hang beérkezésének időbeli különbsége (Δt), a másik a hang erősségének különbsége (Δf_i) a két fül közt. Emlősök sajátosága továbbá a fülkagyló megléte, amely felerősíti a nyílásával szemben érkező hangokat, míg gyengíti a hátulról jövőket. Ezzel egyrészt szűri a zajokat, másrészt lehetővé teszi annak meghatározását, hogy a hangforrás az állat előtt vagy mögött található-e. Az előlről és hátulról jövő hangok meghatározásának feltétele, hogy a hang tartalmazzon magas frekvenciát (9). A házi emlősállatoknak jól fejlett és nagyszámú fülizmuk van, ezért fülkagylójukat jól tudják mozgatni (2).

Lóban a két fül közti távolság átlag 21 cm, ami nagynak számít, így a Δt megfelelő hosszúságú, azonban mivel a feje keskeny és fülei felül helyezkednek el, a Δt a hangforrás szögének növekedésével nem nő olyan gyorsan, mint más fajokban. Ennek ellenére bár anatómiai adottságai megvannak a hangok forrásának pontos meghatározásához, a ló 25° alatt nem tudja meghatározni, hogy a hang jobbról vagy balról jött-e (8).

Mivel több fajban is megfigyeltek ellentmondásokat az anatómiai adottságok és a teljesítmény közt, tovább kutatták a lehetséges okokat. Azt állapították meg, hogy következetesen minden faj egyedének első reakciója egy váratlan hangra az orientációs reflex – a fej és a tekintet a hang forrása felé fordul – volt. Megállapították, hogy minél kisebb az éleslátás területe a szemben (pl. ember),

A ló inkább körvonalakat lát, látása messze nem ad olyan részletes képet, mint az emberé

A lovak hallástartományát leíró görbe hasonló a többi emlőséhez

Emlősökben a fülkagyló teszi lehetővé annak meghatározását, hogy a hangforrás az állat előtt vagy mögött található-e

A ló 25° alatt nem tudja meghatározni, hogy a hang jobbról vagy balról jött-e

annál pontosabban kell az élőlénynek hallása alapján beazonosítani a hang forrását, hogy éleslátását ráirányítsa. Azoknak a fajoknak, ahol az éleslátás területe széles (pl. ló), nincs szükségük a hangforrás hallás utáni pontos meghatározására az éleslátás fókuszálásához (9).

A lovak képzésekor parancsszavak jól használhatók

A leírtak alapján látható, hogy a lovak képzésekor parancsszavak jól használhatók. Érdekes azonban a lóval foglalkozó embernek különös figyelmet fordítania arra, hogy hangja érzelmeket is tükröz, és változik a mentális állapottal (25). Tehát minél inkább képes az ember megőrizni nyugodt hangját egy veszélyes szituációban (pl. súlyos kólikás nyugtalanságban szenvedő ló kezelésekor), annál több hasznát veszi a hangjelzéseknek. Mivel a hanghullámot blokkolja minden olyan anyag, amely vastagabb, mint a hullámhossz, bemutatónként érdemes zárt fülvédőket használni, amelyek kiszűrik a magas hangokat, de átengedik az alacsonyabb frekvenciájúakat (ezek hullámhossza szélesebb az anyagvastagságnál). Így csökken az esélye, hogy a lovat megzavarja egy olyan hang, amelyet a lovas nem is hall.

SZAGLÁS

A szaglás mint az érzékelés módja kevés figyelmet kapott a lovak kommunikációjának tekintetében (25). A legtöbb vizsgálatot méneken végezték (11). Idegen lovak bélsár- és vizeletmintáját prezentálták a lovaknak. Arra az eredményre jutottak, hogy a mének nem tettek különbséget sárló és nem sárló kanca vizelete közt (15). Erre három lehetséges magyarázat volt. Az első, hogy a házasított ló nem jelzi a szaporodásbiológiai állapotát a vizelettel. A második, hogy a kanca képes szándékosan illatanyagot adni a vizelethez, de a kísérletben a mintát a mén jelenléte nélkül vették. A harmadik lehetséges magyarázatnak a kutatók azt tartották, hogy a mén ugyan különbséget tud tenni, de mivel a kanca nincs jelen, és így a kép nem „teljes”, nem mutatja ezt a képességét. Az utolsó magyarázatot támasztják alá más fajok hím egyedeiben tett megfigyelések, amelyek szerint a hím különbséget tud tenni, de reakciót csak a teljes élethelyzetre ad, nem egy kiragadott kulcstényezőre (15).

Míg az emberben a szaglószervek az evolúció során visszafejlődtek, a lónak kifejezetten nagy, egyenetlen felszínű szaglóhagymája van. Mivel a szagló receptorok sűrűsége állandó, a szaglóhám felszíne határozza meg a teljes receptorszámot. Ez a felszín lovakban kifejezetten nagy, ami arra enged következtetni, hogy az illékony szagok jóval nagyobb jelentőséget kapnak a környezet érzékelésében, mint az embernél. A szagingerek felvételének lehetőségét befolyásolja az orr anatómiája és a légzés jellege. A ló orrnyílásai el vannak választva egymástól, és eltérő irányba nyílnak, ami megkönnyíti a szagforrás irányának meghatározását. Légvételkor nagy mennyiségű levegő áramlik át az orrjáratokon (25).

A lovak Jakobson-féle szerve az ekecsont két oldalán lévő sekély barázdában található. A benne helyezkedő hárttyás cső az orr légző nyálkahártyájához hasonló szerkezetű. Egy kis része szagló nyálkahártya is (2), ami emberben szinte teljesen hiányzik, és a szaglás kiegészítő szervének tekinthető, igen fejlett. Főként nem illékony, nagyméretű, fajspecifikus molekulákra érzékeny. Ilyen jellegű molekulák a feromonok is (25). Lovasok számára ismert jelenség a Flehmen-reakció, amely során a ló kifordítja a felső ajkát, „csücsörít”, és közben mély belégzéseket végez (26), fejét nyújtott nyakkal, felfelé tartva (13). ESTES vetette fel 1972-ben, hogy ez a mozdulatsor fizikailag segíti a vizeletbeli feromonok továbbítását a Jakobson-féle szervbe (13). CATHI és mtsai két helyzetben vizsgálták a méneket. Az első kísérletben csoportos tartásban, kancákkal egy legelőn figyelték őket, a másodikban bélsár- és vizeletmintákat mutattak a méneknek a kancák jelenléte nélkül (26). Eredményeik megerősítették MARINER és mtsai korábbi megfigyeléseit, miszerint a mének nem tettek különbséget sárló és nem sárló kanca vizelete közt (15). A bélsármintákra adott válaszokból azonban arra

A ló orrnyílásai el vannak választva egymástól, és eltérő irányba nyílnak, ami megkönnyíti a szagforrás irányának meghatározását

A Flehmen-reakció során a ló kifordítja a felső ajkát, „csücsörít”, és közben mély belégzéseket végez

következtettek, hogy a mének meg tudták állapítani a minta tulajdonosának nemét. Mivel a bélsár hosszabb ideig megmarad a természetben, mint a vizelet, a kutatók szerint előnyt jelent az egyedek bélsár alapján történő azonosítása a vizelettel szemben.

Az egyik szerző (E. A.) megfigyelése saját lovánál (1. ábra), hogy féreghajtó paszta beadásakor az állat a készítmény orrnyílásokhoz helyezése nem, de a szájába kerülésére Flehmen-reakciót mutat. Hasonló viselkedést más kolléga is megfigyelt lovaknál (személyes kommunikáció). Ez arra enged következtetni, hogy a Flehmen-mozdulatsor valószínűleg az ízek értékelésében is szerepet játszik.

Egereken kimutatták, hogy a szaglásnak szerepe van az agresszió serkentésében (24).

SASLOW cikkében saját megfigyeléseiről is ír. Tereplovaglaskor megfigyelte, hogy miközben megengedi a csődörnek, hogy megszagolja saját trágyajelölését, átmenetileg nő az agressziója társai felé. Így amikor bemutatóra mennek ménekkal, erős illatanyagot kennek az orrnyílásokba, ezzel elnyomva a jelen lévő idegen kancák és mének szagának befogadását. A módszer csökkenti a mén agresszióját hím társai felé is (25).

A szerzők tapasztalata szerint, amelyet mások megfigyelése is alátámaszt, két idegen ló találkozásakor az egyik első érintkezés egymás szagának mély beszívása. Egy idegen helyen először járó ló

élénken érdeklődik a többi ló otthagytott trágyája iránt. Ezt a viselkedést istállóban lévő, de nem egy karámban járó lovaknál is megfigyelték, a pályán hagyott trágya akár el is vonja a ló figyelmét a kért feladattól. A fent leírtakból a szerzők arra következtetnek, hogy a szaglás jelentős érzékszerv lovakban (11).

TAPINTÁS

Lóban inkább „nyomásérzékelésről” beszélhetünk. Ezt az „érezékszervet” lovakban keveset vizsgálták, annak ellenére, hogy az ember leggyakrabban érintéssel kommunikál a lovakkal, akár a földről (futószárazás), akár nyeregből (csizma, ülés, száraz). SASLOW még nem publikált tanulmányában a ló törzsének érzékenységét vizsgálta. Mérései szerint a ló oldala, ahol a lovas a csizmasegítségét adja érzékenyebb, mint az emberi ujjbegy. A lovak képesek olyan enyhe nyomásra is reagálni, amit az ember meg sem érez (25).

Az érzékelés ezen módját leginkább a lovaglás teszt próbára, mivel megköveteli a lótól habituációt, de ezzel egy időben szenzitivitást (lásd később) is. A száron és a csizmákon keresztül bizonyos mértékig reakciómentesen el kell viselnie lovasa érintését, azonban adott mértéknél erősebb nyomásra a lovas lehetőleg azonnali, készséges reakciót vár (19). A határvonal érzékenyebb, idegesebb lovaknál igen keskeny. Ez az érzékenység a test teljes felületén nem egyforma, fokozottabb a genitáliák, a haskorc, a lábvégek, a fej tájékán. Egyedi eltérések természetesen megfigyelhetők (problémát okozhat pl. a röntgenkazetta érintésének elviselése a fej vagy a térd tájékán). Az átlagosnál élénkebb, akár védekezésbe forduló reakciót válthat ki szokatlan helyeken végzett fizikális vizsgálat (pl. rektális vizsgálat, szemvizsgálat) is. Ha az ember számára kellemetlen (az állatorvos munkáját nehezíti a ló együttműködésének hiánya), vagy akár veszé-



1. ÁBRA. Flehmen-reakció féreghajtó paszta beadásakor. A készítmény orrnyílásokhoz helyezése nem vált ki választ.

Fotó: HORVÁTH ISTVÁN

FIGURE 1. Flehmen response to oral deworming paste. Positioning the paste to the nostrils elicits no response.

Photo: ISTVÁN HORVÁTH

A lovak képesek olyan enyhe nyomásra is reagálni, amit az ember meg sem érez

Lovak fékezésére bevett módszer az ún. „pipázás”

lyes viselkedést agresszív fegyelmezés követi, az általában további menekülést vált ki a lovakból, tovább nehezítve a helyzetet.

A fájdalom észlelése fontos eleme az érzékelésnek. Lovak fékezésére bevett módszer az ún. „pipázás” (a felsőajak összeszorítása egy ráhurlolt madzag vagy lánc segítségével). LAGERWEIJ és NELIS vizsgálták a pipázás élettani alapjait. Három lehetséges magyarázatot feltételeztek a pipázás hatásmechanizmusára: az állat figyelmének elterelését, hogy a pipázás okozta fájdalom elnyomja a beavatkozáskor keletkezett, valamint hogy csökkenti az állat fájdalomérzékelését és készenlétét. Az utolsó lehetőség mögött szerintük endogén endorfin felszabadulása állhat. Eredményeik az utolsó feltételezést támasztották alá. A vizsgált lovaknak csökkent a szívverésszáma enyhe fájdalommal járó behatás alatt. Az endorfinok szerepének vizsgálatára megismételték a fájdalmas beavatkozást úgy, hogy előtte intravénás morfinantagonistát, naloxont adtak. A szívverésszám csökkenés teljesen elmaradt. Vérmintákat is vettek, amelyekben a fájdalmas beavatkozáskor megpipázott lovakban az immunoreaktív béta-endorfinok szintje 81%-al emelkedett, majd harminc perc múlva visszatért a kiindulási értékre (12).

Az ajak pipázásakor a szívfrekvencia az első öt percben szignifikánsan csökken

A pipázás élettani és viselkedésbeli következményeit elemezték egy nemrég közlésre elfogadott vizsgálat során (3): BENJAMIN és mtsai a fül és az ajak pipázásának következményeit mérték és hasonlították össze. 15 percre helyezték fel a pipát az adott testrészsre. Nézték a szívfrekvenciát, mint az autonóm idegrendszer működésének mutatóját, a nyál kortizolszintjét, mint a stressz mércéjét, valamint viselkedéselemzést végeztek (azon testrészt érintésével, amelyre a pipa fel volt helyezve) közvetlen a pipa levétele után, és négy héttel később. A viselkedéselemzés célja az volt, hogy megállapítsák, kialakul-e érzékennyé válás (szenszitivizáció), és hosszú távú-e a következmény. A fül pipázásakor a szívfrekvencia és a nyál kortizolszintje szignifikánsan emelkedett. A lovak nagy része érzékennyé vált a fül területének érintésére, és ez négy hét múlva is megmaradt. Az ajak pipázásakor a szívfrekvencia az első öt percben szignifikánsan csökkent, azonban az idő második felében visszaemelkedett a fül pipázásakor mérthez hasonló értékekre. A nyál kortizolszintje az ajak pipázásakor egyértelműen csökkent, de a kortizolszint napi változása és a kis egyedszám miatt nem tudták szignifikánsan kimutatni. Az ajakpipázott lovakban nem alakult ki érzékennyé válás az ajak érintésére. A kutatók az ajak pipázásakor kezdetben tapasztalt szignifikáns paraszimpatikus tónusfokozódás (csökkent szívfrekvencia), csökkent nyálkortizolszint és az érzékennyé válás hiánya alapján arra következtettek, hogy ennek a pipázási módnak eleinte nyugtató hatása van a lovakra. A későbbi szívfrekvencia-emelkedés lehetséges okának a hozzászokást tartották, ami csökkentette a béta-endorfin-termelést, és ezzel az analgetikus hatást. Pipázásakor a lovak mozdulatlaná válása mögött az ajak, ill. a fül esetén, bár kívülről szemlélve az eredmény egyforma, nagyon is eltérő folyamatok állnak. Az ajak pipázása nyugtató megadást, a fül pipázása stressz miatti „lefagyást” eredményez. Így a fül pipázása semmilyen körülmények közt nem javasolt. Mivel az ajak pipázásának nyugtató hatása viszonylag rövid, pár percnél hosszabb beavatkozásokhoz érdemes az állatot gyógyszeresen bódítani (3).

Az ajak pipázása nyugtató megadást, a fül pipázása stressz miatti „lefagyást” eredményez

A béta-endorfinok mennyisége a kora reggeli órákban a legnagyobb, érdemes a fájdalmas beavatkozásokat erre a napszakra tenni

Mivel a fájdalomérzetet befolyásolják a körülmények, a mentális állapot, valamint a szimpatikus idegrendszer izgalmanak mértéke, fontos, hogy fájdalmas beavatkozáskor csökkentsük a ló idegességét, akár gyógyszeresen, akár egy megszokott gondozó segítségével (25). HAMRA mérései szerint a béta-endorfinok mennyisége a vérben napszakok szerint változik. A kora reggeli órákban a legnagyobb, ilyenkor a fájdalomérzet is kisebb. Érdemes tehát lehetőség szerint a fájdalmas beavatkozásokat erre a napszakra tenni, főleg ideges, bizalmatlan lovak esetében (5).

ÍZLELÉS

A ízék lovak által érzett feltételezett sorrendje a sós, savanyú, édes, keserű. Egy tanulmány szerint a ló nem tesz különbséget tiszta víz és szacharóz-oktaacetát vizes oldata közt olyan koncentrációban, amely az ember számára már igen keserű (29).

A lovak kevésbé érzékenyek a keserű ízre

MARINIER és mtsai a mérgező növények elfogyasztására való hajlamot tesztelték. Mivel a legtöbb mérgező növény keserű, kinin-szulfátot keverték kenyérrel. A készítmény ember számára már nyomokban is igen keserű, a lovak azonban szívesen fogyasztották. Az eredmények kimutatható eltéréseket mutattak a vizsgált lovak legelési szokásaiban. Ezek alapján a lovakat három csoportba osztották aszerint, hogy mekkora eséllyel fogyasztanak mérgező növényt (14).

A szerzők tapasztalata, hogy egyes lovak még az eltérő ízű jutalomfalatok közt is válogatnak. Érdeemes az adott ló igényeit figyelembe venni tanításkor, hogy a jutalomfalat a lehető leghatékonyabban motiválja a lovat.

TANULÁSI FORMÁK, AMIKET LOVAKNÁL IS MEGFIGYELTEK

A tanulás olyan folyamat, amelyben az egyén tapasztalata viszonylag állandó változást eredményez annak viselkedésében

A „tanulás” egyik megfogalmazása: olyan folyamat, amelyben az egyén tapasztalata viszonylag állandó változást eredményez annak viselkedésében (19).

Arról nem szabad megfeledkezni, hogy egy élőlény viselkedését a tanult elemeken kívül a motivációs tényezők, a pszichológiai adottságok (személyiség típusok), az érzékek adaptációja (reptér melletti legelőn a lovak egy idő után már nem reagálnak a gépekre), és a fáradság is befolyásolja (17).

THOMAS cikkében felállítja a tanulási képességek rangsorát (28), amelyet MURPHY és ARKINS foglalt táblázatba (21) (Táblázat).

TÁBLÁZAT. A tanulási képességek rangsora (21)

TABLE. Hierarchy of learning abilities (21)

Szint	Tanulási folyamat
1. Habituação: Szenzitizáció:	– Nem válaszolni egy ismétlődő ingerre, aminek nincs következménye – Gyors, azonnali választ adni egy potenciálisan kártékony ingerre (17)
2. Klasszikus kondicionálás	Választ adni egy új ingerre, mely ismételtén párosítva van egy már hatékony ingerrel
3. Operáns kondicionálás	Ismételni egy önkéntes választ megerősítésért, vagy elhagyni a választ a büntetés elkerülése érdekében
4. Válaszok összekötése	Válaszszorozat végrehajtása a sorozat végén elérhető megerősítésért
5. Szimultán diszkrimináció (35)	Különbségtétel ingerek közt, operáns válasz csak a megerősítéssel kiválasztott ingerekre van
6. Belátásos tanulás	Megkülönböztetés hasonló tulajdonságok alapján, amelyek több ingerre is jellemzők
7. Összekötő, elválasztó, feltételes koncepciók	Gondolatmenet megtanulása, amely az ingerek közti összefüggésekből ered: „A és B” (összekötő), „A vagy B” (elválasztó), „ha A, akkor B” (feltételes)
8. Kettős feltételrendszer	Logikus érvelés. „A lehetőség valószínű” ha, és csak ha „B lehetőség jelen van”

THOMAS szerint a különböző tanulási folyamatok rangsorszerűen helyezkednek el egymás felett (28), mert az alacsonyabb szintűek előfeltételei a magasabb szintűeknek. Bár a szerző megkérdőjelezi a „válaszok összekötése” (jel-válasz egységek sorozatának megtanulása) és a „szimultán diszkrimináció” sorrendjét, szerinte ez a kettő lehet párhuzamos folyamat is. Az első öt szint jelentősen

A tanulásban nyújtott teljesítmény nem egyenlő a tanulási képességgel

különbözik az utolsó háromtól. Míg az előbbieket „asszociatív”, összeköttetések alapuló folyamatokra épülnek, ahol egyszerűen az inger és a megerősítés ismétlődésén alapul a tanulás, addig az utolsó három esetben koncepció megtanulására van szükség. Egy adott állat az összes olyan tanulási folyamatot, amelyre képes, egyidejűleg, sorozatban, vagy párhuzamosan fogja használni (28).

THOMAS felhívja a figyelmet arra, hogy a tanulásban nyújtott teljesítmény (akár adott tanulási kísérletben), nem egyenlő a tanulási képességgel (27). A tanulási teljesítményt számos tényező befolyásolja, többek közt a motoros funkciók, az érzékszervek használatának elsőbbségi sorrendje vagy a motivációs tényezők. Magukra a tanulási folyamatokra koncentrálva a különböző fajok tanulási képessége összehasonlíthatóvá válik, egyszerűen azért, hogy milyen magasra jutnak a THOMAS által felállított rangsorban. Így a konkrét feladatok feltételei az adott fajra optimalizálhatók, hogy azokat a lehető legsikeresebben teljesítse. Például majmok esetében a vizuális ingereken alapuló, kézi eszközhasználatot követelő feladatok jellemzőek, míg patkányoknál a szaglás látás feletti elsőbbsége miatt a szagingereken alapuló feladatok megfelelőbbek. Lovakban gyakoriak a vizuális ingereken alapuló vizsgálatok (a szerzők tapasztalata) (28).

MCGREEVY és MCLEAN lovakban THOMAS rangsorának ötös, hatos szintjéig mutatták ki a tanulásra való képességet (19).

1. HABITUÁCIÓ (HOZZÁSZOKÁS) ÉS SZENZITZÁCIÓ (ÉRZÉKENYÉ VÁLÁS)

„Nem asszociatív” típusú tanulás (A viselkedés megjelenéséhez nincs szükség „összekapcsolásra”): egy ingerre adott viselkedés anélkül változik meg, hogy az állat összekapcsolná bármilyen jellel vagy eseménnyel (jutalom, büntetés).

A hozzászokás és az érzékenyvé válás segítségével az élőlény hatékonyan létezhet környezetében. Az evolúció egyik fontos eleme az energetikai hatékonyság. Röviden megfogalmazva: energiapazarlás válaszreakciót adni egy ártalmatlan ingerre, míg a túlélést jelentheti, ha az élőlény érzékeny a ragadozótámadást, fájdalmat vagy sérülést előjelező környezeti változásokra (19).

A házasítás során végzett szelekció jelentősen növelte a lovakban az alkalmazkodásra való hajlamot (18).

Hozzászokás akkor alakul ki, ha egy inger ismétlődő megjelenése önmagában csökkenti a válaszreakció gyakoriságát (16). A legtöbb ló könnyen megszokja környezetének ingereit, következmények nélkül, pl. ha az istálló vasút közelében van és a vonat minden órában elmegy. Fontos az inger jellege, foka és az ismétlődés rendszeressége. Kulcsfontosságú, hogy az inger fokozatosan erősödve érje az állatot, és jelen legyen jóval a hozzászokás kialakulása után is. Az inger túl korai megvonása a kívánttal ellenkező reakciót válthat ki. Ha az inger nincs jelen megfelelő időközönként, az eredeti válaszreakció általában visszatér (16).

A hozzászoktatás egyik módja a „beárnyékolás”: egy erősebb inger beárnyékolja a kellemetlen behatást, így hamar megtörténik a hozzászokás. Például a zabla vagy pipa intenzív mozgatása nyírás közben elnyomhatja a géptől való félelmet. Természetesen vigyázni kell, hogy bizonyos fájdalominger-küszöböt ne lépjük át. A módszer sikeres alkalmazása esetén megfelelő számú ismétlés után már nem lesz szükség a beárnyékolásra, ha az állat hozzászokott, reakciómentesen el fogja viselni az eredeti ingert.

Másik jó módszer a hozzászoktatásra a „közelítés-távolítás”: a test különböző pontjainak eltérő az érzékenysége. Minden területnek van egy középpontja, amely a legérzékenyebb. Ezt egyre kevésbé érzékeny részek övezik, koncentrikus elhelyezkedésben. A fizikai távolság növekedésével csökken az érzékenység. Például fejféltős lovaknál a leggyakoribb középpont a fül (19). Ha a vizsgáló ezt a területet szeretné megérinteni, és a ló ezt nem hagyja, jó módszer a „közelítés-távolítás”. Az érintést az érzékeny terület legszélén kezdve, pl. az orrnál vagy a rágóizom területén, ahol az állat még nem tiltakozik, lassan kell közelíteni a középpont, vagyis a fül felé, de

„Nem asszociatív” típusú tanulás során a viselkedés megjelenéséhez nincs szükség „összekapcsolásra”

Hozzászokás akkor alakul ki, ha egy inger ismétlődő megjelenése önmagában csökkenti a válaszreakció gyakoriságát

csak addig, ahol a ló teste megfeszülésével jelzi, hogy tiltakozni készül. Innen a kéz visszatér a terület peremére, ahol nincs ellenkezés. Fontos, hogy ne menjünk túl az érzékenység határán, addig, ahol már fizikai ellenszegülést váltunk ki. A mozdulatsor ismétlésével egyre közelebb tudjuk tolni a reakciómentesen megérinthető terület határát a középponthoz, míg a végén az állat tiltakozás nélkül elviseli az érintést. Így a vizsgálat jó esetben bódítás nélkül elvégezhető, amely sok esetben befolyásolná az eredményt. Ugyanezt a technikát alkalmazhatjuk pl. röntgenkazetta érzékeny testrész közelébe helyezéséhez.

Érzékenyítésre főleg az ember szempontjából van szükség. Ebbe a körbe tartozik a finom segítségekre adott gyors, készséges válasz, akár lovaglásról, fogathajtásról vagy földi munkáról van szó. Mivel az ember fizikai adottságai messze elmaradnak a lóétól, alapvető eleme a lovak körüli biztonság az ember által adott jelekre való érzékenyítés. Ahogy azt az érzékelésnél láthattuk, a ló oldala érzékenyebb, mint az emberi ujjbegy (25). Ha egy ló nem reagál az előrehajtó segítségekre, a megoldást a tanuláselmélet helyes alkalmazásában kell keresni, nem erősebb kényszerítőeszközökben.

A kiképzés során a hozzászoktatás/érezékenyítés valamilyen mértékű fékezés alkalmazása közben történik. Ez megtehetjük nyeregből vagy földről. Kutatók alátámasztották, hogy bizonyos körülmények közt az állatok megakadályozása a kellemetlen behatás előli menekülésben elősegíti az ijesztő ingerekhez való hozzászokást (19).

A ló és az ember kapcsolatában a legnagyobb kihívást a hozzászokás és érzékenyítés mérleghintáján a lovaglás, elsősorban a díjlovaglás jelenti. A lónak meg kell tanulnia reakciómentesen elviselni bizonyos mértékű nyomást a szájában, ill. az oldalán, hiszen a lovas folyamatos kapcsolatban van vele, azonban élénken kell reagálnia a megszokott mérték feletti behatásokra, azaz a „segítségekre”.

2. KLASSZIKUS KONDICIONÁLÁS

Egy válaszreakció kialakulása, amely egy ösztönös vagy tanult, fiziológiás vagy viselkedésbeli választ kiváltó inger és egy új inger közti összekapcsolás létrejöttének következménye. Pavlovi reflexnek is nevezik, hisz ő kezdte vizsgálni ezeket a jelenségeket (34). Egy sziréna megszólalásakor a kísérleti kutya szájába étel érkezett, függetlenül attól, hogy mit csináltak a sziréna megszólalásának pillanatában. Ez kritikus feltétel a klasszikus és az operáns kondicionálás közti különbség megértésében. A klasszikus kondicionálás során az állat olyan események közt talál asszociációt, melyek felett *nincs* befolyása. Ez növeli a környezet *kiszámíthatóságát*. Az operáns kondicionálás alkalmával az állat kölcsönhatásban van környezetével, így az a tanulás során *irányíthatóbbá* válik (19).

A klasszikus kondicionálás során egy feltétlen reflexet kapcsolunk egy feltételes ingerhez. A feltétlen inger minden körülmények közt kiváltja a feltétlen reflexet (Pavlov kísérletében az étel a nyálzást). Ha a feltétlen ingert (étel) megelőzi, vagy vele egy időben jelenik meg a feltételes inger (a sziréna), megfelelő számú ismétlés után már önmagában is ki fogja váltani a feltétlen reflexet (nyálzás), amit ezután feltételes reflexnek nevezünk (sziréna hangjára nyálzik a kutya). Alapfeltétel, hogy a feltételes inger megelőzze, vagy legkésőbb egy időben jelenjen meg a feltétlen ingerrel. Fordított sorrendben nem jön létre összekapcsolás, egyszerűen azért, mert az események azon sorrendje nem növeli a környezet kiszámíthatóságát (19).

Lovas példa a klasszikus kondicionálásra a fedezőmén viselkedése, amihez bizonyos kantárt csak a fedezettésekkor használnak. Mivel a kantár megjelenése mindig megelőzi a fedezést, a mén kedve már a kantár megjelenésekor fokozódik (19). Ezt viselkedést MARINER és mtsai is megemlíti (15), lótenyésztők beszámolója szerint a ménnek kedve már az előkészületekkor fokozódik, a kanca megjelenése előtt.

A lovak körüli biztonság alapvető eleme az ember által adott jelekre való érzékenyítés

A klasszikus kondicionálás során egy feltétlen reflexet kapcsolunk egy feltételes ingerhez



2. ÁBRA. Tipikus „operáns kondicionálással” tanított mozdulatsor: karikaugrás.

A ló a bemutató előtt 40 perccel találkozott először a feladattal. A tanulási forma helyes alkalmazásával gyors eredmény érhető el

Fotó: NAGY LAJOS

FIGURE 2. Typical 'operant conditioning' task: jumping a loop
The horse met the task 40 minutes before the demonstration. Correct use of this type of learning eventuates quick results
Photo: LAJOS NAGY

Ha egy jel-válasz-megerősítés láncot megtanult az állat, a feladat tovább bonyolítható további jel-válasz részek beiktatásával

A rangsor ötödik szintje jel-válasz egységek párhuzamos megkülönböztetése

3. OPERÁNS KONDICIONÁLÁS

Önkéntes reakció egyre gyakoribb ismétlése megerősítés hatására, vagy önkéntes reakció ismétlésének megszüntetése büntetés elkerülése céljából (30) (2. ábra).

Három alapeleme van: a jel, a tanult válasz és a következmény. A következmény lehet pozitív vagy negatív. Az állat kölcsönhatásban van a környezetével. Szabad akaratból cselekszik, amely lehetővé teszi a jutalom megszerzését vagy a negatív következmény elkerülését. Az észlelés és etológia vizsgálatának fogalomtárában „negatív” minden, amit kivonunk az állat környezetéből, és „pozitív” minden, amit hozzáadunk. legyen az kellemes vagy kellemetlen (10):

- pozitív megerősítés: önkéntes viselkedés jutalmazása;
- pozitív büntetés: kellemetlen fizikai behatás;
- negatív megerősítés: a viselkedést kiváltó kellemetlen inger megszüntetése;
- negatív büntetés: helytelen válasz esetén a jutalom elmarad.

A „megerősítés” fogalma arra utal, mikor egy „megerősítő” követ egy bizonyos viselkedést, így az adott viselkedés gyakoriságának valószínűsége nő. A megerősítés lehet pozitív (pl. ha a ló valamiért elkezd kaparni, és ez tetszik nekünk, adunk érte egy jutalomfalatot) vagy negatív (a comb nyomására ellépő ló oldaláról a lovas leveszi a csizma nyomását). Mindkét esetben nő a viselkedés ismétlődésének valószínűsége. Vannak „elsődleges megerősítők”, amelyek részei az állat természetes szükségleteinek. Lovaknál ilyen pl. a takarmány, ivóvíz, párosodás, játék, más lovak társasága. Amíg az állatnak szüksége van rájuk, addig motiváló tényezők. Ha kielégítette szükségleteit, elvesztik jelentőségüket (pl. egy jóllakott lovat kevésbé motivál a jutalomfalat). A „másodlagos megerősítők” olyan jelek, amelyeknek önmagukban nincs jelentőségük az állat számára, azonban megfelelő kondicionálással előjelzik az elsődleges megerősítők megszerzésének lehetőségét. Legelterjedtebb formája a klikker, amelynek hangja előjelzi a jutalomfalatot, mint elsődleges megerősítőt.

Megfelelő képzés esetén az állat megtanulja, milyen viselkedéssel válthat ki megerősítést. Ezt nevezzük a „jel-válasz-megerősítés” láncnak.

4. VÁLASZOK ÖSSZEKÖTÉSE

Ha egy jel-válasz-megerősítés láncot megtanult az állat, a feladat tovább bonyolítható további jel-válasz részek beiktatásával, amely sorozatnak csak a legvégén lesz egy megerősítés. A legfontosabb eleme ennek a tanítási módszernek, hogy a feladatok fordított sorrendben kell megtanítani (17). Az utolsó feladatot tanulja meg az állat legelőször, amelyet a megerősítés követ. Tehát minden további jel-válasz lépés a már megtanult elé kerül. Így minden jel-válasz szakasz másodlagos megerősítőként előjelzi a következőt, míg az állat el nem jut az utolsó lépést követő elsődleges megerősítőhöz. Legjellemzőbb kísérleti elrendezése a labirintus útvonalának megtanulása. Minden egyes választ egy jel-válasz egység. A mindennapi életben erre példa, ha mindig egy adott útvonalon közlekedünk terepen a lóval. Elég hamar meg fogja tanulni, mikor merre kell fordulni, és ezt magától is felajánlja majd. Rosszabb esetben el sem lehet téríteni a megszokott útvonaltól. Ezt a tanítási láncot használták a háborúban a fűrészálatok betanításához (17). A leghíresebb ló, amely ezt a feladatkört töltötte be, egy Reckless nevű sárga kanca volt (31), a koreai háborúban (1950. 06. 25–1953. 07. 27).

