

MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA

Hungarian Veterinary Journal
Vol. 143. No. 10. – Budapest, October 2021.
Established by Prof. B. Nádaskay, 1878

Mycoplasma synoviae telepek Frey-agaron

LÓ

Jóindulatú teratoma rejtett heréjű lóban

SERTÉS

A magyarországi nagylétszámú
hízósertés-állományok PRRS-
mentesítése 2014–2020

SZAPORODÁSBIOLOGIA

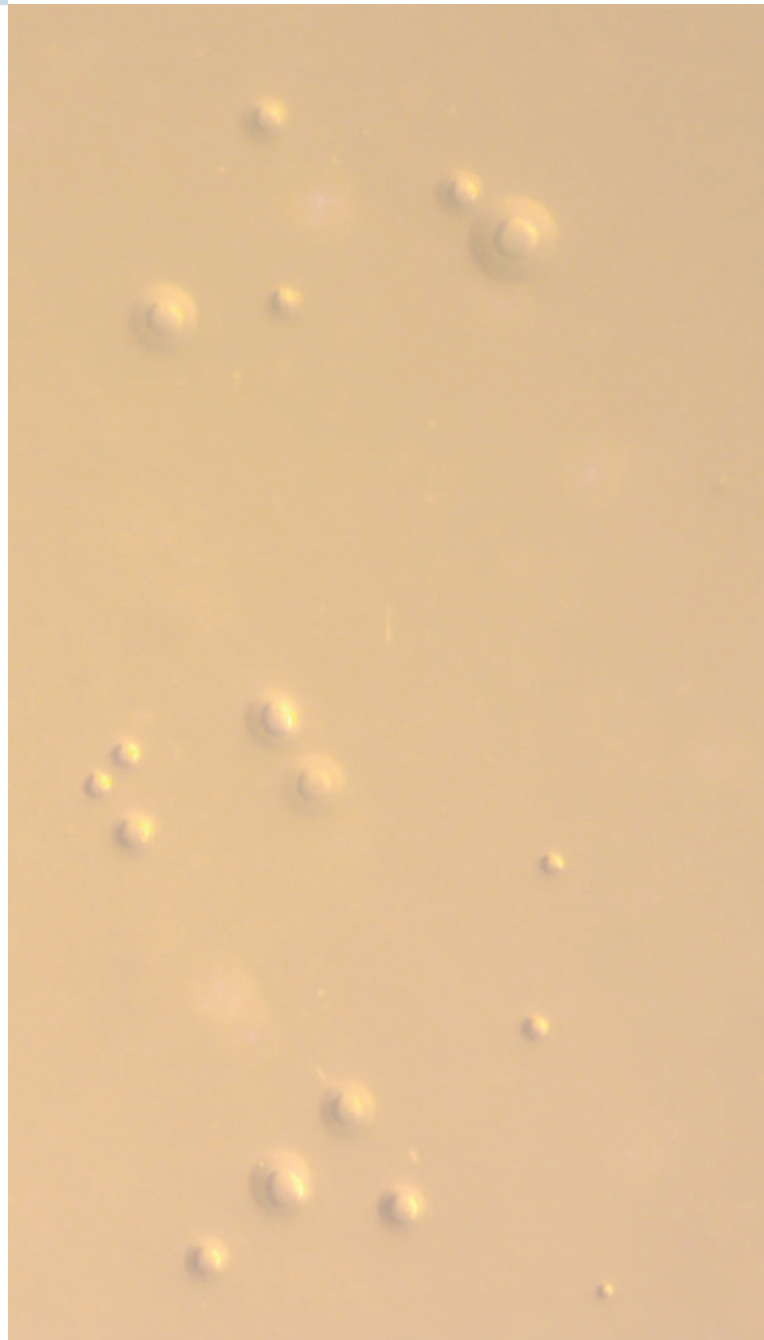
A melatonin szerepe a ló és a szamár
szaporodásában

BAKTERIOLÓGIA

A vakcinás védekezés lehetőségei
a baromfi, a sertés, valamint a
szarvasmarha *Mycoplasma* okozta
megbetegedései ellen

ÉLELMISZER-HIGIÉNYIA

Az egészségügyi technológiaértékelés és
kockázat-haszon elemzés alkalmazási
lehetőségei az élelmiszerlánc-biztonság
területén



BEMUTATJUK:

Credelio™ PLUS

Az első endektocid, amely az extra tisztításon átesett lotilanert (tiszta enantiomer) a megbízható milbemicin-oximmal kombinálja*

Írd fel az ÚJ Credelio™ Plus készítményt!



A terméket bemutató fénykép szimbolikus.

- Védelmet nyújt a kullancsok és a bolhák ellen, PLUSZ az orsóférges, a kampósférges és az ostorférges ellen, PLUSZ megelőzi a tüdőférgesség és a szívférgesség kialakulását*
- Hatásos a bélférges lárvá[†] és kifejlett stádiumai ellen egyaránt*
- Ezt a havonta adandó rágótablettát a kezelendő kutyák 100%-ának sikeresen beadták*¹
- Felnőtt kutyák és kölyökkutyák számára, már 8 hetes kortól kezdve és 1,4 kg-os testtömeg felett adható*

További információért olvassa be a QR kódot vagy látogasson el az alábbi oldalra:

https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2021/20210414151112/anx_151112_hu.pdf

Alkalmazás előtt, illetve további információért olvassa el a használati utasítást, vagy kérdezze az Elanco GmbH képviselőjét:

Elanco Hungary Kft. 1117 Budapest, Október huszonharmadika utca 8-10. Tel: +36 80 201 399, e-mail: allatgyogyszer@elancoah.com

1. Elanco data on file. *Credelio Plus SPC EMA. *Toxocara canis, Ancylostoma caninum* †Study with 355 pet dogs treated by their owners.

A Credelio, az Elanco és az átlós sáv védjegyek, melyek az Elanco vagy leányvállalatainak birtokában vannak.

© 2021 Elanco. PM-HU-21-0185



Elanco

LÓ / EQUINE

- 579.** Czímber Gy. E.: Jóindulatú teratoma rejtett heréjű lóban
Esetismertetés
Gy. E. Czímber: *Cryptorchid testicular teratoma in a horse*
Case report

SERTÉS / PORCINE

- 585.** Abonyi T., †Molnár T., Nemes I., Szabó I., Terjék Zs., Bognár L., Bálint Á.: A magyarországi nagylétszámú hízósertés-állományok PRRS-mentesítése 2014–2020
T. Abonyi, †T. Molnár, I. Nemes, I. Szabó, Zs. Terjék, L. Bognár, Á. Bálint: *PRRS eradication of large scale fattening herds in Hungary 2014–2020*

SZAPORODÁSBIOLOGIA / REPRODUCTIVE BIOLOGY

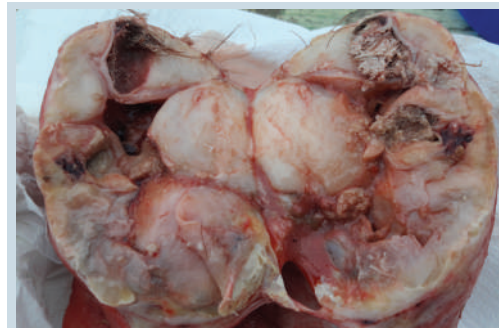
- 599.** Bartha B., Harmat L., Somoskői B., Cseh S., Fekete S. Gy., Gáspárdy A.: A melatonin szerepe a ló és a szamár szaporodásában
Irodalmi összefoglaló
B. Bartha, L. Harmat, B. Somoskői, S. Cseh, S. Gy. Fekete, A. Gáspárdy: *The role of melatonin in horse and donkey reproduction*
Literature review

BAKTERIOLÓGIA / BACTERIOLOGY

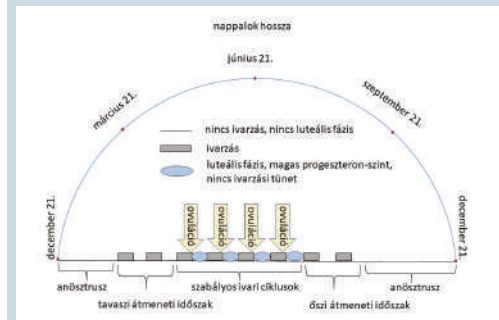
- 609.** Mitter A., Bekő K., Gyuranecz M.: A vakcinás védekezés lehetőségei a baromfi, a sertés, valamint a szarvasmarha *Mycoplasma* okozta megbetegedései ellen
A. Mitter, K. Bekő, M. Gyuranecz: *Vaccination against Mycoplasma infections in poultry, swine and cattle*

ÉLELMISZER-HIGIÉNY / FOOD HYGIENE

- 625.** Ország E., Józwiak Á., Süth M., Micsinai A., Urbányi B., Vokó Z., Kaló Z., Pitter J. Gy.: Az egészségügyi technológiaértékelés és kockázat-haszon elemzés alkalmazási lehetőségei az élelmiszerlánc-biztonság területén
Áttekintés
E. Ország, Á. Józwiak, M. Süth, A. Micsinai, B. Urbányi, Z. Vokó, Z. Kaló, J. Gy. Pitter: *The applicability of health technology assessment and risk-benefit analysis in the food safety domain*
Review



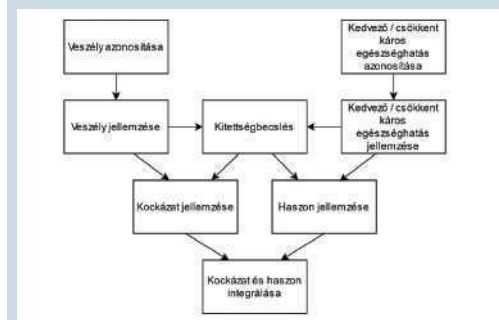
582. Teratoma rejtett heréjű lóban



602. A fény hatása a kanca ivari ciklusára



614. *M. gallisepticum* elleni vakcinázás tyúokban



633. A kockázat-haszon becslés folyamata

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 szerkesztőségétől/
Subscription orders to the Editorial Office (address above)

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



Szárított hal Langøya-szigeten

A norvég asszonyok – válaszolta egy csipős nyelvű bergeni asszony BULYOVSKY LILLA kérdésére – „soványak mint heringek, de mégis inkább szárított tőkehalhoz hasonlítanak”. A magyar színésznő 1864-ben járt Norvégiában egy lengyel családdal, és megtapasztalta a vidéki emberek szegénységét. A vendéglátás legtöbbször vajra és tojásra korlátozódott, és gazdagnak számított a lakoma, ha hal is került az asztalra. „Hal nélkül e csodálatos országban éhen halhatna az ember; de szerencsére ritka helyen nincs víz, és minden vízben van hal. Az emberek úgy mennek patak, folyam, tó vagy tengerhez halért, mint nálunk az aprómarha-udvarba egy tyúkért vagy kacsáért.” – írta. A szárított hal sok helyen az étkezés alapja volt. Beáztatás után megfőzték, és esetleg sörben főtt kenyérből készült péppel (szintén 800 éves recept) fogyasztották.

Egy szárított harcsa maradványait már egy 2400 éves görög hajó roncsai között is megtalálták. Képünk azonban néhány éve készült: a szárító állványokról lekerült tőkehalak gondosan összerakott halmát mutatja a norvég Langøya-szigeten. (Ezeket, a szárítóállvány rúdjaira utalva, „stockfishnek” nevezik.) A januártól májusig tartó nap és szél általi szárítással, a legősibb tartósítási módszerrel, több éven át felhasználható marad a hal. Természetesen akkor, ha nem szaporodnak el benne baktériumok vagy élősködők, nem csipkedik össze sirályok, nem rágják meg patkányok stb. A szárított hal elveszti a friss hal nedvességtartalmának 70%-át, de koncentráltan megmaradnak benne a fehérjék, a B-vitamin, a vas és a kalcium. Elkészítése sok veszélyességgel jár: egy hétig kell hűvös helyen tárolni és locsolni, áztatni, mielőtt főzni kezdenék.

A szárított hal fontos exporttermék volt. Először TOROLV KVELDULVSSON szállította Angliába 875-ben. A következő évszázadokban felvirágzott a norvég halkereskedelem, és különösen a monopóliumot élvező Bergen város gazdagodott meg ebből. Már 1444-ben, a világon talán először, királyi rendelet szabályozta a szárított tőkehal minőségének ellenőrzését. 24 osztályba sorolták ezeket. A legjobbakat Nyugat- és Dél-Európába adták el, a gyengébb minőség maradt a helybelieknek.

Bár MARX RUMPOLT, a 16. század híres szakácsmestere 1581-es szakácskönyvében azt írta, hogy minden ország rászorul a szárított halra, csak a friss halban bővelkedő Magyarország nem, ahol egyszerűen „büdös bestiának” hívják, valójában hazánkban is éltek a tartósítás e lehetőségével. RUMPOLT nyomán BORNEMISSZA ANNA szakácskönyvében (1680) tizenkét receptet is találunk „stokfishbül”.

Orbán Éva

FŐSZERKESZTŐ / EDITOR-IN-CHIEF

Dr. BALKÁ Gyula

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG / EDITORIAL BOARD

Dr. Abonyi Tamás
 Dr. Balka Gyula (elnök), Dr. Bándy Pál
 Dr. Bíró Ferenc, Dr. Bodó Gábor
 Dr. Búza László, Dr. Dunay Miklós Pál
 Dr. Farkas Róbert, Dr. Fekete Sándor György
 Dr. Fodor László, Dr. Gál János
 Dr. Gálfi Péter, Dr. Gönczi Gábor
 Dr. Jakab Csaba, Dr. Jerzsele Ákos
 Dr. Korzenszky Emőd, Dr. Laczay Péter
 Dr. Magyar Tibor, Dr. Manczur Ferenc
 Dr. Molnár Viktor, Dr. Nagy Béla
 Dr. Nemes Imre, Dr. Németh Tibor
 Dr. Ózsvári László, †Dr. Sályi Gábor
 Dr. Seregi János, Dr. Solti László
 Dr. Sótonyi Péter, Dr. Szieberth István
 Dr. Tóth Balázs, †Dr. Tuboly Tamás
 Dr. Varga János, †Dr. Vetési Ferenc
 Dr. Visnyei László, Dr. Vörös Károly

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) 362-8100
 Telefax: (36-1) 362-8104
 Internet: www.agrarlapok.hu
 E-mail: info@agrarlapok.hu
 Felelős kiadó: Bozzay Péter ügyvezető

HIRDETÉSEK FELVÉTELE

Telefon: (36-70) 232-4231, (36-1) 362-8100
 Telefax: (36-1) 470-0410
 E-mail: info@agrarlapok.hu

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

LAPTERV

made by zwoelf – www.zwoelf.hu

TERVEZŐSZERKESZTŐ

Markovics Réka

NYOMÁS

OOK-Press Nyomda
 8200 Veszprém, Pápai út 37/A.

INDEX: 25531
 HU ISSN 0025-004X

LAPTULAJDONOS



KIADÓ



**Cryptorchid testicular
teratoma in a horse**

Case report

Gy. E. Czimber

Bio-Czinov Kft.
H-9200 Mosonmagyaróvár,
Várallyay György u. 31.

e-mail: czimbivet@gmail.com

Jóindulatú teratoma rejtett heréjű lóban

Esetismertetés

Czimber Gyula Endre

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerző irodalmi adatok alapján bemutatja a heréből kiinduló daganatok előfordulását méneknél. Gonocitás seminoma, teratoma és Leydig-sejtes tumor fordul elő leggyakrabban. Helyeződésüket tekintve lehetnek normál, ill. rejtett (cryptorchid) heréből származóak. A rejtett here, vagy az abból kialakuló daganat további helyeződését tekintve lehet komplett hasi, inkomplett hasi, ill. inguinalis (lágycsatornabeli). A helyeződés és a daganat abszolút vagy a lágycsőgyűrűkhöz viszonyított mérete döntő szempont a műtéti tervezés szempontjából. Saját esetként, gyakorlati körülmények között eltávolított teratoma kapcsán kerülnek bemutatásra a műtéti lehetőségek.

SUMMARY

Background: Based on the literature, the author presents the testicular neoplasms in the horses. Age predilection or influences of cryptorchidism in the development of testicular neoplasia in stallions are not clearly established. The applied surgical method of excision depends mainly on the location of the neoplasia.

Objectives: „Field Surgery”, to prevent unfavourable outcomes or complications, necessitates good knowledge and experience of the surgeon. The aim of this report is to add some aspects to castration/excision methods of cryptorchid teratomas in the practice.

Materials and methods: A unilateral cryptorchid stallion was castrated by total intravenous anaesthesia (TIVA) under practical conditions. Inguinal approach was made, but removal of the teratoma, which considered to be a testis, was difficult because of its location and size.

Discussion: Based on the presented clinical case, the author recommends to create a decision tree facilitating to find the optimal surgical solution. The main aspects are: location and size of the teratoma; veterinary knowledge, routine and courage; surgery conditions (lighting, instruments, medicaments, weather conditions); assistants; diagnostic tools; price of the procedure.



A mének ivartalanításakor viszonylag ritkán találkozni heredaganatokkal, még rejtett here eltávolítása során sem, feltételezhetően azért, mert herélésük jellemzően fiatal korukban történik [1]. Idősebb korban előfordulnak viszont nagy méretű, normál helyeződésű heréből származó daganatok is [2]. VALENTINE szerint a leggyakoribb heredaganat lovaknál a seminoma és a teratoma, de előfordulnak, főleg rejtett here esetén, Leydig-sejtes daganatok is [3]. DE LANG és mtsai szimultán is megállapítottak seminomát hasúri és normál helyeződésű here esetén ugyanazon ló esetében [4]. A seminoma lovakban gyakran képez áttétet, a szerzők két esetben is hashártya- és veseáttétet állapítottak meg ilyen heredaganattal összefüggésben [4].

Lovakban ritkák a heredaganatok

Rejtett heréjű hím állatokban 4–11-szer gyakoribb a heredaganat előfordulása

Mint ismert, a teratomák olyan csírasedermetű daganatok, amelyek több csíralemez (endo-, meso- és ectoderma) elemeit tartalmazzák, viszonylag lassú növekedésűek, többnyire jóindulatúak, differenciált szövetelemek, pl. szőr, fogak stb. ismerhetők fel bennük. Feltételelesen szűznemzésnek (amorf magzatnak) is felfogható lenne a fejlődésük [5], de WILLIS már évtizedekkel korábban egyértelműen daganatként határozta meg a teratomát [6].

A cryptorchid here hasüregi helyeződése önmagában nem okoz daganatos sejt-transzformációt, de cryptorchid hím állatokban 4–11-szer gyakoribb a heredaganat előfordulása [7]. Lovaknál nem túl gyakoriak a heredaganatok, leginkább a gonocitás seminoma jelenik meg, megelőzve a teratomát és a Leydig-sejtes tumorokat [7]. Úgy tűnik, hogy a hasúri rejtett heréből származó teratomák kialakulása és a helyeződés között nincs összefüggés, talán inkább a nagyobb méretből adódóan marad el a here (heredaganat) scrotumba való leszállása [8].

Helyeződés szerint a rejtett here lehet inguinalis, komplett hasi, valamint inkomplett hasi

A vemhesség 9–10. hónapjában a kis méretű, petyhüdt tapintatú magzati herék a gubernaculum összehúzódása, a hasúri nyomás fokozódása és a lágyékgyűrű tágulása következtében a lágyékcsatornáig jutnak, de az extraabdominalis szövetként jelen lévő gubernaculum miatt még nem jutnak le a herezacskóba, csak a születés után néhány héttel. A tágulékony belső lágyékgyűrűt a belső ferde- és az egyenes hasizom, a lig. inguinale és a tendo praepubicus alkotja, a kis nyílású külső lágyékgyűrűt a külső ferde hasizom alakítja ki. Helyeződés szerint a rejtett here lehet *inguinalis*, *komplett hasi*, *inkomplett hasi* – a herével és a mellékhere farki végével a lágyékgyűrűhöz kapcsolódva [9, 10]. A (trans)rectalis vizsgálat – amely a fiatal, vagy nehezen kezelhető állatoknál kockázatos lehet – nem segíti lényegesen a rejtettheréjűség típusának megítélését SEARLE és mtsai szerint [11]. Ilyen esetekben az inguinalis és transabdominalis ultrahangvizsgálatot javasolt kombinálni, amellyel akár 97,5%-os szenzitivitás is elérhető. Fiatal és/vagy kis méretű fajtáknál gyakran csak ezzel a lehetőséggel számolhatunk [10].

A REJTETT HERE SEBÉSZI ELTÁVOLÍTÁSA (CRYPTORCHID CASTRATIO)

A rejtett here sebészi megközelítése lehet inguinalis, parainguinalis, paramedian alhasi és horpasz felőli

A sebészi megközelítés lehet *inguinalis*, *parainguinalis*, *paramedian alhasi* (*suprapubic*) és *horpasz felőli*. A *lágycsatorna* feltárás is kétféle lehet, egyrészt a scrotum felől érhetjük el a külső lágyékgyűrűt, vagy közvetlenül afelett ejtünk bemetszést a bőrön. A gubernaculum lapos, keskeny szalagja fellelhető a külső lágyékgyűrű cranialis harmadának szélén. Meghúzásával kifordítható és feltárható a processus vaginalis, annak megnyitásával pedig a mellékhere farki vége azonosítható általában először. *Parainguinalis* megközelítésnél a külső ferde hasizom aponeurosisán ejtünk metszést a külső lágyékgyűrű medialis szélével párhuzamosan, majd a hashártyán áthatolva jutunk be a hasüregbe. *Paramedian* metszés segítségével elérhetjük a belső lágyékgyűrűt – elsősorban bilaterális rejtettheréjűség esetén hasznos ez a megközelítés.

A horpasz felőli feltárás a ló álló helyzetében is történhet, elsősorban nagyméretű daganatos herék eltávolítására alkalmas [11]. A daganatos rejtett here laparoszópos technika segítségével is eltávolítható horpasz felőli megközelítésből [12]. *Inguinalis* sebészi megközelítés esetén gyakran nem határozzák meg előre a rejtett here pontosabb helyeződését, mert az szükség esetén könnyen áthúzható a lágyékgyűrűn, vagy esetleg egy parainguinalis metszés segítségével távolítható el. Azért is nehéz kötelező diagnosztikai lépésként ajánlani a szerzők szerint a műtét előtti ultrahangos vizsgálatot cryptorchid here tervezett inguinalis eltávolítása esetén, mert azok 0,3%-a bizonyult csak daganatosnak (és így nagyobb méretűnek) [12]. RIJKENHUIZEN és VAN DER HARST bemutattak egy, egyoldali rejtettheréjűség esetén, álló lónál használt laparoszópos, kombinált technikát, amelynél a leszállt here eltávolítása fedetlenül, de módosított technikával történik [13]. A komplett hasi, vagyis nem inguinalis rejtett herét nem távolították el, csak az ereket (és az ondózsínort) kötötték el (avascular necrosis), viszont az ellenoldali, leszállt herét az intraabdominalis elkötés, vagy elektromos érelzárás után bőrseben (bőr, tunica dartos, hüvelyhártya) keresztül távolították el. Sassot és mtsai álló lovon végeztek laparoszóppal rejtett here eltávolítást morcellator segítségével, elkerülve így a túl nagy horpaszsebet, ill. az erőltetett eltávolítással járó komplikációkat [9].

SAJÁT ESET

A szerző egy 2,5 éves sodrott mén herélését végezte álló helyzetben, fedetlen módon

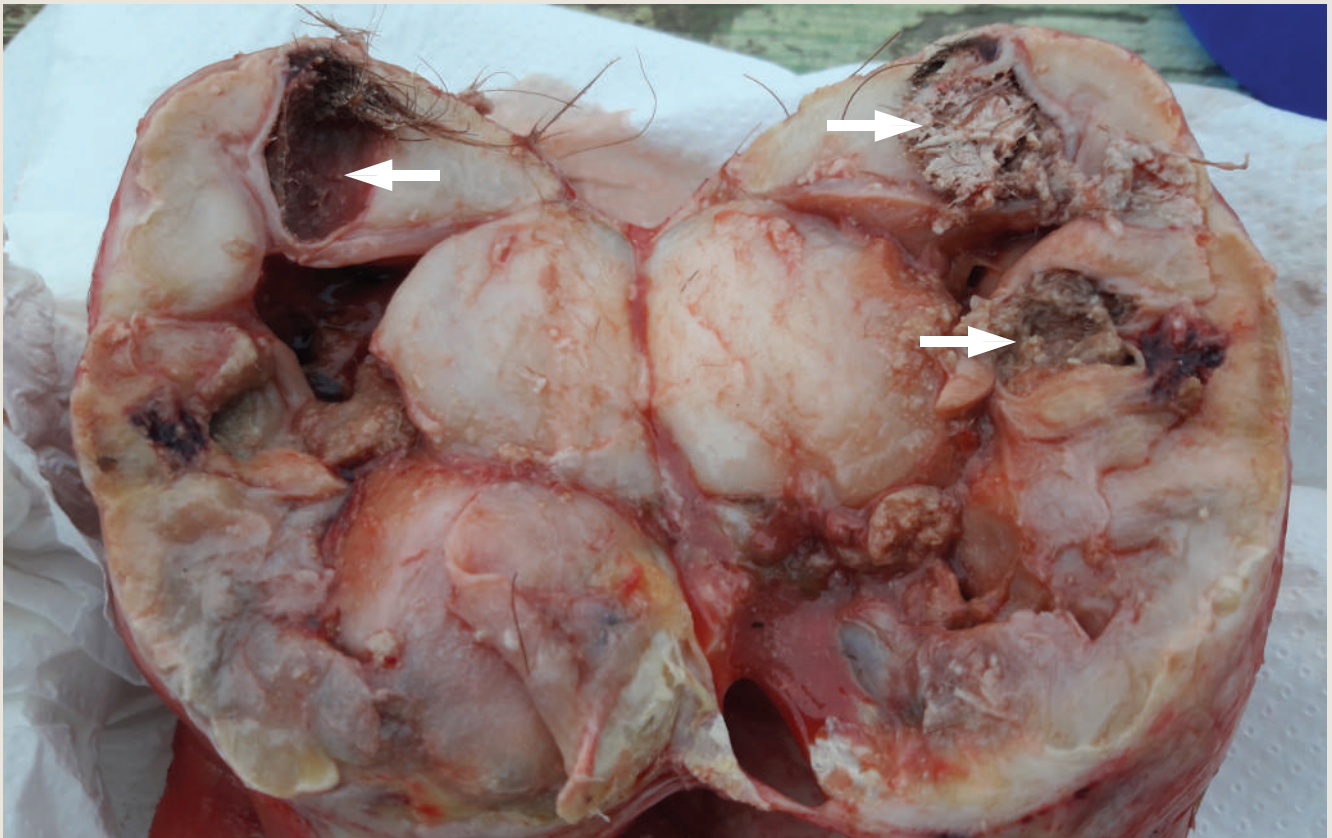
Egy 2,5 éves, ismeretlen származású, sárga, sodrott, becsléssel 450 kg testtömegű mén herélésére kértek meg. A választott módszer álló helyzetű, fedetlen castratio volt. A herélés indoka a hobbilónak szánt mén kezesebbé tétele volt. A bódításhoz xylazint (Xylarium inj., Eucuphar N.V.) használtunk (1,1 mg/ttkg iv.), majd 1 ml 10%-os (0,022 mg/ttkg) butorphanol (Alvegesic vet., V.M.D. n.v.) és 0,3 ml 10%-os ketamin (CP-Ketamin 10% inj.) keverékét alkalmaztam iv. fájdalomcsillapítás, ill. féken tartás céljából. A mén fejének leengedésével becsült megfelelő mélységű bódítás elérése után megtörtént az inguinális tájék megtekintéses és tapintásos vizsgálata, amelynek során jobb oldali rejtettheréjűség alapos gyanúját állapítottuk meg.

A rejtettheréjűség észlelésekor az állatot ledöntve, általános anesztézia mellett folytatták a műtétet

A tulajdonost gyors választás elé állítottuk, hogy folytassuk-e az ivartalanítást döntve, iv. általános anaesthesia [14, 15] mellett, vagy halasszuk el a herélést. Miután vállalták a kockázatot, füves területre vezettük a mént, majd 2,2 mg/ttkg ketamin (CP-Ketamin 10% inj.), ill. 0,1 mg/ ttkg diazepam (Apaurin 10 mg/2 ml inj.) keverékét vénakanülön (v. jugularis) keresztül beadva, jobb oldalára döntöttük [14, 15]. A csüdökre helyezett kötelekkel biztosítottuk a műteti területhez való biztonságos hozzáférést, az altatás mélységét a szemmozgás segítségével monitoroztuk. A műtét során váltakozva 0,5 mg/ttkg xylazin és 1,1 mg/ttkg ketamin, ill. 0,05 mg/ ttkg diazepam és 1,1 mg/ttkg ketamin keverékével hosszabbítottuk meg az altatás idejét. A sebészi megközelítés inguinalis, a lágyékgyűrű feletti bőrseben keresztül volt [11, 16]. A processus vaginalis elérése után nem sikerült sem a mellékherét, sem a herét megtalálni, ugyanakkor a lágyékcsatorna kézzel való tágítása után egy tömött tapintatú képletet találtam, amit óvatos, de határozott húzással sikerült csak előhúznom a műteti sebbe. Ligatúra felhelyezése (EP O Seravet-Serag Wiessner) után a képletet emasculátor segítségével távolítottuk el, majd a bőr alatti kötőszövetet egyszerű csomós, a bőrt pedig kevésbé feszülő, de gyors varrást lehetővé tevő X-varratokkal egyesítettem ugyanolyan EP O-s PGA fonállal (Seravet-Serag Wiessner). A teratoma mérete kb. 7 × 10–11 cm volt. Az ellenoldali, normál helyeződésű herét a hagyományos fedett módszerrel távolítottam el, itt a bőrsebet nem varrtam. Az immáron heréltnek nevezhető ló felállása, ill. későbbi gyógyulása problémamentesen zajlott. A hasüregből eltávolított képlet metszslapján jól felismerhetőek voltak az elszarusodó laphámmal bélelt, szőrszálakat is tartalmazó ciszták, ill. a fehér zsírszövetre emlékeztető solid területek (1. ábra).

Az eltávolított képlet makroszkópos vizsgálattal teratomának bizonyult

Ez alapján a képlet makroszkóposan teratomának, azon belül dermoid cystának bizonyult, sajnos kórszövettani vizsgálatra nem került sor.



1. ÁBRA. A képen a nyilak a kettévágott, keratocysticus megjelenésű bőrszövetre mutatnak, szaru- és szőrszáltartalommal

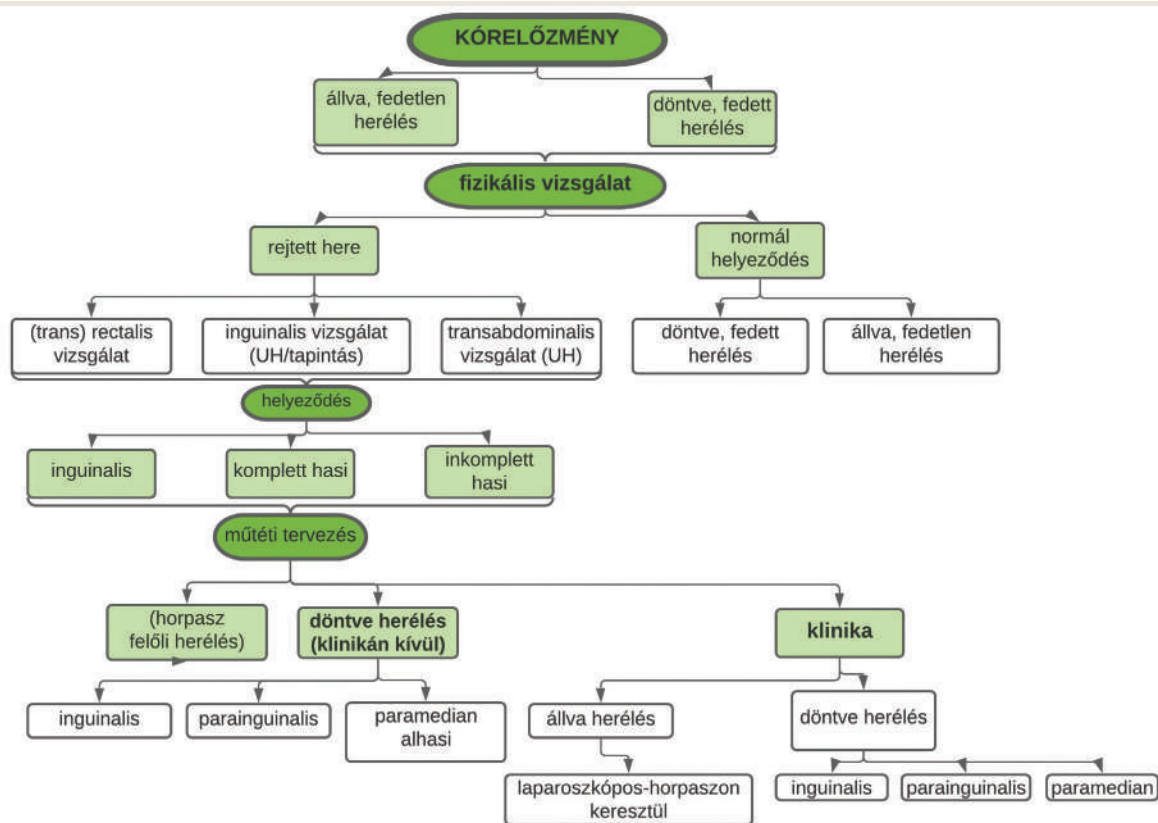
FIGURE 1. The arrows point at the dermoid cysts that are lined by cornified, hairy epithelium

MEGVITATÁS

A klinikán kívüli ún. „vidéki” praxis során, – más néven „gyakorlati körülmények” között – gyakran kell hirtelen dönteni a választott sebészi módszerek, esetleg a műtét folytatása vagy megszakítása között. Ennek oka legtöbbször a váratlanul jelentkező komplikáció(k), de gyakran a nem megfelelő előzetes vizsgálat is megnehezíti a műtét előre eltervezett módon történő végrehajtását. Jelen esetben a transrectalis vizsgálat talán segíthetett volna felfedezni a heredaganatot, de a vizsgálat sokszor nehézségekbe ütközik, és nem is tartják mindig indokoltnak [12, 16]. Megfelelő készülék segítségével az ultrahangos vizsgálat is elvégezhető. A műtét során további komplikációt jelenthet a daganat mérete, ebben az esetben egy újabb sebészi megközelítést (pl. parainguinalis) is kellett volna választani, amely már az altatás túlzott elnyújtásával is együtt járhat. Esetünkben a váratlanul megtalált cryptorchid testicularis teratoma (rejtett here „csodadaganata”) a sikeres eltávolítás ellenére utólag is az alapos műtéti tervezés fontosságára figyelmeztet (2. ábra).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző szakmai és szerkesztési segítségükért köszönetét fejezi ki Bozsaky Évának, Hermans Veronikának és Kurucz Renátának.



2. **ÁBRA.** Lehetséges algoritmusok példái herélés tervezésekor

FIGURE 2. Some feasible algorithms to castration

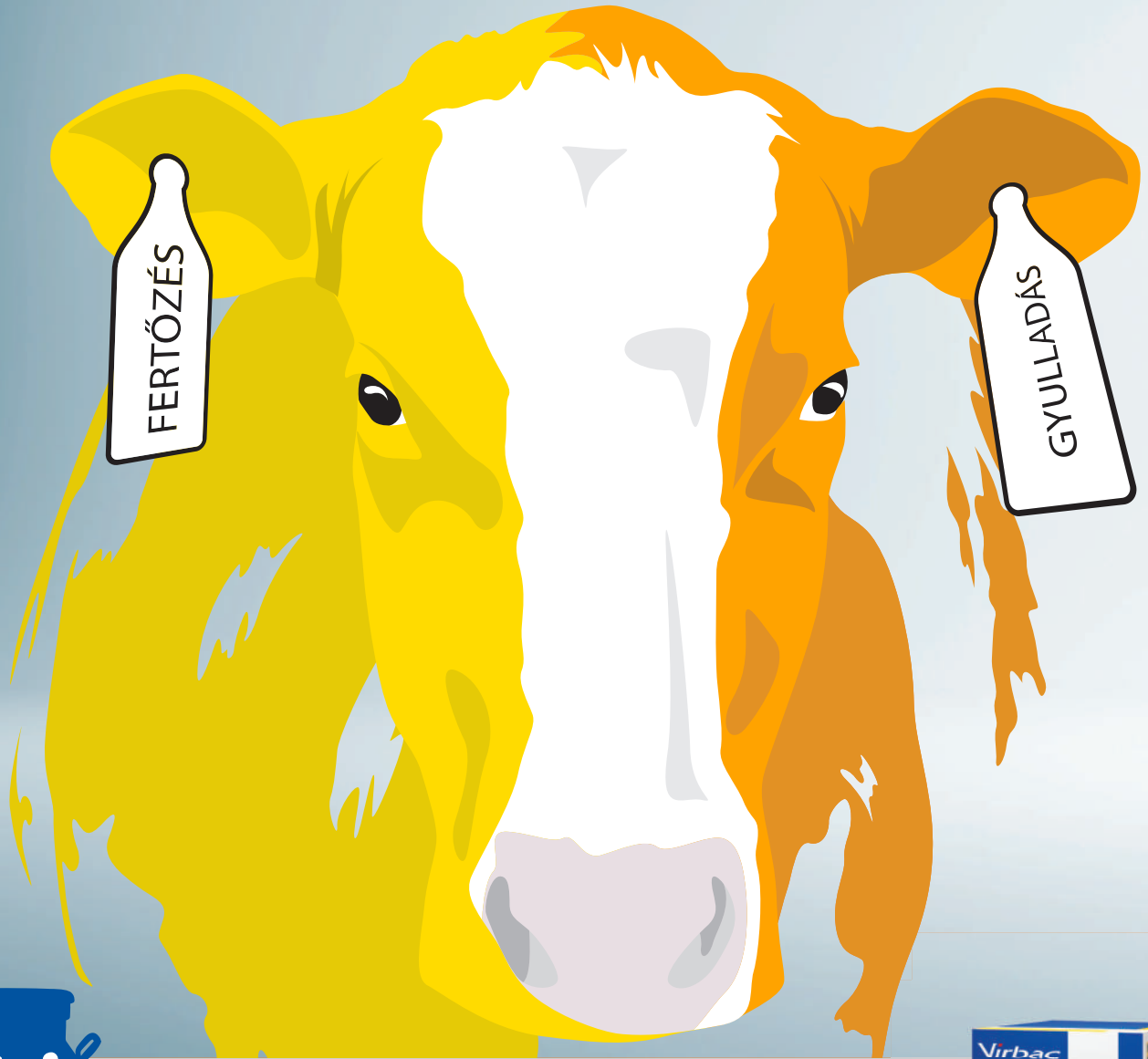
IRODALOM

- Schumacher J (1999) Testicular neoplasia of horses: an under-reported condition. *Equine Vet J* 31:270–272
- Leidinger E, Springler G, Furman E, Wallner A (2018) What Is Your Diagnosis? Testicular tumor in a horse. *Vet Clin Pathol* 47:166–167
- Valentine BA (2009) Equine testicular tumours. *Equine Vet Educ* 21:177–178
- De Lange V, Chiers K, Lefère L, Cools M, Ververs C, Govaere J (2015) Malignant Seminoma in Two Unilaterally Cryptorchid Stallions. *Reprod Dom Anim* 50:510–513
- Dobos-Kovács Mihály (1989) személyes közlés
- Willis RA (1950) The borderland of embryology and pathology. *Bulletin of the New York Academy of Medicine* 26: 440–460
- Amann RP, Veeramachaneni DNR (2006) Cryptorchidism and associated problems in animals. *Anim Reprod* 3:108–120
- Stick JA (1980) Teratoma and cyst formation of the equine cryptorchid testicle. *J Am Vet Med Assoc* 176:211–214
- Sassot LN, Ragle CA, Farnsworth KD, Lund CM (2017) Morcellation for testes extraction in horses undergoing standing laparoscopic cryptorchidectomy. *Can Vet J* 58:1215–1220
- Straticò P, Varasano V, Guerri G, Celani G, Palozzo A, Petrizzi LA (2020) Retrospective Study of Cryptorchidectomy in Horses: Diagnosis, Treatment, Outcome and Complications in 70 Cases. *Animals (Basel)*. 10:2446
- Searle D, Dart AJ, Dart CM, Hodgson DR (1999) Equine castration: review of anatomy, approaches, techniques and complications in normal, cryptorchid and monorchid horses. *Aust Vet J* 77:428–434
- Cribb NC, Bouré LP (2010) Laparoscopic Removal of a Large Abdominal Testicular Teratoma in a Standing Horse. *Vet Surg* 39:131–135
- Rijkenhuizen ABM, van der Harst MR (2017) Castration in the standing horse combining laparoscopic and conventional techniques. *Equine Vet J* 49:776–779
- Casoni D, Spadavecchia C, Wampfler B, Thormann W, Levionnois OL (2015) Clinical and pharmacokinetic evaluation of S-ketamine for intravenous general anaesthesia in horses undergoing field castration. *Acta Vet Scand* 57:21
- Sinclair M, Valverde A (2009) Short-term anaesthesia with xylazine, diazepam/ketamine for castration in horses under field conditions: use of intravenous lidocaine. *Equine Vet J* 41:149–152
- Arighi M, Horney JD, Bosu WT (1988) Noninvasive Inguinal Approach for Cryptorchidectomy in Thirty-eight Stallions. *Can Vet J* 29:346–349

Közlésre érck.: 2021. jún. 6.

Curacef® DUO

CEFTIOFUR 50 mg/ml + KETOPROFEN 150 mg/ml



Ahol van fertőzés, ott van gyulladás is.

MINDKETTŐT KEZELI
& FENNTARTJA A TERMELÉST

Egyedülálló antibiotikum és nem szteroid gyulladáscsökkentő kombináció tejelő tehenek és tehenészetek számára.

- ☉ Az állatok számára: gyorsabb gyógyulás, kevesebb fájdalom, magasabb szintű állati jólét.
- ☉ Az állatorvos számára: magasabb biológiai hasznosulás a fenntarthatóbb antibiotikum gyógykezeléshez.
- ☉ Az állattartók számára: gyors gyógykezelés és a termelés mielőbbi visszaállítása.



Virbac

Shaping the future of animal health

www.virbac.hu Telefon: 06-70-3387178,-79,-77

PRRS eradication of large scale fattening herds in Hungary 2014–2020

T. Abonyi²
 †T. Molnár²
 I. Nemes²
 I. Szabó²
 Zs. Terjék²
 L. Bognár¹
 Á. Bálint³

1. Agrárminisztérium
 H-1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 11.

2. Nemzeti PRRS
 Mentésítési Bizottság
 Budapest

*e-mail: AbonyiT@nebih.gov.hu

3. Nemzeti Élelmiszerlánc-
 biztonsági Hivatal
 Állategészségügyi Diagnosztikai
 Igazgatóság
 Budapest

A magyarországi nagylétszámú hízósertés-állományok PRRS-mentesítése 2014–2020

Abonyi Tamás², †Molnár Tamás², Nemes Imre², Szabó István², Terjék Zsolt², Bognár Lajos¹, Bálint Ádám³

ÖSSZEFOGLALÓ

2015-ben a Magyarországon nyilvántartott 307 nagylétszámú hizlalda közül, 188 (61,2%) tartott PRRS-sel (porcine reproductive and respiratory syndrome) fertőzött állományt. A szerzők ismertetik a Magyarországra importált hízóalapanyag szállítmányok kockázatát a sertésállomány PRRS-fertőzöttség alakulására. 2018 végén valamennyi magyarországi, önálló nagylétszámú hizlalda a PRRS vírusától mentes volt. Tapasztalataik szerint a hazai nagylétszámú hizlaldák mentesítésének egyedüli eredményes módja a teljes állománycsere. A nagylétszámú hízóállományok PRRS-mentességének fenntartása egy jelentős költségtényező, a PRRS okozta gazdasági kártétel megszűnését jelenti, és ez lehetővé teszi az antibiotikum-felhasználás jelentős csökkentését is.

SUMMARY

Background: Eradication of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) from the pig population of Hungary started in 2014 on territorial basis.

Objectives: Since fattening units play a significant role in spreading the virus all over the country, it was of high importance to render each fattening unit free from PRRS. In 2015, 188 out of 307 large-scale fattening farms (61.2%) kept PRRS-positive animals. The major source of infection of these farms was the import of PRRSV positive fattening pigs.

Materials and Methods: The following methods were used during the eradication from 2017: (1) Only pigs originating from PRRS free farms were allowed to be used for fattening in Hungary; (2) Quarantine of all herds for 60 days; (3) PCR test for PRRSV 48 hours after the arrival of the prefattening animals; (4) Serological test for PRRSV at the end of the quarantine period. If any of diagnostic tests gave even one positive result and the result was confirmed by additional tests, the stock had to be sold for slaughter within 15 days or allocated outside Hungary.

PRRSV eradication on large-scale fattening units operating all-in/all-out system was relatively simple, using the depopulation-repopulation method. In contrast, on continuously operating farms, the infected herd was sold from time to time, without having to be repopulated until the last delivery. After cleaning, disinfection and restocking, the repopulation was performed with PRRS-free animals.

Results and Discussion: As a consequence of the above measures, by the end of 2018, all Hungarian large-scale fattening farms became free of PRRS.

Maintaining the national-level PRRS-free status of large-scale pig fattening units contributes to eliminating a significant cost factor from the Hungarian pork production industry, and opens the way for a significant reduction in antibiotic use as well.

SERTÉS

A szerzők a hazai sertésállományok 2012-ben kezdődött PRRS-mentesítés kislétszámú állományokban végzett munkáiról 2021-ben már beszámoltak [1]. A sorban következő ismertetés a nagylétszámú hizlaldák mentesítésének folyamata. Magyarországon a hízósertés-előállítás három különböző formában történik: a legjelentősebb részt továbbra is a nagylétszámú, szakosított, túlnyomórészt az ún. fialástól a vágásig típusú sertésletelek vágóállat-termelése képezi. Az utóbbi években megjelent a nagylétszámú tenyésztelep azon típusa is, amikor a tenyésztelepen csak a választott malac vagy az előnevelt hízó (hízóalapanyag) előállítását végzik, és vagy már az előhizlalás is, vagy csak a hizlalás egy másik (akár más tulajdonát képező) telepen történik (multi site rendszer). A kizárólag nagylétszámú hízótelepek (a minimálisan 100 sertés tartására alkalmas telep [2]) esetében az alapanyag származhat az ugyanazon a tulajdonban lévő tenyésztelepről vagy belföldről, esetenként külföldről történő vásárlásból. Ugyanakkor – bár drasztikusan csökkenő számban – a régebben háztájinak nevezett, jellemzően kis állatszámúval rendelkező (1–10 sertés) egyéni gazdálkodók, elsősorban családi felhasználásra szánt hízó-előállítása is megmaradt.

Hazánkban a legtöbb hízósertés az ún. fialástól a vágásig típusú sertésletelepekről származik

A nagylétszámú hizlaldák működése két módon történik:

- az egész telep egyszerre telepítését és egyszerre ürítését alkalmazó all-in-all-out;
- a folyamatos üzemeltetésű telepek.

A Magyarországon levágott sertések többségét a fialástól a vágásig típusú tenyésztelepek állítják elő. Az előbbieket mellett nagylétszámú hízótelepeken, valamint a külföldről, előnevelten érkező sertések hizlalásával előállított vágóállatok szerepelnek (1. táblázat). Ezen adatok birtokában, a hazánkban a tenyésztelepeken tartott, egy kocára jutó vágóállat-termelés aktuális változása nagy biztonsággal megbecsülhető. A vágóhídi adatok alapján az egy átlag vágóállat élőtömege vágáskor 111–114 kg, hasított tömege 90–92 kg.