5. SZIMULTÁN DISZKRIMINÁCIÓ

„Egyidejű megkülönböztetés”. A rangsor ötödik szintje jel-válasz egységek párhuzamos megkülönböztetése. A tanulási forma teszteléskor az állat adott számú, de eltérő feladatot kap (pl. háromszög vagy négyszög, rombusz vagy kereszt, kör vagy ötszög megkülönböztetése). A képesség mértékét az mutatja, hogy hány megkülönböztetést tud hiba nélkül tenni az állat, ha azok véletlenszerű sorrendben követik egymást. Az állatnak tehát minden „egyedi kérdésre” tudnia kell a helyes választ, hogy a sorrendtől függetlenül helyes megkülönböztetést tudjon tenni. Lovak akár húsz megkülönböztetést is meg tudtak tanulni párhuzamosan (28).

A belátásos tanulás során az élőlény az érzékelt helyzetet új szempontok szerint tekinti át

6. BELÁTÁSOS TANULÁS

A belátásos tanulás során az élőlény az érzékelt helyzetet új szempontok szerinti tekinti át. Az ingermező átszerveződése, a probléma jelentőséggel bíró ingereinek kiemelkedése, a cél és a hozzá vezető út átlátása, felismerése egy adott eredményhez vezet, ezt nevezzük belátásnak (36). Történetek próbálkozások a belátásos tanulás vizsgálatára lovakban is, amelynél koncepció (tárgyak kategóriájának fogalma) formálásra volt szükség a probléma megoldásához. SAPPINGTON és GOLDMAN négy arab lovat vizsgált, amelyeket többféle megkülönböztető problémamegoldó feladat elé állítottak (22). Az állatnak fel kellett ismernie, hogy a különböző ingereknek (felvillanó formák) van valamilyen közös tulajdonságuk (háromszögűek). Eleinte a feladat egyszerű megkülönböztetésből állt, végül azonban olyan különböző háromszögeket használtak, amelyeket az állat azelőtt nem látott, így beépítve a háromszögletűség, mint koncepciófelismerés problémáját. Csak egy ló jutott el az utolsó feladatig, ahol három új háromszöget párosítottak három új alakkal. THOMAS felhívja a figyelmet azokra a követelményekre, amelyeknek egy kísérletnek meg kell felelnie ahhoz, hogy bizonyosan megállapítható legyen, hogy az állat képes kategóriákban gondolkodni. Az egyik ilyen feltétel, hogy valódi belátásos tanulás esetében az állat elsősre helyes választ ad olyan megkülönböztetésekre, amelyekkel még sosem találkozott (28). SAPPINGTON és GOLDMAN kísérletében ez nem következett be (22). Biztatóbb az eredménye FLANNERYNEK. Kísérletében a lovaknak három forma közül kellett kiválasztaniuk, a két hasonlót. A feladat sikeres teljesítése akkor is 60% felett maradt, ha megváltoztatták a hátteret és megnövelték a formák közti távolságot. Az eredmények felvetik a lehetőséget, hogy a lovak a formák azonossága, mint koncepció alapján választottak (4). NICOL szerint koncepcióformálásról akkor lehetne beszélni, ha a lovak korábban nem látott formákat is sikeresen párosítottak volna (22). Az eredmények mindenképpen felvetik a lehetőségét, hogy a lovak képesek magasabb szintű megkülönböztetésre (4).

MEGVITATÁS

Látható, hogy nagyon gyakori lovak körében a viselkedési probléma (1). A lovak gyakran kerülnek konfliktus helyzetbe, mert a lovas nem alkalmaz egyértelmű jelzéseket (16). A fenti eredmények alapján tisztán látható, hogy a lónak kifinomult érzékei vannak, amelyek tökéletesen alkalmasak finom jelek érzékelésére. THOMAS rangsorában (28) elfoglalt helyük egyértelművé teszi, hogy képesek a lovasláshoz szükséges tanulási formákra. A legtöbb viselkedési zavar mögött az ember által nem egyértelműen adott jelek állnak, amelyek összezavarják a lovat. Ezt rontja az emberek antropomorfikus (állatok, élettelen tárgyak emberi tulajdonsággal, indítékkal való felruházása [33]) hozzáállása, amellyel hamis indítékot tesznek az állat viselkedése mögé. A tanuláselmélet megismerésével és helyes alkalmazásával a legtöbb ilyen helyzet elkerülhető lenne (3. ábra), és így a képzés

A legtöbb viselkedési zavar mögött az ember által nem egyértelműen adott jelek állnak, amelyek összezavarják a lovat

3. ÁBRA. A „Tanuláselmélet” helyes alkalmazásával a ló nagyfokú együttműködése érhető el. A képen dr. EGYED ANNA és Krampusz nevű lova.
Fotó: ERDŐS NIKOLETTA

FIGURE 3. With correct application of 'Learning Theory', one can get high level of cooperation from the horse. In the picture: DR. ANNA EGYED and her horse, Krampusz
Photo: NIKOLETTA ERDŐS



és az együtt töltött idő biztonságosabbá válna ló és lovas számára egyaránt (20). A viselkedésbeli problémák okozta gazdasági veszteség is valószínűleg csökkenthető lenne. További kutatások szükségesek a lovak tanulási képességeinek teljes feltérképezésére.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm PAUL MCGREEVYnek és ANDREW MCLEANnek, hogy megírták Equitation Science című csodálatos könyvüket, amely a cikk alapjául szolgált. Köszönet az Állatorvostudományi Egyetem Könyvtár munkatársainak szíves segítségükért. Végül köszönet Krampusznak és Spotnak, két csodálatos lovamnak, hogy elkísérnek a tanulás néha rögös útján.

IRODALOM

- BUCKLEY, P. – DUNN, T. – MORE, S. J.: Owners' perceptions of the Health and performance of Pony Club horses in Australia. *Prev. Vet. Med.*, 2004. 63. 121–133.
- FEHÉR Gy.: *A háziállatok funkcionális anatómiája. Mezőgazda Kiadó.* Budapest, 2000.
- FLAKOLL, B. – ALI, A. B. – SAAB, C. Y.: Twitching in veterinary procedures: how does this technique subdue horses? Accepted manuscript to appear in: *J. Vet. Behav.*, 2017. 18. 23–28.
- FLANNERY, B.: Relational discrimination learning in horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 1997. 54. 267–280.
- HAMRA, J. G. – KAMERLING, S. G. et al.: Diurnal variation in plazma ir-beta-endorphine levels and experimental pain thresholds in the horse. *Life Sci.*, 1993. 53. 121–129.
- HAWSON, L. A. – MCLEAN, A. N. – MCGREEVY, P. D.: The roles of equine ethology and applied learning theory in horse-related human injuries. *J. Vet. Behav.*, 2010. 5. 324–338.
- HEFFNER, H. E. – HEFFNER, R. S.: Auditory perception. In: PHILLIPS, C. – PIGGENS, D. (eds.): *Farm Animals and the Environment*. C.A.B. I. Publishing. Wallingford, UK, 1992. 159–184.
- HEFFNER, H. E. – HEFFNER, R. S.: Sound localisation in large mammals: localisation of complex sounds by horses. *Behav. Neurosci.*, 1984. 98. 541–555.
- HEFFNER, H. E. – HEFFNER, R. S.: The hearing ability of horses. *Equine Practise*, 1983. 5. 27–32.
- HOCKENHULL, J. – CREIGHTON, E.: Training horses: Positive reinforcement, positive punishment, and ridden behavior problem., *J. Vet. Behav.*, 2013. 8. 245–252.
- HOTHERSALL, B. – HARRIS, P. et al.: Discrimination between conspecific odour samples in the horse (*Equus caballus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 2010. 126. 37–44.
- LAGERWEIJ, E. – NELIS, P. C. et al.: The twitch in horses. A variant of acupuncture. *Science*, 1984. 225. 1172–1174.
- LINDSAY, F. E. F. – BURTON, F. L.: Observational study of 'urine testing' in the horse and donkey stallion. *Equine Vet. J.*, 1983. 15. 330–336.
- MARINIER, S. L. – ALEXANDER, A. J. – WARING, G. H.: Flehmen behaviour in the domestic horse: Discrimination of conspecific odours. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 1988. 19. 227–237.
- MARINIER, S. L. – ALEXANDER, A. J.: Selective grazing behaviour in horses: development of methodology and preliminary use of tests to measure individual grazing ability. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 1991. 30. 203–221.
- MCGREEVY, P. D. – BOAKES, R. A. *Carrots and Sticks-Principles of Animal Training*. Cambridge University Press. Cambridge, 2007.
- MCGREEVY, P. D. – MCLEAN, A. N.: *Equitation Science*. Wiley-Blackwell. Chichester, West. Sussex, UK, 2010.
- MCGREEVY, P. D. – MCLEAN, A. N.: The roles of learning theory and ethology in equitation. *J. Vet. Behav.*, 2007. 2. 108–118.
- MCGREEVY, P. D.: *Equine Behavior: A Guide for Veterinarians and Equine Scientists*. W. B. Saunders. Edinburgh, UK, 2004.
- MILLER, R. M.: The Revolution in horsemanship. *J. Equine Vet. Sci.*, 1997. 17. 126–128.
- MURPHY, J. – ARKINS, S.: Equine Learning behaviour. *Behav. Processes*, 2007. 76. 1–13.
- NICOL, C. J.: Equine Learning: progress and suggestions for future research. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 2002. 78. 193–208.
- ÖDBERG, F. O. – BOUISSOU, M.-F.: The development of equestrianism from the Baroque period to the present days and it's consequences for the welfare of horses. The role of the horse in Europe. *Equine Vet. J. Suppl.*, 1999. 28. 26–30.
- ROPARTZ, P.: The relation between olfactory stimulation and aggressive behaviour in mice. *Anim. Behav.*, 1968. 16. 97–100.
- SASLOW, C. A.: Understanding the Perceptual World of Horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 2002. 78. 209–224.
- STAHLBAUM, C. C. – HOUP, K. A.: The Role of the Flehmen Response in the Behavioral Repertoire of the stallion. *Physiol. Behav.*, 1989. 45. 1207–1214.
- THOMAS, R. K.: Investigating cognitive abilities in animals: unrealized potential. *Cogn. Brain Res.*, 1996. 3. 157–166.
- THOMAS, R. K.: Vertebrate Intelligence: a review of the laboratory research. In: Hoage, R. G. – Goldman, L. (eds.): *Animal Intelligence: Insights into the Animal Mind*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 1986. 37–56.
- WARING, G. H.: *Horse Behavior*. Noyes Publications/William Andrew Publishing. NY, 2007.

30. <http://www.alleydog.com/glossary/definition.php?term=Operant%20Conditioning>

31. https://en.wikipedia.org/wiki/Sergeant_Reckless

32. <http://www.equitation.com/learning-theory-in-equitation>

33. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Antropomorfizmus>

34. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_Z0001_520_altalanos_pszichologia_2/ch02s02.html

35. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_520_altalanos_pszichologia_2/ch02s03.html

36. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_520_altalanos_pszichologia_2/ch03s02.html

Közlésre érk.: 2016. szept. 29.

ALMA MATER

A Haszonállat-gyógyászati és a Szülészeti Tanszék oktatóinak találkozója (2017.06.01.)



A Szülészet, Szaporodásbiológia és Tőgyegészségtan című tárgy oktatása sajátos helyet foglal el az állatorvosképzésben, bár nem mondhatjuk példa nélkülinek: két tanszék, a Haszonállat-gyógyászati és a Szülészeti tanszék munkatársai által alkotott oktatói közösség felel az említett tárgy oktatásáért. Az előzményekhez tartozik, hogy a Nagyállat Klinika megalapításakor a nagyállatok szülészetével foglalkozó, korábban a Szülészeti Tanszék csapatát erősítő kollegák az üllői Nagyállat Klinikára kerültek. Azóta persze sok víz lefolyt a Dunán, de a Szülészet tárgy oktatásában való együtt-

munkálkodás változatlanul megmaradt. Az eltelt évek alatt természetesen történtek változtatások a tárgy oktatásában, például a tematikában, az alkalmazott oktatástechnikai megoldásokban, szervezési kérdésekben, hallgatói jelenlét ellenőrzésében, az írásbeli számonkérés módjában, a hallgatókkal való kommunikációban stb., amelyek természetesen a minőség javítását szolgálták. Nagy örömmünkre szolgál, hogy a minőség javulása a hallgatók által megfogalmazott véleményekben is visszatükröződik. Nagyon sok pozitív visszajelzést kapunk a hallgatói véleménynyilvánításokban, ami arra utal, hogy a változtatások sikeresek. Az elmondottnak köszönhetően a tanszék folyamatosan az élbolyban van a tanszékek rangsorában. Vannak persze fix pontok az életünkben; változatlanul bizottság jelenlétében szóbeli szigorlatot tartunk. Szerintünk sok érv szól ennek a vizsgáztatási technikának a megtartása mellett, igaz esetünkben az írásbeli vizsgáztatás is „jelen” van, hiszen a 2. szemeszter végén tesztet íratunk a hallgatókkal (kollokvium).

És akkor vissza a találkozóhoz, annak létrejöttének okairól, az előzményekről a következőket kell tudni. A két tanszéknek, a tárgy oktatásában részt vevő munkatársai rendszeresen találkoznak és egyeztetnek. Minden szemeszter előtt és végén tartunk egy oktatói értekezletet, amelyen értékeljük az elmúlt oktatási félév tapasztalatait és megbeszéljük az előttünk álló félév teendőit. Napra, szinte órára lebontott menetrendet állítunk össze a feladatokról, a felelősök sze-

mélyének megjelölésével. A szakmai találkozók mellett a karácsonyi „leállás” előtt egy közös ebéddel zárjuk a tanévet. Most rendhagyó módon egy olyan szakmai találkozót szerveztünk, amelyen a két tanszéknek a Szülészet tárgy oktatásáért felelős munkatársaiból álló csapat tagjai meghallgatták a PhD-kutatásokat folytató kollegáik rövid beszámolóit a munkájukról (téma, eredmények, eddig megjelent és előkészítés alatt lévő publikációk, esetleges nehézségek/problémák, tervezett befejezés ideje, stb.). Előadók voltak: MÜLLER LINDA, SOMOSKŐI BENCE ÉS SZELÉNYI ZOLTÁN.

A visszajelzések alapján nyugodt szívvel kijelenthető, hogy a találkozó nagyon jól sikerült. Kötetlen légkörben, jó hangulatban zajlott és szakmailag is hasznos volt, hiszen a résztvevők szaporodásbiológiával/szülészettel kapcsolatos ismereteiket tudták bővíteni. A szakma mellett az emberi / kollegiális kapcsolatok fejlesztése és ápolása tekintetében sem alábecsülendő ezeknek a találkozóknak a jelentősége. Ezt igazolandó az egyik résztvevő úgy fogalmazott, hogy gyakrabban kell ilyen találkozót tartanunk. Ezen fellelkesülve terveink között szerepel az őszi szemeszter vége felé, amikor már túl vagyunk az előadások, gyakorlatok zömén egy ún. „Journal Club” jellegű találkozónak a megszervezése, még a közös karácsonyi ebéd előtt.

Az elhangzott előadások/beszámolók rövid összefoglalója:

MÜLLER LINDA:

A kutyában végzett vizsgálatok célja egyes metabolikus faktorok szaporodásbiológiai működésben játszott szerepének tisztázása. Tanulmányozták a zsíreloszlás, a depóspezifikus zsírsejtméret leptinszinttel, valamint inzulinérzékenységgel mutatott összefüggéseit. A szérum leptinszintje és az inzulinérzékenység ivari ciklus során megfigyelhető változásait is elemezték. Adatokat gyűjtöttek több hormon és hormonreceptor, így a leptin és leptinreceptor kifejeződéséről kutya petefészek-, here-, mellékheremintákban

SOMOSKŐI BENCE:

A vizsgálatok célja a T-2 és az FB1 mikotoxinoknak a korai embrionális fejlődésre gyakorolt hatásainak vizsgálata. A két toxint különböző koncentrációkban tartalmazó tápfolyadékban tenyésztették a kísérleti embriókat és vizsgálták a morfológiailag egészségesnek ítélt blasztocisztákban bekövetkező változásokat (pl. blasztomerek száma, kromatin állapota, stb.). Megállapították, hogy a toxinkezelt csoportokban is továbbfejlődnek az embriók, de a legkisebb koncentráció is drasztikusan csökkenti a minőségüket.

Szelényi Zoltán:

A kutatás középpontjában a szarvasmarhák ikervemhességével kapcsolatos vizsgálatok állnak. Adatokat gyűjtöttek az embrió és magzatvesztés mértékéről ikervemhes és egy borjúval vemhes állatokban. Tanulmányozták a korai vemhességvizsgálatok eredményeit és értékelték az embrionális, ill. magzati veszteségeket egyes- és ikervemhes szarvasmarhákban. Vizsgálták, hogy lehetőség van-e a kettős sárgatest és az ikervemhesség előrejelzésére a progeszteron és a glycoprotein 1 koncentráció meghatározásával a vemhesség első harmadában teheneiben.

Heat stress forecast system on Carpathian Basin

Mackei Máté¹
 Barcza Zoltán^{2,3}
 Péntek Gábor⁴
 Gábor György⁵
 Reibling Tamás⁶
 Solymosi Norbert^{7*}

M. Mackei¹
 Z. Barcza^{2,3}
 G. Péntek⁴
 Gy. Gábor⁵
 T. Reibling⁶
 N. Solymosi^{7*}

1. Állatorvostudományi Egyetem,
 5. évfolyamos hallgató

2. Eötvös Loránd Tudományegyetem,
 Meteorológiai Tanszék

3. Eötvös Loránd Tudományegyetem,
 Kiválósági Tudásközpont

4. Zoetis Hungary Kft.

5. Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs
 Központ, Állattenyésztési, Takarmányo-
 zási és Húsipari Kutatóintézet

6. Duna-hyb Kft.

7. Állatorvostudományi Egyetem,
 Biometeorológiai Kutatócsoport,
 H-1078 Budapest, István u. 2.

*e-mail: solymosi.norbert@univet.hu

Kárpát-medencei hőstressz-előrejelzési rendszer

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen dolgozatukban bemutatják az általuk fejlesztett, ingyenesen felhasználható, internetes hőstressz-előrejelzési rendszert. A globális klímaváltozás egyik következménye, hogy a hőstresszes napok számának növekedése kedvezőtlenül befolyásolja az állati termelést. A bemutatott rendszer célja, hogy információkkal támogassa a gyakorló kollégákat a várható hőstresszes időszakok megérkezése előtt. A naponta frissített előrejelzési térképek hat napra előre elérhetők a www.epidb.hu oldalon. A létrehozásukhoz szükséges időjárás-előrejelzési adatok az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Éghajlati Adatközpontjától származnak.

SUMMARY

Background: The global climate change has numerous negative effects on human and animal health. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) reported that – beside the spatial distribution changes of vector-borne infections – one of the most threatening consequences of global warming on the health is the increased occurrence of heat stressed time periods. To mitigate the influence of heat stress on animal health and production the first step is to get data about the thermal environment of the animals.

Objectives: Present work was performed to develop a web based heat stress forecast system supporting the practitioner colleagues by information to ease the negative effects of thermal environment on animal production.

Materials and methods: An internet available system was developed to produce heat forecast maps for the Carpathian Basin. The risk maps represent the potential heat stress for pigs and dairy cows based on the species specific Temperature Humidity Indices (THI) and Livestock Weather Safety Index (LWSI) categories. The atmospheric parameters needed to calculate These are obtained from the Global Forecast System (GFS) provided by National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) of the USA. The original 0.5°x0.5° spatial resolution of the THIs are smoothed by the method thin plate spline regression. The maps are generated for six-day length period day by day. All calculations and statistical procedures were coded in R-language. The web site was developed in the Django Framework (www.djangoproject.com).

Results and Discussion: The result of the presented development is a web based heat stress forecast system. By its information the system may help the user in the mitigation of the effects of expected heat waves. Further developments could be done depending on the feedbacks by the users of the system.

A haszonállattartásban az állatok környezete számos stresszoron keresztül befolyásolja (kedvezőtlenül) az állatok egészségét, jólétét, termelését, végső soron pedig az állattartás gazdaságosságát. Az állatok termikus környezete (hideg- és hőstressz egyaránt) jelentősen befolyásolja a termelést. Az utóbbi években a hőstresszel kapcsolatos kutatások újabb és újabb megközelítéseket, ill. eredményeket hoztak. A kérdéskör azért is került jobban az érdeklődés homlokterébe, mert a globális éghajlatváltozás eredményeként az emberi és állati egészségre egyaránt jelentős hatást gyakorló következmény (a vektor-közvetítette kórokozók földrajzi elterjedtségének megváltozása mellett) a hőhullámok gyakoribbá válása (5). Hazai meteorológiai mérőállomási adatokra, ill. éghajlati forgatókönyvekre alapozott korábbi kutatásunk szerint az elmúlt két évtizedben évről évre növekszik azon napok száma, amelyek szarvasmarhákra nézve hőstresszes időjárásúak voltak (14).

Olyan indexeket alkalmaznak, amelyek az állatok hőérzete szempontjából fontos szerepet játszó fizikai tényezőket összesítik

Leggyakrabban a környezeti hőmérsékletet és a levegő nedvességtartalmát vonják be az index számításába

Az állatok termikus környezetének értékelésében, minősítésében általánosan elterjedt a szakirodalomban, hogy egy-egy termikus paraméter (pl. hőmérséklet) használata helyett olyan indexeket alkalmaznak, amelyek az állatok hőérzete szempontjából fontos szerepet játszó fizikai tényezőket összesítik. Az 1960-as évek óta fejlesztenek különböző termikus indexeket ebből a célból [pl. INGRAM (7)]. A hőstressz mértékének meghatározására leggyakrabban használt ilyen index az ún. hőmérséklet-páratartalom index (temperature-humidity index, THI). A legáltalánosabban használt THI-számításokban a környezeti hőmérsékletet és a levegő nedvességtartalmát vonják be az index számításába. A különböző THI-számítási formulák abban térnek el egymástól, hogy a két említett fizikai tényezőt milyen dimenzióban, ill. milyen súllyal kezelik. Az egyes állatfajoknak, ill. a hasznosításuknak megfelelően különböző THI-eket alkalmaznak a kutatásban és a gyakorlatban. Fontos megemlíteni továbbá, hogy nem csak az állat jellemzői játszanak meghatározó szerepet abban, hogy melyik THI-számítási módot célszerű alkalmazni. Ahogy BOHMANOVA és mtsai bemutatták, a környezet sajátosságai is meghatározóak abban a tekintetben, hogy mely THI alkalmazása a legcélszerűbb. Ők olyan földrajzi területeken, ahol a levegő nedvességtartalma jeletősebb, e tényezőt nagyobb súllyal figyelembe vevő index használatát javasolják, míg szárazabb levegőjű területeken olyan THI alkalmazása tanácsos, amely a száraz hőmérsékletet súlyozza inkább (3). Értelmeszerű, hogy a különböző indexszámítási eljárások kapcsán eltérő THI-értékeket kapunk. Ennek megfelelően az egyes indexek alkalmazása esetén azok az értékek, amelyek a hőstresszes környezetre jellemzők, eltérőek lesznek. Így nagyon fontos annak hangsúlyozása, hogy mindig az adott indexhez tartozó, a szakirodalom által meghatározott határértékeket használjunk a környezetminősítés során. Vagyis zártan tartott állatok esetén leginkább a fent bemutatott THI-t, szabad tartás esetén azonban célszerű olyan módosításokat tenni, amelyek segítségével az indexbe vonhatjuk a hőszugárzást és a légáramlást is.

Az optimális állattermék-előállítás céljából alapvető feltétel az állatok környezettel szemben támasztott igényeinek kielégítése. Ez különböző technológiai beavatkozásokat igényel, amelyek szabályozását viszont a környezeti paraméterek ismeretére kell alapoznunk. Optimális esetben az állatok termikus környezetét jellemző fizikai paraméterekre vonatkozóan folyamatosan gyűjthetünk adatokat (8), azonban a legritkább esetben kap az állattartó a termikus indexek alapján képet az állatok környezetéről. Ha rendelkezésre is állnak folyamatos mérést végző eszközök, akkor is csak külön-külön közlik a rendszerek a levegő hőmérsékletét és nedvességtartalmát.

A haszonállattartásban az állatok környezete számos stresszoron keresztül befolyásolja a termelést

Az állattartó épületek belső termikus állapotát jelentős részben befolyásolja a külső környezet, az időjárás. Az Amerikai Egyesült Államokban, ill. Ausztráliában működnek olyan információs rendszerek, amelyek segítségével az állattartók tájékozódhatnak arról, hogy a következő napokban az időjárási előrejelzések alapján milyen hőstressz várható, amely a haszonállatokra hatással lehet.

Az alábbiakban bemutatott rendszer fejlesztésének célja az, hogy hasonló információt nyújtson az állattartók részére a Kárpát-medencében, és így segítse a hőstressz kártételének csökkentését.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hőmérséklet-páratartalom indexek kiszámításához szükséges légköri paramétereket az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Éghajlati Adatközpontja (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) által fenntartott Global Forecast Systemből (GFS) nyerjük (11). Ez a rendszer minden nap 0, 6, 12 és 18 UTC (Coordinated Universal Time, egyezményes koordinált világidő) indítással futtat előrejelzési modelleket a teljes földi légkörre vonatkozóan (determinisztikus és ún. ensemble előrejelzéseket egyaránt). Az általunk használt determinisztikus modellfuttatásból háromóránkénti, számos meteorológiai paraméterre számszerű előrejelzések készülnek, tizenhat nap időtartamra. A bemutatott rendszerünkben minden reggel, a 0 UTC indítású determinisztikus modell felszín feletti 2 méter magasságbeli légköri paramétereit, 0,5×0,5 fokos földrajzi felbontásban, hat napra előre kérdezzük le. Ezekből az adatokból számoljuk ki a THI-értékeket minden nap 0., 3., 6., 9., 12., 15., 18. és 21. órájára (UTC). Mindegyik THI esetén napi átlagot számolunk, és ez alapján generáljuk a hőstressz-térképeket.

A szerzők által használt modellfuttatásból háromóránkénti, számos meteorológiai paraméterre számszerű előrejelzések készülnek

HŐMÉRSÉKLET-PÁRATARTALOM INDEXEK

Szarvasmarhákat illetően a hőstressz-előrejelzéshez két különböző megközelítést alkalmazunk. Az egyik (THI_{szm1}) számítás az alábbi formula alapján történik:

$$THI_{szm1} = (0.35 \times T_{db} + 0.65 \times T_{wb}) \times 1.8 + 32,$$

ahol a T_{db} a száraz, a T_{wb} a nedves hőmérsékletet jelenti °C-ban. Ehhez az indexhez a REICZIGEL és mtsai (12) által meghatározott, Magyarországon legérzékenyebb 69-es határértéket használjuk. Ha valamely napon a THI eléri ezt az értéket, akkor az adott napot hőstresszesnek tekintjük. Ha a határérték alatt van az index értéke, akkor nem tekintjük hőstresszesnek az adott napot.

A THI_{szm2} számítására a következő képletet használjuk:

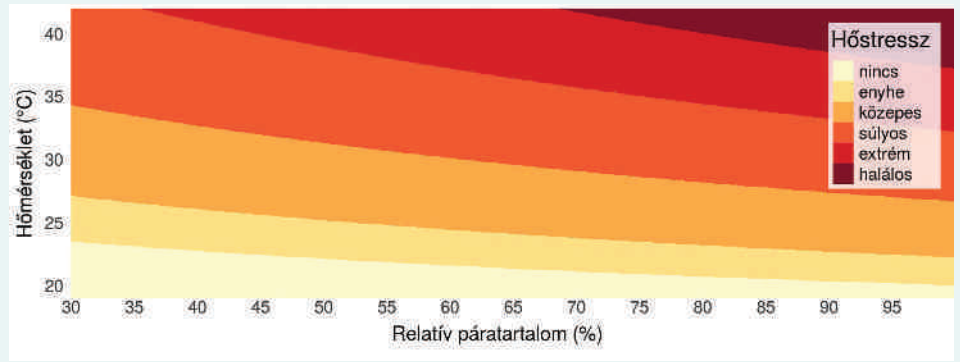
$$THI_{szm2} = T_{db} - [0.55 - (0.55 \times RH/100)] \times (T_{db} - 58),$$

ahol a T_{db} a száraz hőmérsékletet jelöli °F-ben, az RH pedig a relatív páratartalmat %-ban kifejezve. A THI_{szm2} -hoz a különböző szerzők különböző határértékeket állapítottak meg. Ezek közül széles körben alkalmazzák az ARMSTRONG által bemutatott hőstressz-tartományokat: 71 alatt komfortos, 72-79 között enyhe, 80-89 között közepes, 90 felett pedig súlyos hőstresszt jelentő környezetről beszélünk (1). Utóbb felvetették (15), hogy a korábbi tanulmányokban kisebb termelésű állatokra határozták meg a határértékeket, a napjainkban használt nagyobb teljesítményű állatok viszont érzékenyebbek a környezeti stresszorokra, így a határértékek csökkentendők. Ennek megfelelően a ZIMBELMAN és COLLIER által bemutatott határértékeket használjuk a bemutatott rendszerben: 68-71 között enyhe, 72-79 között közepes, 80-89 között közepesen súlyos, 90-99 között extrém, 99 felett halálos a hőstressz mértéke (15) (1. ábra).

A napjainkban használt nagyobb teljesítményű állatok érzékenyebbek a környezeti stresszorokra

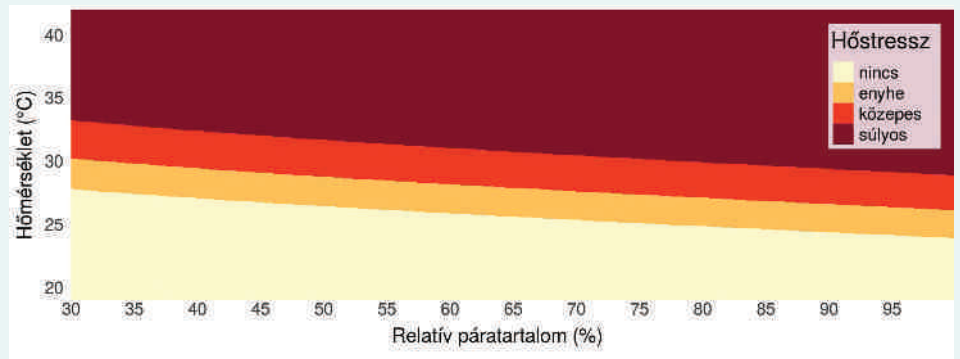
1. ÁBRA. A THI_{szm2} -formulával számított hőstressz-szintek a környezet száraz hőmérsékletének és relatív páratartalmának függvényében

FIGURE 1. Heat stress levels calculated by the THI_{szm2} equation based on dry-bulb temperature and relative humidity



2. ÁBRA. A THI_s -formulával számított hőstressz-szintek a környezet száraz hőmérsékletének és relatív páratartalmának függvényében

FIGURE 2. Heat stress levels calculated by the THI_s equation based on dry-bulb temperature and relative humidity



Sertések hőstresszének kifejezésére egy további formulát használunk (7):

$$THI_s = 1.17 \times T_{db} + 0.63 \times T_{wb} + 32,$$

ahol a T_{db} és a T_{wb} a THI_{szm1} -nél leírtak szerint értelmezendő. Az indexre alapozva enyhe (75-78), közepes (79-83) és súlyos (84 felett) termikus környezetet különböztetnek meg a szakirodalomban (2, 9). A hőstressz-előrejelzési rendszerünkben mi is ezeket a kategóriákat használjuk a térképek létrehozásához (2. ábra).

TÉRKÉPEZÉS

Mivel a hőstressz-előrejelzési térképek létrehozásánál az a célunk, hogy a teljes Kárpát-medencére jelenítsünk meg információkat, (K. H. 15.25°, É. Sz. 43.75°) – (K. H. 26.75°, É. Sz. 49.75°) határpontokkal megadott térképi kivágatot használunk. E terület 0.5×0.5 fokos földrajzi felbontású rácscelláinak középpontjához kötjük az egyes cellákra kiszámított átlagos THI -értékeket. Ezen adatok alapján az ún. *thin plate spline regresszióval* (6) simítjuk két dimenzióban a THI -értékeket, és ennek az eredményét ábrázoljuk térképeken. A térképeken alkalmazott színekategóriák a korábban leírt határérték-tartományoknak felelnek meg.

SZOFTVEREK

A rendszer működtetésében csak ingyenes, nyílt forráskódú eszközöket használunk. Az időjárási adatok lekérdezésére, a THI -számításokra és a térképek létrehozására az R-nyelvet és környezetet használjuk (4, 13). A Pythonban (www.python.org) programozható Django CMS (www.django-cms.org) biztosítja a felhasználói felületet.