1. TÁBLÁZAT. Magyarország vágósertés-előállítása 2011–2018 évenként

TABLE 1. Production of pigs for slaughter in Hungary 2011–2018

	Összes levágott	Import vágósertés	Import hízó-alapanyag	Élősúly	Hasított súly	Anyakocaelétszám	Egy Magyarországon tartott anyakocára jutó hízósertés-termelés	Élősúlyátlag	Hasított súly átlaga	Hasított/élő
	darab	darab	darab	tonna	tonna	1000 db	darab	kg	kg	%
	Total slaughtered	Imported finishers	Imported prefatteners	Live weight	Carcass weight	Number of sows	Fattened/sow production	Live weight average	Carcass weight average	Carcass/live weight
	head	head	head	tonne	tonne	1000 head	head	kg	kg	%
2011	4 290 403	744 333	286 120	475 306	387 304	210,5	15,49	110,8	90,3	81,5%
2012	3 836 044	678 745	384 753	427 152	345 931	200,3	13,84	111,4	90,2	81,0%
2013	3 749 826	669 914	345 550	417 912	336 722	189,9	14,40	111,4	89,8	80,6%
2014	4 077 531	389 131	212 857	455 935	368 614	200,2	17,36	111,8	90,4	80,8%
2015	4 458 502	442 609	495 128	504 965	409 298	196,8	17,89	113,3	91,8	81,1%
2016	4 675 646	414 392	765 384	533 629	431 757	177,4	19,71	114,1	92,3	80,9%
2017	4 755 692	517 012	989 560	538 084	434 567	171,5	18,95	113,1	91,4	80,8%
2018	4 704 403	498 917	750 291	539 154	435 768	177,9	19,42	114,6	92,6	80,8%

Forrás: AKI ASIR

A magyarországi nagylétszámú hizlaldák sertésállománya a sertés-brucellosistól, leptospirosistól és Aujeszky-betegségtől mentes

Az endémiásan jelen lévő fertőző betegségek jelentős veszteséget okoznak és fokozzák az antibiotikum felhasználást

A nagy- és a kislétszámú sertésletelek szorosabb kapcsolata, a nemzetközi integráció, az érzékenyebb hibridek térhódítása, a gyakorta elavult tartástechnológia a belső járványvédelem hiányosságai több jelentős fertőző betegség (így a mycoplasmosis, a malacok *E. coli* okozta megbetegedései, az actinobacillosis, a torzító orrgyulladás, a parvovirozis, a streptococcosis, a leptospirosis, az Aujeszky-betegség, az utóbbi időben a PRRS és a PCV2 okozta megbetegedések, külső- és belső parazitózisok) előfordulását állandósította.

A magyarországi nagylétszámú hizlaldák sertésállománya – az érvényben lévő jogszabálynak megfelelően – a sertés-brucellosistól, leptospirosistól és Aujeszky-betegségtől mentes. Termelési folyamatok során a fertőző eredetű légző- és emésztőszervi megbetegedések okozzák a legnagyobb veszteséget. A légzőszervi betegségek közül elsősorban a PRRS (porcine reproductive and respiratory syndrome) okozza a legnagyobb kártételt. A fertőző betegségek, a gyakori endémiás előfordulás következtében az ilyen állományokban az egységnyi állati termék előállításánál nagyobb antibiotikum felhasználása rendszerint nagyon jelentős, az EU-átlagnál lényegesen nagyobb (2. táblázat).

2. TÁBLÁZAT. Az állatorvosi felhasználású antimikrobiális szerek aktív hatóanyag tonnában kifejezett értékesítése, főleg élelmiszer-termelő állatoknak, a létszám korrekciós egység (PCU) és az eladás mg/PCU-ban országonként 2016-ban

TABLE 2. Sales, in tonnes of active ingredient, of veterinary antimicrobial agents marketed mainly for food-producing animals¹, PCU and sales in mg/PCU, by country, in 2016

Ország	Eladás (tonnában) állati eredetű termék előállításához	Létszám Korrekciós Egység (PCU, 1000 tonna)	mg/PCU	Sorrend a mg/PCU alapján	Ha Dánia mg/PCU értéke a 100 %
Country	Sales (tonnes) for food producing animals	PCU(1,000 tonnes)	Sales in mg/PCU	Range by sales mg/PCU	If Danish PCU is 100 %
Norvégia/Norway	5,60	1,896	2,90	1.	7%
Izland/Iceland	0,60	120	4,70	2.	12%
Svédország/Sweden	9,80	805	12,10	3.	30%
Finnország/Finland	9,70	521	18,60	4.	46%
Lettország/Latvia	5,40	180	29,90	5.	73%
Szlovénia/Slovenia	5,40	178	30,30	6.	74%
Luxemburg/Luxembourg	1,90	55	35,50	7.	87%
Litvánia/Lithuania	12,70	338	37,70	8.	92%
Dánia/Denmark	98,70	2,42	40,80	9.	100%
Egyesült Királyság/United Kingdom	321,70	7,142	45,00	10.	110%
Ausztria/Austria	44,10	957	46,10	11.	113%
Svájc/Switzerland	37,60	806	46,60	12.	114%
Szlovákia/Slovakia	12,20	242	50,40	13.	124%
Írország/Ireland	102,30	1,963	52,10	14.	128%
Hollandia/Netherlands	181,70	3,446	52,70	15.	129%
Csehország/Czech Republic	43,20	705	61,20	16.	150%
Görögország/Greece	79,90	1,258	63,50	17.	156%
Észtország/Estonia	7,20	113	64,00	18.	157%
Franciaország/France	513,90	7,143	71,90	19.	176%

Ország	Eladás (tonnában) állati eredetű termék előállításához	Létszám Korrekciós Egység (PCU, 1000 tonna)	mg/PCU	Sorrend a mg/PCU alapján	Ha Dánia mg/ PCU értéke a 100 %
Country	Sales (tonnes) for food producing ani- mals	PCU (1,000 tones)	Sales in mg/PCU	Range by sales mg/ PCU	If Danish PCU is 100 %
Románia/Romania	265,40	3,116	85,20	20.	209%
Németország/Germany	779,20	8,734	89,20	21.	219%
Horvátország/Croatia	26,60	286	92,90	22.	228%
Lengyelország/Poland	570,20	4,407	129,40	23.	317%
Belgium/Belgium	240,40	1,715	140,10	24.	343%
Bulgária/Bulgaria	61,10	393	155,30	25.	381%
Magyarország/Hungary	155,60	832	187,10	26.	459%
Portugália/Portugal	210,90	1,014	208,00	27.	510%
Olaszország/Italy	1213,20	4,116	294,80	28.	723%
Spanyolország/Spain	2724,90	7,518	362,50	29.	888%
Ciprus/Cyprus	46,30	102	453,40	30.	1111%
Összes/Total 30 countries	7787,1	62,521	124,60		

**Magyarország
sertésállományainak
PRRS-mentesítési
programja területi
elven alapul**

**Egy ország adott
fertőző betegségtől
történő mentesítése
alapvetően három
szakaszra: tervezésre,
szervezésre és
végrehajtásra osztható**

A mentesítési program jogszabályi háttere a 3/2014. (I. 16.) VM rendelet, amely a sertéságazat meghatározó érdekképviseleti, tenyészállat-forgalmazói, integrátori szereplőivel, a gyakorlat, és a tudomány szakembereivel történt konzultációt követően került megszövegezésre [3]. Ezen szereplők javaslatai a Nemzeti Mentésítési Terv integráns részét is képezik. A rendelet alapján az EU is elfogadta az állami szerepvállalással történő országos PRRS mentesítési programot. Ezen rendelet alapján Nemzeti PRRS Mentésítési Terv majd annak módosításai jelentek meg.

Magyarország sertésállományainak PRRS-mentesítési programja területi elven [4] alapul. Ez azt jelenti, hogy arra koncentrál, hogy folyamatában egy-egy közigazgatási egység (járás, megye, régió) teljes területe, teljes sertésállománya mentességét érje el meghatározott időre. Csak ezáltal biztosítható, hogy a mentes vagy mentesített telepek PRRS vírussal történő vissza-, újra-, ill. befertőződése a legalacsonyabb szinten legyen megvalósítható.

A magyar agrárgazdaságban – az utóbbi években tapasztalható jelentős állatlétszám-csökkenés ellenére – továbbra is kiemelt a sertés hústermelés jelentősége. A piaci lehetőségek növekedését – az Aujeszky-betegségtől való megszabadulást [5] követően – a PRRS-mentesítés sikeres végrehajtása jelentősen elősegítené. Jelen dolgozatunkban a 2012-ben elindított, a magyarországi sertésállományok PRRS-mentesítési programjának első eredményeit kívánjuk bemutatni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

DÉNES [6] által 1985-ben írottak szerint egy ország, valamely állatfaja, egy meghatározott fertőző betegségtől történő mentesítése alapvetően három szakaszra: tervezésre, szervezésre, végrehajtásra osztható. A tervezés folyamatában a legfontosabb elemnek az ország állatállománya állategészségügyi helyzetének ismeretét tekintti. Ebben az állat/állomány nyilvántartásának, a fertőzött állatok földrajzi elhelyezkedésének, a fertőzött állatok/állományok egyes termelő szektorok közötti megoszlását és a tulajdonviszonyok ismeretét tekintti mérvadónak.

A 2014–2016 közötti időszakban, a „felmérési” szakaszban megbízhatóan kezelhető, pontos adatokat kellett szerezni a magyarországi hízóállományok származásáról, elhelyezkedéséről, férőhely létszámáról, az alkalmazott technológiáról, a hízóalanyag eredetéről és a PRRS-fertőzöttség helyzetéről. Ebben az időszakban

Tilos nem PRRS-mentes állományokból származó hízóalapanyag Magyarországra történő, továbbtartási célú beszállítása

a mentesítés alá vont területeken működő nagylétszámú hízóállományok a PRRS szempontjából minősítésre kerültek. A fertőzött telepeken az állomány hizlalását követő takarítás és fertőtlenítés után, kizárólag PRRS-mentes állományt lehetett telepíteni.

A mentesítési második, „mentesítési” szakasza az Országos Főállatorvos 2017. novemberében kelt határozatában [7] megjelentek alapján kezdődött meg. A határozat megtiltotta a nem PRRS-mentes állományokból származó hízóalapanyag Magyarországra történő, továbbtartási célú beszállítását, így módon hizlalásra csak PRRS-mentes alapanyagot lehetett felhasználni. 2018. június 30-ára, a határozat szerint valamennyi hazai nagylétszámú sertésteleprek PRRS szempontjából mentes minősítéssel kellett rendelkeznie. Kivételt képezett a 3/2014. sz. rendelet [3] szerint a hazai nagylétszámú, fialástól az előhizlalásig típusú tenyésztelepeken előállított hízóalapanyag hizlalása és az azonos tulajdonosi körhöz tartozó nagylétszámú hizlaldák, amelyek a tenyészállományból származtak. 2018. második féltévtől – figyelembe véve a nagylétszámú tenyésztelepek mentesítésének igényeit is – stabilizáltuk a mentesnek minősített nagylétszámú hizlaldák PRRS-státuszát, ill. kiemelt figyelmet fordítottunk azon telepekre, amelyek különböző okból még nem érték el a mentes státuszt („mentesség fenntartási” fázis). Azon telepeknek, amelyek fertőzött, nagylétszámú PRRS tenyésztelepekről származó hízóalapanyagot használtak fel, olyan járványvédelmi intézkedéseket kellett alkalmazni, amely megbízhatóan biztosította azt, hogy a kérdéses állomány ne jelentsen fertőzési veszélyt a környezetükben lévő nem fertőzött állományokra.

A mentesítés mindhárom fázisában az alábbi módszert alkalmaztuk:

1. valamennyi állomány 60 napig történő karanténozása;
2. a hízóalapanyag telepítését követően 48 órával PRRS-re irányuló PCR-vizsgálat végzése;
3. a karantén felszabadításakor PRRS-re irányuló szerológiai vizsgálat végezése.

2017-ben a „mentesítési” fázis részeként, az Országos Főállatorvos határozata [7] alapján:

1. a magyarországi nagylétszámú sertéstelepre hizlalási céllal, kizárólag hatósági igazolással, PRRS-mentes állományból származó hízóalapanyag kerülhet;
2. a 48 órával az érkezést követően, vagy a 60 napos karantén lejártakor elvégzett vizsgálat akár csak egy esetben is pozitív eredményre vezet, egy ismétlődő vizsgálatot követően hatósági intézkedés keretében az állományt 15 napon belül vágásra kell értékesíteni, vagy Magyarországon kívül kell elhelyezni, hogy a fertőzött állomány ne veszélyeztesse az adott terület PRRS-státuszát.

A nagylétszámú hizlaldák PRRS-mentes minősítéséhez szükséges vizsgálatokat a 3/2014. (I. 16.) VM rendelet szabályozta [3]. Hatóságilag igazoltan mentes állományból történő telepítéskor 95%-os biztonság és 10%-os prevalencia figyelembevételével meghatározott számú, a betelepített légterek mindegyikére elosztott, a bent álló állomány egészségét reprezentáló, egyidőben levett vérminta kedvező eredményű szerológiai vizsgálata esetén a telep mentessé nyilvánítható. A nem igazoltan mentes állományból származó hízósertések minősítő vizsgálata során a légterenként 95%-os megbízhatóság és 5%-os prevalencia figyelembevételével meghatározott számú egyed szerológiai vizsgálatát kellett egyidőben elvégezni. A telep mindaddig megtarthatja PRRS-mentes státuszát, ameddig az újabb betelepítés idején történő laboratóriumi vizsgálatok fertőződést nem állapítanak meg.

A szerológiai vizsgálatok során [8, 9] pozitívnak minősülő egyedekből PRRS-re irányuló PCR-vizsgálatot [10] végeztünk. A PCR-vizsgálatok során pozitívnak bizonyult mintákból a PRRSV ORF5, ennek sikertelensége esetén ORF7 szakaszának szekvenciameghatározását végeztük el. A szekvenciák ismeretében elvégeztük a „hasonlósági hálózat” similarity network” [11] szerinti ábrázolást is.

A szerológiai vizsgálatok során pozitívnak minősülő egyedekből PRRS-re irányuló PCR-vizsgálatot és szekvenciameghatározást végeztek

EREDMÉNYEK

2014–2016 között a laboratóriumi ellenőrző vizsgálatok alapján nem PRRS-mentes telepekről hazánkba érkező hízóalapanyag-szállítmányok 50–60%-os arányt képviseltek. Az import útján Magyarországra érkező PRRS-vírusok jelentős mértékben terjedtek tovább és veszélyeztették a hazai állományok (nagylétszámú tenyész és hízó, ill. kislétszámú) PRRS státuszát.

2015-ben a Magyarországon, a nyilvántartott nagylétszámú hizlaldák 61,2%-a tartott PRRS-sel fertőzött állományt

2015-ben a Magyarországon, az állategészségügyi hatóságok által nyilvántartott 307 nagylétszámú hizlalda közül, 188 (61,2%) tartott PRRS-sel fertőzött állományt. Az e telepeken található összes hízóférőhely 63,9%-án volt PRRS-positív állomány (3. táblázat). Országosan jelentős különbség nem mutatkozott a fertőzött és a mentes állományok egy telepre jutó létszámában.

3. TÁBLÁZAT. Magyarország nagylétszámú hízótelepei férőhely kapacitásának alakulása és PRRS fertőzöttsége 2015-ben

TABLE 3. Capacity and PRRS infection of large scale fattening farms of Hungary in 2015

	PRRS-fertőzött		PRRS-mentes		ÖSSZES		Egy telepre jutó férőhely átlag	
Megye	telepek száma	hízóférő-helyek száma	telepek száma	hízóférő-helyek száma	telepek száma	hízóférő-helyek száma	PRRS-fertőzött	PRRS-mentes
	PRRS Infected		PRRS Free		TOTAL		Average capacity per farm	
County	number of farms	fatteners capacity	number of farms	fatteners capacity	number of farms	fatteners capacity	PRRS infected	PRRS Free
Bács-Kiskun	9	17 550	5	7940	14	25 490	1950	1588
Baranya	8	42 386	15	58 239	23	100 625	5298	3883
Békés	14	17 450	8	26 923	22	44 373	1246	3365
Borsod-Abaúj-Zemplén	0	0	0	0	0	0		
Csongrád	1	2000	8	4451	9	6451	2000	556
Fejér	21	36 080	3	13 830	24	49 910	1718	4610
Győr-Moson-Sopron	39	44 110	0	0	39	44 110	1131	
Hajdú-Bihar	19	81 274	2	5743	21	87 017	4278	2872
Heves	2	8208	2	1400	4	9608	4104	700
Jász-Nagykun-Szolnok	6	28 000	15	26 900	21	54 900	4667	1793
Komárom-Esztergom	46	62 165	11	19 580	57	81 745	1351	1780
Nógrád	0	0	0	0	0	0		
Pest	1	1652	2	4600	3	6252	1652	2300
Somogy	3	29 060	12	10 090	15	39 150	9687	841
Szabolcs-Szatmár-Bereg	2	1180	5	9882	7	11 062	590	1976
Tolna	12	20 950	14	29 087	26	50 037	1746	2078
Vas	0	0	5	6400	5	6400		1280
Veszprém	5	29 790	5	8330	10	38 120	5958	1666
Zala	0	0	7	4861	7	4861		694
Total	188	421 855	119	238 256	307	660 111	2244	2002
	61,2%	63,9%	38,8%	36,1%				

**Legnagyobb arányban
Hollandiából érkezett
hízóalapanyag
házánkba**

2013-ban a Magyarországra hízóalapanyagként érkező sertések 46%-a Hollandiából, 39%-a Németországból, míg 12%-a Szlovákiából érkezett. Az előbbieket mellett Dániából, Ausztriából, Csehországból, Szlovéniából történt beszállítás. 2016-ban Hollandia 46%-ban, Németország 33%-ban, míg Dánia 10%-ban és Szlovákia 6%-ban részesedett a Magyarországra irányuló hízóalapanyag-importból (4. táblázat).

4. TÁBLÁZAT. A Magyarországra hízalási és vágási céllal importált sertések létszáma alakulása 2013-2018 között

TABLE 4. Import of prefatteners and slaughtering pigs in Hungary 2013-2018

Célja	Származási ország	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma
Certified as	Country of origin	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs
		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
Hízalás/ fattening	Ausztria/ Austria	16	5650	22	8832	22	8651	28	10 861	18	8053	11	4672
Hízalás/ fattening	Csehország/ Czech Republic	17	3347	28	3878	78	21 726	58	34 581	72	40 663	91	57 315
Hízalás/ fattening	Dánia/ Denmark	20	4591			15	8886	111	74 414	257	168 370	190	116 916
Hízalás/ fattening	Németország/ Germany	348	236 724	496	317 390	506	218 625	335	249 699	694	479 782	769	498 490
Hízalás/ fattening	Hollandia/ Netherlands	237	279 036	244	271 224	246	228 339	300	352 538	198	216 316	7	5256
Hízalás/ fattening	Szlovákia/ Slovakia	103	69 551	110	53 625	46	24 385	71	43 288	126	71 576	74	42 192
Hízalás/ fattening	Szlovénia/ Slovenia	8	3440	13	6250	13	6500	0	0	0	0	0	0
Hízalás/ fattening	Olaszország/ Italy	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0
Hízalás/ fattening	Lengyelország/ Poland	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4800	34	25 450
Hízalás/ fattening	Total:	749	602 339	913	661 199	926	517 112	904	765 384	1371	989 560	1176	750 291
2013-hoz viszonyítva/ compare to 2013			100%		110%		86%		127%		164%		125%

Célja	Származási ország	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma	Szállítmány	Állatok száma
Certified as	Country of origin	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs	Transports	Number of pigs
Vágás/ slaughtering	Ausztria/ Austria	1	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vágás/ slaughtering	Belgium/ Belgium	56	11 006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vágás/ slaughtering	Horvátország/ Croatia	124	18 579	99	14 526	229	32 306	478	69 553	875	116 301	716	110 662
Vágás/ slaughtering	Csehország/ Czech Republic	606	108 702	584	105 301	772	132 017	631	109 140	519	93 204	457	81 265
Vágás/ slaughtering	Dánia/ Denmark	0	0	0	0	6	1106	0	0	0	0	0	0
Vágás/ slaughtering	Franciaország/ France	4	590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vágás/ slaughtering	Németország/ Germany	542	93 376	79	13 571	28	4844	0	0	18	4049	6	922
Vágás/ slaughtering	Olaszország/ Italy	108	19 626	15	2808	88	7453	34	3410	37	3525	152	14 602
Vágás/ slaughtering	Lettország/ Latvia	0	0	0	0	2	370	0	0	0	0	0	0
Vágás/ slaughtering	Litvánia/ Lithuania	0	0	0	0	26	4908	0	0	100	21 460	2	390
Vágás/ slaughtering	Hollandia/ Netherlands	384	76 309	28	5649	19	3605	2	295	4	781	1	1000
Vágás/ slaughtering	Lengyelország/ Poland	476	62 410	130	21 713	36	5124	12	1135	0	0	1	90
Vágás/ slaughtering	Szlovákia/ Slovakia	1741	279 016	1327	224 663	1412	250 876	1326	230 859	1600	277 177	1676	289 986
Vágás/ slaughtering	Szlovénia/ Slovenia	1	150	6	900	0	0	0	0	0	0	0	0
Vágás/ slaughtering	Románia/ Romania	0	0	0	0	0	0	0	0	3	515	0	0
Vágás/ slaughtering	Total:	4043	669 914	2268	389 131	2618	442 609	2483	414 392	3156	517 012	3011	498 917
2013-hoz viszonyítva/ compare to 2013			100%		58%		66%		62%		77%		74%
Hízalás/ vágás+ hízalás			47%		63%		54%		65%		66%		60%
Fattening/ slaughtering + fattening			47%		63%		54%		65%		66%		60%

A Hollandiából származó alapanyag 2 nagykereskedelmi vállalkozáson keresztül került Magyarországra, Komárom Esztergom megyébe.

Az egyik cégcsoport telepeinek működését úgy biztosította, hogy Magyarországon és Hollandiában egyaránt fialástól előnevelésig típusú telepeket működtetett. A magyarországi tenyésztelő és az ott megtermelt hízóalapanyagot hizlaló telepe PRRS-mentes volt.

A cégcsoport másik két nagylétszámú hízótelepére Hollandiából, a cég saját ottani telepén előállított előhízókat importálta. Az innen származó állatokban virológiai-szekvenálási vizsgálattal minden esetben kimutattuk azokat a vadvírusokat, amelyek a hollandiai telepen a PRRS-fertőzésért felelős voltak. A holland tenyésztelőn az állományt Porcilis PRRS (MSD) vakcinával immunizálták, így a telepekről származó mintákban számos alkalommal találtuk meg a nevezett vakcina vírustörzsét is.

A magyar hízótelep, amelyen a hollandiai PRRS-fertőzött, a betegség ellen vakcinázott tenyészállománytól származó hízóalapanyagot tartottak, megfelelő járványvédelmi működéssel biztosította, hogy az éveken át tartó, PRRS-vírussal fertőzött növendékmalac importja egyetlen esetben sem eredményezte más magyarországi sertéstelep PRRS-vírussal való megfertőzését.

2018-ban a cégcsoport Magyarországon létesített négyes mentes tenyésztelőt és azóta valamennyi magyarországi hízótelepe megfelel a PRRS-mentesség követelményének.

A másik cégcsoport tulajdonában lévő valamennyi hollandiai telep (összesen 7 telep) PRRS-fertőzött volt. Ezekről a telepekről 4 hetes választott malacot szállítottak be Magyarországra, ahol különböző telepeken 30 napig adaptálták azokat az itteni körülményekhez. A malacok kb. 60 életnapos korban kerültek az ország több részén megtalálható nagylétszámú hizlaldákba. Ezekben az esetekben a 60 napos karanténzás két külön telepen („osztott karantén”) történt.

A cégcsoport egyik telepén a tenyészállomány technológia-szerűen elvégzett PRRS-immunizálását követően hosszú időn keresztül (közel másfél év) vakcinázott tenyészoktól származó, választást követően PRRS-re irányuló PCR- vizsgálatokkal negatív malacokat szállítottak Magyarországra. A választott malacok, folyamatos beszállításal a cég 18000 férőhelyes magyarországi telepére kerültek. A Magyarországra érkezést követő 48 órán belül, a malacok PRRS-re irányuló laboratóriumi vizsgálata (PCR) minden szállítmány esetében az előírásoknak megfelelően megtörtént. A PRRS-vírusmentességet a karanténidőszak végén (90 életnapos kor), már a magyarországi hízótelepen, légtérként 95%-os megbízhatóság és 5%-os előfordulási arány figyelembevételével meghatározott számú egyed PRRS-szerológiai vizsgálatával igazoltuk. Ez a termelési folyamat 2015 végétől 2016 decemberéig, több mint 80 000 PRRS-mentes vágósertés előállítását eredményezte. 2016 végén a cég egyik hollandiai telepe egy újabb PRRS-vírussal fertőződött és ez számos magyarországi állomány befertőzését eredményezte. A későbbiekben további holland telepeik is fertőződtek, és 2017-ben e telepekről származó sertésekkel Magyarországra érkezett PRRS-vírus nem csupán több nagylétszámú hízótelep, de több nagylétszámú tenyésztelő PRRS-fertőződését is okozta. Egy nagylétszámú tenyésztelő esetében a fertőzés a járványvédelmi szabályok be nem tartása miatt következett be. Ebben az esetben a Hollandiából PRRS-fertőzötten érkezett hízóalapanyag-állományt tartó telepet nem több, mint 10 méter választotta el a PRRS-mentes nagylétszámú tenyésztelő tartási helyétől.

Jelentős számban érkezett hízóalapanyag Szlovákiából is. A szlovák import több alkalommal, különböző PRRS-vadvírussal és vakcinavírussal egyaránt fertőzöttnek bizonyult.

Többször előfordult, hogy az ezeken a telepeken alkalmazott, amerikai törzset tartalmazó élő, attenuált vakcinavírus megjelent az importáló magyarországi

A nem mentes telepekről származó hollandiai állományok számos hazai telep fertőződését okozták

nagylétszámú hizlaldákban. A kérdéses vakcina soha nem volt engedélyezett, nem volt regisztrált Magyarországon.

Ugyanezen telepek fertőződtek egy másik PRRS-vírustörzssel, amely korábban szintén Szlovákiában került kimutatásra (KC522643_13M_2007_SVK). Ez a vírustörzs is hízóalapanyaggal került hazánkba. Ez a vírus ismeretlen úton az egyik legnagyobb hazai sertésintegrátor, Szlovákiával határos megyében lévő tenyésztelepeit is befertőzte, majd a vírus továbbterjedt számos hizlaló telepre.

A Dániából importált hízóalapanyag Magyarországra történő beszállítását szabályozó rendelkezés szerint a dán partner a PRRS-mentességet az állatokat előállító telep vonatkozásában igazolja. A speciális dán szabályozás szerint a PRRS-mentesen felnevelt sertések az alábbi módon kerülnek Magyarországra:

- Dániában csak akkor lehet sertéseket előállító telepen a hízóalapanyagot felrakodni, ha a kamion a rakodás előtti 7 napon belül csak „zöld” zónában tartózkodott. Magyarország, Szlovákia és Csehország piros zónába tartozik, a kamion viszont ezeken az országokon átutazik, nem lehet csak egy EU-minősítésű felrakóhelyről (gyűjtőállomásról) rakodni a sertéseket,
- az állatok szállítása a következőképpen történik: a dán tenyésztelepről, dán kamion (belső szállítás) viszi el a sertéseket a gyűjtőállomásra;
- bizonyos idő elteltével a sertéseket átrakják a Magyarországra fuvarozó kamionra. Ezt a kamiont a Dániába való belépésekor igazolással bizonyítva átvizsgálják és lefertőtlenítik. Ezt követően az állatokat 24 óra alatt a magyarországi továbbtartás helyére szállítják.

(információ: Lieb Handels GmbH Birkhahnweg 6 D – 84036 Landshut).

Több esetben előfordult, hogy az említett gyűjtőállomáson történő tartózkodás során, az egy légtérben tartott, PRRS-fertőzött és -mentes állományokból származó növendék sertések PRRS-vírusokkal fertőződhetnek, függetlenül attól, hogy felnevelésük PRRS-mentes telepen történt.

Ilyen módon fertőződtek hazai telepek az említett amerikai, attenuált élővírust tartalmazó vakcinavírussal Szlovákia mellett Dániából is.

Ilyen módon történt magyarországi fertőződés Dániából származó sertésekkel európai PRRS-vírustörzssel is.

Mindezeket megismerve, saját bőrén is megtapasztalva az egyik legnagyobb magyar importőr új feltételekkel kötött csak szerződést a Dániából importált hízóalapanyagra. Ebben az új megállapodásban szerepelt:

- a NÉBIH ÁDI PRRS-re irányuló vizsgálati eredményeinek elfogadása;
- a 48 órával az érkezést követő PRRS-re irányuló vizsgálat (PCR és ELISA) kötelezettsége;
- valamint, hogy bármely PRRS-re irányuló vizsgálat pozitivitása esetén a szállító költségére a telepről vagy vágóhidra, vagy az országon kívüli továbbtartásra az állatokat elszállítják.

A nagylétszámú sertésenyésztelepekről származó hízóalapanyag-import vonatkozásában a tapasztalataink szerint Németország gyakorlata felel meg legjobban a magyarországi követelményeknek: bár hatósági állatorvosi igazolást a PRRS-mentességről a megfelelő szabályozás hiányában nem állítanak ki, azonban a vizsgálati eredmények, a hosszú távú partnerségre törekvés miatt, megbízhatóan mentes állományok érkeznek Magyarországra továbbtartásra. A szállítmányokat rendszerint a telepet ellátó vagy a hatósági állatorvos igazolása kíséri.

A magyarországi nagylétszámú hízósertés-állományok PRRS-fertőzöttségéhez jelentősen hozzájárult, hogy a legnagyobb hazai integrátor egyik tagvállalata 3, nagylétszámú, fialástól az előnevelésig típusú, PRRS-sel fertőzött tenyész sertésleppel is rendelkezett. Az innen származó és a hizlalási integrációba került hízóalapanyag is PRRS-fertőzött, amely jelentős mértékű fertőzöttséget eredményezett. 2017-től a cég mindhárom telepén állománycserét hajtott végre, és 2019. elejétől már az integrációba kizárólag PRRS-mentes növendék állatok kerülnek ki.

A Dániából érkező állatok több esetben gyűjtőállomáson történő tartózkodásuk során fertőződtek

A nagylétszámú, folyamatos feltöltésű hizlaldákban nagyon körültekintően kell eljárni az élővírus-tartalmú vakcinák alkalmazásával kapcsolatosan

Figyelemre méltó tapasztalat, hogy a nagylétszámú, folyamatos feltöltésű hizlaldákban nagyon körültekintően kell eljárni az élővírus-tartalmú vakcinák alkalmazásával kapcsolatosan, mivel ezekben az esetekben a vakcinavírus hosszú ideig való fennmaradása következik be.

Ezt mutatja egy jelentős vágósertés-termeléssel foglalkozó magyarországi vállalkozás menedzsmentjének döntése. A cég egy 1000 kocás, fialástól a növedéksertés előállításig típusú tenyészteleppel, valamint az innen kikerülő hízóalapanyag vágásig történő hizlalására szolgáló, három, folyamatos feltöltésű teleppel rendelkezett. Az elképzelés az volt, hogy a tenyésztelepet teljes állománycserével mentesítik, majd a hizlaldákat is fokozatosan lecserélik. A mentes hízók betelepítését követően az egyik telepen élővírus (élő, attenuált PRRSV-1 törzs) vakcinát alkalmaztak. A vakcina vírustörzse a telepek közötti járványvédelem erőteljes hiányosságai miatt a másik, olyan telep állományára is áterjedt, ahol vakcinázást nem alkalmaztak. A telepeknek a vakcinavírustól a folyamatos üzemelés mellett nem sikerült megszabadulni.

A későbbiekben egy szomszédos, PRRS-fertőzött sertéstelepen előforduló vadvírus – élőállat-szállítással összefüggő módon – befertőzte a hízókat, a laboratóriumi módszerekkel az állományban mindkét PRRS-vírustörzs kimutatható volt. Ezt követően a mentesség eléréséhez mindhárom telep teljes állománycseréjére volt szükség.

2018 végén valamennyi magyarországi, önálló nagylétszámú hizlalda a PRRS vírustól mentes (5. táblázat). Azon telepek esetében, amelyek a hízóalapanyagot PRRS-mentesítés alatt álló, ugyanazon tulajdonoshoz tartozó tenyésztelepről telepítik, a mentesítés befejezésének határideje megfelel a tenyésztelep PRRS-mentesülése határidejének.

2018 végére valamennyi magyarországi, önálló nagylétszámú hizlalda a PRRS vírustól mentes volt

5. TÁBLÁZAT. A PRRS-fertőzött és -mentes nagylétszámú hízótelepek száma 2015–2018

TABLE 5. Number of PRRS infected and free large scale fattening farms 2015–2018

			2015		2018	
PRRS-fertőzött/ PRRS infected	telepek száma	number of farms	188	61,2%	15	5,4%
	hízóférőhelyek száma	capacity of farm	421 855	63,9%	55 482	9,3%
PRRS-mentes/ PRRS free	telepek száma	number of farms	119	38,8%	264	94,6%
	hízóférőhelyek száma	capacity of farm	238 256	36,1%	542 432	90,7%
MAGYARORSZÁG/ HUNGARY	Összes telep	Total number of farms	307		279	
	Összes hízóférőhely	Total capacity of the farms	660 111		597 914	
	PRRS fertőzött	PRRS infected	2244		3699	
	PRRS Mentés	PRRS free	2002		2055	

Összességében az önálló, nagylétszámú hizlaldák PRRS-mentesítése az alkalmazott technológiától függően eltérő módon valósult meg. Az egyszerre-telepítő-egyszerre-ürítő hizlaldák esetén a fertőzött állomány vágóhídi értékesítését követően az újratelepítés mentes állománnyal történt. A folyamatosan betelepítést végző hizlaldák esetében a fertőzött állományt időről-időre történő vágóhídi értékesítése mellett, az utolsó szállítási újratelepítés nélkül számoltuk fel. Ezt követően takarítás, fertőtlenítés és pihentetés után történt a mentes állománnyal a telepítés.

A sertéshizlaldák mentesítése következtében a hízóalapanyag-import jelentősen csökkent

A nagylétszámú hizlaldák PRRS-mentesítése meghatározó változásokat indukált a Magyarországra továbbtartásra növevő sertést exportáló országok vonatkozásában: Hollandiából 2017-hez viszonyítva a behozatal 216 316 darabról 2018-ban 5256 darabra, míg 2019-ben 1092 db-ra csökkent. A hazai szabályozás következtében az összes továbbtartásra szánt import is jelentősen, 25,9 %-kal csökkent (989 560-ról, 733 518-re (4. táblázat)).

MEGVITATÁS

Magyarországon a sertésállományok PRRS-mentesítése területi elv alapján valamennyi sertéstartóra fokozatosan kiterjesztve 2014-ben az idevonatkozó rendelet kiadásával kezdődött (3/2014. (I.16.) VM [3]). A mentesítési folyamat sarkalatos pontja volt a szakmai körökben elterjedt vélemény, miszerint a PRRS-vírus terjedésének kiemelkedő fontosságú módja a levegővel akár 9,1 km-re történő eljutása lehetősége [12, 13]. Ezt figyelembevéve a sertésszállítás szempontjából tranzit országban – így Magyarországon – lehetetlen a hatékony mentesítési munka. Ugyanakkor a PRRS-mentes stáusz elérése jelentős gazdasági előnyökkel járhat a magyar sertéstermelésben [14]. Ez utóbbira való tekintettel a magyarországi sertésállományok PRRS-mentesítését megvalósítani akaró szakemberek hangsúlyozták, hogy a sertéstartás hagyományai, a sertéstelepek típusa, a kis és nagylétszámú állományok egymás mellett élése, a csak hizlalással foglalkozó telepek számának növekedése mindenekelőtt azt teszi szükségessé, hogy megismerjék a betegség terjedésének a magyarországi viszonyokra jellemző módját, és ennek az ismeretnek a birtokában alakítsák ki a megfelelő mentesítési stratégiát.

Előbbieknél megfelelően a magyar sertésállományok PRRS-mentesítését a kezdetektől területi alapon, az állományok immunizálásával, szigorú belső és külső járványvédelmi intézkedések végrehajtásával, szerológiai, virológiai vizsgálatok folyamatos elvégzésével, az eredmények azonnali járványterjedési értékelésével végeztük. A kislétszámú állomány esetében az évenkénti monitoringvizsgálatokkal, valamint a fertőzött állományok mielőbbi eltávolításával a teljes országra kiterjesztve végeztük a mentesítést.

A nagylétszámú állományok mentesítése során a fertőzöttség mértékének, elterjedtségének, az alkalmazott technológiának megfelelő olyan módszereket kellett alkalmazni, amelyek alkalmasak nem csak a mentesítésre, hanem annak hosszú távú megtartására is.

A mentesítés végrehajtása során fontos szerepet kell tulajdonítani a nagylétszámú hizlaldák PRRS-mentesítésének. Ezek közül az egyszerre telepítő, egyszerre ürítő (all-in-all-out) üzemben működők PRRS-mentesítése viszonylag egyszerű, a teljes állománycseréje módszerével (fertőzött állomány – vágóhídra értékesítés – a telep takarítása, fertőtlenítése – új, mentes állomány érkeztetése).

Ennél hosszabb ideig tart, jelentősen nagyobb költséggel jár a folyamatos üzemelésű, főleg jelentős állatlétszámmal működő telepek mentesítése. Ebben az esetben a teljes kiürítést, fertőtlenítést, pihentetést kell a telepen végrehajtani és csak ezt követően lehet mentes állománnyal – akár folyamatosan is – a betelepítést elvégezni.

Amennyiben a telepen kellő számú, járványtanilag megbízhatóan elkülöníthető épület áll rendelkezésre, a folyamatos üzemelésű telepek fertőzött állományának fokozatos, nem egyszerre történő cserélése szakmailag végrehajtható eljárás, azonban a gyakorlati végrehajtás meglehetősen nehéz. Ezekben az esetekben azokba az épületekbe, amelyekből vágásra került állomány, fertőtlenítést, pihentetést követően új, mentes állományt telepítenek és a továbbiakban a telep belső járványvédelmi módszerekkel (külön gondozó, külön eszközök, külön takarmányozás stb.) kísérelik meg folyamatosan megakadályozni az újonnan érkező mentes

Az egyszerre telepítő, egyszerre ürítő üzemek mentesítése jóval egyszerűbb volt a folyamatos termelésűeknél

állomány fertőződését. Mindaddig folytatva az eljárást, amíg az utolsó, még fertőzött sertés is elhagyta a telepet, lehet a mentességet elérni.

Az ily módon végrehajtásra kerülő mentesítés biztonsága a fertőzött állomány vakcinázásával, a vírusürítés csökkentésével növelhető. Tapasztalataink szerint az inaktivált vakcinák által kialakított védelem nem elegendő arra, hogy a járványvédelmi hiányosságok fennállása esetén a fertőződéstől megvédje a mentesen a telepre kerülő állományt. Az élővírus-tartalmú vakcinákban található PRRS-vírus-törzs ugyancsak a nem megfelelő biztonságú járványvédelmi intézkedések miatt hosszú ideig fennmaradhat az állományban, így a mentes státusz nem érhető el.

Tapasztalataink szerint a Magyarországon található nagylétszámú hizlaldák mentesítésének egyedüli eredményes módja a *teljes állománycsere*. Kiemelt hangsúlyt kell fektetni a mentes státusz folyamatos fenntartására, a külső járványvédelem és a telepítésre kerülő állomány megbízható mentességére. Ezt jelentősen elősegíti, hogy hazánkban 2017 novemberétől kizárólag mentes állományokból származó hízóalapanyag telepíthető.

A mentesítési program jelentős eleme a hízóállományok mentes státuszának fenntartása. A nagylétszámú sertés-hízóállományok országos szintű PRRS-mentességének fenntartása azt jelenti, hogy hosszú távon a magyar sertéshús-előállításban egy jelentős költségtényező, a PRRS okozta gazdasági kártétel megszűnt, és ez megnyitja az utat az egy egységre eső antibiotikumfelhasználás jelentős csökkentéséhez is.

Itt is megemlítjük, hogy korábban már beszámoltunk az ország nagylétszámú hizlaldái [15] mentesítésének eredményeiről.

A tapasztalatok alapján a Magyarországon található nagylétszámú hizlaldák mentesítésének egyedüli eredményes módja a teljes állománycsere

A mentes státusz folyamatos fenntartása érdekében kiemelt hangsúlyt kell fektetni a külső járványvédelem és a telepítésre kerülő állomány megbízható mentességére

IRODALOM

- Abonyi T, †Molnár T, Nemes I, Szabó I, Terjék Zs, Bognár L, Bálint Á (2021) Magyarországi kislétszámú sertésállományok PRRS-mentesítése 2012–2019 (PRRS eradication of backyard swine farms in Hungary 2012–2019) *Magy Állatorvosok Lapja* 143:293–300
- 41/1997. (V. 28.) FM rendelet az Állat-egészségügyi Szabályzat kiadásáról
- 3/2014. (I.16.) VM rendelet a sertésállományoknak a sertés reprodukciós zavarokkal és légzőszervi tünetekkel járó szindrómájától való mentesítéséről *Magyar Közlöny* 2014. 3. 447.
- Rathkjen PH, Dall, J (2017) Control and eradication of porcine reproductive and respiratory syndrome virus type 2 using a modified-live type 2 vaccine in combination with a load, close, homogenise model: an area elimination study. *Acta Vet Scand* 59:4
- Szabó I, Molnár T (2004) Az Aujeszky-betegségtől való mentesítés Magyarországon 1998–2002 között (Eradication of Aujeszky-disease in Hungary between 1998 and 2000). *Magy Állatorvosok Lapja* 126:80–86
- Dénes L (1985) Fertőző állatbetegségek tervszerű felszámolása mentesítési eljárással. *Magy Állatorvosok Lapja* 40:87–91
- Az Országos Főállatorvos 7./2017. számú határozata, Földművelésügyi Értesítő, LXVII. évf. 12. 555.
- Sertés reprodukciós zavarokkal és légzőszervi tünetekkel járó szindrómáját okozó vírussal szembeni ellenanyagok kimutatása, ELISA, Ingezim PRRS Universal ELISA használati útmutató, Ingenasa (2013)
- PRRS vírussal szembeni ellenanyagok kimutatása IFMA (Immunofluorescent Monolayer Assay) OIE Manual of Diagnostic Test and Vaccines for Terrestrial Animals. (2012) Chapter 2.8.7.B.2.
- PRRS vírus kimutatása Virotype PRRSV real-time PCR módszer, Virotype PRRSV RT-PCR Kit Handbook for detection of RNA from porcine reproductive and respiratory syndrome virus (2013)
- Szabó PM, Szalay D, Kecskeméti S, Molnár T, Szabó I, Bálint Á (2020) Investigations on spreading of PRRSV among swine herds by improved minimum spanning network analysis. *Sci Rep* 10:19217
- Dee S, Otake S, Oliveira S, Deen J (2009) Evidence of long distance airborne transport of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Vet Res* 40:39
- Otake S, Dee S, Corzo C, Oliveira S, Deen J (2010): Long-distance airborne transport of infectious PRRSV and *Mycoplasma hyopneumoniae* from a swine population infected with multiple viral variants. *Vet Microbiol* 145:198–208
- Pork Checkoff Study: PRRS Costs Industry \$664 Million Annually Updated Economics Underscore Need for Comprehensive Solution, August 17, 2011
- Szabó I, Molnár T, Nemes I, Abonyi T, Terjék Zs, Bálint Á (2019) PRRSV eradication on large-scale fattening pig farms in Hungary between 2014–2019. *Acta Vet Hung* 67:529–542

Közlésre érk.: 2021. júl. 13.

Széles körű keresztvédelem a kiemelkedő teljesítményért

PCV2d

PCV2a

PCV2b



Megbízható megoldás különbéféle PCV2 törzsekkel szemben is¹⁻⁴

Ingelvac CircoFLEX®

1. Opršesnjg et al. 2014a: Vaccine 32, 4342-4348; 2. Jeong et al. 2015: Veterinary Microbiology 177, 43-52;
3. Friedrich et al. 2019: Journal of Vaccines & Vaccination, doi: 10. 24105/2157-7560.10.402; 4. Park et al. 2019: Veterinary Microbiology 231, 87-92.

Ingelvac CircoFLEX® szuszpenziós injekció sertéseknek; Hatóanyag: Sertés cirkovírus 2-es típus ORF2 protein 1,0-3,75 RP - A referens vakcinához viszonyított relatív hatékonyság (ELISA teszt); Adjuváns(ok): Karbomer: 1 mg; Javallatok: Sertések 2-es típusú sertés cirkovírus (PCV2) elleni aktív immunizálására 2 hetes kortól, a PCV2 okozta kórképpel (PCVD) összefüggésbe hozható elhullások, klinikai tünetek – beleértve a testtömegvesztést - és a lymphoid szöveti elváltozások csökkentésére. Ezenkívül a vakcinázás hatására csökken a 2-es típusú sertés cirkovírus (PCV 2) orron keresztüli ürítése, a vérben és a lymphoid szövetekben megjelenő vírusrészecskék mennyisége, valamint a virémia időtartama. Az immunitás kezdete: 2 héttel az oltást követően. Az immunitástartósság: legalább 17 hét. Ellenjavallatok: Nincs. Adagolás: Használat előtt felrázandó. Egy adag (1 ml) egyszeri intramuszkuláris injekció formájában, a testtömegtől függetlenül. É.e.ü.v.i: Nulla nap. Hűtve (2°C - 8 °C) tárolandó és szállítandó. Nem fagyasztható. Fénytől védve tartandó. Engedélyes: Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, 55216 Ingelheim/Rhein, Németország. Vényköteles. Kérjen állatorvosától vagy gyógyszerésztől további felvilágosítást! Alkalmazás előtt, illetve további információért olvassa el a használati utasítást, vagy kérdezze a Boehringer Ingelheim képviselőjét: Boehringer Ingelheim RCV GmbH & CoKG Magyarországi Fióktelepe, 1095 Budapest, Lechner Ödön fasor 10., Tel.: 06 1 299-8900 • ah.hu@boehringer-ingelheim.com. Tk.sz.: EU/2/07/079/002 Reklámanyag lezárási dátuma: 2021.09.

MEGELŐZÉS DOLGA

A sertés-egészségügy jövőjét alakítva

 **Boehringer
Ingelheim**

**The role of melatonin
in horse and donkey
reproduction**
Literature review

B. Bartha¹
L. Harmat²
B. Somoskői³
S. Cseh³
S. Gy. Fekete¹
A. Gáspárdy^{1*}

1. Állattenyésztési, Takarmányozási
és Laborállat-tudományi Intézet,
Állatorvostudományi Egyetem,
H-1078 Budapest, István utca 2.

2. Tangazdaság,
Állatorvostudományi Egyetem,
Üllő, Dóra-major

3. Szülészeti Tanszék és
Haszonállat-Gyógyászati Klinika,
Állatorvostudományi Egyetem,
Budapest

*e-mail: gaspardy.andras@univet.hu

A melatonin szerepe a ló és a szamár szaporodásában

Irodalmi összefoglaló

**Bartha Boróka¹, Harmat Levente², Somoskői Bence³, Cseh Sándor³,
Fekete Sándor György¹, Gáspárdy András^{1*}**

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a ló és a szamár szaporodási folyamataira fókuszálva összegzik a melatonin hormonfehérje szerepét. Irodalmi adatok alapján bemutatják, hogy a megvilágítás időtartama által befolyásolt melatoninintermelődés nem csupán a szezonális és napi ritmust, a szaporodási rendszer változásait határozza meg, hanem antioxidáns, immunmoduláló tulajdonságokkal is rendelkezik, valamint részt vesz egyes anyagcsere-folyamatokban is. A hormon hatással van az oxitocin, a vazopresszin és a prolaktin termelődésére is. Ezenfelül, humán példára hivatkozva megemlítik, hogy a melatonin befolyásolja a magzati és a szexuális fejlődést, a szüléskor pedig analgetikus hatású.

SUMMARY

Melatonin is a protein hormone. The authors summarize the knowledge of this field of endocrinology, with a special interest to the horses and donkeys, where photoperiod and blood melatonin concentration greatly influence reproduction. However, there are reports about the antioxidant and immunomodulant characteristics of the melatonin hormone, and its participation in the metabolism, too. Melatonin is synthesized not only in the pineal gland only but also in other tissues. Circulating melatonin levels modulate the function of the hypophysis, especially the secretion of vasopressin and oxytocin. Furthermore, melatonin activates the hypothalamus-pineal gland-gonadal axis. Reproductive characteristics of horses and donkeys are compared and data on the impact of artificial light on some functions of reproduction are shown. The effects of geographic area, sex of the animal, sexual cycle, and the number of postpartum days on the secretion of the melatonin are detailed. Production and inhibition of melatonin in horses, both in natural and in artificial light, is basically controlled by the length of the light hours and not by an endogenous mechanism. After passing through the placenta, the maternal melatonin influences the development of the central nervous system and the establishment of the circadian rhythm in the foetus. Based on recent data, the melatonin plasma level gets elevated during the gestation and a peak develops before delivery of the foetus. There is a continuous interconnection between the oxytocin and melatonin effects during the pregnancy and delivery whereby melatonin exerts some analgesic effect, too.