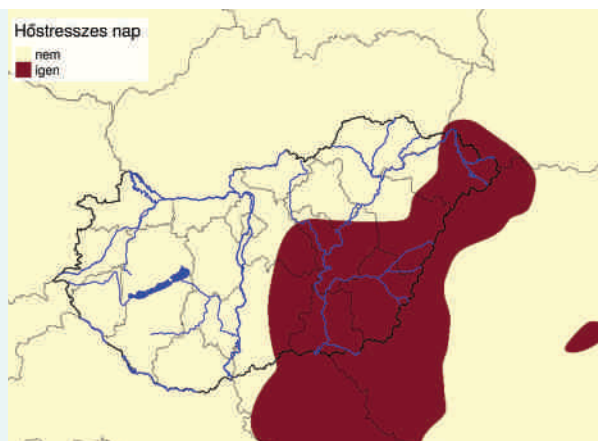
EREDMÉNYEK

A fejlesztés eredményeként létrejött rendszer minden nap, a következő hat nappal vonatkozólag hoz létre hőstressz-előrejelzési térképeket, amelyek statikusak, nem nagyíthatók vagy kicsinyíthetők. Ezeket mindenki elérheti a www.epidb.hu webcímen és szabadon használhatja, terjesztheti. A térképek felhasználására

A szerzők által kifejlesztett rendszer minden nap, a következő hat nappal vonatkozólag hoz létre hőstressz-előrejelzési térképeket

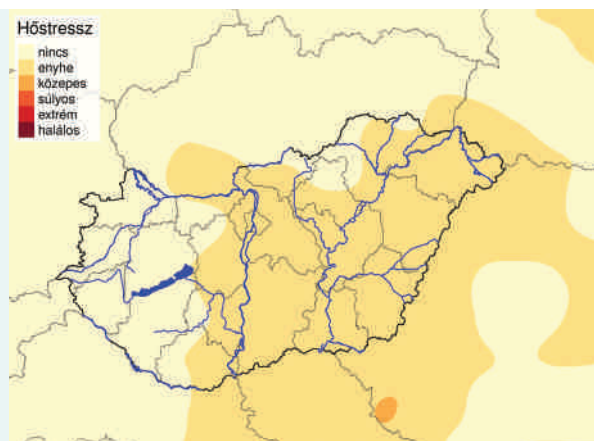
a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International licenc (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) érvényes.

A rendszerben elérhető három különböző THI-térképtípust mutatja be a 3–5. ábra. Mindegyik létrehozásához a 2016. június 24. 0 UTC indítású modellfuttatást használtuk. A 3. és 4. térkép a szarvasmarhák hőstressz-előrejelzési térképtípusait mutatja be, a 2016. június 27-re előrejelzett időjárási adatok alapján. A 3. ábrán a THI_{szm1} , a 4. ábrán a THI_{szm2} formula és a hozzájuk tartozó határértékek felhasználásával rajzolt hőstressz-előrejelzéseket láthatjuk. Az 5. ábrán sertésekre, 2016. június 27-re generált előrejelzést mutatjuk be, a THI_s -nek megfelelő tartományokkal.



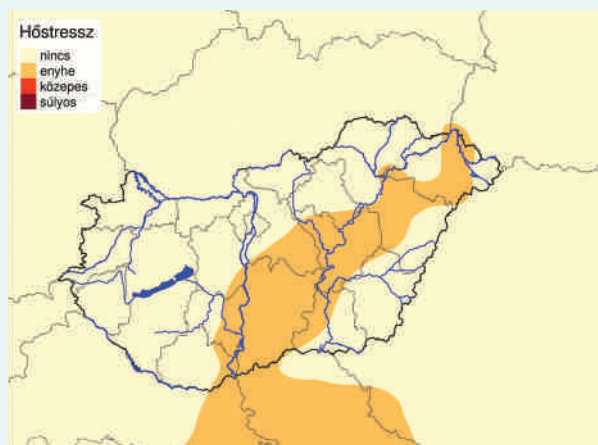
3. ÁBRA. Hőstressz-előrejelzési térkép a THI_{szm1} képlet és a hozzá tartozó határérték alapján (szarvasmarha)

FIGURE 3. Heat stress forecast map produced by the THI_{szm1} equation and its threshold (cattle)



4. ÁBRA. Hőstressz-előrejelzési térkép a THI_{szm2} képlet és a hozzá tartozó határértékek alapján (szarvasmarha)

FIGURE 4. Heat stress forecast map produced by the THI_{szm2} equation and its thresholds (cattle)



5. ÁBRA. Hőstressz-előrejelzési térkép a THI_s képlet és a hozzá tartozó határértékek alapján (sertés)

FIGURE 5. Heat stress forecast map produced by the THI_s equation and its thresholds (swine)

Az időjárási előrejelzések mellett minden telepen egyedi értékelés szükséges az alkalmazott technológia alapján

az állattartó épületek termikus környezetének folyamatos mérésére szolgáló rendszerek (8), ill. azokat megfelelő módon, statisztikai alapon értékelnék (10), akkor az előrejelzések helyi értékelése pontosabb alapokon nyugodhatna. Ilyen helyi mérésekből származó, a termikus környezetre vonatkozó adatok alapján az istállók levegőjének cseréje, hűtése is optimalizálható lenne.

MEGVITATÁS

Általános, így az állati termelés folyamataira is használható problémakezelési megközelítés az észlelni, értékelni, cselekedni lépéssor. A hőstressz kapcsán a bemutatott rendszer az észlelést, a lehetséges kockázatok felismerését segítheti. A rendszer a várható hőstressz értékelésében kiegészítő információt jelenthet az állattartó épületek belső környezetének, technológiájának ismerete mellett. A hőstressz kedvezőtlen hatásainak csökkentése érdekében szükséges cselekvési lépéseket helyben lehet kivitelezni.

A bemutatott rendszer nem tudja figyelembe venni, hogy egy adott állattartó telepen, az állatok közvetlen környezetében milyen mértékű lehet a hőstressz, csak abban nyújthat kiegészítő információt, hogy az időjárási előrejelzések alapján milyen mértékű külső környezeti terhelés várható. Így minden telepen egyedi értékelés szükséges az időjárási hatások kezelését célzó cselekvés meghatározására. Amennyiben a telepeken működnének

A hőstresszes időszakban érdemes elhasztani kezeléseket, vakcinázásokat, átcsoportosításokat

Európában ez az első hőstressz-előrejelzési rendszer

A szerzők tervezik további indexeket használó előrejelzési típusok beépítését is a rendszerbe

A hőstressz okozta károk azonban nem csak a hűtési, szellőztetési technológiák segítségével, hanem egyéb szakmai lépésekkel is csökkenthetők. Mivel a hőstressz egyik meghatározó szerepű hatása a szárazanyag-felvétel csökkenése, ezért a takarmányozás körében megtehető lépések központi szerepet töltenek be. Ilyen lehet a takarmánykiosztási időpontok fokozatos áthelyezése a nap hűvösebb időszakába. A takarmány „koncentrálása”, ill. specifikus adalékokkal való kiegészítése szintén segítséget nyújthat a károk csökkentése céljából. Emellett a stresszcsoökkentés általános szabályait is alkalmazni lehet, vagyis – amennyiben lehetséges – a stresszorok halmozódását ajánlott kerülni. Így például a hőstresszes időszakban érdemes elhasztani kezeléseket, vakcinázásokat, átcsoportosításokat. Vagy más esetben, ha az előrejelzések alapján az látszik, hogy napok múlva súlyosabb hőstressz várható, akkor az esedékes szállításokat korábbra lehet hozni, ill. a szállítás során az elszállítandó állatokat pl. nem kutricák teljes kiürítésével, hanem kutricánként csak néhány állatot kiválasztva gyűjtik össze, ezáltal csökkentve a kutricánkénti állatsűrűséget.

Ismereteink szerint a bemutatotthoz hasonló hőstressz-előrejelzési rendszer Európában nincs, jelenleg Ausztrália (<http://www.coolcows.com.au/>) és az Amerikai Egyesült Államok (<http://www.mesonet.org/>, http://www.wagwx.ca.uky.edu/mrf_lsi.htm) területére érhető el ilyen az állattartók számára. Reményünk szerint a rendszer segítséget nyújt a haszonállattartásban dolgozó kollégáknak a hőstressz kártételeinek csökkentésében.

Napjainkban világszerte komoly munka folyik annak érdekében, hogy a haszonállat-tartás termelékenységéje növekedjék. Különböző intézetek, egyetemek, az ipar innovatív szereplői dollármilliókat fektetnek folyamatosan kutatás-fejlesztésbe. Teszik ezt annak érdekében, hogy jobbnál jobb termékeket, szolgáltatásokat kínálhassanak a genetikai állomány, a takarmány, a telepi technológia, az állat-egészségügyi diagnosztika, a megelőzés, a kezelés, a telepi higiénia és menedzsment javítására. Az egyre fejlődő eszközök és megoldások alkalmazása által a termelők sokszor csak apró, de szisztematikusan felépített, egymást erősítő hatások révén érnek el javuló termelési eredményeket. A termelékenység növekedése pedig végső soron a haszonállattartó gazdasági szervezetek profitabilitását és versenyképességét növeli.

A cikkben bemutatott hőstressz-előrejelzési rendszer kifejlesztését nem a befektetett tőke nagyságával érdemes jellemezni. Azt leginkább a szerzők érdeklődése, ezen a szakterületen felhalmozott szakmai tapasztalata, innováció iránti igénye és a segítő szándék ösztönözte. A rendszer egyik komoly előnyének gondoljuk, hogy alkalmazása által a haszonállattartó telepeken dolgozó szakemberek jelentős anyagi ráfordítás és számottevő munka nélkül juthatnak olyan hasznos adatokhoz, amelyek tervszerű és tudatos alkalmazásával növelhetik vállalatuk versenyképességét.

Mivel a témában folyamatosan jelennek meg újabb és újabb, az állatokra ért környezeti hatások számszerűsítésével kapcsolatos eljárások, terveink szerint további indexeket használó előrejelzési típusokat is beépítünk a rendszerbe. Ha a felhasználó kollégák részéről kapnánk erre vonatkozó javaslatokat, visszajelzéseket, az az internetes felület fejlesztését és későbbi használhatóságát jelentősen javíthatná.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a Széchenyi 2020 program, Magyarország Kormánya és az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatta (GINOP-2.3.2-15-2016-00028).

IRODALOM

1. ARMSTRONG, D. V.: Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.*, 1994. 77. 2044-2050.
2. BARBARI, M. – CONTI, L.: Use of different cooling systems by pregnant sows in experimental pen. *Biosyst. Eng.*, 2009. 103. 239-244.
3. BOHMANOVA, J. – MISZTAL, I. – COLE, J. B.: Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Dairy Sci.*, 2007. 90. 1947-1956.
4. DINYA E. – SOLYMOSI N.: *Biometria a klinikumban 2. Feladatok megoldása R-környezetben*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt. 2016.
5. FIELD, C. B. – BARROS, V. R. et al.: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change WG II ed.* Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2014.
6. GREEN, P. J. – SILVERMAN, B. W.: *Nonparametric Regression and Generalized Linear Models: A roughness penalty approach*. Chapman and Hall/CRC. 1993.
7. INGRAM, D. L.: Evaporative cooling in the pig. *Nature*, 1965. 207. 415-416.
8. KÖNYVES L. – REIBLING T. – BODOR A. – BRYDL E. – ADORJÁN A. – SOLYMOSI N.: Egy precíziós állattartási projekt tapasztalatai. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2015. 137. 719-727.
9. LUCAS, E. M. – RANDALL, J. M. – MENESES, J. F.: Potential for Evaporative Cooling during Heat Stress Periods in Pig Production in Portugal (Alentejo). *J. Agric. Engng. Res.*, 2000. 76. 363-371.
10. NAGY S. Á. – TÖZSÉR D. – SZOMBATH G. – BARANYI D. – REIBLING T. – BIKSI I. – SOLYMOSI N.: Statisztikai ellenőrző diagramok az állattiermék-előállításban. *Magy. Állatorv. Lapja* 2017. (közlésre elfogadva)
11. NOAA: NCEP Global Forecast System (GFS) Analyses and Forecasts. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. Dataset. <http://rda.ucar.edu/datasets/ds084.6/>. 2007. Accessed 2017.04.23.
12. REICZIGEL J. – SOLYMOSI N. – KÖNYVES L. – MARÓTI-AGÓTS Á. – KERN A. – BARTYIK J.: A hőstressz okozta tejtermelés-kiesés vizsgálata hőmérséklet-páratartalom indexek alkalmazásával. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2009. 131. 137-144.
13. SOLYMOSI N.: R<-...erre, erre...! (Bevezetés az R-nyelv és -környezet használatába). <http://cran.rproject.org/doc/contrib/Solymosi-Rj-egyzet.pdf>. 2005.
14. SOLYMOSI N. – TORMA C. – KERN A. – MARÓTI-AGÓTS Á. – BARCZA Z. – KÖNYVES L. – BERKE O. – REICZIGEL J.: Changing climate in Hungary and trends in the annual number of heat stress days. *Int. J. Biometeorol.*, 2010. 54. 423-431.
15. ZIBELMAN BURGOS, R. – COLLIER, R. J.: Feeding Strategies for High-Producing Dairy Cows During Periods of Elevated Heat and Humidity. Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2011. április 19-20, Fort Wayne, Indiana, USA. 2011. 111-126.

Közlésre érke.: 2017. ápr. 26.

HIRDETÉS

Alkalmi vétel!

Üzemben levő, megkímélt automata RTG film előhívó (Agfa C-60 2,5 l-s regeneráló tartállyal) állvánnyal, teljes zöld kazetta sorozat (13-35ig), Lysholm-s kazetták, 20x96 cm-s kazetta tartóállvánnyal, ólomköpeny rendelőleállítás miatt olcsón eladó egy tételben, Budapesten.

Szállítás, üzembe helyezés az új helyen megoldható.

Eladó 1 db új Ellman Surgitron FFPF EMC Radiofrekvenciás készülék tartozékokkal kedvezőáron.

Kapcsolattartó:

Dr. Juhász Ferenc László

E-mail: rendelo@vaci52.hu

Tel: +3630 971 2200



ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI
EGYETEM – BUDAPEST

FELHÍVÁS

szakállatorvos továbbképzésekre

2017-2019



BAROMFI-EGÉSZSÉGÜGYI szakállatorvos **szakirányú továbbképzés** (önköltséges, levelező tagozat)

- A képzés célja:** A baromfi-egészségüghöz szükséges speciális ismeretek, valamint a baromfi-egészségügyi problémák magas színvonalú ellátásához nélkülözhetetlen elméleti és gyakorlati ismeretanyag oktatása.
- Szakfelelős:** Dr. Mándoki Míra, Ph.D, habil, egyetemi docens (mandoki.mira@univet.hu)
- A képzés kezdete:** 2017. október 30. 9:00
- Képzési idő:** 4 félév, félévenként 10 oktatási nap.
Teljes óraszám: 361 (308 elmélet, 53 gyakorlat)
- Képzés helye:** Állatorvostudományi Egyetem (Budapest, István u. 2.)
- Felvételi követelmények:**
- állatorvos - doktori diploma
 - legalább 2 éves szakirányú szakmai gyakorlat, ideértve egy szakirányú oktatási intézményben vagy diagnosztikai intézetben eltöltött időt is
- Szakkoloztat:** Hallgató által választott témából diplomadolgozat készítése jóváhagyott témavezető irányítása mellett, amely szakkoloztat a képzés ideje alatt publikált, témába vágó, impakt faktoros cikkel kiváltható.
- Záróvizsga:** A 4. félévet követő komplex záróvizsga.
- Oklevélben szereplő végzettség megnevezése:** Baromfi-egészségügyi szakállatorvos
- Önköltség összesen:** 250 000 Ft / félév
- Jelentkezési határidő:** 2017. október 15.



KÉRŐDZŐ-EGÉSZSÉGÜGYI szakállatorvos **szakirányú továbbképzés** (önköltséges, levelező tagozat)

- A képzés célja:** A kérődző-egészségüghöz (szarvasmarha, juh és kecske) szükséges speciális ismeretek, valamint annak magas színvonalú ellátásához nélkülözhetetlen elméleti és gyakorlati ismeretanyag oktatása.
- Szakfelelős:** Dr. Bajcsy Árpád Csaba, egyetemi tanár, Dipl. ECBHM (csbajcsy@gmail.com)
- A képzés kezdete:** 2017. szeptember 11.
- Képzési idő:** 4 félév, félévenként 10 oktatási nap.
Teljes óraszám: 360 (328 elmélet, 32 gyakorlat)
- Képzés helye:** Állatorvostudományi Egyetem (Budapest, István u. 2.) illetve ÁTE Haszonállat-gyógyászati Tanszék és Klinika (Üllő, Dóra major)
- Felvételi követelmények:**
- állatorvos - doktori diploma
 - legalább 3 éves szakirányú szakmai gyakorlat, ideértve egy szakirányú oktatási intézményben, vagy diagnosztikai intézetben eltöltött időt is
- Szakkoloztat:** Hallgató által választott témából diplomadolgozat készítése jóváhagyott témavezető irányítása mellett, amely szakkoloztat a képzés ideje alatt publikált, témába vágó, impakt faktoros cikkel kiváltható.
- Záróvizsga:** A 4. félévet követő komplex záróvizsga.
- Oklevélben szereplő végzettség megnevezése:** Kérődző-egészségügyi szakállatorvos
- Önköltség összesen:** 250 000 Ft / félév
- Jelentkezési határidő:** 2017. augusztus 28.

JELENTKEZÉS ÉS TOVÁBBI INFORMÁCIÓ:

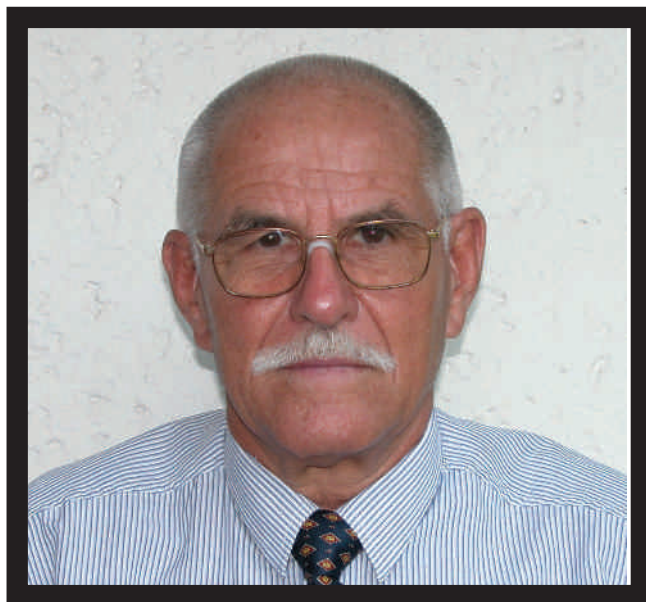
ÁTE Továbbképzési Csoport

admin.tkk@univet.hu • + (36) 1 478 4229 • <http://www.univet.hu/hu/hallgato/tovabbkepzes>

A változtatás jogát fenntartjuk!

Dr. Túry Ernő

(1932–2017)



DR. TÚRY ERNŐ nyugalmazott egyetemi tanár, a hazai és nemzetközi állatorvos patológusok kiemelkedő egyénisége 2017. április 12-én, életének 85. évében elhunyt.

Állatorvos-társadalmunk vesztéseivel növekedtek az utóbbi időkben, számos tudományterület kiváló művelője hagyott itt minket örökre, így egyre kevesebben vannak, akik még az a régi veterinárius tudáskincs, jellegzetes állatorvosi gondolkodást adták tovább a mai kor állatorvosainak, amely annyira hiányzik a csupán modern laboratóriumi módszereket használó diagnoszták és kutatók világából. Ilyen géniusz volt Túry professzor, a magyar és nemzetközi állatorvos-tudomány kiemelkedő alakja, a szakmailag és jellemében is példaértékű oktató, kutató, aki emberileg is nagyon közel állt hozzám.

DR. TÚRY ERNŐ 1932. július 2-án született Szentpálpusztán. Gimnáziumi évei a II. világháború árnyékában teltek, tanulmányait Győrben kezdte, majd a felvidéki Léván folytatta, ahonnan a romos Budapestre költözött a család. 1945 telén helyzeték édesapját Kaposvárra, ahol jeles érettségi vizsgát tett 1950-ben. Ekkor jelentkezett az állatorvosi főiskolára, ahol szavai szerint a boldog, de nem könnyű élete megkezdődött. Már hallgatóként részt vett a kutatásokban, első évesként a Kémia Tanszéken, utolsó évesként a Járványtani Tanszéken tevékenykedett szakkörösként. Diplomája megszerzését követően 1955-ben SÁLYI professzor meghívására kapcsolódott be a Kórbonctani Tanszék

munkájába, ahol kiváló emberek társaságában kezdette meg oktatói pályafutását. Itt tanulta meg, hogy „a hallgatók oktatásánál, nevelésénél nincs szebb feladat”. 1978-ban bízták meg a „sejt-szövettan” című tantárgy oktatásával, a terület oktatási és kutatási munkájának irányításával. 1992-től kezdődően az angol nyelvű képzés oktatója.

Az Alma Mater aktív tudományos és közéleti közreműködője volt, külföldi cseregyakorlatokat vezetett hallgatóinak, részt vett a sportélet fejlesztésében, az egyetemi sportkör elnökségi tagja volt. 9 alkalommal részesítették a „legjobb előadó” elismeréssel, a hallgatók szavazatai alapján.

Hazai tudományos munkássága során többféle betegséget kutatott, többek között a sertés typhus során jelentkező bélelváltozások körfejlődésével, egyes adenovírusok okozta légzőszervi bántalmak morfológiájával, a kutyák úgynevezett Sticker-sarcomájának kérdéseivel, a macskák Haemobartonellózisával, az Aujeszky-féle betegség vírusának idegrendszeren belüli terjedésével, ill. a szarvasmarhák bőrleukóziásának morfológiájával. Számos hazai és nemzetközi tudományos testület és szakmai konferencia tagja és szervezője volt.

Életének munkásságának meghatározó időszakát Kubában és Brazíliában töltötte, az ott szerzett tapasztalatokat mindvégig kamatoztatta Egyetemünk és a magyar állatorvos-tudomány javára. 1965-ben hívták meg Kubába, ahol az országos állat-egészségügyi intézetben megszervezte a kórbonctani és kórszövet-tani munkát, nevéhez fűződik számos betegség első kubai leírása. 1969-ben ismét felkérték, ekkor állatorvos-patológus tanfolyamot szervezett és vezetett spanyol nyelven, közben az Állat-egészségügyi Intézet kórbonctani munkáit irányította országos szinten, amelynek során ismét több, nagy jelentőségű állatbetegséget diagnosztizált, elsőként az amerikai földrészen megjelenő afrikai sertéspestist. Több alkalommal tartott továbbképzést Havannában és a Santa Clarai Egyetemen fertőző állatbetegségekből, amelynek során nemcsak szakmai, de baráti kapcsolatok is születtek, meghatározva további életét.

Kubai sikereit követően 1994-ben megpályázott egy állatorvos-patológus számára hirdetett brazil ösztöndíjat, amelynek keretében Belém-ben kialakította a kórbonctani és kórszövet-tani vizsgálatokat, létrehozva a szükséges diagnosztikai háttérrel. A laboratórium

napi felügyelete mellett mesterkurzusok szervezője és előadója lett portugál nyelven. Tevékenységének köszönhetően számos állatorvos készítette közvetlen vagy közvetett irányításával disszertációját. Az itt elért eredmények alapján kérte fel Brazília egy magánegyeteme patológiatanári állásra, ahol állatorvosi kar létrehozását tervezték. Hatalmas kihívást jelentett a Patológia Tanszék megtervezése és létrehozása, teljesen az alapoktól, amelynek során nemcsak a kutatási és diagnosztikai felszereltséget, hanem a teljes építkezést is személyesen felügyelte, igen szigorú követelmények mellett. Tíz év után tért vissza Magyarországra, ahol az Anatómiai és Szövetani Tanszék professzoraként nagy sikerrel oktatta a sejtbiológiát.

TÚRY professzor keze alatt állatorvos nemzedékek nőttek fel, százaknak példaképe, tiszteletreméltó

oktatója, tárgyát megszerettető tanára volt. Mindez azonban csak a példás családi háttér mellett volt lehetséges, amelyet szeretett felesége DR. ILLÉS ERZSÉBET biztosított számára, akivel 52 éven keresztül oszthatta meg minden örömét és bánatát.

DR. TÚRY ERNŐ életének utolsó éveiben súlyos beteg volt, amit méltósággal és hősiiesen viselt. Kedves humora, megnyerő személyisége, amellyel oly sokakat búvkörébe vont, mindörökké velünk marad, ahogy velünk marad a tőle kapott tudás és bölcsesség is, amelynek továbbadása immár a mi feladatunk. A miénk, akik ismerhették a tanárt, a tudóst, a kutatót, a barátot.

Dr. Sótonyi Péter
rektor

**Peculiar laboratory animals,
experimental models**

Literature review

Korsós Gabriella
Cenkvári Éva
Gáspárdy András
Fekete Sándor György*G. Korsós
É. Cenkvári
A. Gáspárdy
S. Gy. Fekete*Állatorvostudományi Egyetem
Állattenyésztési, Takarmányozástani és
Laborállat-tudományi Tanszék
H-1078 Budapest, István u. 2.

* e-mail: sandorgyorgyfekete@gmail.com

**Különleges laborállatok, kísérleti
modellek****Irodalmi összefoglaló****ÖSSZEFOGLALÁS**

A szerzők jelen tanulmányukban bemutatják azon kevésbé ismert, alacsonyabb rendű szervezeteket, kísérleti modelleket, amelyek egyre több vizsgálatban alkalmasak a fejlettebb, gerinces fajok helyettesítésére. A muslica a klasszikus genetika modellállata. Hengeresférgen mutatták ki a programozott sejthalált. A meztelen csiga a vegyületek irritáló hatását mutatja. A fejlábúak neurobiológiai és etológiai kutatások alanyai. A zebraadánió lárváin embriotoxicitás tesztelhető. Az axolotl lárvája a neoténia jelenségét mutatja és a szervregeneráció kutatásának eszköze. Az afrikai karmosbéka ivarspecifikus hangadásra képes. A kilencöves tatu az emberi lepra modellje. A csupasz turkálók élettartama hosszú és ellenálló a tumorképződéssel szemben.

SUMMARY

In this study the authors overview those peculiar experimental models, which have a more and more important role in the replacement of higher vertebrates, because according to the concept of animal model, it is enough to have one important common characteristic with the target. *Daphnia pulex* is a sensitive ecotoxicological model. The fruit fly is a classical model of the genetics. The meal worm, the larva of *Tenebrio molitor* (Fig. 1) can be used for the evaluation of proteins' nutritional value. The apoptosis and the RNA interference have been shown in *Caenorhabditis elegans* and the role of telomerase in the ageing was studied. By means of the *Nippostrongylus brasiliensis* the parasite-induced Th2 answer can be investigated. The slug (Fig. 2) mucous production is reliable indicator of the local irritation of compounds. The 63/2010. EU directive extended the protection for the cephalopods (Fig. 3), because they have pain feeling. They are preferred models of sight, neurobiology and teaching. They are appropriate for studying the learning and memory processes, too. The development of the transparent zebrafish larvae continues out of the mother's body, therefore the embryotoxicity and teratogenicity can be tested. The axolotl (Fig. 4) is an important subject of the experiments on organ regeneration. Their larvae show neoteny. By the contractions of the inner laryngeal muscles the *Xenopus laevis* is able to a sex-specific vocalisation. The reproduction of the armadillo (Fig. 5) is characterized by polyembryony. It is a satisfactory model of the human leprosy (Hansen-disease). The naked mole-rats (Fig. 6.) are eusocial animals. Their life span is extremely long. They are resistant to tumour formation. They have an important hyaluronic acid tool, which, in turn, keeps the cells far from each other. The failure percentage in the protein synthesis is very low. Their skin hardly feels pain because of the absence of substance P.

LABORÁLLAT

Ha állatkísérletekről hallunk, önkéntelenül egerekre, patkányokra és nyulakra gondolunk. Ez jogos is, hiszen az oktatásban és kutatásban fölhasznált fajok közel 90%-ban kistrágcsalók, valamint nyulak. A betegségmodelleknek három típusa van: homológ, izomorf és prediktív. A homológ kísérletek állatai azonos oktannal, azonos tüneteket mutatnak a célszervezettel, s a kezelés is megegyező. Az izomorf esetben már csak az állatok tünetei és a kezelés hasonló, a prediktív modellek viszont már csak néhány vagy a legfontosabb jellemzőjében azonosak az ember vagy a célállat betegségével. Az utóbbi érvényes az alapkutatásra is: az állatkísérleti modell koncepciója szerint elég, ha a vizsgált alany egy jelentős tulajdonságban egyezik a célállat vagy az ember hasonló jellemzőjében, a más habitusbeli hasonlóság nem föltétel (34). Így egyre több fajt von be a kísérleti munka, kihasználva azok különleges élettani-biokémiái-patológiai tulajdonságait. Jelen összeállításban nem térünk ki a modellként szereplő baromfira, görényre, sertésre, kiskérődzőkre és lóra, hanem célzottan az ún. egzotikus és nem hagyományos kísérleti modelleket ismertetjük.

A betegségmodellek típusai: a homológ, az izomorf és a prediktív

A fejlábúak kivételével a gerinctelen állatok esetében nem kell a kísérletekhez engedélyt kérni

Nemcsak állatokat, hanem növényeket, baktériumokat, egysejtűeket, ízeltlábúakat is használnak modellként

Jó kiindulópontul szolgál a National Institute of Health által bevált modellszervezetek listája: egér, patkány, baktériumok, élesztőgombák (*Saccharomyces cerevisiae* és *pombe*), *Neurospora fonalasgomba*, *Caenorhabditis elegans* hengeresféreg, daphnia (vízibolha), közönséges muslica (*Drosophila melanogaster*), zebradánió, karmosbéka (28). A megközelítés állatvédelmi szempontból is jelentős, mert alacsonyabb rendű, tudatos fájdalmat nem, vagy kevésbé érző fajokkal lehet kísérletezni, sőt a fejlábúak kivételével a gerinctelen állatok esetében nem kell külön engedélyt kérni, ami meggyorsítja a tudományos munkát. Szembetűnő, hogy nemcsak gerinctelen állatokat (37), hanem már növényeket is (arabidopsis) használnak modellként. Az *Arabidopsis thaliana* a keresztesvirágúak családjába tartozó kistermetű gyomnövény. Rövid, kb. 6 hetes életciklusa, önbeporzó (max. kültényesztettséggel 0,3%), kicsi, 5 kromoszómán 125 Mbp-s genomja miatt RÉDEI GYÖRGY vezette be, mint modellszervezetet. Számos növényélettani, -kórtani és genetikai kutatásra alkalmas, így a virágfejlődés, a fényérzékenység és a növény-kórokozó kölcsönhatás kérdéseinek vizsgálatára (26). Ezen túlmenően baktériumokat, egysejtűeket, csótányt és a nagy lisztbogár lárváját is használják.

A *Dictyostelium discoideum* talajlakó amőba – táplálékellátásától függően – egy- vagy többsejtű formában él. Ideális modellje a jelátadó mechanizmusok, a kemotaxis, a fagocitózis és sejtdifferenciálódás kutatására. 34 Mb-os genomja ismert, s több ezer törzse és plazmidja igényelhető a Dicty Stock Centerből. Élesztőkön tárták föl a gének aktiváló-inaktiváló mechanizmusát. A két leggyakrabban fölhasznált **élesztőfaj** a pékélesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) és a sarjadzógomba (*Schizosaccharomyces pombe*) gyors szaporodása (2–4 óránkénti megkettőződés) és könnyű tenyésztetősége miatt a sejtciklus, az alapvető biokémiai folyamatok és a funkcionális genetikai kutatásokban széleskörűen alkalmazzák. Az emlősökben protoonkogén homológja is megtalálható a pékélesztőben, lehetővé téve annak génszintű vizsgálatát (5). A pékélesztő kiváló alanya a geriátriai kutatásoknak, mivel az energiakorlátozás – a legtöbb élőlényhez hasonlóan – megnöveli az élettartamot. Ennek hátterében egy NAD-dependens hiszton-deacetiláz, a Sir2-enzim működése áll. Az utóbbi hasonló szerepet tölt be a *Caenorhabditis elegans*ban is (25, 32). A *Neurospora crassa fonalasgomba* segítségével tisztázták az alapvető kérdéseit a biokémiai és molekuláris genetikának, az anyagforgalmat szabályozó gének működését és a napi ritmus sejt-szintű mechanizmusait (8).

A *vízibolha* (*Daphnia pulex*) genomja ismert. Azon túl, hogy érzékeny ökotoxiko-

A csótány kitűnő alanya a neurobiológiának, az ontogenezisnek, a szaporodásbiológiának és a feromonológiának

lógiai modell, átlátszósága miatt a szövetspecifikus gének expresszióját, paraziták és kórokozók hatását közvetlenül lehet tanulmányozni (28). A német (*Blattus germanicus*) és a konyhai csótány (*Blatta orientalis*) 1,5–2 cm-es, pete-nimfa-felnőtt fejlődési stádiumai vannak. Mindenevő, kitűnő alanya a neurobiológiának, az egyedfejlődés és szaporodás hormonális szabályozásának, a feromonológiának (4, 16). A **közönséges muslica** (*Drosophila melanogaster*) a *Diptera* rend Harmatlegyek (*Drosophilidae*) családjába tartozik. A klasszikus genetika modellállata. Különösen alkalmassá teszi kromoszómáinak nagy mérete, számos, ismert mutáns változata (fehér, szárnytalan, piros szemű stb.). MORGAN keresztezési kísérleteivel megerősítette és a kromoszómákhoz kötötte a mendeli öröklésmentet és leírta az ivarhoz kötött öröklésmentet. Munkásságáért 1933-ban Nobel-díjat kapott.



1. ÁBRA. Közönséges gyászbogár és lárvája, a lisztukac
(Fotó: FEKETE SÁNDOR GYÖRGY)

FIGURE 1. *Tenebrio molitor* beetle and its larval form, the mealworm
(Photo: SÁNDOR GYÖRGY FEKETE)

Caenorhabditis elegans fonálférget használták az apoptózis, az öregedési folyamatok, a telomérek, ill. telomeráz tanulmányozására

A **lisztukac** a 14–16 cm-es nagy lisztbogár (*Tenebrio molitor*) lárvája (1. ábra). A nőstény a hímeket vonzó feromont választ ki a potrohán. Az akvaterrarisztikában kedvelt táplálékállat. A lárvák emésztése és aminosavigénye nagyon hasonlít a melegvérűekre (10), ezért a takarmányfehérjék biológiai értékének becslésére használható. A 10 mg-os lárvákat a búzaliszt-tesztfehérje keverékére helyezik, és párás környezetben (gyakorlatilag egy széles szájú üvegben) 28 napig tartják, majd lemérik (a 30. napon a lárvák bebábozódnak). A relatív testtömeg-gyarapodás ($\Delta W = W_2 - W_1 / W_2 \times 100$), vagy a pillanatnyi (specifikus, ponderal) növekedési sebesség ($SGR = \ln W_2 - \ln W_1 / \Delta t \times 100$, ahol 'SGR' a specific growth rate, az $\ln W_1$ a kezdő-, az $\ln W_2$ a zárótömeg természetes logaritmus, a Δt az eltelt idő, napokban), adja a biológiai értéket, ahol a kontrollérték a tiszta búzaörleményen elért testtömeg-gyarapodás jelenti (11). A teszt hátránya, hogy a lárvák érzékenyek a fehérjetakarmányok antinutritív anyagaira (pl. a nyers szója tripszingátló faktora).

A kb. 1 mm hosszú áttetsző, nem parazita nematoda (*Caenorhabditis elegans*) – többszörös 'Nobel-díjas'. Kutikulával borított teste kétoldali szimmetriát mutat, testüregében (pseudocoelom) négy epidermális rost és folyadék található. Az egyedek többsége hermafrodita, néhány viszont hím. Keringési és légzési rendszere nincs. A bélcsatornában nagy lizoszómákra emlékeztető granulumok vannak, amelyek a féreg halálakor erős kék UV-fényt bocsátanak ki (13). A hat kromoszómán és a mitokondriumokban levő genomja mintegy 100 millió bázisból áll (6). Rajta mutatták ki a programozott sejthalált, az apoptózist, az RNS-interferenciát, és vizsgálták a telomérek és a telomeráz szerepét is az öregedésben. Az öregedési folyamatok molekuláris részletei is tanulmányozhatók a fonálférgek szervezetében, pl. a *daf-2* és *daf-16* gén által kódolt inzulinszerű növekedési faktor (IGF-I) receptora által közvetített jelzőrendszer gátlásával (mutáció) a féreg élettartama kétszeresére nőtt (19). Javasolták, hogy a *C. elegans* legyen az idegrendszer fejlődésének modellállata, mert ez az egyik legegyszerűbb neuronhálózattal rendelkező élőlény. Ugyanakkor a génfunkciók és az egyedfejlődés alapvető kérdéseinek tanulmányozására is alkalmas élőlény.

Egy másik fonálféregfaj (*Nippostrongylus brasiliensis*) parazita bélféregként rágcsálókat betegít meg, így kedvelt modell a sajátos immunválaszt adó soksecsű egér-nippostrongylus modell (12, 18). Mikor ez a féreg áthalad a tüdőn,

szöveti károsodást és gyulladást idéz elő. A támadás ellensúlyozására a szervezet egy adott típusú immunválaszt ún. Th2-választ mozgósít, ami segíti a férgek kiűzését. Az új kutatás szerint azonban a szervezet reakciójának előnyei többrétűek. Így összetett, sejtszintű válasz segít kijavítani a férgek által okozott kárt. A paraziták által indukált Th2-válasz egy többtényezős folyamatot indít meg, amely fontos a heveny sebgyógyulásban, a gyulladás ellenőrzésében, és végül ezek a folyamatok együttesen egy sebgyógyulást váltanak ki. Így a parazitafertőzés által indukált immunválasz akár előnyös is lehetne a heveny légúti fertőzések, pl. a tüdőgyulladás által okozott károsodások kezelésére.

A *spanyol meztelen csiga* (*Arion lusitanicus*) színe barnás-sárgás (2. ábra), testfelületét szubepiteliális kötőszövet, azon csillós, mikrobolyhos sejtek és nyálkatermelő sejtek borítják. A nyúl szemét megvakítani is képes Draize-teszt helyett a gyógyszerek szemirritációs hatását jól előjelzi a meztelencsiga-irritációs teszt (Slug Mucosal Irritation assay, SMI). Ennek különösen nagy állatvédelmi jelentősége van, ugyanis az eredeti teszt igen fájdalmas a nyúl számára. A csigát egy petricsészében a tesztanyagra helyezik. A kibocsátott nyálkás exsudatum mennyisége a helyi irritációt jelzi, a foszfátos pufferben fölfogott fehérje, alkalikus foszfatáz- és tejsav-dehidrogenáz-kibocsátás pedig a szöveti károsodás mértékére enged következtetni (1). A teszt alkalmas a bőr, valamint a bél, a hüvely és a száj nyálkahártyájára kifejtett hatás előjelzésére. Ezzel a vizsgálattal a szűrő és égető érzet is megjósolható, amely *in vitro* és emlősökkel végzett kísérletekben nem lehetséges (22).

A fejlábúak (*Cephalopodes*). A 63/2010-es EU Irányelv négy lábas-fejűt (polip, csigáspolip, tintahal, szépia) vont a törvényi oltalom alá, ugyanis fájdalmat éreznek (13). A fejlábúak teste a szerveket tartalmazó köpenyből és a karokat hordozó fejből áll (3. ábra). A molluscák (puhatestűek) lábából karok és a mozgást és a légzést végző sajtölcsér alakult ki. Az octopusok két branchialis szíve a két kopolyúba, a harmadik, szisztémás szív a teljes testben keringteti a hemolimfát. Keringési rendszerük zárt, hemolimfás, az oxigént a réztartalmú hemocianin hordozza, amely nem vörsejtekben, hanem a plazmában oldva található, a vérnek kékes árnyalatot kölcsönözve. Szemük, központi és környéki idegrendszerük fejlett. Egy sejtréteges bőruk vékony, sérülékeny, könnyen szakad, s másodlagos bakteriális fertőzés miatt elhulláshoz vezethet. Képesek a színeket és formákat megkülönböztetni. Szájukon erős, kitinből álló csőr és ún. radula van. Nyálmirigyek emésztőnedvet, s esetenként mérget termelnek. Tintaszájuk melanintartalmú festéket hordoz. A szem alatti két gödörben lévő csillós hámsejtek a szaglás érzékelésére, a karokon található kemoreceptorok pedig mind a szagok, mind a feromonok érzékelésére képesek (30). Szemük testükhöz képest nagy, de a gerinces szemmel nem homológ szerv. Szívárványhártyából, pupillából és lencséből áll, amelyet az octopusok esetében még szaruhártya is véd. Az octopus pupillája négyszögletes, a tintahalban W alakú, a szépiában pedig kerek. Legalább nyolc karuk és több tapogató csápjuk van, a karokon húsos papillák vannak. A szívókákon lévő kemoszenzorok fölismerik a polipbőrt, így – annak ellenére, hogy a karok mozgása nem az agyból koordinált – azok nem tapadnak össze. Védekezésül színváltoztatásra képes. A pigmenttel töltött zsákok (kromatofórok) összehúzódása-kitágulása módosítja a színt. Riasztó-elfedő festék kibocsátására is képesek. Egyes tintahalfajoknak egy pár fény szervük is van: a szájon lévő zsákokban fényt kibocsátó baktériumok és a



2. ÁBRA. Spanyol meztelen csiga (*Arion lusitanicus*)

(Fotó: ANDREW BOSSI)

FIGURE 2. Giant Spanish Slug (*Arion lusitanicus*)

(Photo: ANDREW BOSSI)



3. ÁBRA. Polip (*Octopus vulgaris*)

(Fotó: BAGOSI ZOLTÁN)

FIGURE 3. Octopus (*Octopus vulgaris*)

(Photo: ZOLTÁN BAGOSI)

foszforeszkálás erősségét szabályozó lencsék találhatóak (36). A nőstény tintahalak ivarmirigyei egy 10 kDa-os fehérjét (Loligo-beta-MSP) termelnek, amelynek hatására a hímek féktelenül agresszívvé válnak (7). Erős a szexuális dimorfizmus. Külön kar (hectocotylus) vagy penis szolgál a spermiumokat hordozó spermatofor-csövek átvitelére. Ivarérettségüket gyorsan elérik, egyszer petéznek le, az ún. paralárvákat fölnevelik, s a legtöbb faj (kivételesen a nautiloidok) ebbe bele is pusztul.

A polip a neurobiológiai kutatások kedvelt modellje

Nyílt vagy zárt rendszerű, tengeri akváriumokban tartható, a víz 12–22 °C-os [trópusi fajok esetében 25–32 °C] legyen. A víz ne tartalmazzon nitritet és fémet. Mivel kannibalizmusra (sőt szűk elhelyezés esetén öncsonkításra, autofágiára) is képesek, egyenként kell őket elhelyezni. Környezetgazdagítás szükséges: polipok esetében leírták, hogy az akváriumukba tett tárgyakkal „játsoztak” (24).

Kísérleti fölhasználásuk során, mivel fájdalomérzésük van, a beavatkozások csak anaesthesiával, analgesiával végezhetőek. Axonjaik, ganglionjaik hatalmasok, így a neurobiológiai kutatás és az oktatás kedvelt modellje. Genomja ismert, s az evolúció során megduplázódott: ezzel magyarázható idegrendszerének nagysága és komplexitása, valamint morfológiai különlegességei (2). Nagyon intelligens állatok, ezért tanulási és emlékezési folyamatok vizsgálatára alkalmasak. A látás vizsgálatához is jól alkalmazhatóak a fejlábúak. A kétpettyes polip (*Octopus bimaculoides*) nemcsak a szemével, hanem a bőrrel is képes érzékelni a fényt. A fényérzékeléshez nincs szükségük a központi idegrendszerre, mert ugyanannak a fényérzékelő proteincsaládnak (opszinoknak) a segítségével éri el, mint ami a szemében is megtalálható. A fényérzékelők kapcsolatban vannak a kromatofórákkal, és ez lehetővé teszi a választ az agyból vagy a szemekből érkező információk nélkül is. A folyamatot a fény által aktivált kromatofóra-tágulásnak (Light-Activated Chromatophore Expansion, LACE) nevezték el. Az octopus kommunikációja a karok pozíciójával és a színváltoztatással történik, s ez – az emlősök grimasz pontrendszeréhez hasonlóan – fölhasználható a fájdalom és a rossz közérzet megítélésre. A nautilisszal feltételes reflexkísérletek végezhetőek (operáns tanulás). Összefoglalóan tehát a lábasfejűeket viselkedési, idegélet-tani, alap élettani, genomikai és vízkultúrás kísérletekben használják.

A zebradánió kísérleti állatmodellként való felhasználását a magyar származású GEORGE STREISINGER javasolta

A **zebradánió** (*[Brachy]Danio rerio*) nevének szinonimái: zebrahal, zebrafish, striped danio stb., a *Cyprinidae* (Pontyfélék) család tagja. Kelet-Indiából származik, de mára már közkedvelt díszhal. A tiszta folyóvizet kedveli. Testhossza: 4,5–6 cm, a háta olajbarna, oldalán és hasán sárgásfehér. Kifejezett az ivari dimorfizmus. A hímek karcsúak, s a kék csíkok között narancssárga csíkok láthatók. A nőstények teltebbek, színük kevésbé élénk, ezüst csíkjai is vannak. Élettartamuk átlagosan 2–3 év, de elérheti az ötöt is. Mindenevők. Könnyen tartható kis akváriumokban, szaporítási és fölnevelési technológiájuk egyszerű. A beltenyésztésre alig érzékeny. Csoportos életmód jellemző rá. Minimálisan 6 egyed tartanak egy csoportban, pH 6,0–8,0-as, 4–15 nk° (német keménységi fok) keménységű, 20–26 °C hőmérsékletű vízben. Elhelyezési sűrűség 25 állat/40–50 liter. Az ívatás friss vízben, 24–26 °C-on hajnalban zajlik. Ívás után a szülőpárt el kell távolítani, mert ikrafalók. A peték kb. 72 óra múlva kelnek ki. Az ivarérettségét már a 3. hónapban eléri. Általában hetente egyszer, 20–200 ikrát rak, ha elegendő a táplálék, akkor kéthetente háromszor petézik. A lárvák fejlődése az anya testén kívül zajlik, az jól megfigyelhető, manipulálható. A fejlődés nagyon gyors, az egy sejtes állapottól a lárváig három nap. A szervek hamarosan kifejlődnek (így a lárva képes a ragadozók elől menekülni), de a központi idegrendszer fejlődése ehhez képest később következik be (14).

A zebradániót gyakran alkalmazzák a gyógyszerkutatásokban

Kísérleti modellként való fölhasználását a magyar származású GEORGE STREISINGER javasolta, s ugyancsak ő klónozott először zebradániót. Ez a halfaj azóta olyan közkedvelt és gyakran használt kísérleti állat lett, hogy ma már csak a kifejezetten erre a célra tenyésztett egyedeket lehet kísérletbe vonni. Kuta-

A lárva és az embrió zebradánió teste átlátszó, ezért az organogenezis sztereomikroszkóppal jól követhető

Az állatvédelmi törvények szigorodása miatt a kétéltűek alanyként történő felhasználása visszaszorult

tási fölhasználása lehetővé teszi a csökkentést és helyettesítést a gyógyszerkutatásban, átmenetet kínálva az emlős *in vivo* és *in vitro* vizsgálata között, ugyanis így a máj aktiváló-inaktiváló funkciója is jelen van. Humán betegségek (pl. tuberkulózis, melanomaképződés) modellje lehet. Mivel a lárva átlátszó, kevésbé invazív technikák használhatók a gyógyszerek és mérgeanyagok tesztelésére (tökéletesítés/finomítás). Ezekkel a módszerekkel lehetséges az emlősállatok kiváltása, ezért számos laboratóriumban átvette az egerek és patkányok szerepét. A vizsgálandó anyagok egyszerűen a lárvát tartalmazó médiumhoz adhatók és a gyógyszer-indukálta embriotoxicitás és teratogenitás tesztelhető. A szervek fejlődése sztereomikroszkóppal vizsgálható, ugyanis a lárva és embrió kicsi, átlátszó, gyorsan fejlődik, így az embrió- és organogenezis jól követhető. A gyógyszerjelölt molekulák szívre kifejtett hatása is jól vizsgálható, hiszen *in vivo* látható. Léteznek fluoreszcens fehérjét termelő transzgenikus vonalak is, amelyek segítségével az angiogenezis, gyulladásos reakciók és mérgehatás hitelesen vizsgálható. A környezetszennyező vegyületek vizsgálatára is alkalmas. Mutagéneket, ösztrogénszármazékokat („endocrine disruptors” kimutató transzgen vonalak is léteznek. Fluoreszcens foszfolipidek etetésével a lipidmetabolizmus követhető. A farokúszó amputálását követően regenerációs modellként is használható. Génexpressziós vizsgálatok segítségével a mutagenézis, a funkcionális genomika, valamint a szervezet-tumor interakciók is jól jellemezhető. Humángenetikában mutagenézisre alapozott kutatásokkal a mutánsok jellemzői alapján lehetséges a viselkedés irányításának és a tanulási folyamatoknak a tanulmányozása. Ezen túlmenően kiterjedt fejlődésgenetikai vizsgálatokat, pl. a vérképző rendszerre, szív- és szembetegségekre (színvakság, retina-degeneráció) is végeztek a zebradánióval (20).

A kétéltűek kedvelt alanyai voltak az oktatásnak és diagnosztikának, de az állatvédelmi törvények szigorodása miatt ez irányú fölhasználásuk visszaszorult. Tartásuk, táplálásuk és gyógykezelésük nehézkes: akváriumra vagy terráriumra van szükség, élő vagy lebegő formában kell a takarmányt biztosítani, bőrlégzésük van, a nefrotoxikus antibiotikumokra fokozottan érzékenyek. Ugyanakkor a melegvérűeket kiváltani igyekvő törekvés („helyettesítés”) egyre inkább újra bevonja a kétéltűeket a kutatásba. A *Xenopus laevis* és *Xenopus tropicalis* oocytáit használják a molekulárbiológiai vizsgálatokban, a gőtéken és békákon tanulmányozható a teljes átalakulás, a metamorfózis, a poliploidia, a vedlés szabályozása; az emlősöknél könnyebben klónozhatók (29). Ezek a fajok is csak akkor használhatók kísérletben, ha kifejezetten erre a célra tenyésztették.

Az **axolotl** (*Ambystoma mexicanum*) vagy mexikói szalamandra (4. ábra). Az axolotl aztékul vízi kutyát, szörnyet jelent. Az *Amphibia* osztály *Caudata* rendje *Ambystomatidae* családjába tartozik. Őshonosan a Mexikóvárostól délre fekvő, jódban szegény vizű tavak (Chalco, Xochimilco) lakója. Súlyosan veszélyeztetett; ugyanakkor könnyű fogságban szaporítani. Négy színváltozata ismert: barna/szürke alapon foltos, fekete, halvány rózsaszínű fekete szemekkel és arany, rózsaszín vagy cser albínó. Testhossza 20–25 cm, élettartama 8–10 év. A hím kidudorodó kloákája fölismerhető.



4. ÁBRA. Mexikói gőte (*Ambystoma mexicanum*)
(Fotó: BAGOSI ZOLTÁN)

FIGURE 4. Axolotl (*Ambystoma mexicanum*)
(Photo: ZOLTÁN BAGOSI)

Legalább 15 cm-es vízmélységű, 40 literes akváriumban kell tartani. A hideg vizet szereti (12–20 °C) az optimális 15–18 °C közötti. Apró homok legyen az alján és nagy kövek szolgáljanak rejtekhelyül. A kavicsagy nem alkalmas, mert azokat megehetik. Ragadozó életmódúak, férgek, ízeltlábúak, apró halak szolgálnak táplálékául. Fogságban halaknak készült

A mexikói szalamandra lárváiban a neotenia jelen- ségét mutatják

granulált táppal, férgekkel, halakkal táplálják.

Ivarérésük 18–24 hónaposan fejeződik be. A hím spermacsomagot tesz le, amit a nőstény a kloákával szippant föl. A lerakott 200–300 tojásból kikelnek az ebihalak, s két hét múlva már önálló életmódot folytatnak. A lárvák a neotenia jelenségét mutatják. Ez általában azt jelenti, hogy a korai egyedfejlődés (lárvakori-magzati, fiatal növendék) egyes sajátosságai felnőtt, ivarérett korban is megtalálhatók. Az axolotl esetében ez azt jelenti, hogy nem mennek át metamorfózison, és az ivarérett lárvaállapotban következik be, miközben továbbra is kopolyúkkal lélegzik. Mesterségesen jód-, pajzsmirigy-, tobozmirigy-készítményekkel elő lehet idézni a teljes átalakulást, ugyanis annak alapvető oka az agyalapi mirigy pajzsmirigyserkentő hormon (TSH) termelésének elégtelensége. Ez a jelenség más szalamandrafajok esetében is előfordulhat, mert ez hatékony túlélési stratégia táplálék- és jódhányos vizekben.

A szervregeneráció kutatásának fontos alánya

Kutatási fölhasználása mindenekelőtt a neotenia vizsgálata. A szervregeneráció kutatásának fontos alanyai, mivel képesek elvesztett végtagjaikat visszanyerni. A felületen elősejtek jelennek meg, és regenerálják a hiányzó szöveteket. A transzplantált szöveteket tökéletesen beépítik (21), ugyanis nem hegek képződnek a levágott testrész helyén, hanem az adott végtag teljes egészében visszánő. Mindezek alapján a végtagok fejlődését is ezen a fajon tanulmányozzák. Megismerhető az axolotl segítségével a gázcsere és -szállítás működése, a kopolyú szerkezete, valamint szerepe az iontranszportban. Fejlődéstani kutatások fontos alanyai, mivel embriójuk nagy és könnyen manipulálható. Jól vizsgálható pl. a szívelégtelenség, mivel egy ismert mutáció már embriókorban zavart okoz a szív működésében, és az embriók majdnem a kikelésig élnek szív-működés nélkül. Rákkutatásra is igénybe veszik.

Az afrikai karmosbéka négyzetes kromoszóma- garnitúrával rendel- kezik

Afrikai karmosbéka (*Xenopus laevis*), xenopus, african clawed frog. Az *Amphibia* osztály – *Anura* rend – *Pipidae* család – *Xenopus* genusába tartozik. Élőhelye Afrika szubszaharai részei, Nigériától és Szudántól Dél-Afrikáig, ahol nedves területek találhatók. Elszigetelt, betelepített populációk vannak Észak- és Dél-Amerikában és Európában is. A *Pipidae* család fajainak teste és feje ellapult, nincs nyelve és foga, teljesen a vízi életmódhoz alkalmazkodtak. Testhosszuk átlagosan 10–13 cm (de elérheti a 25 cm-t és 0,5 kg-os tömeget), élettartama 5–15 év (akár 20–25) év. A hátsó lábakon három rövid karom található: a *Xenopus* név is innen ered, furcsa, idegen lábat jelent. Feladata a táplálék szétszedése, továbbá menekülés közben az iszap fölkavarása. A táplálékot erős, izmos lábakkal juttatják a szájukba, ill. hiobrachialis pumpával szívják be. „Oldalvonaluk” van a mozgás és rezgések érzékelésére. Ujjaik tapintása érzékeny, szaglásuk jó. A leggyakoribb a szürkés-zöldes szín, de van albínó változat is; a has sárgásfehér. Évente vedlik, a levedlett bőrt megeszi. Négyzetes kromoszóma-garnitúrával (allotetraploidia) rendelkezik. A belső gégeizmok összehúzásával hangadásra képes. Az ivari dimorfizmus kifejezett. A hím kisebb méretű, teste és lába karcsúbb. Tücsökciripelésre emlékeztető hívhanggal (rövid és hosszú trillák váltakozása) hívnak párzásra. A nőstények mérete nagyobb, testük vastagabb. A hím fölhívására válaszolnak, az elfogadást kopogás (11–12 kattanas másodpercenként), az elutasítást lassú ketyegés (4 kattogás másodpercenként) jelzi (33). Az ivari dimorfizmus az agyban a szerotoninreceptorok sűrűségében és megoszlásában is mutatkozik (38). Ivarérésük kb. tíz hónapos korban következik be. Peterakás akár évente négyszer lehetséges, ami hidegebb vízbe helyezéssel serkenthető. A petéből 2–4 nap alatt kikelnek az ebihalak, és a teljes átalakulásig (metamorfózis) hat hét telik el.

Tartása viszonylag egyszerű: 3–5 egyed/100 liter, 20–28 °C-os vízben. Az aljzatra homok, apró kavics kerüljön. Mivel a vizet nem hagyják el, nincs szükség kímászókra, száraz részekre. Búvóhelyet viszont biztosítani kell növények betelepítésével, nagyobb köveknek az akváriumba helyezésével. A természetben rovarokat,

Embriója fejlődéstani és molekulárbiológiai kutatások modellállata

A karmosbéka volt az első klónozott gerinces

kisebb halakat fogyaszt, gyakorlatilag bármit, ami a szájába belefér. Fogságban lárvákkal, kis halakkal, tücsökkel, egyéb rovarokkal és férgekkel naponta vagy hetente 3–4 alkalommal etetik. Az ebihal kopoltyúval lélegzik, ezért a vizet levegőztetni kell. Ez a kifejlett esetében nem szükséges.

Kísérleti felhasználását elősegíti, hogy a petesejt és az embrió mérete nagy, könnyen manipulálható. Embriója tetraploid, a fejlődéstani és molekulárbiológiai kutatások fontos modellállata, annak ellenére, hogy genetikai összetettsége nem felel meg az általában kívánatos örökléstani modellnek. Az afrikai karmosbéka oocytáiban és embrióiban lehetőség nyílik a módosított DNS vagy hírvivő RNS gyors funkcionális meghatározására is. Az elektrofiziológiai kutatásokban a petesejtben a membráncsatornák működését vizsgálják. A *Xenopus laevis* használták föl a látórendszer fejlődésének leírásához. A kísérleti eredmények alapján fölállították a kemoaffinitási elméletet, amely szerint az embrionális fejlődés során bizonyos vegyületek a megfelelő helyre irányítják az idegvégződéseket, és ez a későbbi élet során nem változtatható meg. Karmosbéka volt az első klónozott gerinces. 1992-ben lötték ki az ürbe a szaporodás és egyedfejlődés zéró gravitációban való tanulmányozására. Korábban terhességi teszthez használták, ugyanis a terhes nő hCG- (humán choriongonin) tartalmú vizelete petetermelést vált ki a nőstényekben. A teszt ma már elavultnak tekinthető, de a fogságban ma is hCG-kezelés segítségével szaporítják. Jelentősége különösen nagy, mivel védett faj állatkísérletben nem használható, Magyarországon pedig minden két-

éltű és hulló védett! Így a korábban elterjedt kecskebéka-kísérletek és oktatási bemutatókhoz is csak a karmos béka jöhet szóba.

A **kilencöves tatu** (*Dasyus novemcinctus*) az öves állatfélék családjába, a páncélos foghíjasok és vendégízületesek rendjébe (*Cingulata*) és az övesállatok (*Dasypodidae*) családjába tartozik. Hazája Észak- és Dél-Amerika. Páncéljukat az irharétegükben kifejlődő csontképződmények alkotják, és ezen kívül az epidermiszből származó szarupikkelyek borítják (5. ábra). Fontosabb fajai az óriás tatu (*Priodontes giganteus*), amely a farkkal együtt 1,75 m hosszú; a kilencöves tatu (*Dasyus novemcinctus*), a hatöves armadillo (*Dasyus villosus* Fish), a sörtés armadillo (*Chaetophractus villosus*) és a közeli rokon páncélos egerek (*Chlamyphorinae*), melyek mérete és életmódja a vakondkéhez hasonlítható (Uránia, 1966). Elülső lábain



5. ÁBRA. Kilencöves tatu (*Dasyus novemcinctus*)
(Fotó: BAGOSI ZOLTÁN)

FIGURE 5. Ninebanded armadillo (*Dasyus novemcinctus*)
(Photo: ZOLTÁN BAGOSI)

A kilencöves tatu szaporodásbiológiai jellegzetessége a poliembriónia

4, a hátulsókon 5 ujj található. Fogképlete 7-9/7-9 csökevényes fog. A *dasyus* görögül nyulat, az armadillo spanyolul kis páncélost jelent. Élettartama a természetben 6–9 év. A tatuk vemhességi ideje 3–4 hónap, a fiókák fészekhagyók. Stressz hatására az implantáció – akár 3 hónappal is – megkéshet. Évi ellésszámuk egy. Táplálkozásuk hasonló a rovarévó sünéhez (hangyák, bogarak, termeszek), de több benne a mindenevő jelleg. Étrendjében előfordulnak puhatestűek, kisebb kétéltűek és hullók is. Fogságban darált hússal, apróra vágott gyümölcscsel, teljes tejjel, tojással és fehér kenyér keverékével táplálják (23), csoportosan tartják, s helyigénye a felnőtt nyúléhoz hasonlítható.

Kísérleti célokra leggyakrabban a kilencöves tatut veszik igénybe. Genetikai-szaporodási jellegzetességük a poliembriónia. A megtermékenyített petesejt négyfelé válik már a barázdálódási folyamat kezdetén. Ez azt jelenti, hogy egy megtermékenyített petesejtből négy embrió fejlődik ki, amelyek minden

A tatu szervezete az emberi lepra tanulmányozására alkalmas

szempontból egypetűjű ikrek; általában kettő pete érik meg, így 4–4 identikus testvér születik az alomban. Hatvannégy ($2n$), hat csoportba sorolható kromoszómája van (3). A nőstény szájnyalvakhárttyájára-hámsejtjeiben kromatintest látható, és a PMN (polymorphonuclearis) fehérvérsejtek dobverő alakúak.

Az emberi leprát (Hansen-féle betegség) a *Mycobacterium leprae* okozza, amely szintetikus táptalajon nem tenyészthető. A kórokozó egerek talppárnáiban fönntartható és szaporítható, de az igazán alkalmas modellje a leprának a tatu: a mesterséges fertőzést követően legkésőbb 14 hónapon belül testszerte kifejlődnek a leprás csomók (nodulák), bennük a *Mycobacterium leprae* baktériumok. Mesterséges fertőzés során antigén termelődik, ami a vakcinafejlesztés alapját képezi. A tatu a kevés fogékony fajok egyike, ennek oka az alacsony testhőmérséklete ($34\text{ }^{\circ}\text{C}$). A baktérium az állat szervezetében szisztémás megbetegedést okoz, ezáltal a betegség fenntartója a természetben. A kórkép hasonló az emberben 1–10 év alatt kifejlődő súlyos noduláris kórfomával, amelyben csak a szemlencse, a retina és a *nervus opticus* érintetlen, és nincs idegi károsodás. A vérvétel helye a *vena saphena*. Anaesthesiára testtömeg kg-onként 4,5 mg ketamin és 5 mg acepromazin im. vált be (35).

A csupasz turkáló (*Heterocephalus glaber*), syn. csupasz földikutya, csupasz vakondpatkány, naked mole-rat. Rendszertanilag az Emlősök osztályába, a Rágcsálók rendjébe és a Turkálófélék családjába tartozik. Délkelet-Etiópia, Kenya keleti része, Szomália szavannák földalatti üregrendszerében él. Testhossza 8–10 cm, élőtömege 30–80 g. Teste majdnem teljesen csupasz, fülkagylója nincs, gyakorlatilag vakok. Metszőfogaik előre állnak, karmaik élesek, ajkaik a fogak mögött húzódnak (6. ábra). Kiterjedt alagútrendszerekben élnek, a felszínre nem járnak. Euszociális állatok, az átlagosan hetventagú kolóniáik, hasonlóan a méhekhez, hangyákhoz vagy termeszekhez, egy királynőből, néhány szaporodó hímből és a számos dolgozóból állnak (17). A királynő a legnagyobb, a dolgozók a legkisebbek, a szaporodó hímek a kettő közötti méretűek. A nem párzó hímek sterilek. A vemhességi idő kb. 70 nap, az átlagos alomszám 11, a csupasz és vak újszülöttek testtömege 2 g. Táplálékukat gumók és gyökerek adják, melynek cellulózát bélbaktériumok segítenek hasznosítani (31). Ha szűkös a táplálékellátás, saját bélsarukat is fölveszik. Tüdejük kicsi, vörösvérsejtjeiknek nagy az oxigén



6. ÁBRA. Csúasz turkáló (*Heterocephalus glaber*)
(Fotó: BAGOSI ZOLTÁN)

FIGURE 6. Naked mole (*Heterocephalus glaber*)
(Photo: ZOLTÁN BAGOSI)

**A csupasz földikutyá
20–30 évet is él, és
nem fordul elő bennük
daganatos betegség**

**A csupasz földikutyában
még időskorban is nagy
a hialuronsavtartalom**

iránti affinitása. A külső hőmérséklethez részben testhőmérséklete változtatásával, részben viselkedési hőszabályozással válaszol.

Élettartamuk szokatlanul hosszú, a természetben 20–30 évet is eléri. Ennek az az oka, hogy a regeneráció gyors, a sejttöregedés lassú (9). Ha rosszak a környezeti, táplálékellátási körülmények, anyagcseréjüket lelassítják. Nem fordul elő bennük daganatos megbetegedés, sőt még mesterségesen sem lehet megbetegíteni. Ennek okai a sejtosztódást szabályozó P16-gén működése, az egyébként is ötször nagyobb hialuronsav-molekula lebontásáért felelős enzim korlátozott működése (egygénes tulajdonság). Az emberben az öregedéssel a hialuronsav mennyisége csökken: az újszülöttben a legtöbb, 40 éves korra kb. a fele, 60 éves korra kb. 10%-a a kezdetinek. A csupasz turkálóban viszont még öregkorban is sok a hialuronsav. Ez a hialuronsav-készlet tartja távol a sejteket egymástól, megakadályozva a daganatképződést. A hialuronsav egyben a szervezet legnagyobb antioxidáns-tartalékát is jelenti. Sajátos működésű riboszómáik miatt a fehérjeszintézisük hibaszázaléka rendkívül kicsi. Bőrükben alig éreznek fájdalmat, mert kevés a substance-P koncentrációja. Testhőmérsékletüket viselkedéssel is szabályozzák, ugyanis a járatrendszerben testhőmérsékletüktől függően le-föl vándorolnak. Anyagcseréjük lassú, kicsi az oxigénfőhasználás, következményesen csekély az életfőntartó energiaigényük. A csupasz turkáló az egyetlen olyan élőlény, amelyben olyan daganatgátló mechanizmus működik, aminek egyetlen gén képezi az alapját. A genetikai alapú rákmentesség hátterében a hialuronsav, ill. a kezdődő tumorképző sejtek újraprogramozása állhat. Az utóbbi rezisztenciát sikerült egérbe átvinni (27). Ennek fontos szerepe lehet az új rákellenes módszerek kidolgozásában. Más mechanizmusú a vak vakondpatkány fajok (*blind mole-rat*, *Spalax judaei* és *Spalax golani*) rákkal szembeni ellenálló képessége: ha a sejtek adott sűrűségi fokot érnek el, kollektíven interferon bétát bocsátanak ki, amely tömeges sejthalálhoz vezet (15).