SZAPORODÁS-
BIOLÓGIA

A MELATONINRÓL ÁLTALÁBAN

A melatonin 232 g/mol molekulatömegű hormonfehérje. Hatása az emlős szervezetben sokrétű, így a napi ritmus egyik szabályozója, szerepe van a pigmentsejtek működésében, hat a szív- és keringési, csont- és immunrendszerre, az energiaháztartásra és az idegrendszerre. A melatonin a szervezet naponta és éves szinten ismétlődő élettani ciklusainak szabályozója, különösképpen a szaporodási folyamatokban betöltött szerepe fontos, állatokban és emberben egyaránt. HOFFMAN és REITER már 1965-ben kimutatta, hogy a tobozmirigy sebészi kiirtása után a szíriai aranyhórcsög hímek heréi elsorvadtak [1]. Ugyanakkor, a megvilágítás időtartama által befolyásolt melatonintermelés nem csupán a szezonális és napi ritmust, a szaporodási rendszer változásait határozza meg, hanem antioxidáns, immunmoduláló tulajdonságokkal is rendelkezik, valamint részt vesz egyes anyagcsere-folyamatokban is.

A melatonin legfőképpen a tobozmirigyben termelődik, de kimutatták számos egyéb szervben is

A melatonin egy hormonfehérje, amelynek sokrétű szabályozó szerepe van pl. ivari, keringési, idegrendszeri és anyagcsere-folyamatokban

A melatonin a tobozmirigyben (glandula pinealis, epiphysis) termelődik. A tobozmirigy olyan belső elválasztású folyamatok szabályozója, amelyek szoros összefüggést mutatnak a megvilágítás időtartamával. A szem ideghártyájának pálcikái a fekete-fehér és alkonyati, a csapok a színlátásért felelősek [2]. A retina melanopszint termelő ganglionsejtjeiből származó fényinger a tractus retinohypothalamicuson keresztül jut a hypothalamus nucleus suprachiasmaticusába [3], majd szimpatikus noradrenerg úton jut el a tobozmirigybe, ahol a melatonin szintetizálódik. A fény gátolja a hormon termelését és kiválasztódását, így tehát a melatonin legnagyobb koncentrációja az éjszaka folyamán mérhető. A melatonin nemcsak a tobozmirigyben termelődik, hanem extrapinealis melatonint mutattak ki különböző szervekből: a gyomor-béltraktus, a máj, a vese, a mellékvese, a szív, a csecsemőmirigy, a nemi mirigyek, a placenta, a méh, a vérlemezkék, fehérvérsejtek és az immunrendszer egyéb sejtjeiben is megtalálható [4]. A melatonin eukarióta sejtek mitokondriumában való szintézise egyedülálló védelmet jelent az oxidatív károsodások ellen és fontos szerepet tölt be a sejtek élettani működésének fenntartásában.

A tobozmirigy hormontermelő sejtjeiből, a pinealocyttákból melatonin szabadul föl, amely onnan a vérbe és a cerebrospinalis folyadékba jut. Mivel a melatonin más sejtekben is termelődik és onnan csupán kis mennyiségben ürül a vérbe, föltételezhető parakrin és autokrin jelátvitel is. A hormon hidrofil és lipofil molekuláriszerekkel is rendelkezik, így könnyen átmegy a vér-agy gáton és a placentán. A vérben a melatonin 70%-a az albuminhoz kötődik. A melatonin receptorokhoz kapcsolódva szabályozó hatást gyakorol (1. ábra). Melatoninreceptorok találhatóak a hypothalamus nucleus suprachiasmaticusában, az agyalapi mirigy, a kisagyvelő, a retina, a lép, a máj, a nemi mirigyek, az emlőmirigy, a méh, a csecsemőmirigy, a gyomor-bél traktus sejtjeiben, valamint a vérlemezkékben és a fehérvérsejtekben.

A tobozmirigyben termelődő melatonin befolyásolja az agyalapi mirigy működését, azon belül is az oxitocin, a vazopresszin és a prolaktin termelését. Ezenfelül befolyásolja a szexuális fejlődést és a szaporodási folyamatokat és aktiválja a hypothalamus-tobozmirigy-gonadalis rendszert [5].

A LÓ ÉS A SZAMÁR SZAPORODÁSI CIKLUSA

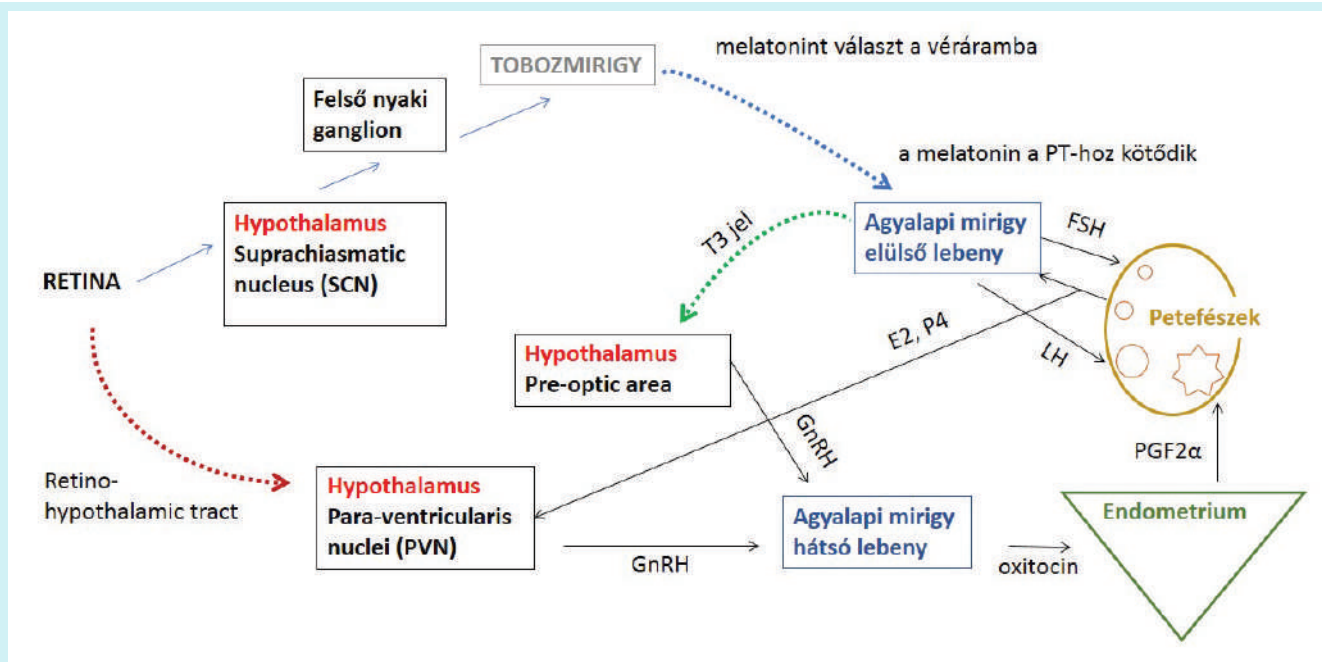
A házasított ló (*Equus caballus*) szezonális poliösztroszos állat, endogén cirkannuális szaporodási ritmussal rendelkezik, a fő évszaki változások (tél-nyár) jelentős befolyással vannak a belső ritmus kialakulására, amihez a melatonin jelenti a „naptárinformációt” a szervezetnek. A természetes, élettani tenyésztési időszak az északi féltekén áprilistól augusztusig tart, kialakulását a nappalok hosszabbodása, a hőmérséklet és a takarmány mennyisége és energiatartalma befolyásolja. A legfőbb szabályozó a tavasszal megnövekvő nappali megvilágítás, amely évszaki változásként reaktiválja a hypothalamus-agyalapi mirigy-petefészek-tengelyt

Hatással van a szexuális fejlődésre és a szaporodási folyamatokra

A házasított ló szezonális poliösztroszos állat, endogén cirkannuális szaporodási ritmussal

A nemi ciklust leginkább a tavasszal megnövekvő nappali megvilágítás szabályozza

és csökkent melatoninkoncentrációt eredményez [6]. A mesterséges megvilágítás a nappalok hosszabbodását helyettesítheti [7]. A tél folyamán alkalmazott kiegészítő megvilágítás korai petefészek-aktiválódást, és ovulációt válthat ki üres kancákban és lehetővé teszi a tenyésztők számára, hogy megfeleljenek a galopp versenyzés által elvárt tenyésztési követelményeknek [8].



1. ÁBRA. A fény, a melatonin, a petefészek és a méh működésének összefüggései

T3 – triiodo-tironin, GnRH – gonadotrop releasing hormon, E2 – ösztrogén, P4 – progeszteron, LH – luteinizáló hormon, FSH – folliculusstimuláló hormon, PT – pars tuberalis, PGF2α – prosztaglandin F2α

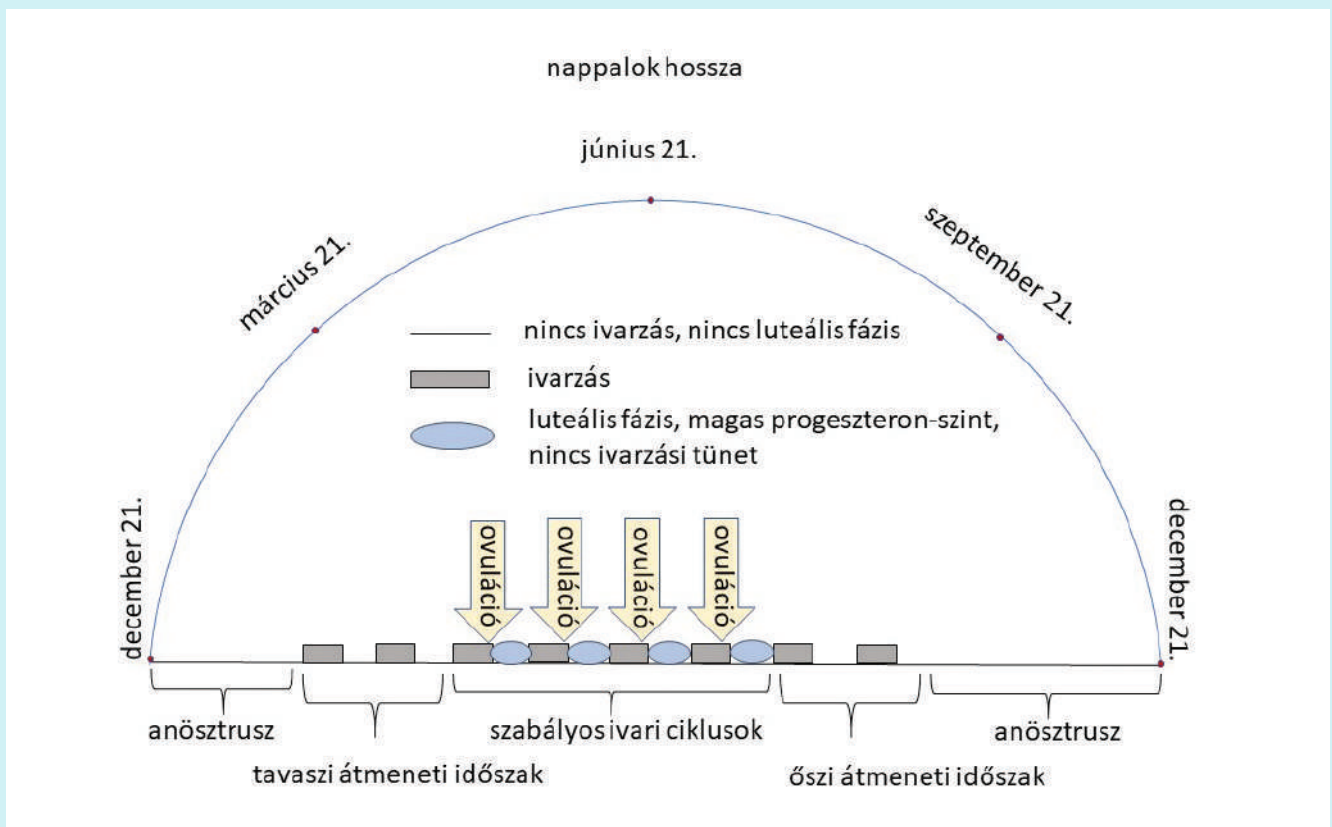
FIGURE 1. Connection between light, melatonin, and ovarian and uterine functions

T3 – triiodothyronine, GnRH – gonadotropic releasing hormone, E2 – oestrogen, P4 – progesterone, LH – luteinising hormone, FSH – follicle stimulating hormone, PT – pars tuberalis, PGF2α – prostaglandin F2α

A szamár a mérsékelt égövön szezonális poliösztroszos állat

A szamár (*Equus asinus*) a mérsékelt égövön szezonális poliösztroszos állat, de az Egyenlítő táján egész éves aktív ciklusok figyelhetők meg. A szamár fő szaporodásbiológiai jellegzetességei hasonlóak a lóéhoz. Ugyanakkor mind a sárlás ideje (1–2 nappal), mind a vemhességi idő (37–38 nappal) hosszabb a szamárkancában. Az ovuláció spontán, a sárlás 2–4. napján lép föl. A csikózás utáni 9–11. napon lehet az első ivarzást megfigyelni, ami szoptatás esetén a csikó hasmenését okozhatja [9]. A vemhesítéshez javasolható a csikósárlás kihasználása, főként, ha rövid két csikózás közötti intervallumot szeretnénk tartani [10]. A legelterjedtebb a március–május közötti fedezetés. A nem megfelelő takarmányozás és szaporítási menedzsment (késői vemhesítés és a kb. egy éves vemhesség) a csikózási szezon teljes ráhúzódsát eredményezheti a tenyészszezonra, így a szaporításból gyakran ki-kimarad egy év [11]. Jóllehet szórványosan találni adatokat az őszi vemhességéről, gyakorlatilag az eltérő szülői kromoszómaszámok miatt mind a szamár-, mind a lóöszvér terméketlen. Ennek ellenére az őszi melatoninintermelése is ciklicitást mutat; ősszel nagyobb melatoninkoncentrációk jelennek meg a vérben, mint tavasszal [12]. Ugyanakkor a tavasszal is magas melatoninszint arra utal, hogy a tobozmirigy hormontermelése a fényviszonyok közötti kapcsolat szorosabb és régebbi, mint a szaporodás között.

A szezonálisan ivarzó állatok esetén a fotoperiodusos érzékenység döntő szerepet tölt be az élettani változások kiváltásában. Főként madarakban, a melatonin hozzájárul a másodlagos nemi díszítő függelékek (tollak) csillogásához, színéhez és a párválasztáshoz. Lóban a hosszú nappalok és megvilágított órák számának növekedése nemcsak az ovuláció kiváltását és a ciklus beindulását befolyásolja, hanem a téli szőrzet levedlését és az ellés bekövetkeztének idejét is (2. ábra). A kancák tenyészszezonjának beindulásához a hosszabbodó nappalok kedvezőek. A rövid nappal gátolja a szaporodási ciklust a hypothalamus–hypophysis–gonád–tengelyen keresztül. A nem-ivarzó időszakban a hypothalamus GnRH-, valamint az agyalapi mirigy LH-termelése csekély [13, 14]. A melatonin termelődése fontos jelzője az anösztrusz fenntartásának. A tobozmirigy eltávolítása [15] vagy szimpatikus beidegződésének sebészi átmetésze [16] azáltal, hogy megzavarja a melatonin termelődését, késlelteti a tenyészidőszak kezdetét [17].



2. ÁBRA. A fény hatása a kanca ivari ciklusára

Nyári napforduló (június 21.): az év leghosszabb napja és a természetes tenyészszezon csúcsa. A normál ciklus – külön befolyásolás nélkül – a nyári napforduló tájára esik. A növekvő világos órák csökkentik a melatonintermelést. Őszi napéjegyenlőség (szeptember 21.): a napi 12 h sötét/12 h világos hatására a kanca az őszi átmenetbe érkezik. Téli napforduló (december 21.): az év legrövidebb napja, egyben a legkifejezettebb az anösztrusz. Tavaszi napéjegyenlőség (március 21.): a napi 12 h sötét/12 h világos hatására a kanca az tavaszi átmenetbe érkezik

FIGURE 2. Effect of light on mare's reproductive cycle

Summer solstice (June 21): the longest day of the year and the peak of the natural breeding season. The normal cycle falls around the summer solstice without any special influence. Increasing bright hours reduce melatonin production. Autumn Equinox (September 21): Under the influence of 12 h dark / 12 h light per day, the mare arrives in the autumn transition. Winter solstice (December 21): the shortest day of the year, and the most pronounced is the anoestrus. Spring Equinox (March 21): Under the influence of 12 h dark / 12 h light per day, the mare arrives in the spring transition

MAGZATI FEJLŐDÉS

Az anyai szervezeten belül fejlődő magzat kezdetben az anyaállat hormonális szabályozása alatt áll és belső egyensúlyának része. Így kihat rá az anyai testhőmérséklet, és azon anyai hormonok, amelyek képesek a placentán át a magzatba jutni. A prolaktin- és a GH-hormoncsalád egyes képviselői átjutnak az emlősmagzatba és ott a keringésbe jutnak. A tavasszal fokozatosan emelkedő napi megvilágítás a melatonintermelés csökkenését és a keringő prolaktinkoncentráció emelkedését okozza. A növekvő prolaktinszint kiváltásáért az enyhe intenzitású kék fény, vagyis a hosszú nappalos fotoperiodikus inger, közvetve pedig a melatonintermelés elnyomása a felelős [18].

SZEZONÁLIS ÉS IVARI HATÁS

A ló számára a tágan vett tenyészszезon az év első felére (februártól szeptemberig) esik az északi földtekén

A ló számára a tágan vett tenyészszезon az év első felére (februártól szeptemberig) esik az északi földtekén. ALTINSAAT és mtsai feldolgozásában a kancák és a mének melatonin szintje júniusban (15 óra világos [V] : 9 óra sötét [S]) kisebb volt (23,52 pg/ml \pm 1,24 SEM és 17,22 pg/ml \pm 2,10 SEM), decemberben (9V:15S) viszont nagyobb (42,41 pg/ml \pm 1,59 SEM és 37,68 pg/ml \pm 1,55 SEM) [19]. RAPACZ-LEONARD és mtsai megállapították ezen kívül, hogy a melatonin termelésének éjszakai csúcsa annál később következik be, minél hosszabbak a nappalok [20].

Ivari hatásként igazolódott, hogy a kancáknak nagyobb a melatonin szintjük mind a tenyész-, mind a nem-tenyész időszakban, mint a méneknek [19].

A CIRKADIÁN RITMUS ÉS A FÖLDRAJZI ELHELYEZKEDÉS HATÁSA

A lófajban több tanulmány is kimutatta a plazma melatonin szintjének jelentős 24 órás ritmusát természetes körülmények között, vagyis a több órás folyamatos világos időszakot több órás folyamatos sötét időszak követ, és ezek összege kiteszi a nap hosszát [21, 22].

Kétóránként mintát véve 24 órás sötétségben tartott lovaktól MURPHY és mtsai nem találtak időbeli változást a szérumban melatonin koncentrációjában. Ebből arra következtettek, hogy a lóban a melatonin nem egyedülként tartja fenn a cirkadián folyamatokat. Emiatt a melatonin önmagában nem megfelelő mutató a cirkadián fázisok jellemzésére ebben a fajban. Érdekes, hogy a kortizolszintben, ami természetes fényviszonyok esetén éppen a melatoninnal ellentétes napi változást mutat és a biológiai óra ellenőrzésében szintén felhasználható; folyamatosan sötétben tartás esetében is jelentkezett a napszaknak megfelelő változás [23]. Arra lehet következtetni, hogy természetes körülmények között a ló melatonin termelődése és annak gátlása a fény függvényében és nem endogén mechanizmus révén történik. A lovak melatonin ciklusa annál feszesebben illeszkedik a cirkadián ciklusra, minél közelebb kerülnek az állatok a szaporodáshoz.

A melatonin plazmakoncentrációja, valamint a testhőmérséklet és a plazma nátriumszint cirkadián ritmusát vizsgálták világos-sötét ciklus alatt lovakban [22]. Mindhárom tényező ritmicitást mutatott a 24 órás a fény-sötét periódus alatt. Míg a testhőmérséklet és a nátriumkoncentráció ritmusossága a sötét periódus alatt is közel állandó volt, addig a melatonin szint erősen eltért. Ezek a megállapítások is arra utalnak, hogy a ló melatonin szekréciója nincs cirkadián kontroll alatt, és csak a környezeti fény befolyásolja.

Földrajzi elhelyezkedés hatásaként említjük meg, hogy az USA Missouri államában DIEKMAN és mtsai az év során csak júniusban észlelték a szérumban melatonin szintjének éjszakai emelkedését [24].

Természetes körülmények között a ló melatonin termelődése és annak gátlására a fény van a legnagyobb hatással

FAJI HATÁS

Az éjszakai szérumban melatoninszintje ló kancákban 10 és 20 pg/ml között alakul több szerzői közösség tapasztalat alapján, néhány kiugró értéket (50 pg/ml körül) kivéve [20, 21, 25].

GUILLAUME és mtsai szamár kancákban végzett vizsgálatában a melatoninszintje 20 pg/ml fölött adódott, átlagosan 91 pg/ml volt [26]. Ugyanezen szerzők még magasabb szintről (átlagosan 169 pg/ml) számoltak be az öszvér kancák esetében, megerősítve mások korábbi értékeléseit [12]. Tehát a szamarak és az öszvérek átlagos melatoninkoncentrációja nagyobb, mint a lovaké (3. ábra).

A szamarak és az öszvérek átlagos melatoninkoncentrációja nagyobb, mint a lovaké

3. ÁBRA. Vérvétel szamárkancáktól és csikóktól genetikai azonosítás és szérumban melatoninszintjének megállapítása céljából

FIGURE 3. Blood sampling from donkeys and foals for genetic identification and determination of serum melatonin levels



A ló és a szamár közötti különbség faji genetikai meghatározottságot jelez. A fajhibrid (öszvér) esetében, akár a heterózis jelenségét is fölfedezhetjük. A mintákon belüli nagy egyedi különbség az eltérő egyedi genetikai determináltságot tünteti föl. WETTERBERG és mtsai feldolgozásában a melatonintermelés egy nagyhatású génhelyről, annak additív alléljai által fejeződik ki [27]. Az is joggal képzelhető el, hogy a lópopulációk is genetikailag kis és nagy melatoninkoncentrációt mutató egyedekből áll, de az utóbbiak részaránya csekély.

MELATONINSZINTEK IVARZÁS ALATT ÉS CSIKÓZÁST KÖVETŐEN

A sárló kancák melatoninszintjében nem adódik különbség ($p > 0,05$) a follicularis ($24,66 \pm 2,47$ SEM pg/ml) és a lutealis ($23,28$ pg/ml $\pm 1,96$ SEM) petefészkek ciklusban [19].

Természetes megvilágításban tartott póni kancákban és csikóikban vizsgálták a melatoninkoncentrációt az ellés utáni 1–3, 4–6 és 7–11 héten. Kancákban jelentős időbeli melatoninkoncentráció változást figyeltek meg, a csikókban a 7–11 hetes korukig viszont nem [17].

AZ IVARI CIKLUS MESTERSÉGES BEFOLYÁSOLÁSA

A természetes tenyészszeton időpontja elmozdítható melatoninimplantátum és kiegészítő megvilágítás használatával.

A természetes tenyészszeton időpontja elmozdítható melatoninimplantátum és kiegészítő megvilágítás használatával

Nyáron melatonin beadása mesterségesen kiválthatja az anösztruszt

MELATONINIMPLANTÁTUM

Nyáron, melatonin beadása exogén szteroidok használata nélkül szolgálhat eszközüül az anösztrusz mesterséges kiváltására a lóban. Ez lehetővé tenné a sárlás visszaszorítását, amennyiben a kancákat más eseményeken (kiállítás, versenyzés, munkavégzés stb.) szeretnék használni. A tenyészszeszonban, 4 héten át alkalmazott melatoninimplantátum (20 mg) igazoltan emelte a napali melatoninkoncentrációt a placebo implantációt kapott csoporthoz képest (76,51 pg/ml \pm 34,29 SEM vs 9,97 pg/ml \pm 30,05 SEM; LH-növekedést lehetett tapasztalni az ivarzás körüli időszakban [28]. A proösztrusz alatt iv. alkalmazott farmakológias dózsisú melatonininjekció csökkentette a soron következő ivarzásban mért ösztadiol- (E_2) szintet és emelte a soron következő lutealis fázisban a progeszteron (P_4) koncentrációját [29].