IRODALOM

- ADRIENS, E.: *The slug mucosal irritation assay: an alternative assay for local tolerance testing*. NC3Rs #8 The slug mucosal irritation assay. Sept 2006. www.nc3rs.org.uk
- ALBERTIN, C. B. – SIMAKOV, O. et al.: The octopus genome and the evolution of cephalopod neural and morphological novelties. *Nature*, 2015. 524. 220–224.
- BEATH, M. M. – BENIRSCHKE, K. – BROWNHILL, L. E.: The chromosomes of the nine-banded armadillo, *Dasypus novemcinctus*. *Chromosomna*, 1962. 13. 27–38.
- BELL, W. J. – LOUIS M. ROTH, L. M et al.: *Cockroaches: Ecology, Behavior, and Natural History*. John Hopkins Univ. Press. Baltimore, 2007.
- BOTSTEIN, D. – CHERVITZ, S. A – CHERRY, J. M.: Yeast as a Model Organism. *Science*, 1997. 277. 1259–1260.
- BRENNER, S.: The genetics of *Caenorhabditis elegans*. *Genetics*, 1974. 77. 71–94.
- CUMMINS, S. F. – BOAL, J. G. et al.: Extreme Aggression in Male Squid Induced by a b-MSP-like Pheromone. *Curr. Biol.*, 2011. 21. 322–327.
- DAVIS, R. H. – PERKINS, D. D.: Neurospora: a model of model microbes. *Nature Rev. Gen.*, 2002. 3. 397–403.
- EDREY, Y. H. – HANES, M. et al.: Successful aging and sustained good health in the naked mole rat: a long-lived mammalian model for biogerontology and biomedical research. *ILAR J.*, 2011. 52. 41–53.
- FÁBIÁN Gy. – MOLNÁR Gy. – NAGY E. – SZÉKY P.: *Állattan mezőgazdasági mérnökök részére*. Harmadik, átdolgozott, bővített kiadás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1977. p. 243, 246, 296, 320.
- FEKETE S.: Néhány fehérjehordozó takarmányozási értékének vizsgálata Tenebrio-családba tartozó bogarak lárvái segítségével. *Állategészségügyi és takarmányozási közlemények*, 1980. 2. 125–128.
- FEKETE, S. Gy. – KELLEMS, R. O.: Interrelationship of feeding with immunity and parasitic infection: a review. *Vet. Med. Czech*, 2007. 52. 131–143.
- FÉLIX, M. A. – BRAENDLE, C.: The natural history of *Caenorhabditis elegans*. *Curr. Biol.*, 2010. 20. R965–R969.
- FLEMING, A.: Zebrafish as an alternative model organism for disease modelling and drug discovery: implication for the 3Rs. *Nat. Cent. Replac. Refin. Red. Anim. Res.*, 2007. NC3Rs #10, www.nc3rs.org.uk
- GORBUNOVA, V. – HINE, C. et al.: Cancer resistance in the blind mole rat is mediated by concerted necrotic cell death mechanism. *PNAS*, 2012. 109. 19392–19396.
- HUBER, I. – MASSLER, I. P. – RAO, B. R.: *Cockroaches as model for neurobiology: application in neurobiological research*. Vol. II. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, 1990.
- JARVIS, J. U.: Eusociality in a mammal: cooperative breeding in naked mole-rat colonies. *Science*, 1981. 212. 571–573.
- KASSAI, T. – REDL, P. – et al.: Studies on the involvement of prostaglandins and their precursors in the rejection of *Nippostrongylus brasiliensis* from rat. *Intern. J. Parasitol.*, 1980. 10. 115–120.
- KENVON, C. – CHANG, J. et al.: A *C. elegans* mutant that lives

twice as long as wild type. *Nature*, 1993. 366. 461–464.

20. L'ORÉAL: *Fish and amphibian embryos as alternative models in toxicology and teratology*. Helmholtz Centre for Environmental Res. Paris, 2014.

21. LARSEN, G. D.: Amputated amphibians advance regenerative medicine. *Lab. Anim. (NY)*, 2016. 3. 85.

22. LENOIR, J. – ADRIAENS, E. et al.: New aspects of the slug mucosal irritation (SMI) assay: predicting ocular stinging, itching and burning sensation. *Bull. Soc. Belge Ophtalmol.*, 2011. 317. 47–48.

23. LOUGHRY, W. J. – McDONOUGH, C. M.: *The Nine-Banded Armadillo: A Natural History*. Univ. Oklahoma Press. Norman, 2013.

24. MATHER, J. A. – ROLAND C. et al.: *Octopus: The Ocean's Intelligent Invertebrate*. Timber Press. London, 2010.

25. MCISAAC, R. S. – LEWIS, K. N. et al.: From yeast to human: exploring the comparative biology of methionine restriction in extending eukaryotic life span. *Ann. New York Acad. Sci.*, 2016. 1363. 155–170.

26. MITCHELL-OLDS, T.: Arabidopsis thaliana and its wild relatives: a model system for ecology and evolution. *Trends Ecol. Evol.*, 2001. 16. 693–700.

27. MIYAWAKI, S. – KAWAMURA, Y. et al.: Tumour resistance in induced pluripotent stem cells derived from naked mole-rats. *Nat. Commun.*, 2016. 7. 11471
NIH: <http://www.nih.gov/science/models>. Retrieved: 05. 24. 2016.

28. O'ROURKE, D. P.: Reptiles and amphibians as laboratory animals. *Lab. Ani.*, 2002. 31. 6. 43–47.

29. POLESE, G. – BERTAPPELLE, C. – DI COSMO, A.: Olfactory organ of octopus vulgaris: morphology, plasticity, turnover and sensory characterization. *Biol. Open*, 2016. 05. 611–6199.

30. SCHERMAN, P. W. – JARVIS, J. U. M. – BRAUDE, S. H.: Die enge Gemeinschaft der Nacktmulle. *Spektrum der Wissenschaft*, 2003. Dossier 5. 54–61.

31. SINCLAIR, D. A.: Paradigms and pitfalls of yeast longevity research. *Mech. Aging Devel.*, 2002. 123. 857–867.

32. SMITH, J. A. – ANDREWS, P. L. R. et al.: Cephalopod research and EU Directive 2010/63/EU: Requirements, impacts and ethical review. *J. Exp. Marine Biol. Ecol.*, 2013. 447. 31–45.

33. TOBIAS, M. L. – KELLEY, D. B.: Vocalizations by a sexually dimorphic isolateral larynx. Peripheral constraints on behavioral expression. *J. Neurosci.*, 1987. 7. 3191–3197.

34. VAN DER GULDEN, W. J. I. – BEYNEN, A. C. – HAU, J.: Animal models. In: VANZUTPHEN – BAUMAN, V. – BEYNEN, A. C. (eds.): *Principles of laboratory animal science*. Elsevier. Amsterdam–New York–London, 1993. 188–196.

35. VIJAYARAGHAVAN, R.: Nine-banded armadillo *Dasyus novemcinctus* animal model for leprosy (Hansen's Disease). *Scand. J. Anim. Sci.*, 2009. 36. 167–176.

36. WEI, S. L. – YOUNG, R. E.: Development of symbiotic bacterial bioluminescence in a nearshore cephalopod, *Euprymna scolopes*. *Marine Biol.*, 1989. 103. 541–546.

37. WILSON-SANDERS, S. E.: Invertebrate models for biomedical research, testing and education. *ILAR J.*, 2011. 52. 126–152.

38. YAMAGUCHI, A. – KELLEY, D. B.: Generating sexually differentiated vocal patterns: Laryngeal nerve and EMG recording from vocalizing male and female African Clawed Frogs (*Xenopus laevis*). *J. Neurosci.*, 2000. 20. 1559–1567.

Közlésre érkező: 2016. nov. 4.

BESZÁMOLÓ

A Magyar Zoonózis Társaság idei közgyűlésén öt évre a társaság elnökének választotta FODOR LÁSZLÓT, főtitkárnak pedig DÉNES BÉLÁT. A társaság elnökségében BAKONYI TAMÁS, KORZENSZKY EMŐD, MERÉNYI LÁSZLÓ és VARGA JÁNOS képviseli szakmánkat. A társaság Felügyelő bizottságának elnökéül JÁNOSI SZILÁRDOT, tagjául pedig GYURANECS MIKLÓST választotta meg a közgyűlés.

Állathigiéna, állattenyésztés, genetika, takarmányozástan

A szekció az ülését 2017. január 23-én délelőtt tartotta az Állatorvostudományi Egyetem Zlamál Vilmos előadótermében. Az idei évben a szerzők hat előadást jelentettek be. A szekció társelnökei RAFAI PÁL és SZABÓ JÓZSEF emeritus professzorok voltak.

ADORJÁN ANDRÁS, KÖNYVES LÁSZLÓ és TÓTH ISTVÁN a bakteriofágok jövőbeni lehetséges preventív és terápiás felhasználását vizsgálta. Napjainkban ugyanis a baromfitermékek előállítására centralizált, intenzív tartási körülmények között történik, ami kedvez a kórokozók feldúsulásának. Ennek következtében a megbetegedések gyakorisága és súlyossága, valamint a vágóhídi kobzások száma is nő. A kórokozók elleni védekezésben, az antibiotikumok használatának szigorítása miatt új módszerek kerülnek előtérbe. A szerzők kutatásának egyik célja egy reprezentatív baromfi coliform törzsgyűjtemény kialakítása. Ennek kapcsán 34 coliform baktériumtörzset részlegesen jellemeztek. Továbbá izoláltak olyan bakteriofágokat, amelyek *in vitro* oldottak több baromfi eredetű coliform törzset. Ezek a fágok számos állományban előfordultak, és jellegzetes gazda- (baromfi-) specifitást mutattak.

FODOR ISTVÁN, MONOSTORI ATTILA, ABONYI-TÓTH ZSOLT és ÓZSVÁRI LÁSZLÓ a hazai tejelő szarvasmarhatelepek üszőinek menedzsmentjéről és szaporasági mutatóiról közöltek adatokat. Széles körű, országosan reprezentatív felmérésükben 34, nagy létszámú tehenészet 56 811 holstein-fríz üsző eredményét elemezték. A tehenészetek 47%-ában mérték rendszeresen az üszők testtömegét, kondíciójukat pedig csupán az állományok 9%-ában pontozták. A gazdaságok 15%-ában használtak kiegészítő ivarzókeresési módszert (pl. aktivitásmérőt, farokkrétázást). Szexált spermát az állományok 94%-ában alkalmaztak. Ultrahangos korai vemhességvizsgálatot a gazdaságok 35%-ában, míg vemhességi fehérjék kimutatásán alapuló diagnosztikát 3%-ukban végeztek üszőknél. Az első termékenyítéskori átlagéletkor 15,51 hónap volt. Az első termékenyítésre fogamzottak aránya 46,52%, az összes termékenyítésre vonatkozó fogamzási arány 45,09% volt átlagosan. Az első elléskori átlagéletkor 25,65 hónap volt, ami jelentősen elmaradt a gazdasági szempontból optimálisnak tekintett 23–24 hónaptól. Az optimálisnál nagyobb első elléskori életkor, ezáltal a hosszabb nem

termelő időszak évente több millió forint veszteséget okoz a tehenészetekben állományszinten.

TÖRÖK DÓRA, SOMOSKŐI BENEC, REGLÓDI DÓRA, TAMÁS ANDREA, FÜLÖP BALÁZS és CSEH SÁNDOR hipofízis adenilát-cikláz aktiváló polipeptid (PACAP) hatását tanulmányozta PACAP génhianyos (KO) és vad típusú egérembriók fejlődésére. A PACAP ugyanis jelentős mennyiségben megtalálható a gonádokban is, így szerepet játszhat a reprodukciós folyamatokban. A PACAP KO embriók átlagos sejtszáma sokkal nagyobb ($p = 0,0022$), mint a vad típusúaké. Ugyanakkor a fejlettebb embriók esetében szignifikánsan ($p = 0,01$) nagyobb arányban tartalmaztak micronucleust a PACAP KO embriók, ami a vad embriók jobb minőségére utal. A nőstények ciklusdiagnosztikai eredményei alapján a két csoportban az ösztadiolszint megegyezett, és csúcsértéke is egy időben jelentkezett, a progeszteronszint a KO egerek esetében nagyobb volt a vad típusúakéhoz képest. A PACAP KO egereknél mért nagyobb progeszteronszint okának és következményének tisztázása további vizsgálatokat igényel.

KOVÁCS PÉTER, BARANYI DÁNIEL, JURKOVICH VIKTOR, BRYDL ENDRE és KÖNYVES LÁSZLÓ a tőgypatogén *Staphylococcus aureus* baktériumok hőtűrő képességét vizsgálata öt tehenészeti telepről származó, tőgygyulladás tüneteit mutató holstein-fríz tehének tejmintáiból. Jelentős eltéréseket tapasztaltak az egyes *S. aureus* törzsek hőtűrő képességében. 80 °C-on jellemzően egy perc már elegendő volt a baktériumok elpusztulásához, de egy törzs még a három perces hőkezelést is túlélte. Az egyes hőmérsékleteken nem mindig ugyanazok a törzsek voltak a legellenállóbbak. A tehenészeti telepeken, a borjak itatására használt tej pasztörizálása ese-

tén figyelemmel kell lenni arra, hogy az azonos fajba, de különböző törzsekbe tartozó kórokozók ellenálló képessége jelentősen eltérhet. Ezért a borjak fertőződésének megakadályozás érdekében célszerű célzott vizsgálatokkal megbizonyosodni arról, hogy a választott protokoll az adott telepen megbízhatóan elpusztítja-e a kórokozókat a tejben.

LOSONCZI ESZTER és PRIBENSKY CSABA egér petesejtet magas hidrosztatikai nyomásnak (200 bar), mint stressz-előkezelésnek tették ki, hogy javítsák azok ellenálló képességét és ezzel a vitrifikáció (mélyhűtés) eredményességét. Az alkalmazott előkezelés javított a vitrifikált petesejtekből kialakuló embriók további fejlődésre való képességén: megnőtt az osztódó embriók és a blasztociszták aránya, az embriócsomó sejtszáma, valamint az embrióbeültetésből származó újszülöttek száma.

ZENKE PETRA, BÓKA GABRIELLA, MARÓTI-AGÓTS ÁKOS és GÁSPÁRDY ANDRÁS a magyarországi egerészölyv populáció (*Buteo buteo*) genetikai változatosságának felmérését indította el autoszómás mikroszatellita (STR) markerek és mitokondriális SNP-k alapján vér- és tollmintákból. Munkájuk lehetővé teszi az egerészölyvek DNS-alapú egyedi azonosítását, amelynek jelentősége többek között a génmegőrzésben, tiltott kereskedelemben és származásellenőrzésben rejlik.

Dr. Bersényi András

Élelmiszer-higiéncia, Állat-egészségügyi Igazgatás

Az Élelmiszer-higiéncia és Állategészségügyi Igazgatás szekció az ülését 2017. január 23-án délelőtt tartotta az Állatorvostudományi Egyetem Zlamál Vilmos előadótermében. Az idei évben a szerzők három előadást jelentettek be. A szekció társelnökei LACZAY PÉTER és ÓZSVÁRI LÁSZLÓ voltak.

SAZK MÁR KATALIN, ERDŐSI ORSOLYA és SZILI ZSUZSANNA a tanszék akkreditált mikrobiológiai laboratóriumában 2006 és 2016 között elvégzett jártassági vizsgálatok eredményeit összegezte. A mikrobiológia vizsgálati módszerrel jellemző ismételtetéségi és reprodukálhatósági értékek mátrixtól függő korrekt meghatározása az MSZ EN ISO/IEC 17025:2001 szabvány 5.4.6. szakaszának megfelelően a közeljövőben kötelező lesz. Ezen paraméterek meghatározása csak laborközi vizsgálatokkal, megfelelő matematikai-statisztikai tervezéssel és értékeléssel végezhető el.

A szerzők meghatározták a különböző mikrobákra és különböző mátrixokra vonatkozó ismételtetéségi és reprodukálhatósági paramétereket. Mivel a jártassági vizsgálatokban rendszeresen részt vettek hatósági és magánlaboratóriumok is, további célként a két csoport eredményeit is összehasonlították, amelynek során megállapították, hogy a két laboratórium csoport (hatósági és magánlaboratóriumok) eredményei között nincs szignifikáns különbség.

LÁSZLÓ NOÉMI, LÁNYI KATALIN és SZITA MÓNKA előadása során a hőkezelés hatását ismertette különböző antibiotikum-maradékanyagokra vonatkoztatva nyers tejben.

Vizsgálataik célja volt mastitis kezelésére alkalmazott antibiotikum-hatóanyagok nyers tejben előforduló maradékanyagai hőstabilitásának meghatározása az iparban alkalmazott különböző hőkezelési eljárások után.

Egy Pest megyei állattartó telepen tejelő szarvasmarhákat kezelték különböző antibiotikum-tartalmú tőgyinfúzióval. A kezelés után három időpontban vett tejmintákat lemezpasztőr berendezésen hőkezelésnek vetették alá, majd HPLC/MS/MS módszerrel vizsgálták

a maradékanyagok bomlásának mértékét. Megállapították, hogy a különböző antibiotikum-maradékanyagok különböző hőstabilitásúak, még azonos hatóanyagcsoportba tartozó antimikrobás szereknek sem azonosak a bomlási tulajdonságaik. A gyors pasztőrözés és a savanyú tejtermékek előállítása során alkalmazott hőkezelési eljárás nem okozza a tejben esetlegesen előforduló antibiotikum-reziduumok teljes mértékű elbomlását.

PLEVA DÁNIEL, LACZAY PÉTER és LÁNYI KATALIN előadásának témája az otthoni sütési-főzési eljárások hatása a baromfihúsok kémiai és mikrobiológia biztonságára volt. A vizsgálatok során az otthoni háztartásokban alkalmazott konyhatechnikai eljárások és azokhoz kapcsolódó előkészítő beavatkozások hatását tanulmányozzák különböző baromfifajok (házityúk, pulyka, kacs, liba) esetén.

Jelenleg a bioanalitikai módszerfejlesztés második lépésénél tartanak. A közismerten rákkeltő, PAH-vegyületek (policiklikus aromás szénhidrogének) közül a PAH4-csoportot (krisén, benzo[a]pirén, benz[a]antracén és benzo[b]fluorantén); HA-k közül pedig a szakirodalom alapján baromfihúsokban leggyakrabban előfordulókat (harman, norharman, 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-b]piridin, 2-amino-3,4,8-trimetil-imidazo[4,5-f]kvinoxalin, 2-amino-3,4-dimetilimidazo[4,5-f]kvinolin) választották ki vizsgálataikhoz. A két célvegyületcsoport alapvető fizikai-kémiai jellemzőiben (polaritás, vízoldhatóság, ionizálhatóság) különbözik. A bioanalitikai módszeroptimalizálás fázisában elért eredményeik alapján a két vegyületcsoport együttes mérésére nyílik lehetőség APCI UHPLC-MS/MS módszerrel.

A kutatás következő lépcsőfokai az LC-MSMS módszer további finomítása, a minta-előkészítési módszer kidolgozása, majd a teljes bioanalitikai vizsgálati módszer validálása lesznek. Ezt követi majd a sütési-főzési eljárások standardizálása és a sütési-főzési kísérletek elvégzése.

Dr. Erdősi Orsolya

The biology of the feline infectious peritonitis virus (FIPV)

Literature review

Olasz Ferenc^{1*}
Kádár-Hürkecz Enikő²
Bálint Ádám³
Lakatos Béla⁴
Zádori Zoltán¹

F. Olasz^{1*}
E. Kádár-Hürkecz²
Á. Bálint³
B. Lakatos⁴
Z. Zádori¹

1. MTA ATK Állatorvos-tudományi Intézet
H-1143 Budapest, Hungária krt. 21.

* e-mail: olasz.ferenc@agrar.mta.hu

2. Országos Epidemiológiai Központ
Bakteriológiai II. Osztály
1097 Budapest, Albert Flórián út 2-6.

3. NÉBIH Állat-egészségügy
Diagnosztikai Igazgatóság
1525 Budapest, Pf. 30.

4. Praktizáló állatorvos

A macskák fertőző hashártyagyulladása (FIP) és az azt okozó vírus biológiája

Irodalmi összefoglaló

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők az irodalmi összefoglalóban saját munkáik és irodalmi adatok alapján áttekintik a macskák fertőző hashártyagyulladásával (FIP) kapcsolatos legújabb tudományos eredményeket. A FIP egy végzetes kimenetelű fertőző betegség, amely elsősorban a fiatal állatokat veszélyezteti. A betegség kórokozója a macska-koronavírus, amelynek két patotípusa van: a tünetmentes vagy enyhe tünetekkel járó FECV és a fertőző hashártyagyulladást okozó FIPV. Habár a FECV-FIPV átmenet genetikai háttere még mindig nem teljesen ismert, az utóbbi évek kutatásai számos olyan új ismeretet szolgáltatottak, amelyek elősegítették a betegség kialakulásának jobb megértését és a gyógyítás módszereinek hatékonyabbá tételét.

SUMMARY

Feline infectious peritonitis (FIP) is a fatal infectious disease that prominently develops in younger cats. The disease is caused by the feline coronavirus (FeCoV) that has two different pathotypes: The feline enteric coronavirus (FECV) is more common and it causes mild or unapparent enteritis, while feline infectious peritonitis virus (FIPV) is responsible for the deadly systemic immune-mediated granulomatous disease. FECV and FIPV show functional differences, the FECV replicates mainly in intestinal epithelium and are shed in faeces, while FIPV replicates in monocytes and cause systemic disease. The key event in the pathogenesis of FIP is the effective and sustainable viral replication in monocytes of the FIPV. It can take weeks to months for FIP to develop after the initial infection with FeCoV. Cats persistently infected with FECV remain mostly healthy despite their systemic infection, and they can play important role to spread the virus among the healthy naive cats. Only 5-12% of FeCoV infected animals develop the FIP syndrome. The development of the disease is unpredictable, and once FIP develops, the confirmation of diagnosis is challenging in particular in the dry form. The process of FECV-FIPV conversion and its genetic background is not yet completely understood, though significant progress was made in the topic in the recent years. The macrophage tropism of FIPV seems to be primary determined by mutations in the S protein. FeCoVs must have an intact 3c gene to be able to replicate in the intestinal epithelium and deletions of the 3c gene may play a role in the transformation from FECV to FIPV. The newer results not only facilitated the better understanding of the disease but also improved the potential toolkits for prevention, diagnostic and cure. In this paper the authors shortly summarize the history of the disease and review the latest scientific advances in FIP research.

A macskák fertőző hashártyagyulladását (FIP) 1966-ban nevezték el (59), miután egészséges macskákat beteg állatok szerveiből készült kivonattal fertőzték meg. Bebizonyosodott, hogy a FIP egy specifikus, végzetes kimenetelű fertőző betegség, amelynek hátterében valószínűleg vírusfertőzés állhat. A tünetegyüttest előzőleg 1950 és 1960 között az USA-ban már leírták (23), sőt néhány évvel korábban hasonló tüneteket figyeltek meg a nápolyi házimacska-populációban is (28).

1968-ban bizonyították, hogy a betegséget egy vírusfertőzés váltja ki

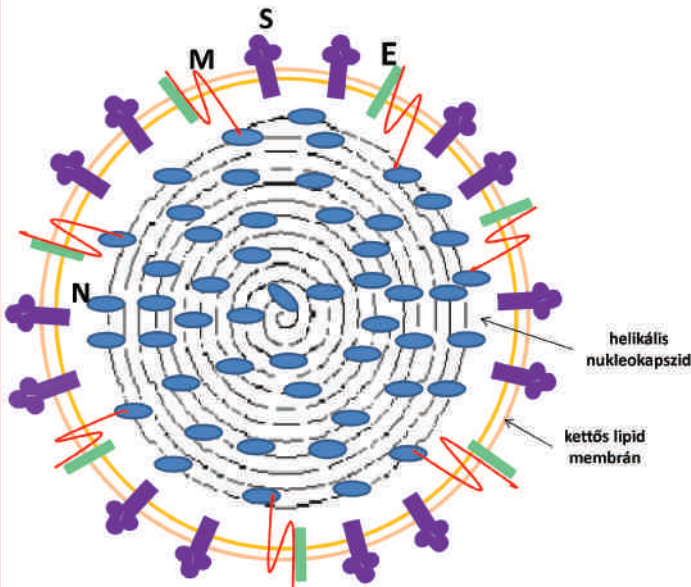
1968-ban bizonyították, hogy a betegséget valóban egy vírusfertőzés váltja ki. A vírust morfológiája alapján a koronavírusok közé sorolták (61). A besorolást 1976-ban megerősítették, és a kórokozó nevét macska-koronavírusként véglegesítették (FCoV). A vírust elsőként kísérletesen fertőzött macskák peritoneális sejtjeiben termeltették, később makrofág eredetű FCWF-4 (*Felis catus* whole fetus-4) (39), és macskaveséből előállított CrFK (Crandell Rees feline kidney) sejtvonalaikat használták a vírus szaporítására (28). Hazánkban a FIP okozta elváltozások

első szakzerű ismertetését ZIMMERMANN és mtsai tették közzé, munkájukban a betegséget a macskák gümőkórjaként írják le (60).

VIROLÓGIA

A macska-koronavírusok pleomorf, burkos, pozitív szimpla szálú RNS-genommal rendelkező vírusok (1. ábra). Genomjuk 30 kilobázis (kb) hosszúságú, és legalább 11 ORF-et (open reading frame: nyitott leolvasási keret) tartalmaz. Rendszertanilag az FCoV a *Nidovirales* rend *Coronaviridae* család *Coronavirinae* alcsaládján belül az *Alphacoronavirus* nemzetségbe tartoznak (15).

A FCoV genom 5' végén kb. 20 kb tartalmazza az egymással átfedő ORF 1a-t és 1b-t, amely két polipeptidet kódol: ezekből utólagos enzimátikus hasítással 16 nem strukturális funkcionális fehérje keletkezik. Ezek főként a virális RNS szintézisében játszanak szerepet, de köztük található a poliprotein feldarabolásában és a vírus érésében kulcsszerepet játszó 3C-like proteáz is. A genom többi része kilenc nagyobb ORF-et tartalmaz (2. ábra). Ezek közül négy kódolja a szerkezeti (strukturális) fehérjéket: a tüske (spike, S), a nukleokapszid (N), a membrán (M) és a burok (E) fehérjéket. A maradék öt ORF-ről fordítódnak le a csoportspecifikus járulékos proteinek: a 3a-c, a 7a és a 7b. A járulékos fehérjék mutációja vagy elvesztése szövettenyésztésben nem jár a vírusszaporodás megszűnésével, de jelentősen befolyásolja a vírus biológiai tulajdonságait *in vivo*. A strukturális és járulékos fehérjék egyedi-ileg íródnak le a szubgenomikus mRNS-ekről. A szubgenomiális RNS-ek mindegyike ugyanazt a vezető (leader) szekvenciát tartalmazza, amelyet a genom 5' vége. Az mRNS-ek szintézise a genom 3' végéről indul, és megszakított (discontinuous) transzkripcióval megy végbe (28, 44).

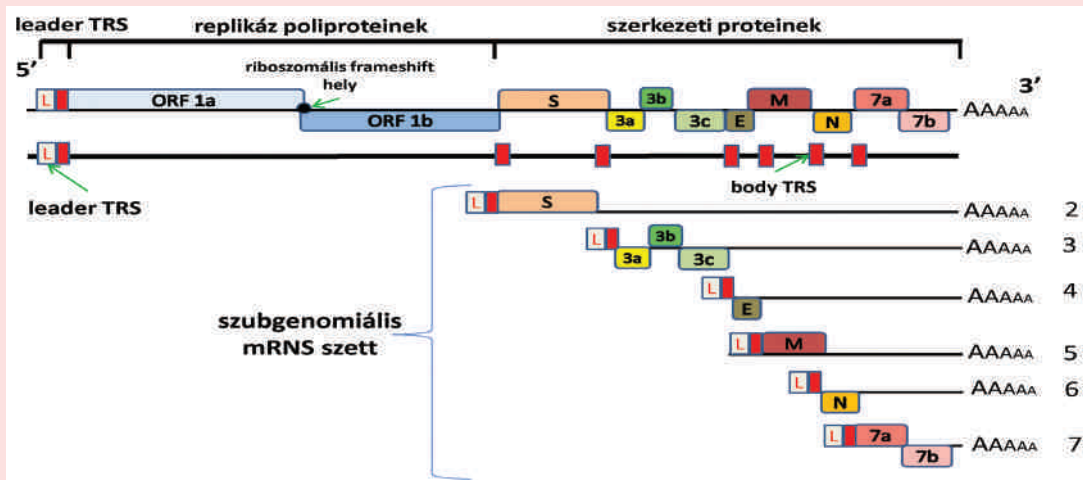


1. ÁBRA. A virion sematikus szerkezete

Kék színű ellipszisek jelölik a helikális nukleokapszidot alkotó N-fehérjéket. A nukleokapszidon belül található az egyszálú, 30 kb hosszúságú RNS-genom. A nukleokapszidot a kettős lipidrétegbe ágyazódó M (piros) és E (zöld) alkotta heterodimer, valamint az S fehérje által képzett homotrimer (lila) veszi körül (7)

FIGURE 1. The schematic structure of FeCoV

The helical nucleocapsid encompassing an almost 30kb RNA genome comprised of N proteins (indicated by blue ellipsoids). The nucleocapsid is embedded into an envelope composed of a double layer of lipid membrane containing a heterodimer consisted of the E and M (green and red, respectively) membrane proteins, and the homotrimer S protein (violet) (7)

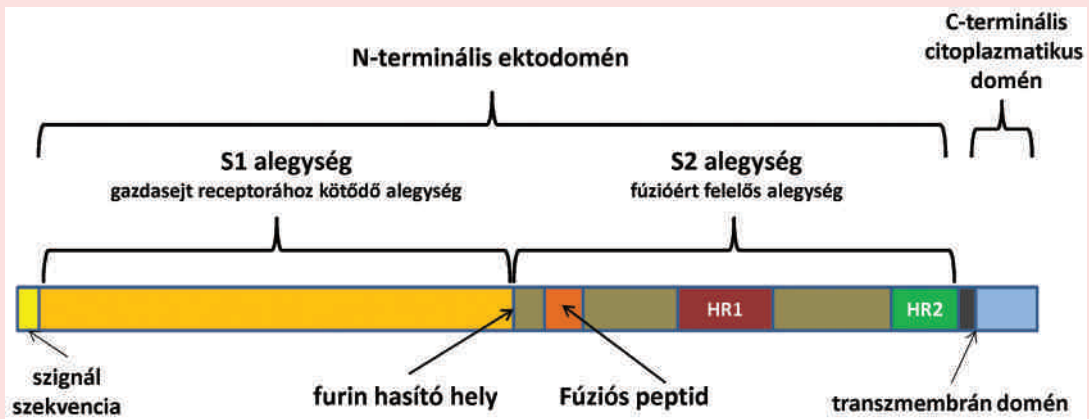


2. ÁBRA. A macska-koronavírus genom szerveződése

A genomról összesen hat darab szubgenomiális mRNS (sgmRNS2-7) keletkezik, amelyekről a vírus szerkezeti fehérjéi íródnak át (a kódoló régiók színes téglalapokkal jelölve). Az ORF1a és az ORF1b között egy riboszomális frameshift hely található (fekete ponttal jelölve), amely biztosítja a teljes hosszúságú 1ab polypeptin leíródását, amelyből enzimes hasítódás után a replikációért felelős fehérjék keletkeznek. Piros téglalapok mutatják a koronavírusokra jellemző transzkripciós szabályzó szekvenciákat (TRS), az mRNS-ek 5' végén és a genomban, a hozzájuk kapcsolódó nem transzlálódó „vezető” szekvenciát szürke téglalap szimbolizálja (7)

FIGURE 2. Genome organization of FeCoV

The structural proteins are translated (coding regions labelled by coloured rectangles) from six subgenomic mRNAs (sg mRNS2-7) transcribed from the genome. A ribosomal frameshift (indicated by a black circle) is found between ORF1a and ORF1b. This site makes possible the translation of the full length 1ab protein, from which the replicase proteins are derived by proteolytic digestions. The transcription regulatory sequences (TRS) are labelled by red rectangles, while the connecting leader sequence on the 5' end of the mRNAs are indicated by grey rectangles (7)

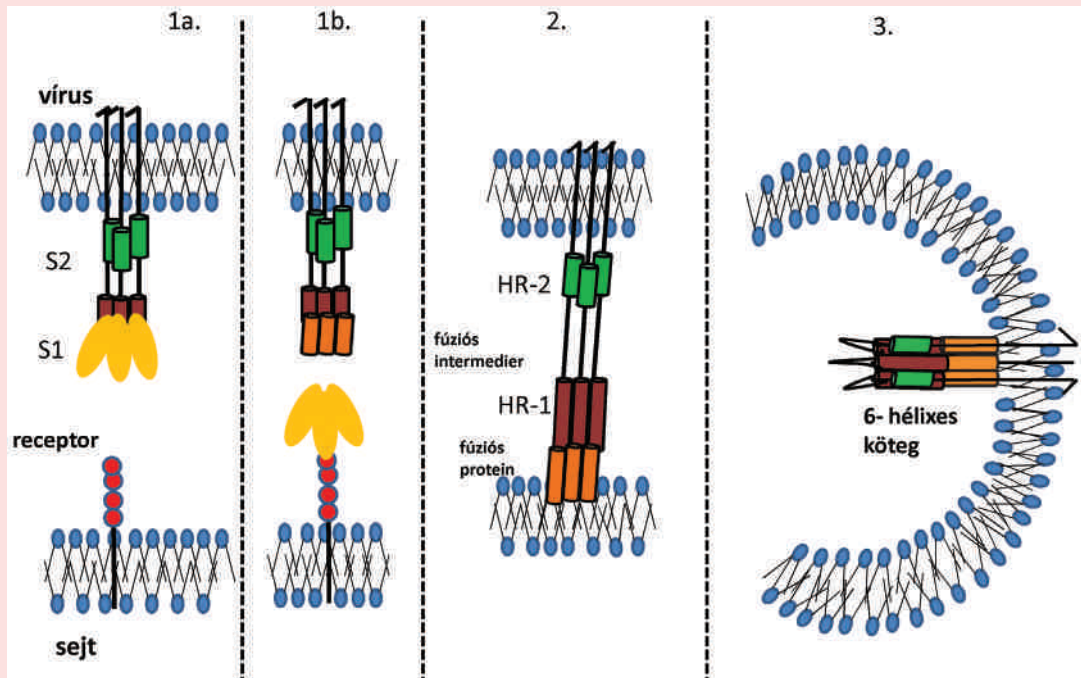


3. ÁBRA. A FeCoV tüske fehérje (S protein) funkcionális felépítése

Az S protein egy nagyon rövid C-terminális citoplazmatikus farokkal és egy hosszú N-terminális ektodoménnal rendelkezik. Az ektodomén a receptor kötő S1 és az S2 alegységből épül fel. Az S2 domén a fúziós peptidet és két, egymástól elkülönülő, hét aminosavból álló ismétlődést (heptad repeat, HR1 és HR2) tartalmaz. A két alegység között egy furin proteáz hasítóhely van (7)

FIGURE 3. The schematic structure of Spike protein (S protein)

The S protein contains a short C terminal end inside the virion and a long N-terminal ectodomain. The ectodomain consists of the receptor binding S1 domain and the S2 domain. The S2 domain includes two heptad repeats (HR1 and HR2 respectively). A furin protease cleavage site is between the S1 and S2 domain (7)



4. ÁBRA. A tüskefehérje membránfúziót kiváltó funkciója

A vírus membránjában levő S fehérje S1 doménja (narancs színnel) hozzákötődik egy sejt felszíni receptorhoz (1a.). A kapcsolódás és/vagy pH csökkenés az S fehérje hasítódását váltja ki, aminek következtében az S1 domén lehasítódik az S2-ről (1b.). A második lépésben az S2 domén fúziós peptid alegysége (világosbarnával jelölve) belemerül a sejt hártárába. Ezt nevezzük fúziós intermedier állapotnak (2.). A harmadik lépésben (3.) a vírusmembrán felszínén található heptad repeat 2 (HR2) (zöld) egy 6 helixes komplexet (6-HB) képez a fúziós peptidhez közel álló heptad repeat 1-el (HR1) (barna), egymás közelébe húzva a két membránt, amelyek ezután összeolvadna (20)

FIGURE 4. The spike protein mediated membrane fusion

After the S protein binds to a cell surface receptor (1a.), pH reduction and/or S protein proteolysis triggers the dissociation of the S1 domain from S2. In the second step, the fusion peptide (FP) is immersed into the host cell membrane. This is the fusion-intermediate stage. In the third stage, the part of the S protein (HR2) nearest to the virus membrane refolds with heptad repeat 1 (HR1) to form a six-helix bundle (6-HB) that nears the membranes and directly induces the membrane fusion (20)

A koronavírusok külső burkának fő alkotója a 180–200 kDa-os (kilodalton) S glikoprotein. Az S protein egy 1-es típusú transzmembrán fehérje, amely egy nagyon rövid C-terminális citoplazmatikus farokkal és egy hosszú N-terminális ektodoménnal rendelkezik. Az ektodomén egy N-terminális (S1) és egy C-terminális (S2) doménra oszlik (3. ábra). Az S1 felel a célsejtek receptorához való kötődésért, az S2 pedig a fúziós peptidet tartalmazza, amely a vírusmembrán és a célsejt membránjának összeolvadásáért felelős (4. ábra). Az S proteinek trimerekként összeépülve peplomereket alkotnak a burokokban. Az S peplomerek 12–24 nm hosszúak, kupola formájúak, és a sejt tropizmus kialakításában döntő fontosságúak. Emellett kulcsszerepük van a gazdában a sejtes és a humorális immunválasz kiváltásában is (28).

Az M és az E proteinek kisebb felületi glikoproteinek, és a vírus érésében, összeépülésében, bimbózásában, és gazdasejttel való kölcsönhatásában játszanak szerepet. A 29 kDa tömegű M protein részt vesz az RNS kapszidba történő csomagol-

Az N protein erős sejtes immunválaszt indukálhat, amely akár védő hatású is lehet a vírusfertőzés ellen

lódásában, áthidalja a vírusburkot, és biztosítja a kapszidhoz való kapcsolódását. Az E proteinek 9 kDa-s 3-as típusú membránproteinek, amelyek az M proteinekkel kerülnek kölcsönhatásba a vírus sejt felszíni bimbózáskor (14). Az N proteinek kb. 50 kDa tömegűek és a vírus-RNS-sel együttesen alkotják a flexibilis, helikális nukleokapszidot. A genommal való kölcsönhatásnak köszönhetően az N protein a virális transzkripció szempontjából is kritikus jelentőségű (36). Vakcinázási kísérletek alapján arra következtethetünk, hogy az N protein erős sejtes immunválaszt indukálhat, amely akár védő hatású is lehet a vírusfertőzés ellen (22).

A járulékos fehérjék szerepe egyelőre pontosan nem ismert. A 71, 72 és a 240 aminosavas 3a, 3b, 3c proteinek konzerváltak az alfakoronavírus-fajok körében. Az ORF7a egy kis 10 kDa-os membránproteint kódol egy N-terminális szignál szekvenciával és egy C-terminális transzmembrán doménnal. A 7a protein egy I-es típusú interferon antagonist, így a vírust a gazda antivirális hatásaitól védi. Funkcióját jelentősen befolyásolják a 3abc fehérjék (9). Az ORF7b csak a FCoV-ban, kutya-koronavírusban (CCoV) és a vadászgörény-koronavírusban van jelen, amely egy oldható, 207 aminosavas (24 kD) glikoproteint kódol ami ellenanyagválaszt eredményez természetes úton fertőzött macskákban (21).

SZEROTÍPUSOK

Az FCoV-k két eltérő szerotípusba sorolhatóak

Az FCoV-k két eltérő szerotípusba sorolhatóak. Az I-es típusú FCoV-k sejt kultúrán történő szaporítása nehéz feladat, ellentétben a II-es típusú FCoV-kkel (13), amelyek valószínűleg a FCoV I és CCoV közötti rekombináció eredményeként jöttek létre. *In vitro* tanulmányok alapján a két szerotípus szövettenyésztésben tapasztalható növekedési különbségét az S protein határozza meg (55). Az I-es és a II-es szerotípusú FIP-törzsek is gyorsan bejutnak izolált macskamonocytákba, és ott szaporodásra is képesek. A II-es szerotípusú FCoV-ok sejt felszíni receptora az aminopeptidáz N (APN), amely S proteinhez kapcsolódva elősegíti a vírus célsejtbe való bejutását. A csontvelő eredetű macrophagokban az APN-antitesttel történő blokkolása mérsékli az FCoV-II-fertőzést. Az I-es szerotípusú FCoV-k receptora mind ez ideig ismeretlen, ám az biztosnak látszik, hogy nem az APN. Egy sejt felszíni mannózkötő C-típusú lektin, a DC-SIGN fontos szerepet játszik mindkét típusú vírus gazdasejtbe való bejutásában (internalizációjában). A fertőzés korai fázisának pontos folyamata nem teljesen ismert, de úgy tűnik, az FCoV-II célsejtekhez történő kapcsolódásáért ugyan az APN felel, de az ezt követő lépésekben a DC-SIGN a döntő, ill. más koreceptorok szerepe sem kizárható (28, 58).

Mindkét szerotípus okozhat FIP-et, de az I-es szerotípus gyakoribb a macskapopulációban

Mindkét szerotípus okozhat FIP-et, de a szerológiai és a molekuláris diagnosztikai vizsgálatok eredményei alapján az I-es szerotípus gyakoribb a macskapopulációban (13): prevalenciája a szeropozitív állatok között körülbelül 98%. Az I-es szerotípus nagyobb antitest-titert is produkál, és sokkal gyakrabban hozható kapcsolatba a FIP-re jellemző klinikai tünetekkel (28).

A FECV ÉS FIPV PATOTÍPUSOK

A macska-koronavírusoknak két patotípusa ismert: a macskák enterális koronavírususa és a macskák fertőző peritonitis vírusa

A macska-koronavírusoknak két patotípusa ismert: a macskák enterális koronavírususa (FECV), amely egy általánosan előforduló, enyhe tüneteket okozó biotípus, és a macskák fertőző peritonitis vírusa (FIPV), amely a virulens biotípusnak tekintendő, és FIP-et okoz macskákban. A két patotípus szerológiai és morfológiai alapon nem különíthető el egymástól (41). A korai feltételezések szerint a FECV kizárólag a bélhámsejteket fertőzi, és nem lépi át a nyálkahártyát, a FIPV azonban a keringési rendszerbe hatolva a monocytákat és a macrophagokat is fertőzi, és ezekben hatékonyan replikálódva betegséget vált ki (28). Erre alapozva jött létre a „belső mutációs hipotézis”, amelynek értel-

Nagy valószínűséggel az avirulens FECV-ből a fertőzés során létrejövő mutációk révén alakul ki a FIPV

Kiderült, hogy mindkét patotípus képes a bélből továbbterjedni és monocytákhoz kapcsolatosan viraemiát okozni

A mai nézetek alapján a FIP járványtanát a FECV és FIPV ürítése közti eltérés határozza meg

mében az egészséges állatban replikálódó, avirulens FECV-ben olyan *de novo* mutációk jönnek létre, amelyek virulens biotípus kialakulásához vezetnek, így a vírus képes lesz szisztémás fertőzés, majd FIP kialakítására (35). Számos, a betegséggel kapcsolatos megfigyelés is alátámasztotta az elméletet: (I) kísérletesen vagy természetesen FECV-vel fertőzött állatok között is kialakulhat FIP, (II) egy földrajzi területről származó FECV- és FIPV-törzsek általában nagyon közeli genetikai rokonságot mutatnak, (III) míg a FECV endémiásnak tekinthető a macskapopulációban, addig FIP csak sporadikusan fordul elő, és gyakran csak egyetlen állatot érint az egy háztartásban élő macskák között.

Újabb vizsgálatok azonban kiderítették, hogy a FECV képes fertőzni a monocytákat, csak kisebb hatékonysággal, mint a hámsejteket. Ugyanakkor a legtöbb FIPV, amelyik macrophagokban és monocytákban nagyon jól szaporodik, a bélhámsejtekben csak korlátozott fertőzésre képes (28). Kísérletesen kimutatták, hogy a FECV-vel való intraperitoneális fertőzést követően a vírus megjelenik a belekben és a bélsárral ürül. Az ürítés azt bizonyítja, hogy a vírus az extraintesztinális helyekről is szétterjedhet monocytához kötött viraemia útján (37). A macska-koronavírusok általános jellemzője azonban, hogy a fertőzés természetes úton leggyakrabban szájon át történik, és a replikáció kezdeti helye általában a bél. Mindkét patotípus képes a bélből továbbterjedni és monocytákhoz kapcsolatosan viraemiát okozni, habár eltérő intenzitással. Egyes felmérések szerint, az olyan háztartásokban, ahol macska-koronavírus endémiás, a macskák akár 80%-nak monocytáiból kimutatható a vírus (tekintet nélkül arra, hogy egészségesek vagy betegek), és az egészséges macskák is több mint 12 hónapon keresztül viraemiások maradhatnak (16). Ezeknek a megfigyeléseknek eredményeként a „cirkuláló avirulens és virulens FCoV hipotézis” is teret hódított: ennek lényege, hogy a populációban eltérő virulenciájú és patogenitású FCoV-törzsek cirkulálnak, és azokban az egyedekben, amelyek egyénileg fogékonyak a betegségre, és virulens törzssel találkoznak, kialakul a betegség (35).

A két elmélet és az elméletek képviselői közti tudományos viták kialakulása hozzájárult a betegség terjedésének és kialakulásának jobb megértéséhez. Mai nézeteink szerint a FIP járványtanát a FECV és FIPV ürítése közti eltérés határozza meg. A két biotípus közti lényeges különbség, hogy míg a FECV főleg a bélhámsejtekben szaporodik és bőségesen ürül a bélsárral, addig a FIPV a monocytákban replikálódik jóval intenzívebben, és csak igen kis mennyiségben, vagy egyáltalán nem ürül a FIP-es állatokból. A FIPV korlátozott ürítése jól indokolja, hogy a FIP miért csak sporadikusan alakul ki általában FECV-vel fertőzött állatokban, és miért ritka a horizontális terjedés. Horizontális FIPV-fertőzések általában szűk térben tartott nagyobb macskaállományokban fordulnak elő, ahol a hierarchiában betöltött szerepekért folyó csatározások és az ezzel járó FIPV-vel szennyezett testnedvekkel való érintkezés mindennapos (28).

FŐBB ELTÉRÉSEK A FECV ÉS A FIPV GENOMJÁBAN

Genetikailag közeli, de eltérő patotípusú FECV és FIPV kimérák létrehozásával bizonyítást nyert, hogy a FIPV sikeres macrophag-tropizmusát elsősorban az S protein, pontosabban annak membránproximális (C-terminális) doménje határozza meg (47). Későbbi tanulmányok az S1/S2 furin hasítóhelyben bekövetkező szubsztitúciók szerepét is tisztázták. A furin egy olyan egyedülálló proprotein-konvertáz, amely a protein-prekursorok biológiailag aktív termékekké hasítását a következő konszenzus motívum mentén végzi el: R-X-K/R-R (Arg-X-Lys/Arg-Arg) (56). Az S1 és az S2 domén közötti szekvenciaeltérések a FIPV- és FECV-törzsek között az S protein fúziós tulajdon-

ságait befolyásolhatják. A FECV S1/S2 hasítóhelye aminosavszinten rendkívül konzervált, szemben a FIPV S1/S2 hasítóhelyével, ahol a kritikus aminosavak szubsztitúciói megszüntetik a kizárólagos furin hasítást. Feltételezhetően ezen mutációk is felelnek az FCoV tropizmusváltásáért azáltal, hogy lehetőséget teremtenek a hasítóhely monocyta/macrophag-specifikus proteázok általi elhasítására. A katepszin B, a mátrix metalloproteázok, valamint a PCSK1 (proprotein-konvertáz 1) a macrophagok felszínén fejeződnek ki, és képesek a FIPV S1/S2 hasítóhelyén lévő reziduumok felismerésére. A FIP-szindróma során a mátrix metalloproteáz-9 expressziós szintje jelentősen megemelkedik. A hasítóhelyen bekövetkező mutációk a vírus belépcsési útvonalát megváltoztatva oda vezetnek, hogy a vírus a sejtfelszínen keresztül léphet be a célsejtbe az endoszóma útvonal helyett. Mindez jól magyarázza, hogy a FIPV-t mi teszi képessé a macrophagok sikeres fertőzésére (30).

Az S proteinen belül más mutációk fontossága is felmerült a FIP kialakulását illetően. Véletlenszerűen kiválasztott FECV- és FIPV-törzsek genomjának összehasonlítása feltárt egy szisztematikusan eltérő aminosavat az S gén fúziós doménjének szekvenciájában. A FIPV-minták több mint 95%-ában az S protein 1058-as pozíciójában leucin helyettesítette a FECV-kben ebben a pozícióban található metionint (M1058L csere) (6). Azonban egy 2014-es tanulmány tisztázta, hogy a metionin-leucin szubsztitúció csak az FCoV szisztémás terjedését eredményezi, és nincsen köze ahhoz, hogy a vírus FIP-et hoz létre (45). Kiderült, hogy a bélből és bélsárból izolált vírusok nagy többsége metionint hordoz, míg a belső szervekből származó FCoV-k nagy része leucint tartalmaz az S protein 1058-as pozíciójában, attól függetlenül, hogy az állat mutatja-e a FIP tüneteit, vagy sem. Ez egy rendkívül fontos adat, amely arra utal, hogy FCoV-fertőzésnél nagyon gyakran legalább két genetikailag eltérő szubpopuláció (kvázispeciesz) alakul ki: az egyik a bélben, egy másik pedig a belső szervekben, amely a monocytákat és a makrofágokat képes hatékonyabban fertőzni. A felfedezés arra is rávilágít, hogy a FIPV létrejöttéhez a FECV-ből és a FIP-szindróma kiváltásához az M1058L csere nem elégséges, más mutációknak is meg kell történnie (45).

FCoV-fertőzésnél nagyon gyakran legalább két genetikailag eltérő szubpopuláció alakul ki: az egyik a bélben, egy másik pedig a belső szervekben

A FIP-es macskák strukturális (S, E, M, N) és a járulékos (3a-c, 7a, 7b) proteinjeit kódoló gének szekvenciáit vizsgálva szignifikáns mutációk a 3c génben mutathatók ki. Elváltozott szövetekből többnyire mutáns 3c, míg bélsárból többnyire intakt 3c gének azonosíthatóak. Az FCoV-oknak azonban mindenképp intakt 3c gént kell hordozniuk ahhoz, hogy képesek legyenek a békaszékletben szaporodni és más macskákat fertőzni. A 3c gén delécióinak a vírus FECV-ről FIPV-re történő átalakulásában van szerepe, habár a 3c mutációi nem minden FIP-esetből azonosíthatóak. Úgy tűnik tehát, hogy nemcsak a 3c gén és az S protein mutációi, hanem egyéb faktorok is jelentőséggel bírhatnak a vírus patotípus váltásában (8, 28).

A 7b integritása a sorozatos passzálások folyamán szövettenyészetben gyakran megszűnik, amely együtt jár a vírus virulenciájának megszűnésével. A FIPV WSU-79-1146-os törzsének 7b génjét érintő deléciós mutánsok képtelenek fenntartani replikációjukat a monocytákban, amelyből arra következtethetnénk, hogy a 7b-nek alapvető szerepe van a FIP kórfejlődésében (10, 17). Nem sikerült azonban lényeges különbséget kimutatni az ORF7-szekvenciákban a macskákból közvetlenül izolált különböző FECV- és FIPV-törzsek között. Úgy tűnik, hogy a 7b fehérje szekvenciája *in vivo* nem módosul jelentősen a FIPV kialakulásakor, valószínűleg az intakt 7b fehérje mind a FECV-kben mind a FIPV-kben szükséges a hatékony *in vivo* replikációhoz. Tehát annak ellenére, hogy az ORF7 *in vitro* mutációja attenuálja a vírust, az ORF7 mutációinak nincsen szerepe a FECV-FIPV transzformációban (43).

ELŐFORDULÁSI GYAKORISÁG ÉS KINIKAI MEGJELENÉS

Az FCoV szeroprevalenciája tulajdonosnál tartott macskák esetében 20%, de a menhelyi macskák körében eléri a 87%-ot is

Az FCoV-fertőzött állatoknak mindössze 5–12%-ban alakul ki a FIP-tünetegyüttes

A FIP kialakulásához bizonyos kockázati tényezők is hozzájárulhatnak:

- két év alatti életkor
- immungyenge állapot
- bizonyos stresszfaktorok

A macskák ellenálló képessége a betegséggel szemben a negyedik hónaptól az életkor előrehaladtával jelentősen emelkedik

Az FCoV világszerte elterjedt és lényegében minden macskapopulációban jelen van (28), elterjedtségében viszont az egyes macskapopulációk között jelentős eltérések figyelhetők meg. A vírus fekális-orális úton terjed, így az FCoV-fertőzés elterjedtsége az egy háztartásban nevelt macskák sűrűségével és egyedszámával hozható összefüggésbe. A szeroprevalencia a tulajdonosnál tartott macskák esetében 20%, de a menhelyi macskák körében eléri a 87%-ot is. A szeropozitivitás kockázata 2,3-szer nagyobb azon házi macskák körében, akik több macskát is tartó környezetből származnak, mint azok körében, akik egyetlen macskát számláló háztartásból kerülnek ki (13). Vannak olyan macskaállományok, ahol a szeropozitív állatok aránya elérheti a 90%-ot is, és a szeropozitivitás akár tíz éven keresztül is fennállhat. Természetesen az állatok tartási körülményei is befolyásolják a vírus szóródási esélyeit (40).

Az FCoV-fertőzött állatoknak mindössze 5–12%-ban alakul ki a FIP-tünetegyüttes. Megfelelő tartási körülmények esetén azonban a FIP gyakorisága 0,6–0,8% között is maradhat, akár a nagyobb egyedsűrűségű populációkban is. Egy tíz éven keresztül tartó amerikai állatkórházi felmérés szerint a FIP megjelenése kb. 1/200-hoz tehető a kórházba kerülő állatok között. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a FIP előfordulása jelentős eltéréseket mutat országok, sőt régiók között is (13).

A FIP kialakulásához bizonyos kockázati tényezők is nagyban hozzájárulhatnak, pl. a FIP előfordulásának esélye a még nem pározott hímek és a fiatal macskák esetében legnagyobb. Egy tajvani tanulmány szerint az összes FIP-es eset 88%-át két év alatti állatok alkották, míg a három évnél idősebb macskák mindössze 4%-ot tettek ki (3, 57). A macskák fajtája csak nagyon mérsékelt hatással van a FIP-es esetek előfordulására, a fogékonyság inkább köthető vérvonalakhoz, mintsem fajtához (41). Immungyenge állapot, valamint bizonyos stresszfaktorok (új környezet, sebészeti beavatkozások) fokozzák a FIP kialakulásának esélyeit (13, 57). Állatkísérletekben felmerült, hogy az állatok immunológiai háttere (milyen kórokozókkal találkozott) is befolyásolhatja a betegség kialakulását (4). Folyamatos kitétség FCoV-nak (folyamatosan ürítő perzisztensen fertőzött macskák jelenléte) vagy nagy FCoV-titer az állatokban jelentősen növelheti a FIP kockázatát.

Saját tapasztalataink megerősítik, hogy Magyarországon a tenyésztett macskák 70–80%-a fertőzött FCoV-val, és kb. mintegy 5%-uk betegszik meg FIP-ben. Az egyedileg tartott, kijáró házi macskák esetében a fertőzöttség mintegy 15–20%-ra tehető, és a megbetegedő állatok aránya is csak 1%. Menhelyi körülmények között általában a teljes populáció FCoV-fertőzött, és akár járványosan is előfordulhat FIP, amely extrém esetben akár havonta 5–10%-os előfordulást eredményezhet.

TERMÉSZETES ELLENÁLLÓKÉPESSÉG

Laboratóriumi SPF (specific pathogen free) macskákon végzett kísérletes fertőzések eredményeire alapozva egyértelműen állíthatjuk, hogy egyes állatokban a FIPV-fertőzés hatására sem alakul ki a kórkép (27). A megfigyelések szerint a macskák neme nem befolyásoló tényező a betegségre való rezisztencia kialakításában, azonban az állatok kora döntő jelentőségű lehet. Kísérleti FIPV-fertőzésekben a macskák ellenálló képessége a betegséggel szemben a negyedik hónaptól az életkor előrehaladtával jelentősen emelkedik. Az attenuált, élő FIPV-vakcinákra adott válaszreakció is egyértelműen korfüggő, és szignifikáns immunológiai válasz csak abban az esetben alakul ki, ha az oltást 16 hetes kortól kezdik meg (38).

A betegség genetikai hátterét tanulmányozva úgy tűnik, hogy a rezisztencia kialakulásáért több gén felelős, de ez idáig ezek közül nagyon keveset sikerült azonosítani. GWAS (genome-wide association study) módszerrel elvégzett vizsgálatok alapján az A3, B1, B4 és C1 kromoszómákon elhelyezkedő egyes géncsoportok felelőssége merült fel. Az adatok alapján az A3-as kromoszóma 34,8 és 46 Mb (megabázis) közötti régiója társítható legerősebben a betegség elleni rezisztenciával. Meg kell azonban említeni, hogy az érintett régióban 35 annotált gén található, de funkciójuk alapján nem igazán magyarázható, hogy miért lenne fontos a szerepük a FIP-rezisztencia kialakításában (38).

Genetikai vizsgálatok szoros összefüggést találtak a macska interferon gamma gén különböző alléljei és a betegség kialakulása között

Más genetikai vizsgálatok szoros összefüggést találtak a macska interferon gamma gén (FIFNG) különböző alléljei és a betegség kialakulása között. Úgy tűnik, hogy az FIFNG + 428 T allél, amely timint tartalmaz a gén első intronjában a 428-as pozícióban, elősegíti a rezisztencia kialakulását, míg a heterozigóta FIFNG + 401C/T, vagy a FIFNG + 408C/T genotípusok (amelyek egyik IFN- γ alléljükön citozint, másik alléljükön timint hordoznak a 401-es vagy a 408-as pozícióban) előfordulása fogékonyt teszi a macskákat a betegségre. Érdekes, hogy az FIFNG + 428 allél jelenléte a macskáknál erős korrelációt mutatott a plazma magasabb IFN- γ -szintjével FIP-es macskáknál, amelyek annak ellenére mutatták a betegség jeleit, hogy hordozták a rezisztenciára hajlamosító allélt. Nem találtak viszont korrelációt az IFN- γ -szint és az FIFNG + 401 vagy az FIFNG + 408 allélok jelenléte között. Ez azonban nem zárja ki, hogy a mutációk valamilyen módon szerepet játszanak az IFN- γ indukciójának szabályozásában (24).

A biológiai adatok alapján jelenleg más immunológiailag fontos fehérjék, pl. tumor nekrozis faktor- γ , interleukin-12 és a CD209 génjeit is vizsgálják (29, 46, 52).

AZ FCoV PERZISZTENCIÁJA

Az FCoV fekális-orális úton terjed, elsődlegesen a bélhámsejteket fertőzi, és az állatok bélsarával időszakosan vagy folyamatosan ürülhet

Az FCoV fekális-orális úton terjed, elsődlegesen a bélhámsejteket fertőzi, és az állatok bélsarával időszakosan vagy folyamatosan ürülhet. A perzisztensen fertőzött macskák a szisztémás fertőzés ellenére többnyire egészségesek maradnak (FECV), és mint egészséges hordozók játszanak szerepet a FIP járványtanában. Abban az esetben, ha a házi macskák ugyanazzal vagy egyéb vírustörzsekkel ismételten fertőződnek, néhány hónapig tartó kiújulás következhet be időszakos vírusürítéssel (28). Figyelemre méltó, hogy az ürítés gyakorisága, erőssége és a szérumban ellenanyag-mennyisége között szignifikáns korreláció áll fenn, azaz minél nagyobb a szérumban ellenanyag-titerek, annál valószínűbb, hogy az állat vírust ürít (19).

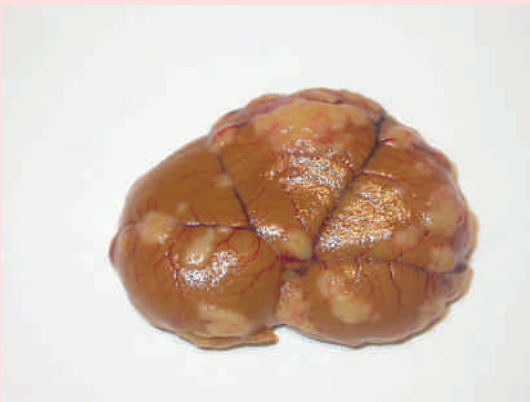
Kísérleti fertőzések alapján úgy tűnik, hogy az I-es szerotípusú FECV a fertőzést követő második naptól egészen a második hétig folyamatosan ürül. A későbbiek folyamán a bélsár vírustiterek csökken, és a kéthetes szakaszt követően a fertőzés utáni huszadik hétig időszakos vírusürítés tapasztalható (33). Sejt kultúrához adaptált FIPV szájon át történő beadását követően az 1. és 7. nap között az állatok vékony- és vastagbélben egyaránt megfigyelhető virális antigénexpresszió, amely a 14. nappal a vakbélre és a vastagbélre korlátozódik (50). A FIPV ürülése azonban még kísérletes fertőzés esetén is nagyon csekély, jóval kisebb, mint a FECV-nél. A macska-koronavírus perzisztenciájának fő helye a vastagbél, ahol a virális antigének a differenciálódott bélhámsejtekben mutathatók ki (28).

A vékonybél, „kiürülését” követően, a perzisztensen fertőzött vastagbélből újra fertőződhet, amely kiújult FCoV-ürítéshez vezet (26). A vírus szisztémás terjedése FIP esetén azonban nemcsak a vastagbélből, hanem egyéb szervek (máj, tüdő) macrophagjaiból is kiindulhat, azaz a vírus bélből történő kiürülé-



5. ÁBRA. Szalmasárga folyadék felhalmozódása macska hasüregében a FIP nedves formája során (DR. JAKAB CSABA felvétele)

FIGURE 5. Accumulation of yellowish abdominal fluid in the effusive form of FIP (Photo: DR. CSABA JAKAB)



6. ÁBRA. Pyogranulomatous gyulladásozó góccok macska veséjében (DR. BALKÁ GYULA felvétele)

FIGURE 6. Pyogranulomatous inflammatory foci in the kidney of a cat (Photo: DR. GYULA BALKÁ)

Azon 4–36 hónap közötti, nagy egyed-sűrűségű állományból származó macskák, amelyek antibiotikum-kezelés ellenére tartósan lázasak, szinte biztosan FIP-szindrómában szenvednek

sét követően még mindig fennállhat a betegség kialakulásának veszélye (28).

A FIP KÓRTANA

A FIP patológiai szempontból két típusra osztható: a nem effuzív vagy száraz, és az effuzív/nedves formára (34). Habár a két forma igen eltérő, a mikroszkopikus elváltozásokat tekintve rendkívül hasonló. A legtöbb beteg egyedben azonban a két típus keverten van jelen. Mindkét forma súlyos szisztémás betegségként ölt testet, és mellkasi, valamint hasüregi savófelhalmozódással jár (13).

A nedves forma esetében a savóshártyák gyulladása következtében nagy mennyiségű tiszta, fehérjedús, szalmasárga peritoneális folyadékfelhalmozódás alakul ki jelentős mennyiségű fibrintartalommal, amely az hasüreg kitágulásához vezet (5. ábra). A FIP során megfigyelhető jellegzetes elváltozás, hogy sárgásfehér, granuláris, gyulladásozó góccok figyelhető meg a vesékben, a csepleszen, esetenként a tüdőben és a szívizomzatban is (6. ábra).

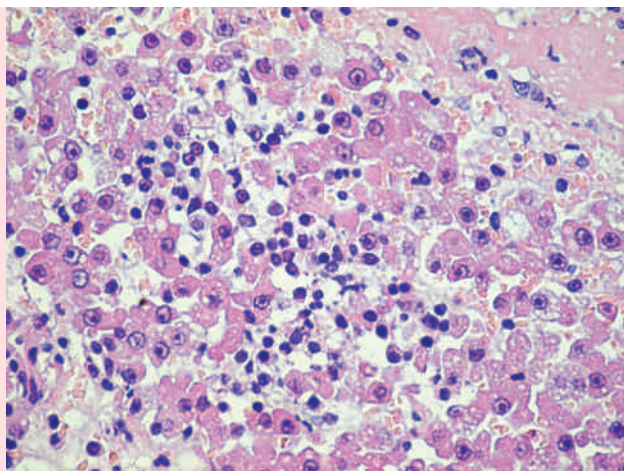
A FIP száraz formájában a gyulladásozó reakció csak bizonyos szerveket érint: a veséket, a szemeket és az agyvelőt. A két forma leggyakrabban keverten jelentkezik és mindkét esetben perivascularisan jelentkező pyogranulomatosis reakció vasculitisszel, esetenként anélkül (7. és 8. ábra) (13).

A központi idegrendszerben megfigyelhető lymphocytás, vagy pyogranulomatosis agyburok- és agyvelőgyulladás, ill. a plexus chorioideus lymphocytás beszűrődése révén a FIP-es állatok többségében görcsrohamok, rendellenes viselkedés és ataxia jelentkezik. Retrospektív kórszövettani vizsgálatok bizonyították, hogy a szindrómában a gerincvelő is érintetté válhat. A beteg állatokban testtömegvesztés, gyengeség, levertség, láz, étvágytalanság, valamint szemelváltozások is megfigyelhetők (11).

DIAGNOSZTIKA

A FIP diagnózisának felállításakor először az állat korát, származását, a klinikai tüneteket, majd a fizikai vizsgálatok eredményeit veszik figyelembe. Azon 4–36 hónap közötti, nagy egyed-sűrűségű állományból származó macskák, amelyek antibiotikum-kezelésre hullámzóan reagálnak és a kezelés ellenére tartósan lázasak, szinte biztosan FIP-szindrómában szenvednek. A gazdák észrevételei, valamint a fizikai vizsgálatok eredményei (alhasi puffadás ascitisszel, nehézlégzés, megnagyobbodott vesék, sárgaság) azonban még közelebb visznek a tünetegyüttes felismeréséhez. A FIP kórjelzése végül indirekt (a hasúri folyadékgyülem vizsgálata; ultrahang-vizsgálat; albumin/globulin arány, bilirubinszint és teljes vérkép-vizsgálat; neurológia és szemészeti vizsgálatok; AGP-szint vizsgálata; Rivalta-teszt; FCoV ellenanyagtitert megállapítása) és direkt tesztek (PCR, immunfestési eljárások) segítségével történik (28).