Az exogén melatonin adása a beszámolók szerint csökkenti a mének plazmatesztoszteron-koncentrációját [30].

KIEGÉSZÍTŐ FÉNY

A nyugalmi reprodukciós szakaszban lévő kancák mielőbbi tenyészszeszonba fordulását a hosszúnappalossá tett fotoperiódus elősegíti [31]. KOOISTRA és GINTHER igazolták, hogy a tenyészszeszon vége mesterséges hosszúnappalos fotoperiódussal kitolható, a tenyészszeszon kezdeti időpontjától függetlenül [32].

A *jet lag* jelenség a lóban is ismert, hiszen az eltérő időzónákban egymást gyorsan követő versenyztetés a ló szervezetét is megviseli. MURPHY és MTSAI az új időzóna melatonintermelődésre való hatását fényprogram alatt vizsgálták. Megállapították, hogy a lerövidített éjszakai sötétséget (6 óra), azaz a következő nap világosságának 6 órával korábbi kezdetét követő, és több napig fenntartott 12F:12S órás napi fényciklusban (*pre-shifted photoperiod*) a lovak már az első napon teljes mértékben reagáltak. A lovak az új megvilágítás szerint termelték a melatonint a megszokott cirkadián ritmus szerint az istállóban (és nem a külső környezet ciklikus fényviszonyai szerint) [33].

WALSH és MTSAI bizonyították, hogy nincs különbség a melatoningátlás mértékében annak tekintetében, hogy a sötét periódust felváltó 1 órás mesterséges fény (szemre helyezett kék fényű LED lámpákkal, 468 nm) mind a két szemet, vagy csak az egyik szemet éri. Továbbá, a szerzői csoport megállapította, hogy az alig mérhető ($< 0,1$ lux) a 3 luxig terjed az a sötétnek mondható megvilágítás (fényintenzitás), amiben a ló a rendes éjszakai szinten termeli a melatonint [34].

A mesterséges fotostimuláció a mén tesztoszteronszintjének meredek emelkedését eredményezte [35].

HUMÁN JELLEGZETESSÉGEK, ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK

A szerzők fontosnak tartják a humán melatonintermelődést röviden megemlíteni, különös tekintettel a perinatalis időszakra, mert a szérummelatonin ellés körüli szintjéről nem, vagy alig állnak még rendelkezésünkre adatok háziállataink vonatkozásában.

A MELATONIN SZEREPE AZ EMBERI MAGZAT FEJLŐDÉSÉBEN

A melatonin hatással van az élettani petefészekműködésre és ovuláció folyamataira a progeszteron termelődése révén. A várandósság kezdetén, a melatoninszekeráció cirkadián ritmusa fontos szerepet tölt be a várandósság fenntartásában és nagyban befolyásolja az egészséges utód megszületését. A melatonin és metabolitjai serkentik az antioxidáns enzimek működését, ezáltal védelmet nyújtva a szabadgyökök káros hatásai ellen az anyai placenta-magzati kapcsolat sejt- és szöveti szintjén egyaránt [36].

Kiegészítő fényterápia alkalmazásával is befolyásolható a melatonintermelődés és a tenyészszeszon kezdete és vége

A melatonin hatással van az élettani petefészekműködésre az ovuláció folyamataira és a vemhességre is

A placentában termelődött melatonin kiválasztódik az amnionfolyadékba, ahol antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatású

Emberekben a terhesség alatt a vérben mérhető melatoninszint emelkedik és a szülés előtt eléri legnagyobb koncentrációját

Emberben az éjszaka folyamán megnövekedett melatoninszint hozzájárul a vajúadás és szülés normál lefolyásához

A NO-szintáz és ciklooxygenáz gén működésének gátlásával korlátozza a gyulladási molekulák (prosztanoidok, leukotriének, citokinek stb.) termelődését, ezáltal a melatonin gyulladásgátló hatású is. Immunmodulátorként és a homeosztázis szabályozójaként részt vesz a beágyazódás folyamataiban, a placenta kifejlődésében, valamint a placenta neuro-immuno-endokrin folyamatainak fenntartásában, amelynek célja a magzat létfontosságú működési rendszereinek kiépülése.

Kimutatták, hogy a cytotrophoblast és a syntitiotrophoblast sejtek nemcsak melatonin-membránreceptorokat (MT1 és MT2) tartalmaznak, hanem maguk is termelnek a melatonint, parakrin, autokrin és intrakrin hatást biztosítva a placentán belül, egyben erőteljes antioxidáns hatást is jelentenek. A melatonin az apoptózis szabályozása révén fenntartja a cyto- és a syntitiotrophoblast sejtek egyensúlyát, ezáltal a placenta homeosztázisát [37]. A placentában termelődött melatonin kiválasztódik az amnionfolyadékba, ahol antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatást fejt ki [38].

A MELATONIN SZEREPE A SZÜLÉSKOR

Emberekben a terhesség alatt a vérben mérhető melatoninszint emelkedik, különösen a 24. hét után, és a szülés előtt eléri legnagyobb koncentrációját. A placentán átjutva az anyai melatonin kulcsszerepet játszik a magzati központi idegrendszer fejlődésében és a cirkadián életritmus kialakulásában. Emellett a melatonin és az oxitocin szoros kölcsönhatásban áll a terhesség és a szülés során [39].

A génexpresszió cirkadián ritmusát állapították meg közvetlenül vemhes és nem vemhes rágcsálók méhében is, amely rávilágított arra a tényre, miszerint a melatonin cirkadián jelként váltja ki a szülést, ill. ellést. A vajúadás késő este vagy a kora reggeli órákban kezdődik, amikor a melatonin szekréció fokozódik [40].

Kimutatták, hogy MT2 receptorokon keresztül proteinkináz C-re hatva fokozza az oxitocin indukálta méhösszehúzóásokat [41]. A melatonin érzékenyíti a myometrium sejtjeit az oxitocinra, parakrin hatása pedig megkönnyíti a simaizomsejtek egyidejű megrövidülését [42]. A melatonin a GHB (γ -hidroxibutirát), MT1, MT2 és μ -opioid receptorokon keresztül szorongásoldó és fájdalomcsillapító hatást fejt ki [43].

A méhen belüli melatoninreceptor-expresszió az oxitocin koncentrációváltozással egyenértékű, ezért emberben az éjszaka folyamán megnövekedett melatoninszint hozzájárul a vajúadás és szülés normál lefolyásához [44]. Éjszakai gyenge fény alkalmazása esetén a melatonin csúcskoncentrációja kisebb, ez pedig gátolja a rendszeres méhösszehúzóások kialakulását. Kórházi körülmények között is megfigyelték, hogy éjszakai mesterséges fény használatával csökken az éjszakai születek gyakorisága [45].

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A téma irodalmi feldolgozása és kutatása az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával, az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében készült (pályázati azonosító: EFOP-3.6.3-VH-2, egyedi azonosító: PO/12740-1/2019).

IRODALOM

1. Hoffman RA, Reiter RJ (1965) Pineal gland influence on gonads of male hamster. *Science* 148:1609–1611
2. Sótónyi P (2015) A fényérzékelés anatómiai alapjai. Kiemelten a ló látása. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 64:231–256
3. Schroeder MM, Harrison KR, Jaeckel ER, Berger HN, Zhao X, Flannery MP, St Pierre EC, Pateqi N, Jachimska A, Chervenak AP, Wong KY (2018) The roles of rods, cones, and melanopsin in photoresponses of M4 intrinsically photosensitive retinal ganglion cells (ipRGCs) and optokinetic visual behavior. *Front Cell Neurosci* 12:203
4. Márton A, Pál L, Bartos Á, Húsvéth F (2015) A fény szerepe a nőivarú állatok szaporodásában. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 64:251–278
5. Talpur HS, Chandio IB, Brohi RD, Worku T, Rehman Z, Bhattarai D, Ullah F, Jiajia L, Yang L (2018) Research progress on the role of melatonin and its receptors in animal reproduction: A comprehensive review. *Dom Anim* 53:831–849
6. Nolan MB, Walsh CM, Duff N, McCrarran C, Prendergast RL, Murphy BA (2017) Artificially extended photoperiod administered to pre-partum mares via blue light to a single eye: Observations on gestation length, foal birth weight and foal hair coat at birth. *Theriogenology* 100:126–133
7. Murphy BA (2019) Circadian and circannual regulation in the horse: internal timing in an elite athlete. *J Equine Vet Sci* 76:14–24
8. Nagy P, Guillaume D, Daels P (2000) Seasonality in mares. *Anim Reprod Sci* 60–61:245–262
9. Fielding D (1988) Reproductive characteristics of the jenny donkey - *Equus asinus*: A review. *Trop Anim Health Prod* 20:161–166
10. Carluccio A, Gloria A, Robbe D, Veronesi MC, De Amicis I, Cairoli F, Contri A (2017) Reproductive characteristics of foal heat in female donkeys. *Animal* 11:461–465
11. Deng L, Shi S, Li J, Tang C, Liao Q, Xie P (2020) A cross-sectional survey of foaling-related parameters of jennies (*Equus asinus*) under smallholder farm conditions in Northeast China. *J Equine Vet Sci* 87: (Suppl.1):102928
12. Cozzi B, Morei G, Ravault JP, Chesneau D, Reiter RJ (1991) Circadian and seasonal rhythms of melatonin production in mules (*Equus asinus* x *Equus caballus*). *J Pineal Res* 10:130–135
13. Sharp DC, Grubaugh WR (1987) Use of push-pull perfusion techniques in studies of gonadotropin-releasing hormone secretion in mares. *J Reprod Fertil Suppl* 35:289–296
14. Hart PJ, Squires EL, Imel KJ, Nett TM (1984) Seasonal variation in hypothalamic content of gonadotropin-releasing hormone (GnRH), pituitary receptors for GnRH, and pituitary content of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in the mare. *Biol Reprod* 30:1055–1062
15. Grubaugh W, Sharp DC, Berglund LA, McDowell KJ, Kilmer DM, Peck LS, Seamans KW (1982) Effects of pinealectomy in Pony mares. *J Reprod Fertil Suppl* 32:293–295
16. Sharp DC, Vernon MW, Zavy MT (1979) Alteration of seasonal reproductive patterns in mares following superior cervical ganglionectomy. *J Reprod Fertil Suppl* 27:87–93
17. Kilmer DM, Sharp DC, Berglund LA, Grubaugh W, McDowell KJ, Peck LS (1982) Melatonin rhythms in Pony mares and foals. *J Reprod Fertil Suppl* 32:303–307
18. O'Brien C, Darcy-Dunne MR, Murphy BA (2020) The effects of extended photoperiod and warmth on hair growth in ponies and horses at different times of year. *PLoS ONE* 15(1): e0227115
19. Altinsaat Ç, Üner A G, Sulu N, Ergün A (2009) Seasonal variations in serum concentrations of melatonin, testosterone, and progesterone in Arabian horse. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 56:19–24
20. Rapacz-Leonard A, Lewczuk B, Prusik M, Raś A (2010) Diurnal rhythm of plasma melatonin level in mares from spring equinox to summer solstice. *Bull Vet Inst Pulawy* 54:693–699
21. Guerin MV, Deed JR, Kennaway DJ, Matthews CD (1995) Plasma melatonin in the horse: measurements in natural photoperiod and in acutely extended darkness throughout the year. *J Pineal Res* 19:7–15
22. Piccione G, Giannetto C, Bertolucci C, Refinetti R (2013) Daily rhythmicity of circulating melatonin is not endogenously generated in the horse. *Biol Rhythm Res* 44:143–149
23. Murphy BA, Martin A-M, Furney P, Elliott JA (2011) Absence of a serum melatonin rhythm under acutely extended darkness in the horse. *J Circadian Rhythms* 9:3
24. Diekman MA, Braun W, Peter D, Cook D (2002) Seasonal serum concentration of melatonin in cycling and noncycling mares. *J Anim Sci* 80:2949–2952
25. Haritou SJA, Zylstra R, Ralli C, Turner S, Tortonese DJ (2008) Seasonal changes in circadian peripheral plasma concentrations of melatonin, serotonin, dopamine and cortisol in aged horses with Cushing's disease under natural photoperiod. *J Neuroendocrinol* 20:988–996
26. Guillaume D, Zarazaga L, Malpoux B, Chemineau P (2006) Variability of plasma melatonin level in pony mares (*Equus caballus*), comparison with the hybrid: mules and with jennies (*Equus asinus*). *Reprod Nutr Dev* 46:633–639
27. Wetterberg L, Iselius L, Lindsten J (1983) Genetic regulation of melatonin excretion in urine. *Clin Genet* 24:399–402
28. Peltier MR, Robinson G, Sharp DC (1997) Effects of melatonin implants in pony mares 1. Acute effects. *Theriogenology* 49:1113–1123
29. Cleaver BD, Sharp DC (1993) Treatment with melatonin alters plasma levels of estradiol, progesterone, but not LH during the estrous cycle of pony mares. *Biol Reprod* 48(Suppl 1):88 abstr
30. Peltier MR, Robinson G, Sharp DC (1998) Effects of melatonin implants in pony mares. 2. Long-term effects. *Theriogenology*, 49:1125–1142
31. Burkhardt J (1947) Transition from anoestrus in the mare and the effects of artificial lighting. *J Agric Sci* 37:64–68
32. Kooistra LH, Ginther OJ (1975) Effect of photoperiod on reproductive activity and hair in mares. *Am J Vet Res* 36:1413–1419
33. Murphy BA, Elliott JA, Sessions DR, Vick MM, Kennedy EL, Fitzgerald BP (2007) Rapid phase adjustment of melatonin and core body temperature rhythms following a 6-h advance of the light/dark cycle in the horse. *J Circadian Rhythms* 5:5
34. Walsh CM, Prendergast RL, Sheridan JT, Murphy BA (2013) Blue light from light-emitting diodes directed at a single eye elicits a dose-dependent suppression of melatonin in horses. *Vet J* 196:231–235

35. Argo CM, Cox JE, Gray JL (1991) Effect of oral melatonin treatment on the seasonal physiology of pony stallions. *J Reprod Fertil Suppl* 44:115–125
36. Reiter RJ, Tan D-X, Manchester LC, Paredes SD, Mayo JC, Sainz RM (2009) Melatonin and reproduction revisited. *Biol Repr* 81:445–456
37. Reiter RJ, Rosales-Corral SA, Manchester LC, Tan DX (2013) Peripheral reproductive organ health and melatonin: ready for prime time. *Int J Mol Sci.* 2013 Apr 2;14(4):7231–72
38. Tarocco A, Caroccia N, Morciano G, Wieckowski MR, Ancora G, Garani G, Pinton P (2019) Melatonin as a master regulator of cell death and inflammation: molecular mechanisms and clinical implications for newborn care. *Cell Death Dis* 10:317
39. Kivelä A (1991) Serum melatonin during human pregnancy. *Acta Endocrinol* 124:233–237
40. Cagnacci A, Soldani R, Melis GB, Volpe A (1998) Diurnal rhythms of labor and delivery in women: modulation by parity and seasons. *Am J Obstet Gynecol* 178:140–145
41. Mårtensson LG, Andersson RG, Berg G (1996) Melatonin together with noradrenaline augments contractions of human myometrium. *Eur J Pharmacol* 316:273–275
42. Karpovitch AE, Inna E, Moiseevich KI (2018) In Melatonin: pregnancy and childbirth. *MOJ Curr Res & Rev* 1:206–210
43. Wilhelmsen M, Amirian I, Reiter RJ, Rosenberg J, Gönegür I (2011) Analgetic effects of melatonin: a review of current evidence from experimental and clinical studies. *J Pineal Res* 51:270–277
44. Olcese JM (2020) Melatonin and female reproduction: an expanding universe. *Front Endocrinol* 11:85
45. Olcese J, Lozier S, Paradise C (2013) Melatonin and the circadian timing of human parturition. *Reprod Sci* 20:168–74

Közlésre érke.: 2021. júl. 2.

**Vaccination against
Mycoplasma infections in
poultry, swine and cattle**

A. Mitter
K. Bekő
M. Gyuranecz*

Állatorvostudományi Kutatóintézet,
H-1143 Budapest, Hungária krt. 21.

*e-mail: m.gyuranecz@gmail.com

A vakcinás védekezés lehetőségei a baromfi, a sertés, valamint a szarvasmarha *Mycoplasma* okozta megbetegedései ellen

Mitter Alexa, Bekő Katinka, Gyuranecz Miklós*

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők ismertetik a baromfi, a sertés, valamint a szarvasmarha *Mycoplasma* okozta megbetegedései elleni vakcinás védekezés lehetőségeit. Megállapítják, hogy a haszonállatok különböző *Mycoplasma* fajok által kiváltott megbetegedései világszerte elterjedtek, és a gazdasági mutatók jelentős romlásával járnak, így az ellenük való védekezés elengedhetetlen. Felhívják a figyelmet arra, hogy az állományok mentesítése és a mentesség fenntartása sok esetben nehezen vagy nem kivitelezhető, ilyenkor a vakcinázás jelenthet hosszú távú megoldást, miközben az antibiotikum felhasználás mérsékléséhez is hozzájárul. Bemutatják, hogy az optimális vakcina kiválasztásánál és a vakcinázási stratégia megalkotásánál figyelembe kell venni a különböző vakcinák specifikus jellemzőin túl többek között az adott állomány összetételét, az alkalmazott tartástechnológiát, valamint az egyéb betegségek előfordulását.

SUMMARY

Mycoplasmas are the smallest free-living prokaryotes capable of self-replication. They lack cell walls, can infect a wide variety of animals and may cause severe economic losses worldwide. The economically important members of the genus are facultative pathogen bacteria and, in most cases, can be found in association with the mucus membranes of the respiratory and urogenital tract. These bacteria can cause diverse symptoms including reproductive disorders, respiratory symptoms, arthritis and keratoconjunctivitis. Mycoplasmosis is often present with a progressive onset causing chronic illness.

The use of vaccines is of essential importance in reducing economic losses and antimicrobial usage and improving animal welfare by preventing or suppressing the clinical symptoms. In the following literature review the authors describe the clinical symptoms of the infections caused by the most important *Mycoplasma* species in poultry, swine and cattle, and detail the types of available vaccines and their properties. In chicken, for *M. synoviae* and *M. gallisepticum* infection, the use of inactivated vaccines are mostly replaced by live, attenuated vaccines. For mycoplasmas infecting waterfowl species there are currently no licenced vaccines. In the swine industry there are a wide range of inactivated vaccines for managing *M. hyopneumoniae* infections, but vaccines in use in the United States or under development remain to be licensed for *M. hyorhinis* in Hungary. Although there are some promising results for development of an effective vaccine for *M. bovis* infection in cattle, the vaccine candidates still have to be tested in clinical settings. In cases where licenced vaccines are not available, autogenous vaccines can be used.

When creating an optimal vaccination program, careful consideration should be given to the specificities of the livestock farm. One has to consider the composition of the herd, the husbandry technology, movement of the animals, presence of other diseases, as well as the properties of the vaccines and the methods of application.

A mycoplasmák széles körben elterjedt baktériumok, embereket, különböző állat- és növényfajokat egyaránt fertőzhetnek. Bár az általuk okozott megbetegedések ritkán halálos kimenetelűek, a haszonállatok termelési mutatóinak romlásával jelentős anyagi károkat okoznak világszerte a mezőgazdaságban [1].

A *Mycoplasma* fajok közös jellemzője a sejtfal teljes hiánya, ennek következtében alakjuk a környezeti hatásoktól függően változó, pleomorf. A méretük nem éri el az 1 µm-t, így ezek a prokarióták a legkisebb önálló szaporodásra képes mikroorganizmusok [2]. A genomméretük jelentős csökkenése a parazitikus életmódhoz való adaptációval vált lehetővé. A gazda sejtjeiből származó folyamatos tápanyagellátás számtalan nem-esszenciális gén elvesztését eredményezte [3–5], ennek következtében egyszerű anyagcsere és kevés bioszintetikus útvonal jellemzi őket [6]. A mycoplasmák egy része kommenzalista életmódot folytat, míg más fajok rendszerint idült lefolyású betegségeket okoznak a gazdaszervezetben. Többségük a stenoxen kórokozók közé sorolható, azaz gazdaspektrumuk szűk, valamint szerv- és szövetspecifitás jellemző rájuk [2]. Ezen baktériumok predilekciós helye a légzőrendszer és urogenitális traktus hámmal borított fel-színe, azonban egyéb szervekben is megtelepedhetnek, pl. az ízületekben vagy a szem egyes részeiben [7].

A mycoplasmák széles körben elterjedt embereket, különböző állat- és növényfajokat egyaránt fertőzni képes baktériumok

Többszire szűk gazdaspektrumú, szerv- és szövetspecifikus kórokozók

A sejtfal hiánya következtében a mycoplasmák fő sejtfelszíni antigénjei a lipoproteinek

A lipopoliszacharidokat és peptidoglikánokat tartalmazó sejtfal hiányának következtében a mycoplasmák fő sejtfelszíni antigénjei a lipoproteinek, amelyek a fertőzéskor a szervezet számára a fő immunogének [8]. A *Mycoplasma*-fertőzés aktiválja az immunrendszer T- és B-sejtjeit, ezáltal nagy mennyiségű citokin és kemokin termelődését indukálja, amelyek szerepet játszanak a gyulladás okozta sejtkárosodásban [6, 9]. A mycoplasmák okozta légzőszervi megbetegedés további sajátossága a lymphoproliferatív immunválasz [9, 10]. Ezen prokarióták, mint obligát paraziták arra kényszerültek, hogy hatékony stratégiákat dolgozzanak ki a gazdaszervezet immunrendszerének megkerülése érdekében. Tanulmányok bizonyítják, hogy a mycoplasmák a felületiantigén-profiljuk gyors megváltoztatására képesek, így elrejtőzhetnek a gazdaszervezet immunrendszer elől, megnehezítve ezzel a hosszú távon is hatékony vakcinás védekezés lehetőségét [11, 12].

KÓRKÉPEK ÁLLATFAJONKÉNT

BAROMFI

A baromfifajok megbetegedését számos fakultatív patogén *Mycoplasma* faj okozhatja, azonban klinikai és gazdasági szempontból a *Mycoplasma gallisepticum* és *Mycoplasma synoviae* rendelkezik a legnagyobb jelentőséggel [13, 14].

A *M. gallisepticum* elsősorban házityúkban és pulykában okoz megbetegedést. Az állományokban a kórokozó horizontális, valamint vertikális úton *in ovo*, azaz tojáson keresztül terjedhet. A fertőzés házityúkban idült légzőszervi betegséget (CRD, chronic respiratory disease) okozhat, amely brojlerállományokban rendszerint 4 hetes kort követően jelentkezik. Más baktériumokkal vagy vírusokkal való együttes előfordulása esetén légzsákgyulladás is jelentkezhet [15]. A pulykák érzékenyebbek a *M. gallisepticum* fertőzésre, gyakrabban mutatnak súlyosabb klinikai tüneteket, amelyek közül jellegzetes az orrmelléküregek gyulladása [16]. Az érintett állományokban a fertőzés klinikai manifesztációja rendszerint lassan alakul ki, és tartósan fennáll. A takarmányhasznosítás csökken, a növekedés lassul, valamint csirkékben a tojástermelés visszaesik, a tojások keltethetősége romlik [17].

A *M. synoviae* leggyakrabban szubklinikai felső légúti fertőzés formájában van jelen csirkében és pulykában. Hajlamosító tényezők hatására, pl. egyéb bakteriális vagy vírusfertőzésekhez társulva azonban légzőszervi tüneteket, valamint

A *M. gallisepticum* házityúkban idült légzőszervi betegséget, pulykában pedig gyakran súlyosabb kórképet okoz

A *M. synoviae* leggyakrabban szubklinikai felső légúti fertőzés formájában van jelen csirkében és pulykában

A vízibaromfifajokat számos *Mycoplasma* faj képes megfertőzni

légszákgyulladást okozhat. A baktérium a szisztémás keringésbe kerülve fertőző ízület-, ínhüvely-, és nyálkatömlő-gyulladást idézhet elő, ami jellemzően a lábtő és ujjízületeket érinti [18]. A *M. gallisepticum* fertőzéshez hasonlóan a tojástermelés csökken, a tojás minősége és keltethetősége romlik [19]. A *M. synoviae* okozta tojásvég-deformitással járó kórképek (EAA - eggshell apex abnormalities) elsősorban tojóhibrid-állományokat érintenek [18].

Vízibaromfifajokat fertőző *Mycoplasma* fajok a *M. anserisalpingitidis* (*M. sp.* 1220), a *M. anseris*, a *M. anatis* és a *M. cloacale*. A *M. anserisalpingitidis* lúdból gyakran kimutatható, míg kacsákat ritkán fertőz meg. A *M. anseris* kizárólag ludakban fordul elő, míg a *M. cloacale* egyéb madarakban is leírásra került. A *M. anatis* főleg kacsákat, ritkább esetben ludakat fertőz [20]. Egy állományon belül gyakran több faj együttes előfordulása is kimutatható. Az érintett állatokban a nemi szervek és a kloáka gyulladása jelentkezik, ritkább esetben légzőszervi és idegrendszeri tünetekkel, tojástermelési rendellenességekkel járhat a fertőzés [21, 22]. A legnagyobb gazdasági károkozásért a ludak *M. anserisalpingitidis* fertőzése tehető felelőssé [20, 22, 23].

SERTÉS

A *M. hyopneumoniae* által kiváltott enzootiás tüdőgyulladás világszerte elterjedt, jelentős károkat okozó megbetegedés

A *Mycoplasma hyopneumoniae* által kiváltott enzootiás tüdőgyulladás világszerte elterjedt megbetegedés, amely a termelési mutatók jelentős csökkenéséhez vezet. A kórokozónak a sertések légzőszervi betegség komplexének (PRDC, porcine respiratory disease complex) kialakításában is elsődleges szerepe van. A fertőzés minden életkorban bekövetkezhet, azonban klinikai tünetek jelentkezése elsősorban a 16–20 hetes hízó állatokra jellemző [24]. Olyan állományokban, ahol nincsen immunitás a kórokozóval szemben, a betegség bármilyen életkorban jelentkezhet, a szopós malacoktól egészen a tenyészállatokig [25]. Endémiásan fertőzött állományban csekély mortalitás és viszonylag nagyarányú morbiditás jellemző, míg „naív”, a kórokozótól mentes állomány fertőződése esetén rendszerint súlyosabb betegség alakul ki és a morbiditás akár a 100%-ot is elérheti [24]. A fertőzés klinikai tünetei közé tartozik a száraz köhögés, enyhe láz, testtömegvesztés, az érintett állományokban szétnövés figyelhető meg. Más baktériumokkal való felülfertőződés hatására nehezített légzés, produktív köhögés és magas láz jelentkezhet [26]. A kórokozó kétféleképpen juthat az állományokba: tünetmentes, hordozó állat betelepítésével, vagy levegő útján való terjedéssel, utóbbi jelentősége azonban minimálisnak tekinthető. Az állományon belül cseppfertőzéssel, valamint közvetlen érintkezéssel terjedhet, horizontálisan vagy vertikális úton, kocáról a malacokra [26].

A *M. hyorhinis* esetenként szisztémás megbetegedést is okozhat

A különböző hajlamosító tényezők és társfertőzések hatására a *M. hyorhinis* szisztémás betegséget okozhat, amely fibrines savóshártya- és ízületgyulladás formájában jelentkezik, de fül- és kötőhártyagyulladást is képes előidézni 3–10 hetes korú malacokban, ill. ritkábban fiatal kifejlett sertésekben. A kórokozó másodlagos fertőzésként a sertések légzőszervi megbetegedéseiben is szerepet játszik [27–29].

SZARVASMARHA

A *M. bovis* széles körben elterjedt, légzőszervi megbetegedésekben szerepet játszó kórokozó

A *M. bovis* a szarvasmarhákat fertőzni képes legnagyobb klinikai jelentőségű *Mycoplasma* faj hazánkban [30]. A kórokozó számos megbetegedést idézhet elő, az általa okozott gazdasági kár kiemelkedő. Az érintett állományokban krónikus tüdőgyulladás és sokizületi gyulladás jelentkezhet (CPPS, chronic pneumonia and poly-arthritis syndrome), valamint komplex szerepet tulajdonítanak a baktériumnak a szarvasmarhák légzőszervi kórképének kialakításában is (BRD, bovine respiratory disease). Európában a *M. bovis* a borjakban jelentkező tüdőgyulladások legalább negyedéért-harmadéért tehető felelőssé [31]. Az intenzív tejtermelő tehenészetekben jelentkező tüdőgyulladások esetén leggyakrabban ez

Egy 2008-as vizsgálatban a hazai állományok 100%-a szeropozitívnak bizonyult

A fertőzés elleni védekezésnek három módja van: - az állományok kórokozótól való mentesítése - az antibiotikus kezelés és - a vakcinázás

Az inaktivált vakcinák elölt kórokozót tartalmaznak, különböző adjuvánsokkal formulázva

Az élő kórokozót tartalmazó vakcinák szaporodásra képesek, de avirulens vagy gyenge virulenciájú baktériumokat tartalmaznak

a *Mycoplasma* faj mutatható ki az érintett állatokból [32]. A fertőzés tejelő és húshasznú marhákban egyaránt jelentkezhet ízület- és középfülgulladás, ritkább esetben szaruhártya- és kötőhártya-, valamint heregyulladás, vagy meddőség formájában [31]. A hazai állományokból 2008-ban gyűjtött minták vizsgálata során a telepek 100%-a szeropozitívnek bizonyult [33].

A VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI

A fertőzés elleni védekezésnek három módja van: az állományok kórokozótól való mentesítése, az antibiotikus kezelés és a vakcinázás. A leghatékonyabb megoldás az állományok mentesítése és a mentesség fenntartása. Ennek feltétele, hogy a kórokozótól mentes tenyészállományból származó állatokat telepítsenek be, megfelelő legyen a telep járványvédelme, valamint, hogy rendszeres szűrővizsgálatokkal ellenőrizzék a mentességet. A mentesség fenntartását azonban sokszor különböző gazdasági és földrajzi tényezők nehezítik. Az antibiotikumokkal történő kezelés egy-egy járványkitörés esetén kritikus fontosságú, azonban csak rövid távú megoldást jelent. Az antibiotikumok túl gyakori vagy nem megfelelő módon történő alkalmazása ráadásul rezisztens törzsek kialakulásához és azok elterjedéséhez vezethet. A vakcinázás ezzel szemben tartós és biztonságos megoldást nyújthat.

VAKCINÁK ÁLLATFAJONKÉNT

BAROMFI

Mycoplasma gallisepticum vakcinák

A kereskedelmi forgalomban elérhető *inaktivált* vakcinák elölt kórokozót tartalmaznak, különböző adjuvánsokkal formulázva. Az adjuvánsok veszélyei közé tartozik, hogy felerősíthetik a vakcináció mellékhatásait, valamint helyi oltási reakció (granuloma, tályog) is gyakrabban alakul ki használatuk következtében [34]. Az inaktivált vakcinák használata biztonságosabb, mint az élő vakcinatörzseké, mivel a revertálódásra, rekombinációra nincsen lehetőség. A szuszpenzió/emulzió bőr alá vagy izomba adható. A subcutan injekció ajánlott helye a nyak középső-alsó része [35], míg az im. injekció beadásának helye lehet a mellizomzat, esetleg a combizom felső része, azonban lehetséges mellékhatásként számolni kell brojler állományok esetén a húsminőség romlásával a helyileg kialakult szövetkárosodás miatt [36].

Annak ellenére, hogy számtalan országban a védekezés részét képezi az inaktivált vakcinák használata, az eredményességükről kapott információk változatosak. Egyes kutatások szerint a vakcinázás csökkenti a légzsákgyulladás gyakoriságának kialakulását [37, 38] valamint mérsékli a tyúkok tojástermelésének csökkenését [38], míg más tanulmányok nem tudtak számottevő védettséget kimutatni endémiában fertőzött árutojás-termelő gazdaságokban [39].

Az élő kórokozót tartalmazó vakcinák szaporodásra képesek, de avirulens vagy gyenge virulenciájú baktériumokat tartalmaznak. A virulencia csökkenése mesterséges (pl.: hőhatás, kémiai anyagok) úton, de akár természetes (csökkent megbetegítőképeségű törzsek) körülmények között is létrejöhet. A leghatékonyabb védőoltások közé tartoznak, hosszú távú és erős immunitást eredményeznek. Az attenuált törzsek képesek kolonizálni az állatok felső légúti nyálkahártyáját, megelőzve a virulens törzsekkel történő fertőződést, esetenként a már jelen lévő vad törzsek kiszorítására is képesek lehetnek [15]. Az élő vakcinák védőhatásukat a nyálkahártya-immunitás stimulálása útján érik el, a humorális immunválasz mértéke változó, nem megbízható indikátora a vakcinázás sikerességének [40, 41]. Az ilyen típusú vakcináknál tehát az a cél, hogy az élő törzs olyan mérték-

Az F-törzs és a 6/85 vakcinatörzs természetes úton attenuálódott

ben szaporodjon el az állatban, hogy hosszú távú védő immunitást indukáljon, megbetegedést azonban ne okozzon. Ez egy érzékeny egyensúly, amelynek fenntartását tovább nehezíti, hogy a mycoplasmák más kórokozókkal együttesen súlyosabb betegségeket okozhatnak, különösen akkor, amikor az állatok környezeti és/vagy élettani stresszhatásnak vannak kitéve [41]. Az élő vakcinák további veszélye, hogy a baktérium a virulenciáját visszanyerheti [42], fennáll a rekombináció lehetősége, valamint immunszuppresszált egyedeknél tüneteket okozhat.

Ezen vakcinák közé tartozik az **F-törzs** (Cevac® MG-F, Ceva Inc.; Poulvac® Myco F, Zoetis; AviPro® MG F, Elanco), amely izolátum attenuálódása természetes úton ment végbe [43]. Nagyfokú immunogenitással, valamint mérsékelt virulenciával rendelkezik. Számtalan tanulmány bizonyítja, hogy a tojástelepeken a vakcinázás képes mérsékelni a tojástermelés virulens *M. gallisepticum* törzsek által okozott csökkenését [44–46]. Az endémiásan fertőzött tojóállományok esetében a vakcinázott tyúkok több tojást termelnek [45]. Azonban bizonyos megfigyelések szerint a jércék tojásrakási periódust megelőző oltása késleltetheti a tojásrakás megindulását és csökkentheti a tojástermelés mértékét [45, 47], valamint a termelt tojások méretét is kedvezőtlenül befolyásolhatja a vakcinázatlan kontroll csoporthoz viszonyítva [48]. Ez a negatív hatás azonban telepi körülmények között nem feltétlenül figyelhető meg [49]. Brojlerállományokban az F-törzs csökkentette a légzőrendszer kialakulásának valószínűségét virulens törzssel való aeroszolos felülfertőzést követően [50]. A vakcinatörzs az állatok felső légutait kolonizálja, onnan az állatok élete végéig kimutatható [51]. Képes vertikális, valamint közvetlen kontaktus révén horizontális úton is terjedni [51, 52]. A vakcina többféle módon kerülhet beadásra: szemcseppentéssel, intranasalis úton, vagy permet formájában. Jellemzően a jércéket 8 és 14 hetes koruk között oltják, de akár 2 hetes korban is beadható, amennyiben esély van rá, hogy a madarak 8 hetes koruk előtt vad törzssel fertőződhetnek [15].

A **6/85 vakcinatörzs** (Nobilis® MG6/85, MSD Animal Health) ugyancsak természetes szelekció hatására jött lére [53], gyakorlatilag avirulensnek tekinthető csirkében és pulykában egyaránt, az állatok közötti terjedése elhanyagolható [54]. Kísérleti körülmények között a vakcinázás szignifikáns védelmet nyújtott a légzőrendszer kóros elváltozásaival, valamint a tojástermelés csökkenésével szemben virulens törzssel való ráfertőzést követően [53, 54]. Napjainkban jellemzően árutojás-termelő csirkeállományokban használják a tojáshozam csökkenésének megelőzése érdekében [55]. A vakcina permet formájában adható, 6 hetes vagy annál idősebb madaraknak. A törzs a légutakból 4–8 hétig mutatható ki. A vakcinázás hatására szerológiai ellenanyagválasz nem tapasztalható [44, 54].

A hőérzékeny ts-11 vakcinatörzset kémiai mutagenézissel attenuálták

A **ts-11 vakcina** (Vaxsafe® MG, Bioproperties Pty Ltd.; TS-11®, Boehringer Ingelheim Inc.) előállításánál a virulens törzset kémiai mutagenézissel kezelték alá, majd a vakcinajelöltet hőérzékeny tulajdonsága alapján választották ki (normális növekedés 33 °C-on, csökkent szaporodási képesség 39,5 °C-on) [43, 56]. A vakcinatörzs minimális virulenciával rendelkezik csirkében és pulykában, kis mértékben terjedhet az állatok között és kismértékű ellenanyagválaszt vált ki. Véd a virulens *M. gallisepticum* törzsek légzőszervekre és tojástermelésre gyakorolt káros hatásaitól kísérleti és telepi körülmények között egyaránt [44, 54, 57]. A szülők vakcinázását követően a húshibrid szülőpárok és az embriók védetté válnak a vad törzsekkel való fertőzéssel szemben, továbbá a brojlerek teljesítmény mutatói is javulnak [58]. A baktérium a felső légutakban a vakcinázott állatok élete végéig perzisztál, és hosszan tartó immunitást vált ki. A védelem a vakcinázást követően legalább 40 hétig fennáll [41]. A vakcinát a leírása alapján egyszeri alkalommal kell a 9 hetes, vagy annál idősebb állatoknak szemcseppentéssel beadni (*Ábra*), legalább 3 héttel a várható felülfertőződés előtt. Üzemi tapasztalatok alapján azonban a vakcina már 4 hetes kortól sikeresen alkalmazható.

ÁBRA. *M. gallisepticum* elleni ts-11 vakcina beadása szemcseppentővel (Bioproperties Pty Ltd felvétele)

FIGURE. Ts-11 vaccination against *Mycoplasma gallisepticum* infection administered by eye drop (photo taken by Bioproperties Pty Ltd)



Amennyiben a vakcinázni kívánt állomány közelében vakcinázásban nem részesülő állatok is vannak, elhanyagolható szintű állatok közötti terjedése miatt a 6/85 és ts-11 vakcina használata ajánlott az F-vakcinával szemben [41]. Állattartó telepeken végzett kísérletek bebizonyították, hogy az élő törzsekkel való vakcinázás képes megakadályozni az állatok vad törzssel való felülfertőződését, valamint a már jelen lévő virulens törzsek kiszorítására is képesek lehetnek [15]. Klinikai kísérletekben az F-törzs ebből a szempontból előnyösebbnek bizonyult, mint a másik két vakcinatörzs [59]. Egy különböző korú tyúkokat tartó árutojás-termelő telepről az F-törzs kiszorította a telepen már jelen lévő virulens törzset [60]. Azonban a vakcinázás felfüggesztésével a vakcinatörzs továbbra is perzisztált az állományban, így a mentesség nem valósult meg [15, 60]. Egy korábban F-törzssel vakcinázott állomány esetében a ts-11 vakcinatörzs képes volt kiszorítani a már jelenlévő vakcinatörzset. Amikor a ts-11 vakcinával való immunizálást felfüggesztették, a telepen *M. gallisepticum* jelenléte nem volt kimutatható [15, 61]. Mindezek alapján, amennyiben az adott telepen jelen lévő vad törzsek különösen virulensek, javasolt lehet az F-törzssel való egy vagy több termelési cikluson keresztüli vakcinázás a ts-11 vagy 6/85 vakcinázás megkezdése előtt [15].

Az említett élő vakcinák pulykában való alkalmazása kevés lehetőséget rejt magában [15, 60, 62]. Az F-törzs fokozott patogenitást mutat [63], míg a ts-11 vakcina úgy tűnik, egyáltalán nem képes az állatok légúti nyálkahártyáját kolonizálni [43]. A pulykák 6/85 vakcinatörzssel való immunizálása nem biztosított számottevő védelmet a légzsákgyulladás ellen, azonban a felső légutakban a léziók kialakulását minimálisan csökkentette virulens törzssel való felülfertőzés alkalmával [60].

A **K-törzs** (K 5831®, Vaxxinova Japan K.K.) az F és 6/85 törzshöz hasonlóan természetes úton attenuálódott avirulens törzs. A vakcina jelenleg csak néhány távol-keleti országban érhető el. Használata biztonságos, az F és ts-11 vakcinához hasonló hatékonysággal bír [64, 65].

Új generációs élő vakcina a *rekombináns* vagy *vektorvakcina*, amely oltóanyag kifejlesztése során az egyik kórokozóból származó immunogén fehérje génjét egy másik mikroorganizmus, a vektor nukleinsavába illesztik. A rekombináns törzs egyszerre nyújthat védelmet a mindkét kórokozó által okozott fertőzések ellen [66]. Ide tartozik a *Mycoplasma gallisepticum* elleni rekombináns vakcina (Vectormune® FP-MG, Ceva Inc.) vektora, a baromfihimlő vírusa (fowl poxvirus, FPV), amelynek DNS-ébe a *M. gallisepticum*-ból származó *mgc* és *40k* géneket ültettek be.

Az inaktivált vakcinákhoz hasonlóan előnye, hogy élő *M. gallisepticum* törzset nem tartalmaz, így biztonságosabb opció a védekezésben, valamint a vakcinázást

A K-törzs is természetes úton attenuálódott avirulens törzs

megelőző és azt követő hetekben végzett antibiotikum terápia sem befolyásolja hatékonyságát. A vakcináció kimutatható ellenanyag-szint növekedést nem vált ki, a szerológiai áthangolódás ebben az esetben sem megbízható indikátora a vakcinázás sikerességének [67]. A vakcina hatékonyságának vizsgálatakor, kísérleti körülmények között a kezelésben részesült csoport nem mutatott szignifikáns különbséget a tojástermelés, a tojás- és tojásbél minőség paramétereiben [68], sem a légző- és reprodukciós traktus kóros elváltozásainak mértékében a kontroll csoportéhoz képest [67]. Noha a vakcina önmagában nem elegendő a vad *M. gallisepticum* törzsek elleni védekezéshez, azonban mégis lehet helye bizonyos oltási rendszerekben. A virulensebb F-törzssel való immunizálás előtt elvégzett FP-MG vakcináció képes megelőzni az F-törzs hatására esetlegesen bekövetkező tojástermelés-csökkenést [68].

Az állományok szerológiai áthangolódásának nyomonkövetése nem alkalmas a vakcinázás hatékonyságának felderítésére

Az állományok szerológiai áthangolódásának nyomonkövetése nem alkalmas a vakcinázás hatékonyságának felderítésére, mivel az élő vakcinák alapvetően nyálkahártya-immunitás révén fejtik ki védő hatásukat. Az élő vakcinatörzsek kimutatása, valamint a vad törzsektől való elkülönítése molekuláris biológiai módszerekkel lehetséges. Napjainkra számtalan szekvencia alapú elkülönítési módszer került publikálásra és akár érhető el kereskedelmi forgalomban is. A GTS (gene-targeted sequencing), HRM (high-resolution melt curve analysis), és egyéb PCR-alapú rendszereket, de a genotipizálásra alkalmas MLST (multi-locus sequence typing) módszert is ide sorolhatjuk [69–73]. Az elkülönítés egy másik, egyszerű és költséghatékony módja a MAMA (mismatch amplification mutation assay) rendszerek használata. Ezek a PCR-alapú (hagyományos és real-time) vizsgálatok vakcina-specifikus pontmutációk kimutatása révén teszik lehetővé a vakcina és vad törzsek közötti differenciálást [74, 75].

***Mycoplasma synoviae* vakcinák**

A kereskedelmi forgalomban elérhető, elölt kórokozókat tartalmazó, leggyakrabban olaj emulzióban szuszpendált *inaktivált vakcinák* legnagyobb hátránya, hogy az általuk kialakított védettség nem kellően hatékony. Szerológiai áthangolódást ugyan okoznak, azonban ennek mértéke nem arányos a légcsőnyálkahártyát védő immunválasz mértékével [76]. Napjainkban a hatékonyabb élő, attenuált törzseket tartalmazó készítmények használata került előtérbe [41].

A hőérzékeny MS-H vakcinatörzset is kémiai mutagenézissel fejlesztették ki

A ts-11 vakcinához hasonlóan a hőérzékeny **MS-H vakcinatörzset** (Vaxsafe MS, Bioproperties Pty Ltd.) is kémiai mutagenézissel fejlesztették ki egy ausztrál izolátumból [77]. A vakcinázott állományokban a passzálódó törzs elveszítheti hőérzékeny fenotípusát, azonban virulenciáját nem nyeri vissza, amely arra enged következtetni, hogy a hőérzékeny tulajdonságon kívül más faktorok is szerepet játszanak az attenuáció folyamatában [78]. A vakcina az állatokra nézve biztonságos, és hatékony [79–81]. A vakcinázást követő két hét elteltével az állományt virulens törzssel felülfertőzve az állatok 80%-ának biztosított védelmet a légcsák patológiás elváltozásai ellen [80]. Az immunizált tojóállományokban a tojásbél-deformitás előfordulása csökkent, a tojók tojástermelése 5%-kal nőtt a kontroll csoportéhoz viszonyítva [82]. Vertikálisan nem, de horizontálisan, egyedről egyedre terjedhet az állatok között [83]. Szemcsepp formájában alkalmazható 3–6 hetes kor között. A protektív immunitás a vakcina beadását követő 4. hétre alakul ki, és legalább 40 hétig fennáll [84, 85]. Az oltóanyag használata pulykában is biztonságos és permet formájában való felhasználása képes megvédeni az állatokat a virulens törzsek által okozott légcső-elváltozásoktól [86].

Az MS1 vakcinatörzs in vitro passzálás során attenuálódott

Az **MS1 vakcinatörzs** (Nobilis MS Live, MSD Animal Health Inc.) spontán mutagenézissel jött létre a típus-törzs *in vitro* passzálása során, a növekedéséhez NAD-ra (nikotinamid adenin dinukleotid) nincs szüksége [87]. Permet formájában alkalmazható, 6 hetes vagy annál idősebb csirkékben. Az immunitás 4 hét elteltével alakul ki és körülbelül 44 héten keresztül áll fenn. A vakcinatörzs az MS-H vakcinához hasonlóan vertikálisan nem, csak horizontálisan terjed.

Napjainkban a vakcinatörzsek kimutatása, valamint a vad és vakcinatörzsek elkülönítése szakirodalomban publikált és/vagy kereskedelmi forgalomban kapható molekuláris biológiai módszerekkel történik. A törzsek elkülönítését a hőérzékenységgel összefüggő *obg* génen, valamint különböző háztartási géneken azonosított specifikus pontmutációkra tervezett HRM, TaqMan és MAMA PCR rendszerek teszik lehetővé [88–90]. Az említett rendszerek mellett, ill. azokat kiegészítve MLVA (Multi-locus variable number tandem repeat analysis) módszer használata is alkalmas az elkülönítésre [91].

A Magyarországon engedélyezett *M. gallisepticum* és *M. synoviae* elleni vakcinákat az 1. táblázat foglalja össze.

1. TÁBLÁZAT. Magyarországon engedélyezett *M. gallisepticum* és *M. synoviae* vakcinák

TABLE 1. *M. gallisepticum* and *M. synoviae* vaccines licensed in Hungary

Vakcina (gyártó)	Típus	Törzs	Életkor	Beadás módja	Immunitás kialakulása	Immunitás hossza
MS VAX (Boehringer Ingelheim)	inaktívált	<i>M. synoviae</i> WVU 1853 törzs	10–12 hetes, 15–16 hetes	Injekció a nyak bőre alá vagy mellizomba	2 hét	40 hét
MS-H (Bioproperties)	élő, attenuált	<i>M. synoviae</i> hőérzékeny MS-H törzs	≥ 5hét	Szemcseppentés	4 hét	40 hét
Nobilis MS live (MSD Animal Health)	élő, attenuált	<i>M. synoviae</i> MS1 törzs	≥ 6hét	Permet	4 hét	44 hét
TS 11 (Merial)	élő, attenuált	<i>M. gallisepticum</i> hőérzékeny ts-11 törzs	≥ 9 hét	Szemcseppentés	3–4 hét*	40 hét*

*nem hivatalos forrásból származó adat

Jelenleg nincsen kereskedelmi forgalomban elérhető vakcina a vízibaromfifajok mycoplasmák okozta betegségeinek megelőzésére

VÍZIBAROMFI

Jelenleg nincsen kereskedelmi forgalomban elérhető vakcina a vízibaromfifajok mycoplasmák okozta betegségeinek megelőzésére. A fertőzést a tartási körülmények javításával, valamint telepspecifikus vakcinák használatával lehetséges mérsékelni [92]. A *telepspecifikus vakcinákat* az adott telepről izolált baktériumtörzs inaktivációjával és adjuválásával állítják elő. Használatuk abban az esetben megengedett, ha nem áll rendelkezésre törzskönyvezett oltóanyag, vagy az állományban jelenlévő baktériumtörzsek eltérő antigénszerkezete miatt a kereskedelmi forgalomban kapható vakcina nem elég hatékony [93].