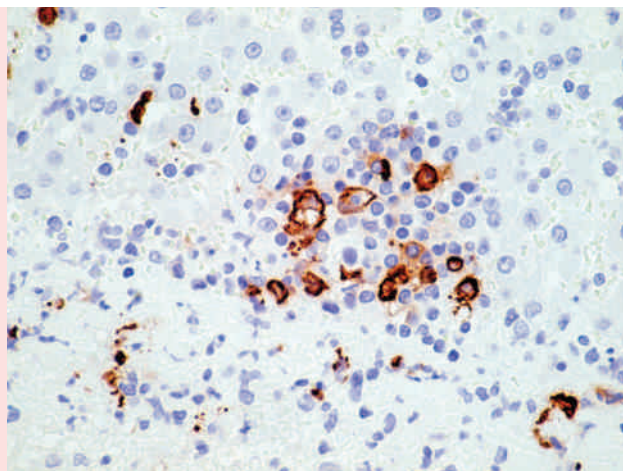
A FIP-beteg állatokban idült, nem regeneratív anaemia, valamint leukocitózis alakul ki. A neutrophil granulocyták száma és a vér összproteinszintje emelkedik; a lymphocyták száma, valamint a szérum albumin/globulin aránya csökken. Különösen az effuzív formákban a szérum bilirubinszintje megemelkedik, amely azonban nem jár együtt a májenzimek emelkedésével (májkárosodással) a vérben. A FIP-es állatok mája általában nem érintett, epepangás nem tapasztalható.



7. ÁBRA. *Pyogranuloma FIP-ben elpusztult macska májában*
H.-E. 200×
(DR. JAKAB CSABA felvétele)

FIGURE 7. *Histopathological picture of a pyogranuloma*

(Photo: DR. CSABA JAKAB)



8. ÁBRA. *Barna színreakciót adó FIPV-antigén macska májájának macrophagjaiban*
IHC, 200×
(DR. JAKAB CSABA felvétele)

FIGURE 8. *FIPV antigen in macrophages indicated by brown colour*

(Photo: DR. CSABA JAKAB)

talható. A bilirubinszint emelkedése inkább annak köszönhető, hogy a fertőzött macrophagok nem tudják ellátni a hemoglobin lebontását elősegítő feladataikat (1).

A direkt tesztek során a vírus egy fehérjéje vagy a vírus nukleinsava kerül kimutatásra a macrophagokból, az elváltozásokból és a felgyülemlett folyadékokból.

A szerológiai vizsgálatok hátránya, hogy a vírus két patotípusa ugyanazt az ellenanyagválaszt váltja ki. A módszer alkalmazását az is nehezítheti, hogy az ellenanyagok inkább a mintában található vírusokhoz kapcsolódnak a szerológiai teszt antigénjei helyett, így sok esetben téves negatív eredmények adódhatnak. A problémát tovább fokozza, hogy az egészséges hordozók is szeropozitívak, holott közülük csak néhányan lesznek FIP-esek. Az egyes laboratóriumok szerológiai vizsgálatait a felhasznált antigének típusától függően ugyanazon minta esetében is sokszor vezetnek eltérő eredményre (28, 49).

A PCR-reakciók sikerességét a primertervezés nehézsége befolyásolja, amelynek hátterében a vírusgenom nagyfokú változékonysága, valamint a FIPV és FECV közötti genetikai különbségek bizonytalansága áll. Kezdetben a FECV és a FIPV RNS elkülönítését arra az elméletre alapozva végezték, amely szerint a macskák macrophagjaiban csak a FIPV replikálódik. A vérből végzett teszt azonban mindkét patotípus replikálódó formáját kimutatta, és így nagy mennyiségben diagnosztizáltak téves pozitív eseteket. A probléma kiküszöbölésére ma olyan mutációkra koncentrálnak, amelyek mai tudásunknak megfelelően a FIPV-kre jellemzőek. A FIPV-k korábbiakban már említett mutációi (3c, S protein különböző régiói) azonban nem jelentenek tökéletes megoldást a probléma megoldására. Az egyik hibalehetőség, hogy teljesen egyedi mutációk is felléphetnek ezeken a helyeken, amelyeknek hatásait a biotípusok átalakulására jelenleg nem ismerjük (44). A másik probléma, hogy nem FIP-es macskákban a FECV mellett a betegségre utaló vírus-szubpopulációk is előfordulhatnak. Az S1/S2 domének közötti hasítóhelyen megtalálható mutációk a FIP-beteg macskák 98%-ának post mortem szöveteiből azonosíthatóak (45). De emellett az is előfordulhat, hogy az említett mutációk, a FECV-re jellemző szekvenciák mellett, olyan egészséges macskákban is megtalálhatóak, amelyekben a fertőzés szubklinikai vagy

Korábban a FECV és a FIPV elkülönítését arra az elméletre alapozva végezték, amely szerint a macskák macrophagjaiban csak a FIPV replikálódik

abortív formában zajlik. A 3c és az S protein mutációinak kimutatása azonban még mindig sokkal megbízhatóbb támpontot adhat a betegség diagnosztizálásához, mint az „egyszerű” vírus kimutatás.

A valós idejű PCR-en kívül a vírus kimutatására immunhisztokémiai, immunfluoreszcenciás vagy immunperoxidáz módszerek is elérhetőek, de az eredmények értelmezése sok esetben még szubjektívebb alapokon nyugszik (44).

OLTÓANYAG KIFEJLESZTÉSÉRE IRÁNYULÓ KUTATÁSOK

Habár számos kísérlet történt arra, hogy hagyományos módszerekkel hatékony élő, attenuált vagy inaktivált vakcinát fejlesszenek, ezek az erőfeszítések mind-ezidáig nem vezettek eredményre. Az eddig próbált inaktivált és rekombináns FCoV-alegységvakcinák hatékonysága ugyanúgy megkérdőjelezhető, mint a FECV-vel, a gyenge virulenciájú FIPV-vel vagy a virulens FIPV szubletális mennyiségével történő vakcinázás eredményessége. Az előbbieken felsoroltak ugyanis gyakran ellenanyagfüggő fertőzésfokozódást (antibody-dependent enhancement, ADE) vagy ún. „korai halál szindrómát” okoznak FIPV ráfertőzéseknel (4).

Inaktivált SARS-CoV-val történő oltási kísérletekben figyelték meg, hogy azon betegek esetében, akik felépültek a SARS-ból, a CD4+ és a CD8+ memóriasejtek a vakcinázás hatására gyors celluláris immunitást stimuláló IFN- γ -választ produkálnak. Am azon betegek esetében, ahol a SARS súlyossá válik, IFN- γ -válasz nem tapasztalható. Mindebből arra következtettek, hogy a fertőzés leküzdésében a celluláris immunitás elsődleges jelentőségű. Inaktivált FIPV-vel végzett oltási kísérletekben is hasonló eredményekre jutottak. Ideális esetben, a fentiek alapján, a hatékony FIPV elleni oltóanyag úgy váltana ki sejtes Th1-es immunválaszt, hogy a humorális immunválaszt az esetlegesen fellépő ADE miatt alacsony szinten tartsa (53). Úgy tűnik, a FIPV esetében ezt a hagyományos vakcinafejlesztési technikákkal (attenuálás, inaktiválás) rendkívül nehéz elérni. Emiatt egyes kutatók az alegységvakcinák fejlesztésében látják a megoldás kulcsát, és olyan protektív fehérjeszakaszok vagy epitópok azonosítására törekednek, amelyek kizárólag Th1-választ indukálnak, vagy Th2-válasz esetén ADE-reakciót nem eredményeznek. Számítógépes programok segítségével *in silico* számos Th1-epitópot azonosítottak a FIPV S protein S2 doménjében az N és az M proteinekben is (48). Ezek közül számos peptid epitóp IFN- γ -indukáló képességét tesztelték egerekben és *ex vivo* teljes macskavérben. Néhányuk valóban képes volt viszonylag magas IFN- γ -szintet indukálni mind *in vivo* egerekben, mind *ex vivo* macskavérben. Vírusráfertőző macskakísérletben is kipróbáltak két ígéretes N protein peptidet, amelyek viszonylag nagy IFN- γ -választ indukáltak, de nem bizonyultak ellenanyagkötő epitópoknak. Hogy erősítsék a peptidvakcinák sejtes immunitást kiváltó hatását, adjuvánsként CpG-oligodezoxinukleotidokat alkalmaztak (53). Habár macskákban valóban sikerült Th1-választ kiváltani, a vakcinázás csak alacsony szintű védelmet adott (25%-ról 50%-ra növekedett a vakcinázott macskák túlélése a nem vakcinázott kontrollcsoportéhoz képest). A viszonylagos sikert azonban beárnyékolta, hogy a peptidvakcinázás nagyobb dózisban immuntoleranciát váltott ki.

Az 1980-as évek végén forgalomba hoztak egy intranazálisan alkalmazható FIP-vakcinát, amelyet egy attenuált, hőmérséklet-érzékeny FIP-törzsből fejlesztettek. A vírus kizárólag a felső légutakban szaporodik, és szisztémás terjedésre hőmérséklet-érzékenysége miatt képtelen. A vakcina hatása vitatott, az viszont biztosnak tűnik, hogy mérhető immunológiai hatása csak azon állatok esetében van, amelyekben az FCoV ellenanyag-titer az oltást megelőzően negatív (42).

Egy rekombináns FCoV-víruspárra alapozott vakcinázási kísérlet folyamán arra is fény derült, hogy az állatok eltérő genetikai és immunológiai háttéréből adódó különbségek eredményeként eltérő válaszreakciók adód-

Az eddig vizsgált vakcinák gyakran ellenanyagfüggő fertőzésfokozódást vagy ún. „korai halál szindrómát” okoznak FIPV ráfertőzéseknel

Az állatok eltérő genetikai és immunológiai háttéréből adódó különbségek eredményeként eltérő válaszreakciók adódhatnak

hatnak. A rekombináns víruspárt a FIPVII-DF2 törzsének két változata szolgáltatta. Az egyikben a 3abc intakt formában volt jelen, míg a másikban csonkolt állapotban (5). A korábbi *in vivo* tanulmányok alapján (4) az előbbi avirulens, az utóbbi pedig kis virulenciájú fenotípust mutatott. SPF európai rövidszőrű macskák két hét különbséggel két oronasalis (0. és 14. napon) és két intramuscularis (28. és 42. napon) oltást kaptak, amelynek eredményeként 100%-os védettség alakult ki a FIPV-DF2 letális homológjaival szemben mindkét vakcinaváltozat esetében. Normál körülmények között tartott fajtatiszta brit rövidszőrű macskák oltásával viszont eltérő eredményekre jutottak: az intakt 3abc-t tartalmazó változat minden esetben ellenanyagfüggő fertőzésfokozódást (ADE) váltott ki. A letális homológgal történő oltást követő egy héten belül minden állat (5 kísérleti alany) FIP-re jellemző tüneteket produkált, a halál pedig a 16. és a 20. nap között következett be. A csonkolt 3abc-vel rendelkező FIPVII-DF2 törzs esetében az állatok 40%-a elnyújtott túlélést (a letális FIPV-DF2 vírussal történő oltást követő 65. és 86. napon hullottak el), 60%-uk pedig fulmináns tüneteket mutatott. A fulmináns esetekben a macskák egy héten belül FIP-tüneteket produkáltak, az elhullás pedig a 14. és 19. nap között következett be (5).

GYÓGYKEZELÉS

Jelenleg kereskedelmi forgalomban nem kapható olyan vírusellenes gyógyszer, amely képes a FIP gyógyítására

Jelenleg kereskedelmi forgalomban nem kapható olyan vírusellenes gyógyszer, amely képes a FIP gyógyítására. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy nincsenek erőfeszítések arra, hogy a betegséget gyógyszeres kezeléssel gyógyítsák, ill. enyhítsék a tüneteit. Az eddig kipróbált és irodalomban leírt gyógyszeres kezeléseink inkább a tünetek csökkentését eredményezték, több-kevesebb sikerrel. A FIP kezelésére kipróbált különböző gyógyszerek kiválasztása eddig nagy részben a humán koronavírusokkal nyert tapasztalatokra és ezek gyógyszeres kezelésére alapult.

A vírusfertőzés leküzdésére alkalmazható gyógyszerek vagy a vírusreplikáció specifikus gátlásán alapulnak, vagy immunszuppresszív, gyulladásgátló szerek

A koronavírus-fertőzések leküzdésére alkalmazott gyógyszerek két fő csoportra oszthatóak: vagy a vírusreplikáció specifikus gátlásán alapulnak, vagy immunszuppresszív, gyulladásgátló szerek. Elméletileg a kettő kombinációjával sikeresebb eredmények érhetőek el. Alkalmazásuk a FIP kezelésében jelenleg kísérleti fázisban tart. Az olyan antivirális gyógyszerek közül, amelyeknek tanulmányozták a FIPV-re való hatását, a ciklosporin-A (mint ciklofilingátló), és a klorokvin emelhetők ki (43). A celluláris ciklofileinek számos jelátviteli útvonalban, a mitokondriális apoptózisban, az RNS splicing folyamatában, valamint az adaptív immunitásban is szerepet játszanak. A ciklosporin-A és származékai a koronavírusok széles skáláján alkalmazhatóak, mint vírusreplikációt gátló gyógyszerek (54), *in vitro* hatásosan képesek gátolni a FIP replikációját is.

A malária ellen is használatos klorokvin *in vitro* gátolja a FIPV replikációját, és gyulladásgátló tulajdonságai is vannak. Kísérletesen fertőzött macskákban kismértékű jótékony hatása *in vivo* is kimutatható volt a FIP-es állatokra, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy májkárosodásra utaló mellékhatásokat tapasztaltak a kezelt állatokban (51).

Más immunszuppresszív gyógyszerek, pl. glükokortikoidok és a ciklofoszfamid hatását is vizsgálták FIP-szindrómában szenvedő állatokban, azonban ezek is csak mérsékelt hatással voltak a tünetekre, és az állatok pusztulását nem tudták megakadályozni (18).

In vitro hatásosnak bizonyultak a HIV-terápiában sikeresen alkalmazott vírusproteáz-inhibitorok is, pl. a 3C-like proteáz blokkolók, amelyek nem toxikus formában képesek a vírus éréséhez szükséges virális proteázokat specifikusan gátolni, ezáltal a vírusreplikációt megakadályozni (25).

Egy másik, specifikusan a vírus biológiai tulajdonságán alapuló, a vírus terjedését megakadályozó kezelés a vírusmembrán összeolvadását akadályozó heptádismétlődés (heptád-repeat HR) analóg peptidek használatán alapul. Amint azt már korábban tárgyaltuk, a vírus célsejtek membránjával történő fúzióját az S protein S2 alegységének HR1 és HR2 régiója irányítja. Amint az S1 a célsejt receptorához kapcsolódik, az S2 olyan szerkezeti átalakuláson megy keresztül, amely az említett HR-régiókat érinti. Ennek eredményeként a HR1 és a HR2 egy 6-hélixes köteget formál, és elősegíti a membránok összeolvadását. A HR-régiót lefedő szintetikus peptidekkel sikerült a vírus célsejtekkel történő fúzióját – ezáltal a vírus szaporodását is – 97%-osan gátolni. Abban az esetben, ha a szintetikus peptidet kombináltan alkalmazták IFN- γ -val, a vírusreplikáció teljes gátlása is elérhető volt *in vitro* (12, 31).

A FIP immunkomplex-betegség jellegéből fakadóan a kialakulásához a komplementrendszer elengedhetetlen. Ígéretes lehet a jövőben a szervezet dekomplementálása, amely révén a folyamatok további súlyosbodása megelőzhető lehet (32).

MENTESÍTÉS

A betegség kártételének csökkentése a fertőzéstől mentes felneveléssel, ill. a FECV-től való mentesítéssel érhető el

A betegség kártételének csökkentése a fertőzéstől mentes felneveléssel, ill. a FECV-től való mentesítéssel érhető el.

Elsősorban tenyészetek esetében jön szóba az utódok fertőzéstől mentes felnevelése az anyaállatok szülés előtti elkülönítésével, ill. az alom elkülönítetten történő tartásával, valamint a korai, 4–6 hetes korban történő választással (2). A koronavírustól történő mentesítés azon alapszik, hogy a vírus fekális-orális úton terjed, és ezt a megfelelő higiéniával, táplálékkiegészítők használatával, esetleg akár gyógyszeres segítséggel próbáljuk megszakítani. Ez a módszer – jellegéből fakadóan – egyedileg, ill. kis csoportokban tartott állatok esetében használható sikeresen.

JÖVŐBENI KILÁTÁSOK

Annak ellenére, hogy a FIP-tünetegyüttest több mint hatvan éve felismerte a tudomány, és kórokozóját is majdnem ötven éve azonosították, a betegség gyógyítását még mindig nem sikerült megoldani. A hagyományos módon fejlesztett attenuált vagy inaktivált vakcinák mind ez ideig csődöt mondtak. Az elmúlt tíz évben számos új ismerettel gyarapodott tudásunk, amelyek ugyan segítettek a FCoV patotípusok és a FIP-szindróma kialakulásának jobb megértésében, mégis számos dolog maradt, amely hátráltatja egy vakcina, ill. hatékony gyógyszeres kezelés kifejlesztését. Többek között:

1. Az FCoV biotípusok közötti genetikai különbségek pontos ismeretének hiánya, és az ebből adódó diagnosztikai nehézségek.
2. Szűk gazdaspecifitás. A vírus *in vivo* csak macskákban vizsgálható, amelyek beszerzése kísérleti célra rendkívül drága és nehézkes.
3. Immortalizált sejtvonalak hiánya, amelyekben a különböző szero- és patotípusú törzsek fenntarthatóak lennének.
4. Az FCoV speciális immunológiai tulajdonságai (monocyta-macrophag-specifitás, perzisztencia, ADE, egyedi immunválasz genetikai háttértől és tartási körülményektől – pl. SPF, nem SPF – függően).

Véleményünk szerint amennyiben az utolsó pontban felsorolt problémákra nem sikerül megfelelő válaszokat találni, nem valószínű, hogy bárki is hatékony vakcinával tudna előállni a közeljövőben. A jelenleg elérhető ismeretek alapján nagyobb sikerrel kecsegtet a humán gyógyászatban már bevált (lásd HIV, HCV) specifikus vírusinhibitorok fejlesztése (ami már meg is indult) és *in vivo* tesztje.

A jelenlegi ismeretek alapján a vakcináknál nagyobb sikerrel kecsegtet a humán gyógyászatban már bevált specifikus vírusinhibitorok fejlesztése

Amíg azonban a gyógyszerfejlesztések be nem fejeződnek vagy amennyiben mégis sikerül hatékony vakcinával a piacon megjelenni, addig sajnos még a jól felkészült állatorvosok elsődleges célja is csak a megelőzés és a tünetek enyhítése lehet a FIP esetében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikket az OTKA-K108607 és OTKA-K119381 támogatta.

IRODALOM

- ADDIE, D. – BELÁK, S. et al.: Feline infectious peritonitis ABCD guidelines on prevention and management. *J. Feline Med. Surg.*, 2009. 11. 594–604.
- ADDIE, D. D. – JARRETT, O.: Control of feline coronavirus infection in kittens. *Vet. Rec.*, 1990. 126. 164.
- ADDIE, D. D. – TOTH, S. et al.: Risk of feline infectious peritonitis in cats naturally infected with feline coronavirus. *Am. J. Vet. Res.*, 1995. 56. 429–434.
- BÁLINT, Á. – FARSANG, A. – SZEREDI, L. – ZÁDORI, Z. – BELÁK, S.: Recombinant feline coronaviruses as vaccine candidates confer protection in SPF but not in conventional cats. *Vet. Microbiol.*, 2014. 169. 154–162.
- BÁLINT, Á. – FARSANG, A. – ZÁDORI, Z. – BELÁK, S.: Comparative in vivo analysis of recombinant type II feline coronaviruses with truncated and completed ORF3 region. *Plos One*, 2014. 9. e88758.
- BANK-WOLF, B. R. – STALLKAMP, I. et al.: Mutations of 3c and spike protein genes correlate with the occurrence of feline infectious peritonitis. *Vet. Microbiol.*, 2014. 173. 177–188.
- BELOUZARD, S. – MILLET, J. K. et al.: Mechanisms of coronavirus cell entry mediated by the viral spike protein. *Viruses*, 2012. 4. 1011–1033.
- CHANG, H. W. – DE GROOT, R. J. et al.: Feline infectious peritonitis: insights into feline coronaviruses pathobiogenesis and epidemiology based on genetic analysis of the viral 3c gene. *J. Gen. Virol.*, 2010. 91. 415–420.
- DEDEURWAERDER, A. – OLYSLAEGERS, D. A. et al.: The ORF7-encoded accessory protein 7a of feline infectious peritonitis virus as a counteragent against interferon-alpha induced antiviral response. *J. Gen. Virol.*, 2014. 95. 393–402.
- DEDEURWEARDER, A. – DESMARTES, L. M. et al.: The role of accessory proteins in the replication of feline infectious peritonitis virus in peripheral blood monocytes. *Vet. Microbiol.*, 2013. 162. 447–455.
- DIAZ, J. V. – POMA, R.: Diagnosis and clinical signs of feline infectious peritonitis in the central nervous system. *Can. Vet. J.*, 2009. 50. 1091–1093.
- DOKI, T. – TAKANO, T. et al.: Identification of the peptide derived from S1 domain that inhibits type I and type II feline infectious peritonitis virus infection. *Virus Res.*, 2015. 204. 13–20.
- DRECHSLER, Y. – ALCARAZ, A. et al.: Feline coronavirus in multicat environments. *Vet. Clin. Small Anim.*, 2011. 41. 1133–1169.
- DYE, C. – SIDDELL, S. G.: Genomic RNA sequence of feline coronavirus strain FIPV WSU-79/1146. *J. Gen. Virol.*, 2005. 86. 2249–2253.
- GONZALEZ, J. M. – GOMEZ-PUERTAS, P. et al.: A comparative sequence analysis to revise the current taxonomy of the family Coronaviridae. *Arch. Virol.*, 2003. 148. 2207–2235.
- GUNN-MOORE, D. A. – GRUFFYDD-JONES, T. J. et al.: Detection of feline coronaviruses by culture and reverse transcriptase-polymerase chain reaction of blood samples from healthy cats and cats with clinical feline infectious peritonitis. *Vet. Microbiol.*, 1998. 62. 193–205.
- HAIJEMA, B. J. – VOLDERS, H. et al.: Live, attenuated coronavirus vaccines through the directed deletion of group-specific genes provide protection against feline infectious peritonitis. *J. Virol.*, 2004. 78. 3863–3871.
- HARTMANN, K. – RITZ, S.: Treatment of cats with feline infectious peritonitis. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 2008. 123. 172–175.
- HARTMANN, K. Feline infectious peritonitis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 2005. 35. 39–79.
- HEALD-SARGENT, T. – GALLAGHER, T.: Ready, Set, Fuse! The Coronavirus Spike Protein and Acquisition of Fusion Competence. *Viruses*, 2012. 4. 557–580.
- HERREWEGH, A. A. P. M – VENNEMA, H. et al.: The molecular genetics of feline coronaviruses: comparative sequence analysis of the Orf7a/7b transcription unit of different biotypes. *Virology*, 1995. 212. 622–631.
- HOHDATSU, T. – YAMATO, H. et al.: Vaccine efficacy of a cell lysate with recombinant baculovirus-expressed feline infectious peritonitis (FIP) virus nucleocapsid protein against progression of FIP. *Vet. Microbiol.*, 2003. 97. 31–44.
- HOLZWORTH, J. E.: Some important disorders of cats. *Cornell Vet.*, 1963. 53. 157–160.
- HSIEH, L. E. – CHUEH, L. L.: Identification and genotyping of feline infectious peritonitis-associated single nucleotide polymorphisms in the feline interferon- γ gene. *Vet. Res.*, 2014. 45:57.
- KIM, Y. – LIU, H. et al.: Reversal of the Progression of Fatal Coronavirus Infection in Cats by a Broad-Spectrum Coronavirus Protease Inhibitor. *PLoS Pathog.*, 2016. 12. e1005531.
- KIPAR, A. – MELI, M. L. et al.: Sites of feline coronavirus persistence in healthy cats. *J. Gen. Virol.*, 2010. 91. 1698–1707.
- KIPAR, A. – KÖHLER, K. et al.: Comparison of Lymphatic Tissues from Cats with Spontaneous Feline Infectious Peritonitis (FIP), Cats with FIP Virus Infection but no FIP, and Cats with no Infection. *J. Comp. Pathol.*, 2001. 125. 182–191.
- KIPAR, A. – MELI, M. L.: Feline infectious peritonitis: still an enigma? *Vet. Pathol.*, 2014. 51. 505–526.
- KISS, I. – POLAND, A. M. et al.: Disease outcome and cytokine responses in cats immunized with an avirulent feline infectious

- peritonitis virus (FIPV)-UCD1 and challenge-exposed with virulent FIPV-UCD8. *J. Feline Med. Surg.*, 2004. 6. 89–97.
30. LICITRA, B. N. – MILLET, J. K. et al.: Mutation in spike protein cleavage site and pathogenesis of feline coronavirus. *Emerg. Infect. Dis.*, 2013. 19. 1066–1073.
31. LIU, I. J. – TSAI, W. T. et al.: Peptides corresponding to the predicted heptad repeat 2 domain of the feline coronavirus spike protein are potent inhibitors of viral infection. *Plos One*, 2013. 8. e82081.
32. LUTZ, H. – HAUSER, B. et al.: Feline infectious peritonitis (FIP)–The present state of Knowledge. *J. Small Anim. Pract.*, 1986. 27. 108–116.
33. MELI, M. – KIPAR, A. et al.: High viral loads despite absence of clinical and pathological findings in cats experimentally infected with feline coronavirus (FCoV) type I and in naturally FCoV-infected cats. *J. Feline Med. Surg.*, 2004. 6. 69–81.
34. MONTALI, R. J. – STRANDBERG, J. D.: Extraperitoneal lesions in feline infectious peritonitis. *Vet. Pathol.*, 1972. 9. 109–121.
35. O'BRIEN, S. J. – TROYER, J. L. et al.: Emerging viruses in the feliidae: shifting paradigms. *Viruses*, 2012. 4. 236–257.
36. OLSEN, C. W.: A review of feline infectious peritonitis virus: molecular biology, immunopathogenesis, clinical aspects, and vaccination. *Vet. Microbiol.*, 1993. 36. 1–37.
37. PEDERSEN, N. C. – LIU, H. et al.: Feline infectious peritonitis: role of the feline coronavirus 3c gene in intestinal tropism and pathogenicity based upon isolates from resident and adopted shelter cats. *Virus Res.*, 2012. 165. 17–28.
38. PEDERSEN, N. C. – LIU, H. et al.: The influence of age and genetics on natural resistance to experimentally induced feline infectious peritonitis. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 2014. 162. 33–40.
39. PEDERSEN, N. C. – BOYLE, J. F. et al.: Infection studies in kittens, using feline infectious peritonitis virus propagated in cell culture. *Am. J. Vet. Res.*, 1981. 42. 363–367.
40. PEDERSEN, N. C. – SATO, R. et al.: Common virus infections in cats, before and after being placed in shelters, with emphasis on feline enteric coronavirus. *J. Feline Med. Surg.*, 2004. 6. 83–88.
41. PEDERSEN, N. C.: A review of feline infectious peritonitis virus infection: 1963–2008. *J. Feline Med. Surg.*, 2009. 11. 225–258
42. PEDERSEN, N. C.: *An overview of feline enteric coronavirus and infectious peritonitis virus infections. 1995. <https://pawpeds.com/pawacademy/health/fip/>*
43. PEDERSEN, N. C.: An update on feline infectious peritonitis: diagnostics and therapeutics. *The Vet. J.*, 2014. 201. 133–141.
44. PEDERSEN, N. C.: An update on feline infectious peritonitis: virology and immunopathogenesis. *Vet. J.*, 2014. 201. 123–132.
45. PORTER, E. – TASKER, S. et al.: Amino acid changes in the spike protein of feline coronavirus correlate with systematic spread of virus from the intestine and not with feline infectious peritonitis. *Vet. Res.*, 2014. 45. 49.
46. REGAN, A. D. – OUSTEROUT, D. G. et al.: Feline lectin activity is critical for the cellular entry of feline infectious peritonitis virus. *J. Virol.*, 2010. 84. 7917–7921.
47. ROTTIER, P. J. M. – NAKAMURA, K. et al.: Acquisition of macrophage tropism during the pathogenesis of feline infectious peritonitis is determined by mutations in the feline coronavirus spike protein. *J. Virol.*, 2005. 79. 14122–14130.
48. SATOH, R. – KOTAKE, M. et al.: Identification of cytosine-phosphorothioate-guanine oligodeoxynucleotide sequences that induce interferon- γ production in feline immune cells. *Microbiol. Immunol.*, 2011. 55. 184–190.
49. SPARKES, A. H. – GRUFFYDD-JONES, T. J. et al.: Feline infectious peritonitis: a review of clinicopathological changes in 65 cases, and a critical assessment of their diagnostic value. *Vet. Rec.*, 1991. 129. 209–212.
50. STODDART, M. E. – GASKELL, R. M. et al.: The sites of early viral replication in feline infectious peritonitis. *Vet. Microbiol.*, 1988. 18. 259–271.
51. TAKANO, T. – KATOH, Y. et al.: Effect of chloroquine on feline infectious peritonitis virus infection in vitro and in vivo. *Antiviral Res.*, 2013. 99. 100–107.
52. TAKANO, T. – HOHDATSU, T. et al.: TNF-alpha, produced by feline infectious peritonitis virus (FIPV)-infected macrophages, upregulates expression of type II FIPV receptor feline aminopeptidase N in feline macrophages. *Virol.*, 2007. 364. 64–72.
53. TAKANO, T. – MORIOKA, H. et al.: Screening and identification of T helper 1 and linear immunodominant antibody-binding epitopes in spike 1 domain and membrane protein of feline infectious peritonitis virus. *Vaccine*, 2014. 32. 1834–1840.
54. TANAKA, Y. – SATO, Y. – SASAKI, T.: Suppression of coronavirus replication by cyclophilin inhibitors. *Viruses*, 2013. 5. 1250–1260.
55. TEKES, G. – HOFMANN-LEHMANN, R. et al.: Chimeric feline coronaviruses that encode type II spike protein on type I background display accelerated viral growth and altered receptor usage. *J. Virol.*, 2010. 84. 1326–1333.
56. THOMAS, G.: Furin at the cutting edge: from protein traffic to embryogenesis and disease. *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.*, 2002. 3. 753–766 .
57. TSAI, H. Y. – CHUEH, L. L. et al.: Clinicopathological findings and disease staging of feline infectious peritonitis: 51 cases from 2003 to 2009 in Taiwan. *J. Feline Med. Surg.*, 2011. 13. 74–80.
58. VAN HAMME, E. – DESMARETS, L. et al.: Intriguing interplay between feline infectious peritonitis virus and its receptors during entry in primary feline monocytes. *Virus Res.*, 2011. 160. 32–39.
- WOLFE, L. G. – GRIESEMER, R. A.: Feline infectious peritonitis. *Pathol. Vet.*, 1966. 3. 255–270.
59. ZIMMERMANN, Á. – ZIMMERMANN, G.: *A házimacska. Királyi Magyar Természettudományi Társulat*, 1944. 262–263.
60. ZOOK, B. C. – KING, N. W. et al.: Ultrastructural evidence for the viral etiology of feline infectious peritonitis. *Pathol. Vet.*, 1968. 5. 91–95.

Közlésre érk.: 2016. dec. 1.

Application of synthetic solid culture medium to improve the detection of antimicrobial drug residues in foodstuffs

(secondary publication)

Szita Géza¹, Bernáth Sándor^{2*}, Szili Zsuzsanna¹, Szita János³, Hullár István⁴, Erdősi Orsolya¹

G. Szita¹, S. Bernáth^{2*}, Zs. Szili¹, J. Szita³, I. Hullár⁴, O. Erdősi¹

1. Állatorvostudományi Egyetem
Élelmiszer-higiéniai Tanszék
H-1078 Budapest, István u. 2.

* e-mail: szili.zsuzsanna@univet.hu

2. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági
Hivatal Állatgyógyászati Termékek
Igazgatósága

3. Országos Baleseti és Sürgősségi Intézet

4. Állatorvostudományi Egyetem
Állattenyésztési, Takarmányozástani
és Laborállat-tudományi Intézet

Bacillus subtilis tenyésztésére alkalmas szintetikus táptalaj kifejlesztése antimikrobiális maradékanyagok hatékonyabb kimutatására (másodközlés: Acta Alimentaria)

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen tanulmányukban bemutatják a *Bacillus subtilis* tenyésztésére kifejlesztett szelektív táptalajukat az élelmiszerekben lévő antimikrobiális maradékanyagok érzékeny kimutatására. Nitrogénforrásként ammóniumsót, szénforrásként glukózt, ill. nátrium-piruvát tartalmaz. Az új táptalajt mikrobiológiai vizsgálatokban alkalmazva antimikrobiális hatóanyagok kimutatásakor a gátlási zóna átmérők 1,4–4-szer szélesebbek voltak, mint a Müller–Hinton-agaron. Az új agar előnye a nagy érzékenységen kívül a standard összetétel, a gátlóanyagok hiánya, a reprodukálható minőség és az alacsony ár.

SUMMARY

Background: Recent laboratory tests being in use in Europe to detect antibiotic residues in human food are either based on the so called Four Plate Test (UE4pt) employing *Bacillus subtilis* as test organism, or on direct chemical test procedures. The Four Plate Test is widely utilized as a scanning method due to simplicity and low cost, however, sensitivity of the chemical detection methods has been about a magnitude higher.

Objectives: Purpose of this study was to increase the sensitivity of the biological testing, using *B. subtilis* as test organism, through restricting nitrogen and carbon supply in the culture media. It was hoped that an effective, portable test tool with low lab technology requirement could be developed.

Materials and Methods: Growth and antibiotic sensitivity characteristics of *B. subtilis* were compared using Mueller-Hinton Agar and our two limited nutrient supply semisolid media. Ammonium sulphate was combined either with glucose or sodium pyruvate in buffered agar. Each composed medium was tested at both pH 6.0 and pH 8.0. Growth inhibition was measured around commercial antibiotic resistance test disks containing 21 respective antibiotics.

Results and Discussion: The medium based on ammonium sulphate and sodium pyruvate, pH 6.0 proved to be most suitable as a replacement of Mueller Hinton Agar in the Four Plate Test. Growth inhibition, indicating sensitivity, improved by 1.4 to 4.0-fold, depending on the antibiotic. This allows the detection of levels up to a magnitude smaller amount of antibiotics than the original Four Plate Test. Unlike Mueller Hinton Agar, our artificial medium does not contain any accidental inhibitor substances. Moreover, the medium is superselective for *B. subtilis*, cheap and highly consistent in composition, as well as results.

Az élelmiszerek antibiotikum-, ill. xenobiotikum-tartalma veszélyes lehet a fogyasztóra azáltal, hogy allergiás reakciókat okoz, vagy növeli a terápiás céllal használt antibiotikumok alkalmazásakor a bakteriális rezisztencia gyakoriságát. Az állatorvoslásban alkalmazott antibiotikumok és antibakteriális hatóanyagok szermaradványainak állati eredetű élelmiszerekből való kimutatására az alapvető szűrő módszerek a mikrobiológiai vizsgáló eljárások, az ELISA és a vékonyréteg-kromatográfia használatosak (1). A mikrobiológiai vizsgálatokat szilárd táptalajon végzik, alapelvük a baktériumnövekedés gátlási zónáinak mérése és értékelése (7). Standard feltételek mellett a gátlás mérete egyenesen arányos a szer koncentrációjának logaritmusával (10).

Az élelmiszerek antibiotikum-, ill. xenobiotikum-tartalma allergiát és terápia-hatékonyság csökkenést okozhat

Az utóbbi évtizedben kifejlesztettek egy hatlemezes módszert

A mikrobiológiai módszerek olcsók és széles körben alkalmazhatók, mivel potenciálisan fedik majdnem a teljes antibiotikum-spektrumot egy vizsgálattal, szemben az immunológiai vagy receptor alapú próbákkal (9). A négycsésés módszer (EU4pt) általánosan használt és nagyra értékelt vizsgáló eljárás a rutinmunkában, a módszer legnagyobb előnye a gyorsaság és az egyszerűség (5, 6). Egyaránt hatékony nagyszámú fagyasztott-felengedett vagy a friss minta vizsgálatára (2). Mindazonáltal ezen módszerek kevésbé specifikusak és érzékenyek, összehasonlítva a költséges és időigényes kémiai analízissel.

Az antimikrobiális maradékanyagok kimutatása olyan módszereket igényel, amelyek megfelelően érzékenyek a maximálisan engedélyezett maradékanyag-mennyiségek (maximum residue limit, MRL) észlelésére (3). Az MRL-értékek megállapítása az eredeti mikrobiológiai szűrő eljárások újragondolására készítette a kutatókat (2, 8). Említhetők itt a négycsésés módszer (EU4pt) és a *Bacillus subtilis* egycsésés eljárás, amelyeket a korábbi időszakban használtak, mivel úgy értékelték, hogy ezek a módszerek több maradék anyag esetében nem elég érzékenyek (9, 4). Az utóbbi évtizedben a már javított módszerek fejlesztése felgyorsult. Kifejlesztettek egy hatlemezes módszert (combined plate microbial assay, CPMA), amely alapvetően a négycsésés módszer (EU4pt) kiegészítése *Bacillus cereus* és *Escherichia coli* lemezekkel.

Az antimikrobiális hatóanyagok jobb diffúzióját biztosító, új táptalaj fejlesztését tűzték ki célul

A hatlemezes agardiffúziós módszernél (CPMA) háromnál a *Bacillus subtilis* a vizsgálatban használt mikroorganizmus. Ezért határoztunk úgy, hogy kifejlesztünk egy új táptalajt, amely lehetővé teszi az antimikrobiális hatóanyagok jobb diffúzióját. A vizsgálatokhoz a laboratóriumunkban indikátormikrobák tenyésztésére korábban kifejlesztett szintetikus táptalajok szolgáltak alapul, mivel megfigyelhető volt, hogy ezek a táptalajok lehetővé teszik a baktériumok anyagcseretermékeinek (pl. szerves savak) nagyon gyors diffúzióját. Feltételeztük, hogy az antibakteriális hatóanyagok élelmiszer-maradékanyagai hasonló módon viselkednek, vagyis kifejezettebben és intenzívebben diffundálnak, mint a hagyományos agarlemezekben.

Az irodalomban nem volt adat azokról a legegyszerűbb nitrogénvegyületekről, amelyeket kizárólag a *Bacillus subtilis* tud hasznosítani. Figyelembe véve ezt a tényt, először különböző szerves és szervetlen N-vegyületeket vizsgáltunk, és azt találtuk, hogy az ammónia kiválóan alkalmas erre a célra. Ez a legegyszerűbb molekula, amely alkalmas Gram-negatív baktériumok tenyésztésére. Kiegészítve glükózzal és piruváttal, mint szénforrásokkal, foszfátpufferben a táptalaj nitrogénforrásul szolgálhat. A további vizsgálatokban a *Bacillus subtilis* négy új szintetikus táptalajra, és összehasonlításként a hagyományos Müller-Hinton-táptalajra lett oltva.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A TÁPTALAJOK ÖSSZETÉTELE ÉS ELKÉSZÍTÉSE

Müller–Hinton-agar: húskivonat (2,0 g/l), kazeinhidrolizátum (17,5 g/l), keményítő (1,5 g/l), agaragar (16,0 g/l). A hőkezelés 121 °C hőmérsékleten 20 percen át történt.

BSg-agar: ammónium-szulfát (1 g/l), glükóz (4 g/l), dikálium-hidrogén-foszfát (4 g/l), kálium-dihidrogén-foszfát (1 g/l), agaragar (16,0 g/l). A hőkezelés 121 °C hőmérsékleten 20 percig tartott.

BSp-agar: ammónium-szulfát (1 g/l), nátrium-piruvát (4 g/l), dikálium-hidrogén-foszfát (4 g/l), kálium-dihidrogén-foszfát (1 g/l), agaragar (16,0 g/l). A hőkezelés 121 °C hőmérsékleten 20 percen át történt. A BSg- és BSp-agarokból pH 6 és pH 8 vegyhatású táptalajok készültek.

BAKTÉRIUMTÖRZS ÉS A SPÓRASZUSZPENZIÓ KÉSZÍTÉSE

A *Bacillus subtilis* ATCC 6633 (BGA) törzset 7,0 pH-értékű agarra szélesztettük, majd 26 °C hőmérsékleten 10 napon át tartó inkubálás után a főleg spórákat tartalmazó telepeket fiziológias sóoldattal lemostuk (0,85% nátrium-klorid-oldat). Ezt a szuszpenziót 3024 g értéknél 10 percen át centrifugáltuk, háromszor mostuk, majd az üledéket újra szuszpendáltuk fiziológias sóoldattal, és 70 °C hőmérsékleten 30 percig hőkezeltük. A spóraszám meghatározására az MPN-módszert használtuk, a végső szuszpenzió spóratartalma 10^7 spóra/ml volt. A szuszpenziót 4 °C alatti hőmérsékleten tároltuk.

A 10^4 spóra/ml végső koncentráció eléréséhez 0,1 ml *B. subtilis* BGA-spóraszuszpenziót adtunk 100 ml pH 6,0 vagy pH 8,0 vegyhatású táptalajhoz. A táptalajok összehasonlítása hatóanyag-tartalmú papírkorongokkal történt (Resistest HUMAN Co.), öt párhuzamos mérésel. Az eljárás ugyanolyan érzékeny, mint az agarlyukasztással végzett hatóanyag-diffúziós módszer.

EREDMÉNYEK

A kísérlet során 21 antibakteriális hatóanyagot vizsgáltunk. Az új táptalajok ellenőrzésekor a hatóanyagok Müller–Hinton- (MH-) táptalajon kapott gátlási zónáinak átmérője volt a viszonyítási alap (100%). A vizsgált 4 aminoglikozid közül a neomycin gátlási zónája 144–164%, a gentamyciné 167–200% volt az új táptalajokon (1. táblázat). A kanamycin a BSg pH 6 táptalaj alkalmazásakor ugyanakkora átmérőben gátolta a *B. subtilis* fejlődését, mint a MH-táptalajon vizsgálva. A BSg pH 8 táptalajon és a BSp pH 6 és pH 8 táptalajokon viszont nagyobbak, 191–211% voltak az átmérők viszonyított értékei. A streptomycin a BSg pH 8 és a BSp pH 8 táptalajokon nem eredményezett nagyobb gátlási zónát, mint a MH-táptalajon vizsgálva. Ezzel szemben a BSg pH 6 és a BSp pH 6 új táptalajokon nagyobb gátlási zónák alakultak ki (163%). Az aminoglikozid hatóanyagok esetén tehát a vizsgált táptalajok összetétele jelentősen befolyásolta a gátlási zóna átmérőjét.

A vizsgálatba vont 5 penicillin (methicillin, oxacillin, ampicillin, penicillin G, cloxacillin) valamennyi új táptalajon nagyobb átmérőben gátolta a *B. subtilis* fejlődését (129–260%), mint a MH-táptalajon (2. táblázat). Ugyanez mondható el a további 12 antibakteriális hatóanyag esetén is, ahol az értékek 118–400% között voltak.

Bakteriális kontamináció esetén a zavaró telepek csak a MH-táptalajon voltak kimutathatók, a szintetikus táptalajokon nem.

A *Bacillus subtilis* törzset 26 °C-on, 10 napon át indukálták, majd meghatározták a spóraszámot

A kísérletben 21 antibakteriális hatóanyagot vizsgáltak

1. TÁBLÁZAT. Aminoglikozidok mikrobiológiai vizsgálata. A gátlási zónák mérete 24 órás *B. subtilis* tenyészetet tartalmazó táptalajon (mm)

TABLE 1. Microbiological assay of aminoglycosides. Size of the inhibitory zones on the medium containing *B. subtilis* after 24 h incubation (mm)

Aminoglikozidok	Aminoglikozidok					Aminoglikozidok				
	MH	BSg	% ₁	BSp	2%	MH	BSg	1%	BSp	% ₂
1. Kanamycin	9	9	100	19	211	11	21	191	22	200
2. Neomycin	9	13	144	14	156	11	18	164	18	164
3. Streptomycin	8	13	163	13	163	11	11	100	10	91
4. Gentamycin	7	14	200	14	200	9	15	167	15	167

MH: Müller–Hinton agar, %₁ a BSg agaron mért gátlási zóna átmérője a Müller–Hinton-agaron mért gátlási zónához viszonyítva %-ban; %₂; a BSp-agaron mért gátlási zóna átmérője a Müller–Hinton-agaragaron mért gátlási zónához viszonyítva %-ban.

2. TÁBLÁZAT. Nem aminoglikozid antimikrobiális hatóanyagok mikrobiológiai vizsgálata

TABLE 2. Microbiological assay of antimicrobials other than aminoglycosides

Antimikrobiális szerek	pH 6,0					pH 8,0				
	MH	BSg	% ₁	BSp	% ₂	MH	BSg	% ₁	BSp	% ₂
1. Methicillin	4	8	200	6	150	4	10	250	8	200
2. Oxacillin	11	16	146	16	145	8	16	200	16	200
3. Ampicillin	17	22	129	24	141	16	22	138	25	156
4. Penicillin	10	18	180	22	220	11	15	136	22	200
5. Cloxacillin	10	25	250	26	260	10	20	200	20	200
6. Erythromycin	3	10	333	12	400	8	14	175	14	175
7. Chlortetracyclin	8	26	325	31	388	8	16	200	18	225
8. Chloramphenicol	11	19	173	23	209	13	19	146	18	138
9. Polymixin B	3	6	200	6	200	4	7	175	7	175
10. Cefalexin	11	13	118	23	209	9	20	222	13	144
11. Lincomycin	5	7	140	7	140	6	7	117	9	150
12. Nitrofurantoin	13	21	162	29	223	12	19	158	21	175
13. Sulfadimidin	6	19	317	19	317	8	25	313	25	313
14. Cefoperazon	12	17	142	20	167	9	17	189	18	200
15. Tetracyclin	10	21	210	21	210	10	19	190	20	200
16. Nalidixsav	14	21	150	23	164	10	20	200	20	200
17. Ampicillin és Oxacillin	11	18	164	20	182	10	15	150	16	160

MH: Müller–Hinton agar, %₁ a BSg agaron mért gátlási zóna átmérője a Müller–Hinton-agaron mért gátlási zónához viszonyítva %-ban; %₂; a BSp-agaron mért gátlási zóna átmérője a Müller–Hinton-agaragaron mért gátlási zónához viszonyítva %-ban.

MEGVITATÁS

Az antimikrobiális maradékanyagok kimutatására alkalmas agarlemez-módszerek a baktérium gátlási zóna mérésén és értékelésén alapulnak. A módszer hatékonyságának növelése céljából négy szintetikus táptalaj előállítására és vizsgálatára került sor, amelyek ammóniumsót mint nitrogénforrást, glükózt és nátrium-piruvátot mint szénforrást tartalmaztak. A kísérleti táptalajok az antimikrobiális anyagok jobb diffúzióját tették lehetővé, ezért a gátlási zónák szignifikánsan nagyobbak voltak.

A vizsgált szintetikus táptalajok közül a BSp pH 6,0 ajánlható leginkább az antimikrobiális hatóanyagok kimutatására. Ezt a táptalajt használva mind a 21 vizsgált hatóanyag szignifikánsan nagyobb gátlási zónát adott *B. subtilis*

A kísérleti táptalajok az antibakteriális anyagok jobb diffúzióját tették lehetővé

esetén, mint a hagyományos MH-táptalaj. A gátlás átmérőjének viszonyított értéke a BSp pH 6.0 esetén 140–400% voltak. Összefoglalva ez a tápközeg nagyobb érzékenységűnek bizonyult az antibiotikum korongdiffúziós tesztben, mint az MH-agar. További előnye az új táptalajnak, hogy erősen szelektív tulajdonsága miatt a szennyező baktériumok kevésbé ronthatják a vizsgálatokat, mint a Müller-Hinton-agar esetében.

IRODALOM

1. BOGAERTS, R. – WOLF, F.: A standardised method for the detection of residues of antibacterial substances in fresh meat. *Fleischwirtschaft*, 60, 672–673. (1980)
2. CURRIE, D. – LYNAS, L. et al.: Evaluation of a modified EC Four Plate Method to detect antimicrobial drugs. *Fd Addit. Contam.*, 15, 651–660. (1998)
3. EU(2010): Commission Regulation No. 37/2010 of 22nd December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin.
4. FERRINI, A.M. – MANNONI, V. – AURELI, P.: Combined Plate Microbial Assay (CPMA): a 6-plate-method for simultaneous first and second level screening of antibacterial residues in meat. *Fd Addit. Contam.*, 23, 16–24. (2006)
5. HUSSEIN, K.: Experimental design for the microbiological four plate method test for the detection of sulphonamidine residues at the level of concern. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 48, 403–407. (2004)
6. KILINC, B. – CAKLI, S.: Screening for antibiotic residues in the trout by the Four Plate test, Premi test and ELISA test. *Eur. Fd Res. Technol.*, 226, 795–799. (2008)
7. KIRBIS, A.: Microbiological 5-plate screening method for detection of tetracyclines, aminoglycosides, cephalosporins and macrolides in milk. *Slovenian Vet Res.*, 43, 161–168. (2006)
8. OKERMAN, L. – VAN HOOF, J. – DEBEUCKELAERE, W.: Evaluation of the European four-plate test as a tool for screening antibiotic residues in meat samples from retail outlets. *J AOAC Int.*, 81, 51–56. (1998)
9. PIKKEMAAT, M.G.: Microbial screening methods for detection of antibiotic residues in slaughter animals. *Anal. Bioanal. Chem.*, 395, 893–905. (2009)
10. SCHOEVERS, E.J. – TERLOU, M. et al.: An image analysis system: an objective and accurate alternative for reading the agar diffusion test. *J. Vet. Pharmacol. Therap.*, 17, 38–42. (1994)

Közlésre érke.: 2015. jan. 21.

Dr. Hajdu Bertalan (1944–2017)



1944. december 18-án, Kékcsén látta meg a napvilágot. Gyermekkorát is születési helyén töltötte és általános iskolába is itt járt. Középiskolai tanulmányait a kiskvárdai Bessenyei György Gimnáziumban folytatta. Jó tanulóként a gimnázium után egyből felvételt nyert az Állatorvostudományi Egyetemre.

1967. szeptember 9-én kapott állatorvosi diplomát. A Megyei Tanács Mezőgazdasági Osztály intézményeként működő állategészségügyi szolgálatnál kezdte állatorvosi munkáját, először mint állatkórházi gyakoronok, majd 7 éven át élelmiszer-higiénikus állatorvos. Ezt követően állat-higiénikus állatorvos és később e mellett személyzeti vezető.

1983-tól a Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Állategészségügyi és Élelmiszer Ellenőrző Állomás igazgató főállatorvosa lett, ezzel abban az időben majd ezt követően még évekig az ország legfiatalabb megyei főállatorvosa volt. Mindezt egy olyan megyében, amely határos volt Romániával, Ukrajnával, Szlovákiával, így a járványok elleni védekezés megszervezésében kiemelt szerepet játszott. Mindezen feladatokat sikeresen oldotta meg, e mellett kollégái elismerését is kívívta,

így 15 éven át a megyei állatorvosi karnak országos elismerését és megbecsülést vívott ki és tartott meg.

1994 és 1998 között tagja a Magyar Állatorvosok Lapja szerkesztőbizottságának. A MOÁÉ megalakulásakor egy évig tagja az intézőbizottságnak, 2002 és 2006 között a felügyelőbizottságnak. Haláláig tagja a Magyar Állattenyésztők Szövetsége történelmi szakbizottságának.

Munkájáért több minisztériumi és társadalmi kitüntetést kapott

Az állat-egészségügyi szolgálatot elhagyva 1998. decemberétől a Megyei Önkormányzatnál az Európai Unió ügyekkel foglalkozik, majd ezt követően a magánszférába kerül, a TST Kft. ügyvezető igazgatója.

2002-től pályázat útján újra elnyerte a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei főállatorvos tisztségét, amelyet nyugdíjba vonulásáig látott el.

Pályafutása során szigorú, de következetes vezetőként mindig a szakmaiságot tartotta szem előtt. A megyei és az országos állat-egészségügyi szolgálat meghatározó személyisége. Munkássága során számos fiatal kollégát indított el szakmai pályáján.

2010. május 1-től kezdte meg munkával teli évek után megérdemelt nyugdíjas éveinek gondtalan eltöltését. Idejét részben családi körben töltötte. Példás családapaként nevelte gyermekeit és nagyapaként szeretettel foglalkozott unokáival. A természet iránti szeretete nyugdíjas éveiben sem csökkent.

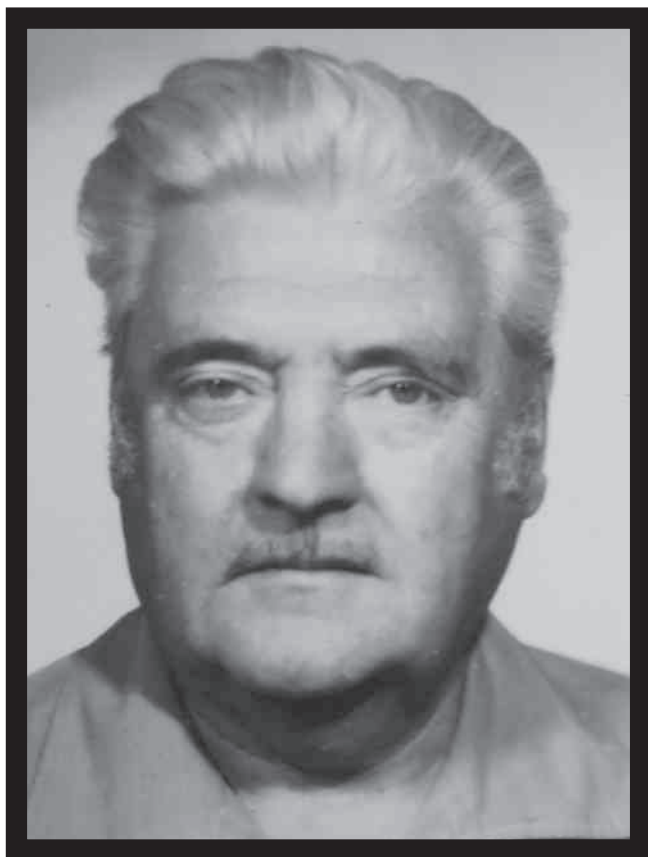
Lokálpatriótaként mindig a megye érdekét tartotta szem előtt. Ennek elismeréseként a megyei közgyűlés az állattenyésztés és az állategészségügy területén a megyéért kifejtett tevékenységéért 1998-ban alkotói díjban részesítette.

2012 decemberében kimagasló szakmai életműként és példaértékű elhivatottsága elismeréseként nyugalmazott igazgatóként Életmű Díjat kapott.

Emlékét örökké megőrizzük. Nyugodjon békében.

Dr. Guzsvány Mihály

Dr. Pethő Árpád (1921–2016)



Kilencvenhatodik életévében, 2016. november 12-én Veszprémben elhunyt DR. PETHŐ ÁRPÁD állatorvos. Temetésén DR. LEITOLD JÓZSEF megyei főállatorvos mondott búcsúztatót.

PETHŐ ÁRPÁD távozásával egy különleges életút fejeződött be. A történelem e három részre hasogatott életpályát nem kímélte. Mindjárt az elején megrakta annyi gonddal és teherrel, ami alatt sokan, mások összeroskadtak volna.

PETHŐ ÁRPÁD 1921. október 15-én Kemenespálán született, kisbirtokos, földműves családban. Itt végzi el az elemi iskolát, majd Celldömölkön a polgári iskola négy osztályát. Különbözeti vizsgát téve a kaposvári Romssich Pál Gimnáziumba kerül, ahol 1942-ben érettségizik.

Közben jó képességeivel és szorgalmával kitűnik társai közül. Az iskolának, meg magának is dicsőséget szerezve az országos fizika tárgyú tanulmányi versenyen harmadik helyezést ér el. Ez a siker alapvetően befolyásolja sorsát, hisz az érettségi után nyomban, Honvéd ösztöndíjjal felvételt nyer az állatorvosi egye-

temre, ahol eleinte nyugodt körülmények között tanulhatott, építhette jövőjét. Majd 1944-ben a közelgő háborús események előszele az egész évfolyamot „kifújta” Bécsbe. Itt, nem akármilyen megpróbáltatások árán háromnegyed évet abszolvál.

Egyetemi tanulmányait a háború után itthon folytatja, 1947-ben állatorvosi diplomát szerez. Első munkahelyként Csöglén kezd, előbb magánállatorvos, majd hatósági szolgálatba lépve körzeti állatorvos. Itt tevékenykedve kitűnik szakmai felkészültségével, rátermettségével, és 1949-ben, 28 évesen, mindössze két éves állatorvosi gyakorlattal kinevezik a Veszprém Megyei Tanács, vagyis Veszprém megye főállatorvosának. A beosztást 1957-ig tölti be.

Ez a szakmapolitikai elvárásokkal megtűzdelt időszak állítja fiatalon – a vezetéshez szükséges kellő tapasztalatszerzés időszakában – emberileg és szakmailag egyaránt a legnehezebb kihívások elé.

Ezerkilencszáz-ötvenhétől új feladatot kap: Veszprém járási, városi főállatorvosa lesz és marad is 1981-ig, nyugdíjba vonulásáig. Ez az időszak PETHŐ DOKTOR életének legsikeresebb része. A járványos állatbetegségek megelőzésében és elfojtásában biztos irányító pillér, a nagyüzemi állattenyésztés új arcú ágazatainak beindításában pedig szakmai kútforrás. Súlyos gépkocsibalesetéig még sikeres magángyakorlatot is folytat. Környezete emberi, szakmai tekintélyként tiszteli.

Közben számos társadalmi, szervezeti megbízásnak is eleget tesz: a Magyar Agrártudományi Egyesületben az állatorvosi szakosztály megyei titkára, az állat-egészségügyi állomás munkaügyi döntőbizottságának elnöke, a megyei polgárvédelmi parancsnokság állat-egészségügyi törzsparancsnoka.

Munkájának eredményességét számos kitüntetés jelzi: munkaérdemérem, honvédelmi érdemérem (három ízben), MAE-aranykoszorús jelvény, Veszprém megyéért érdemérem.

Nyugdíjba vonulásával kezdődik DR. PETHŐ ÁRPÁD életének harmadik, „csendes időszaka”. Gyógyszerész feleségével, akivel 1952-ben kötött házasságot, szolgálati lakásukat feladva elvonultak a világtól.

Életének utolsó éveit Veszprémben, az Életöröm idősek otthona közösségében éli, ahol – szavait idézve – szép körülmények között, teljes megelégedettségben telnek napjaik, amelyek közül két kedves dátum kiemelkedik: a házasságuk hatvanadik évfordulója, és az ugyanerre az évre eső magas állami

kitüntetés, az életműdíjként kapott Magyar arany érdemkereszt átvétele.

Az otthonból november elején értesítést kaptunk: ПЕТНÓ ДОКТОР gyengén van. Telefonon bejelentkeztünk EDIT asszonynál, látogatási időpontot kérve. A megadott időben érkezvén hamar megállapíthattuk, hogy a kapott hírek nem túloztak: ÁRPÁD gyengén volt, nagyon is gyengén. De csak fizikailag. Szellemi frissességét csak mondatainak lassúsága fékezte. Az volt a kérése, hogy temetésén a szakma emlékezzen meg róla. Ehhez segítségül átnyújtott egy kézzel írott jegyzetet, a fontosabb életrajzi adatokkal.

Ezt követően jelezte, hogy még valami fontosat el akar nekünk mondani, hogy tudjunk róla. Szavai szó szerint idézve következnek.

„Szakmai életemet összegezve nyugodt lelkiismerettel mondhatom, hogy a munkámat mindig elvégeztem. Egy eset azonban hatvan éve nyomaszt. Ugyanis az ötvenhatos forradalom leveretése után, a retorziók

idején, mint megyei főállatorvos nem tudtam megakadályozni a négy kiskorú gyermekét nevelő, nagyszerű sümegi állatorvos DR. MILLER LAJOSnak az állatorvosi tevékenységtől való eltiltását, felcserré történő vizsgaszaminőztését. Így fordulhatott elő az a szégyenletes, megalázó eset, mikor munka közben, sokak jelenlétében, DR. MILLER LAJOS kezéből a saját orvosi táskáját a karunk és megyénk egy ifjú elvetemült állatorvosa kivette, mondván: az orvosi táska felcser kezébe nem való”.

Az elvakult ifjú állatorvos nevét ПЕТНÓ ДОКТОР tapintatosan elhallgatta. Majd több levegőt kért a szobába és elbúcsúzott tőlünk.

Mi a temetésen vettünk tőle megrendülten végső búcsút:

Nyugodj békében Árpád...

Dr. Kégl Tamás

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

MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA

Hungarian Veterinary Journal
Established by Prof. Dr. Nádasszky, 1976

Élőanyag-ellenőrzés gyártási kötelezettsége
vadász állatokban

SZARVASMARHA

A bat oldali OIV gazdasági kártétele

SÉRÉS

Vérzéses-elhatalmas légzőgyulladás
Pótlólagos tejképzés káros

HAL

Európai angolna fajmeghatározása
PCR-RFLP-módszerrel

PARAZITOLÓGIA

Az Echinococcus multilocularis
elterjedtsége hazánkban

TOXIKOLÓGIA

Mérgező kerti és szobanövények

LEVÉL A SZERKESZTŐSÉGHEZ

AKADÉMIAI BESZÁMOLOK

ALMA MATER

HIRDETÉS

Magyar Állatorvosok Lapja
ISSN 0041-4144-586
2024. évi 1. kötet
150 Ft

Hirdetési
felületek már
60 000 Ft-tól

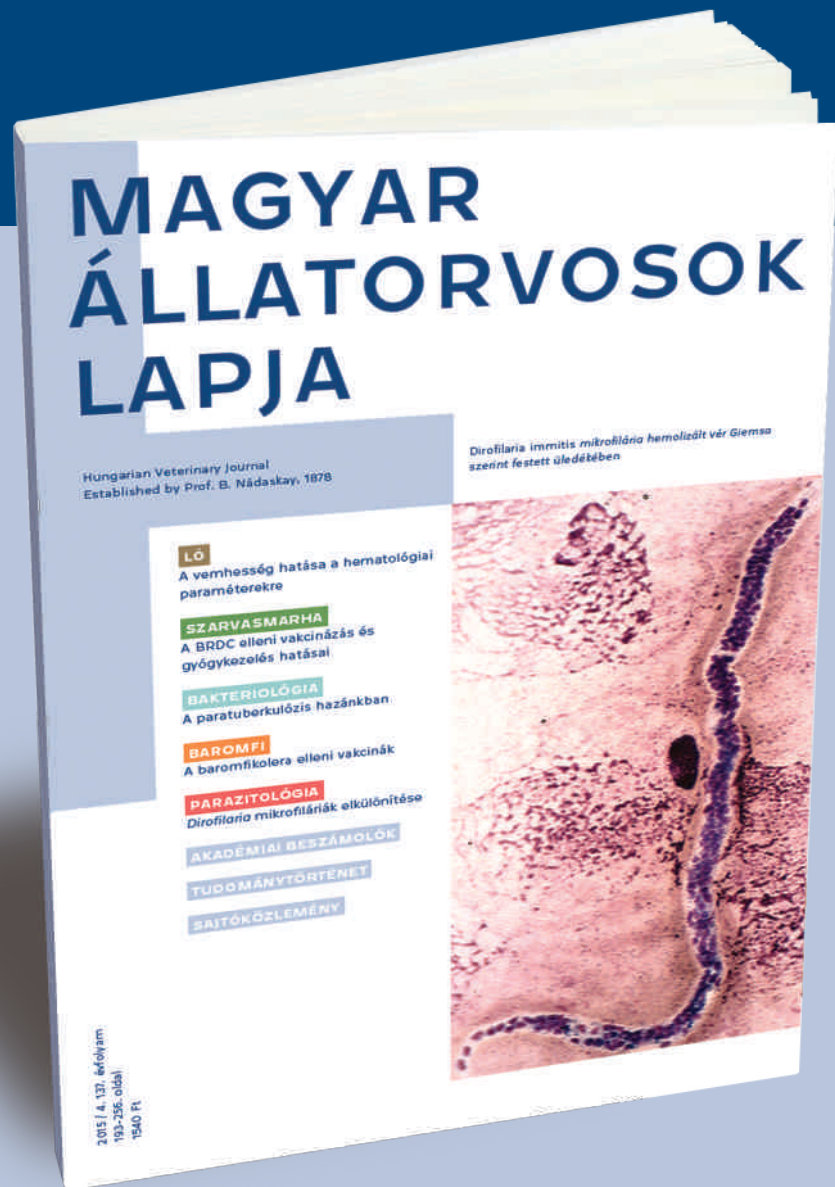
Többszöri megjelenés esetén
további engedményeket
biztosítunk

Hirdetési áraink:

Most kedvező áron tesszük
közzé hirdetését
a Magyar Állatorvosok Lapja c.
tudományos-szakmai
folyóiratban.

1/1	170 x 245 mm	130 000 Ft
1/2	170 x 118 mm	110 000 Ft
1/3	170 x 76 mm	75 000 Ft
1/4	170 x 55 mm	60 000 Ft
B2, B3, B4	200 x 285 mm	155 000 Ft

Rendelje meg 2017-ben is a megújult Magyar Állatorvosok Lapját!



Ha most előfizet, a 2016. évben megjelent cikkekből álló tematikus különszámot digitális formában ingyen kaphatja meg.

Küldje el nekünk e-mail címét az info@agrarlapok.hu-ra és írja meg, melyeket szeretné megkapni!

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> kisállat | <input type="checkbox"/> ló | <input type="checkbox"/> mikrobiológia |
| <input type="checkbox"/> kedvenc állat | <input type="checkbox"/> szarvasmarha | |
| <input type="checkbox"/> baromfi, sertés, hal | <input type="checkbox"/> parazitológia | |

www.agrarlapok.hu/elofizetes