SERTÉS

M. hyopneumoniae vakcinák

A sertések esetén a teljes állománycsere anyagi szempontok miatt nehezen kivitelezhető, ezért önmagában a *M. hyopneumoniae*-től való mentesítés céljából ritkán alkalmazzák. A hazai PRRS-mentesítési programhoz kapcsolódó állománycserek következtében azonban előfordulnak *M. hyopneumoniae*-től mentes állományok [94]. Világszerte a legelterjedtebb hosszú távú védekezési mód a *M. hyopneumoniae* okozta megbetegedések ellen a vakcinák használata. Becslések szerint a nagyüzemi állományok körülbelül 70%-ában vakcináznak a kórokozó gazdasági kártételének csökkentése érdekében, amelynek eredményeként jelentős javulás következett be a sertés-egészségügy területén az elmúlt évtizedekben [95, 96].

A jelenleg kereskedelmi forgalomban elérhető vakcinák döntő többsége *inaktívált*, teljes sejtből előállított készítmény, amelyek izomba, ill. bőr alá adhatók [95]. Ezek a vakcinák a felhasznált törzs, az adjuváns, valamint a gyártó által javasolt

Becslések szerint a nagyüzemi sertésállományok körülbelül 70%-ában vakcináznak *M. hyopneumoniae* ellen

Az elérhető vakcinák döntő többsége inaktívált, teljes sejtből előállított készítmény

A vakcinázás képes lecsökkenti a légzőszervekben található baktériumok mennyiségét, a tüdő- és mellhártyagyulladás gyakoriságát, valamint a kialakult tüdőelváltozások súlyosságát

A vakcinázás önmagában nem alkalmas a *M. hyopneumoniae*-val fertőzött sertésstelepek mentesítésére

vakcinázási programban térnek el. Európában elérhető több, a *M. hyopneumoniae* oldható antigénjeit tartalmazó, PCV2 elleni vakcinával kombinált készítmény is (Suvaxyn Circo + MH RTU, Zoetis; Porcilis PCV M Hyo, MSD Animal Health). Az inaktivált vakcinák biztonságosak, és bizonyos fokú védelmet nyújtanak a tüdőelváltozások kialakulása ellen [83]. Vizsgálatok szerint a vakcinázás képes lecsökkenti a légzőszervekben található baktériumok mennyiségét [97]. A krónikusan fertőzött állományok vakcinázása szignifikánsan csökkentette a tüdő- és mellhártyagyulladás gyakoriságát, valamint a kialakult tüdőelváltozások súlyosságát [98]. Az immunizálás hatására a fajlagos takarmányfelhasználás csökkenhet, valamint a napi testtömeg-gyarapodás emelkedhet [99]. Az állomány típusától, a termelési rendszertől, gazdálkodási gyakorlattól és a fertőzési mintától függően eltérő vakcinázási programok javasoltak. A malacok immunizálása általában egyszeri, ritkán kétszeri oltással történik [100]. A jellemzően a hizlalási periódus második felében tüneteket mutató állomány esetén eredményes a 7 vagy 21 napos korban történő egyszeri vakcinázás is [101]. A vakcinázás általában választáskor történik, de egyes kutatások alapján a malacok 3 nappal a választás előtt történő vakcinázása valamivel jobb védeettséget eredményez, valószínűleg a választáskori stressz kisebb befolyásoló hatása miatt [102]. Az állományok vakcinázásakor jelentős különbségek figyelhetők meg a hatékonyságban. Ennek különböző okai lehetnek, úgy, mint a vakcinában felhasznált különböző törzsek és adjuvánsok, valamint a kezelés idejében fennálló egyéb betegségek [100].

Európában jelenleg nem kapható élő kórokozót tartalmazó *M. hyopneumoniae* elleni vakcina. Kínában elérhető egy élő, *attenuált* törzset tartalmazó oltóanyag, amelyet egy helyi izolátum *in vitro* passzálása során spontán mutagenézissel állítottak elő [103]. Továbbá Mexikóban kereskedelmi forgalomban kapható egy hőérzékeny törzset tartalmazó készítmény [100].

A jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható vakcinák egyik fő problémája azonban, hogy a vakcinázott sertések nem védettek a kórokozóval szemben, a vakcinázás önmagában nem alkalmas a *M. hyopneumoniae*-val fertőzött sertésstelepek mentesítésére [104]. Az inaktivált vakcinák jelentős előállítás költségei és korlátozott hatékonyságának következtében növekvő igény mutatkozik olcsóbb és hatékonyabb vakcinák kifejlesztésére [105]. Számos tanulmány vizsgálta a *M. hyopneumoniae* rekombináns fehérjéit különböző beadási formákban és készítményekben. Közülük néhányat egyedileg alkalmaztak [106, 107], másokat *attenuált* baktérium- vagy vírusvektorral társítottak [108, 109]. Egyelőre nem sok vakcinajelöltet vizsgáltak sertések fertőzési kísérleteiben, nagy részüket csak egerekben validálták, azonban ezek az új vakcina fejlesztési stratégiák igen ígéretesnek tűnnek [100]. A vakcinában lévő antigén mellett az adjuváns és az immunizálás útja is szerepet játszik a védelemben. A nyálkahártya-immunitás indukálását fokozó adjuvánsoknak és intranasalis beadásnak különös figyelmet szentelnek a kutatók [110]. A kisméretű genom és a korlátozott számú felszíni fehérje alapján a reverz vakcinológia is ígéretes megközelítés lehet. A szakértők a kutatások során a baktérium teljes genomjának számítógépes elemzésével igyekeznek azokat az antigéneket kiválasztani, amelyek a legígéretesebb vakcinajelöltek lehetnek [111].

Bár a vakcinázás bizonyos fokú szerológiai áthangolódást kiválthat, ennek mértéke nem korrelál a *M. hyopneumoniae* elleni védelem fokával [40]. A vakcinázás hatékonyságának ellenőrzése céljából az állomány testtömeg-gyarapodásában bekövetkező változásokat, a klinikai tünetek (pl. köhögés) alakulását, valamint a vágóhídi vizsgálat során a tüdőelváltozások mértékét érdemes nyomon követni.

A Magyarországon elérhető, *M. hyopneumoniae* elleni vakcinákat a 2. táblázat foglalja össze.

2. TÁBLÁZAT. Magyarországon engedélyezett *M. hyopneumoniae* vakcinák**TABLE 2.** *M. hyopneumoniae* vaccines licensed in Hungary

Vakcina (gyártó)	Törzs	Típus	Adjuváns	Javasolt életkor (nap)	Emlékeztető oltás...hét elteltével	Immunitás hossza
Hyogen (Ceva-Phylaxia Oltóanyagtermelő Zrt.)	Ceva törzs (BA 2940-99)	inaktivált	Imuvant	≥21	-	26 hét
Ingelvac MycoFLEX (Boehringer Ingelheim)	J törzs izolátum	inaktivált	Impran (olaj emulzió)	≥21	-	26 hét
M+Pac (MSD Animal Health)	Nincs adat	inaktivált	Ásványi olaj és alumínium-hidroxid	≥7	3-4	6 hónap
Mypravac Suis (Laboratorios HIPRA, S.A.)	J törzs	inaktivált	Levamizol és carbomer	≥7-10	3	Nincs adat
Porcilis M. Hyo (MSD Animal Health)	11-es törzs	inaktivált	DI- α -tokoferol-acetát	≥7	3	20 hét
Porcilis M. Hyo ID ONCE (MSD Animal Health)	11-es törzs	inaktivált	Paraffinolaj és dl- α -tokoferol-acetát	≥14	-	22 hét
Porcilis PCV M. Hyo (MSD Animal Health)*	J törzs	inaktivált	Ásványi olaj és alumínium-hidroxid	≥21	-	21 hét
Suvaxyn M. hyo (Zoetis)	P-5722-3	inaktivált	Carbopol	≥7	2-3	6 hónap
Suvaxyn MH-One (Zoetis)	P-5722-3	inaktivált	Carbopol és szkvalán	≥7	-	6 hónap
Suvaxyn Circo+MH RTU (Zoetis)*	P-5722-3	inaktivált	Szkvalán poloxamer, poliszorbat	≥21	-	21 hét

*kombinált vakcina: inaktivált 1-es típusú sertés cirkovírus 2-es típusú sertés cirkovírus ORF2 fehérjével, inaktivált *Mycoplasma hyopneumoniae*

Az USA-ban elérhető egy közelmúltban kifejlesztett *M. hyorhinis* elleni inaktivált vakcina

***M. hyorhinis* vakcinák**

A *M. hyorhinis* fertőzés tüneteinek mérséklésére jelenleg csak az USA-ban kapható kereskedelmi forgalomban egy, a közelmúltban kifejlesztett inaktivált vakcina (Ingelvac MycoMAX, Boehringer Ingelheim Vetmedica Inc.). Három hetes, császármetszéssel világra hozott és kolosztrumtól megfosztott (CD/CD) malacokat immunizálva az oltóanyag szignifikánsan csökkentette a szívburokgyulladás és sántaság előfordulását, valamint növelte a napi testtömeg-gyarapodás mértékét a virulens baktériummal történő ráfertőzést követően [112]. Az immunitás a vakcinázást követően legalább 7 hétig fennáll [113].

Európában jelenleg nem áll rendelkezésre kereskedelmi forgalomban elérhető *M. bovis* elleni oltóanyag

SZARVASMARHA

A *M. bovis* fertőzések rendkívül elterjedtek és kezelésük gyakran eredménytelen, amelynek hátterében többek között az antibiotikumrezisztens *M. bovis* törzsek előfordulásának növekvő gyakorisága áll. Mindezek ellenére Európában jelenleg nem áll rendelkezésre kereskedelmi forgalomban elérhető oltóanyag. Az Amerikai Egyesült Államokban több inaktivált vakcina kapható a *M. bovis* által kiváltott légzőszervi tünetek megelőzésére, valamint ezek közül egy készítmény mastitis

kialakulása ellen is igénybe vehető [31], ezen vakcinák hatékonyságáról azonban nem állnak rendelkezésre publikált adatok [114].

A fejlesztés alatt álló inaktivált vakcinák számos esetben ígéretesnek bizonyultak kontrollált kísérletekben, de hatástalanok voltak, vagy a betegség súlyosbodását eredményezték telepi környezetben. Egy tanulmány során kísérleti körülmények között a borjak immunizálása megakadályozta a légzőszervi tünetek megjelenését a vad törzssel való mesterséges fertőzést követően [115], ugyanaz a vakcina azonban a légzőszervi tünetek súlyosbodását eredményezte telepi viszonyok közt [116]. Egy másik kísérlet alkalmával a kereskedelmi forgalomba hozott inaktivált vakcina nem mutatott különbséget a kontroll csoportéhoz képest tejhasznú borjak immunizálási kísérletében [117].

Bár Európában jelenleg nem áll rendelkezésre kereskedelmi forgalomban elérhető vakcina, lehetőség van telepspecifikus vakcinák előállítására. Ezek a készítmények az adott izolátum egyedi antigénvariációját tartalmazzák, így specifikusabb védelmet biztosíthatnak [118]. Fontos megjegyezni, hogy az autogén vakcinával történő immunizálás akkor tud optimális eredményt biztosítani, ha az adott telepen a légúti megbetegedéseket elsősorban a *M. bovis* okozza, ezért a pontos laboratóriumi diagnózis elengedhetetlen az immunizálás megkezdése előtt. A legjobb eredmény akkor várható, ha a vakcinával a gazdaságba érkező fiatal borjakat oltják be, így csökkenthető leghatékonyabban a mortalitás és a kezelési költségek [119].

A folyamatban lévő kutatások elsősorban a *M. bovis* antigénfelépítésének megismerését célozzák, ami lehetővé teszi a célzott vakcinafejlesztést [120]. Számtalan, kísérleti fázisban lévő oltóanyag létezik már, többek között inaktivált vakcinák, rekombináns fehérjék, valamint attenuált törzsek [118].

MEGVITATÁS

Házityúk esetén főleg az attenuált, sertéseknél inkább az inaktivált törzseket tartalmazó oltóanyagok használata terjedt el

A haszonállatok mycoplasmák okozta betegségei számottevő anyagi veszteséget okoznak az állattartó telepek számára világszerte, azonban a legtöbb állatfaj esetén nincsenek átfogó mentesítési programok. A károkozás mérséklésének egyik lehetséges módja az állományok antimikrobiális szerekkel történő kezelése, ám a globális szinten terjedő antibiotikumrezisztencia visszaszorításának céljából közös érdekünk egyéb védekezési módszerek fejlesztése és alkalmazása. A vakcinák a betegségek megelőzése által hosszú távú megoldást nyújtanak, azonban állatfajonként jelentős különbségek vannak elérhetőségükben és hatékonyságukban. Míg házityúk esetén főleg az attenuált törzseket tartalmazó oltóanyagok használata került előtérbe, addig sertéseknél a baktérium inaktivációjával előállított készítmények érhetőek el. Vízibaromfifajok és szarvasmarha esetén a vakcinás védekezés lehetőségei meglehetősen korlátozottak, elérhető készítmények hiányában elsősorban telepspecifikus vakcinák használatával lehetséges a gazdasági károk mérséklése. Az optimális vakcinázási program megalkotásánál figyelembe kell venni az adott telep egyedi jellemzőit, úgymint az állomány összetételét, a tartástechnológiát, az állatok lehetséges mozgását, egyéb betegségek jelenlétét, valamint a vakcinák tulajdonságait, alkalmazásának módjait. Az immunizálás eredményességéhez elengedhetetlen a vakcinázás hatékonyságának rendszeres ellenőrzése. Az állatok termelési mutatóinak nyomon követésén túl az élő, attenuált vakcinák alkalmazása esetén ebben molekuláris biológiai módszerek lehetnek segítségünkre.

Az immunizálás eredményességéhez elengedhetetlen a vakcinázás hatékonyságának rendszeres ellenőrzése

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk elkészültét a Magyar Tudományos Akadémia Lendület pályázata (LP2012-22) és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal KKP19 (129751) pályázata támogatta.

IRODALOM

1. Stülke J, Eilers H, Schmidl SR (2009) *Mycoplasma* and *Spiroplasma*. In: Encyclopedia of Microbiology. pp 208–219
2. Razin S, Jacobs E (1992) *Mycoplasma* adhesion. J Gen Microbiol 138:407–422
3. Fraser CM, Gocayne JD, White O, Adams MD, Clayton RA, Fleischmann RD, Bult CJ, Kerlavage AR, Sutton G, Kelley JM, Fritchman RD, Weidman JF, Small KV, Sandusky M, Fuhrmann J, Nguyen D, Utterback TR, Saudek DM, Phillips CA, Merrick JM, Tomb JF, Dougherty BA, Bott KF, Hu PC, Lucier TS, Peterson SN, Smith HO, Hutchison CA 3rd, Venter JC (1995) The minimal gene complement of *Mycoplasma genitalium*. Science 270:397–403
4. Razin S (1997) The minimal cellular genome of mycoplasma. Indian J Biochem Biophys 34:124–130
5. Himmelreich R, Hilbert H, Plagens H, Pirkel E, Li BC, Herrmann R (1996) Complete sequence analysis of the genome of the bacterium *Mycoplasma pneumoniae*. Nucleic Acids Res 24:4420–4449
6. Sirand-Pugnet P, Lartigue C, Marena M, Jacob D, Barré A, Barbe V, Schenowitz C, Mangenot S, Couloux A, Segurens B, de Daruvar A, Blanchard A, Citti C (2007) Being Pathogenic, Plastic, and Sexual while Living with a Nearly Minimal Bacterial Genome. PLoS Genet 3:e75
7. Razin S (1999) Adherence of pathogenic mycoplasmas to host cells. Biosci Rep 19:367–372
8. Röske K, Blanchard A, Chambaud I, Citti C, Helbig JH, Prevost MC, Rosengarten R, Jacobs E (2001) Phase Variation among Major Surface Antigens of *Mycoplasma penetrans*. Infect Immun 69:7642–7651
9. Razin S, Yogev D, Naot Y (1998) Molecular biology and pathogenicity of mycoplasmas. Microbiol Mol Biol Rev 62:1094–1156
10. Gaunson JE, Philip CJ, Whithear KG, Browning GF (2000) Lymphocytic infiltration in the chicken trachea in response to *Mycoplasma gallisepticum* infection. Microbiol 146:1223–1229
11. Citti C, Nouvel LX, Baranowski E (2010) Phase and antigenic variation in mycoplasmas. Future Microbiol 5:1073–1085
12. Browning GF, Marena MS, Noormohammadi AH, Markham PF (2011) The central role of lipoproteins in the pathogenesis of mycoplasmoses. Vet Microbiol 153:44–50
13. Landman WJM (2014) Is *Mycoplasma synoviae* outrunning *Mycoplasma gallisepticum*? A viewpoint from the Netherlands. Avian Pathol 43:2–8
14. Fujisawa S, Murata S, Takehara M, Katakura K, Hmoon MM, Win SY, Ohashi K (2019) Molecular detection and genetic characterization of *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma synoviae*, and infectious bronchitis virus in poultry in Myanmar. BMC Vet Res 15:261
15. Levisohn S, Kleven SH (2000) Avian mycoplasmosis (*Mycoplasma gallisepticum*). Rev Sci Tech 19:425–442
16. Raviv Z, Ley DH (2013) *Mycoplasma gallisepticum* infection. In: Diseases of poultry. John Wiley & Sons Inc, Hoboken, NJ pp 877–893
17. Ley DH, Yoder HWJ (1997) *Mycoplasma gallisepticum* infection. In: Mycoplasmosis. Swayne DE (ed) Diseases of poultry. John Wiley & Sons Inc, Hoboken pp 877–893
18. Catania S, Bilato D, Gobbo F, Granato A, Terregino C, Iob L, Nicholas RA (2010) Treatment of eggshell abnormalities and reduced egg production caused by *Mycoplasma synoviae* infection. Avian Dis 54:961–964
19. Gole VC, Chousalkar KK, Roberts JR (2012) Prevalence of antibodies to *Mycoplasma synoviae* in laying hens and possible effects on egg shell quality. Prev Vet Med 106:75–78
20. Stipkovits L, Szathmary S (2012) *Mycoplasma* infection of ducks and geese. Poultry Sci 91:2812–2819
21. Stipkovits L (1979) The pathogenicity of avian mycoplasmas. Zentralbl Bakteriol Orig A 245:171–183
22. Stipkovits L, Kempf I (1996) Mycoplasmoses in poultry. Rev Sci Tech 15:1495–1525
23. Dobos-Kovács M, Varga Z, Czifra G, Stipkovits L (2009) Salpingitis in geese associated with *Mycoplasma* sp. strain 1220. Avian Pathol 38:239–243
24. Thacker E, Minion F (2012) Mycoplasmosis. In: Stevenson GW (eds) Diseases of Swine. 10th ed. John Wiley & Sons Inc, Hoboken, NJ pp 779–798
25. Sibila M, Nofrarías M, López-Soria S, Segalés J, Valero O, Espinal A, Calsamiglia M (2007) Chronological study of *Mycoplasma hyopneumoniae* infection, seroconversion and associated lung lesions in vaccinated and non-vaccinated pigs. Vet Microbiol 122:97–107
26. Maes D, Verdonck M, Deluyker H, de Kruif A (1996) Enzootic pneumonia in pigs. Vet Q 18:104–109
27. Lin JH, Chen SP, Yeh KS, Weng CN (2006) *Mycoplasma hyorhinis* in Taiwan: diagnosis and isolation of swine pneumonia pathogen. Vet Microbiol 115:111–116
28. Lee JA, Oh YR, Hwang MA, Lee JB, Park SY, Song CS, Choi IS, Lee SW (2016) *Mycoplasma hyorhinis* is a potential pathogen of porcine respiratory disease complex that aggravates pneumonia caused by porcine reproductive and respiratory syndrome virus. Vet Immunol Immunopathol 177:48–51
29. Chen D, Wei Y, Huang L, Wang Y, Sun J, Du W, Wu H, Liu C (2016) Synergistic pathogenicity in sequential coinfection with *Mycoplasma hyorhinis* and porcine circovirus type 2. Vet Microbiol 182:123–130
30. Pfützner H, Sachse K (1996) *Mycoplasma bovis* as an agent of mastitis, pneumonia, arthritis and genital disorders in cattle. Rev Sci Tech 15:1477–1494
31. Nicholas RA Jr, Ayling RD (2003) *Mycoplasma bovis*: disease, diagnosis, and control. Res Vet Sci 74:105–112
32. Fox LK, Kirk JH, Britten A (2005) Mycoplasma mastitis: a review of transmission and control. J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health 52:153–160
33. Fodor L, Jánosi K, Makrai L, Gyuranecz M (2017) Screening of Hungarian cattle herds for seropositivity to *Mycoplasma bovis*. Acta Vet Hung 65:166–172
34. Spickler AR, Roth JA (2003) Adjuvants in veterinary vaccines: modes of action and adverse effects. J Vet Intern Med 17:273–281
35. Hildebrand DG, Page DE, Berg JR (1983) *Mycoplasma gallisepticum* (MG)-laboratory and field studies evaluating the safety and efficacy of an inactivated MG bacterin. Avian Dis 27:792–802
36. Droual R, Bickford AA, Cutler GJ (1993) Local reaction and serological response in commercial layer chickens injected intramuscularly in the leg with oil-adjuvanted *Mycoplasma gallisepticum* bacterin. Avian Dis 37:1001–1008
37. Karaca K, Lam KM (1987) Efficacy of commercial *Mycoplasma gallisepticum* bacterin (MG-Bac) in preventing air-sac lesions in chickens. Avian Dis 31:202–203

38. Yoder HW, Hopkins SR (1985) Efficacy of experimental inactivated *Mycoplasma gallisepticum* oil-emulsion bacterin in egg-layer chickens. *Avian Dis* 29:322–334
39. Khan MI, McMartin DA, Yamamoto R, Ortmayer HB (1986) Observations on commercial layers vaccinated with *Mycoplasma gallisepticum* (MG) bacterin on a multiple-age site endemically infected with MG. *Avian Dis* 30:309–312
40. Djordjevic SP, Eamens GJ, Romalis LF, Nicholls PJ, Taylor V, Chin J (1997) Serum and mucosal antibody responses and protection in pigs vaccinated against *Mycoplasma hyopneumoniae* with vaccines containing a denatured membrane antigen pool and adjuvant. *Aust Vet J* 75:504–511
41. Whithear KG (1996) Control of avian mycoplasmoses by vaccination. *Rev Sci Tech* 15:1527–1553
42. El Gazzar M, Laibinis VA, Ferguson-Noel N (2011) Characterization of a ts-1-like *Mycoplasma gallisepticum* isolate from commercial broiler chickens. *Avian Dis* 55:569–574
43. Yamamoto R, Adler HE (1958) Characterization of pleuropneumonia-like organisms of avian origin. I. Antigenic analysis of seven strains and their comparative pathogenicity for birds. *J Infect Dis* 102:143–152
44. Abd-el-Motelib TY, Kleven SH (1993) A comparative study of *Mycoplasma gallisepticum* vaccines in young chickens. *Avian Dis* 37:981–987
45. Carpenter TE, Mallinson ET, Miller KF, Gentry RF, Schwartz LD (1981) Vaccination with F-strain *Mycoplasma gallisepticum* to reduce production losses in layer chickens. *Avian Dis* 25:404–409
46. Glisson JR, Kleven SH (1985) *Mycoplasma gallisepticum* vaccination: further studies on egg transmission and egg production. *Avian Dis* 29:408–415
47. Burnham MR, Branton SL, Peebles ED, Lott BD, Gerard PD (2002) Effects of F-strain *Mycoplasma gallisepticum* inoculation at twelve weeks of age on performance and egg characteristics of commercial egg-laying hens. *Poultry Sci* 81:1478–1485
48. Branton SL, Lott BD, Deaton JW, Hardin JM, Maslin WR (1988) F strain *Mycoplasma gallisepticum* vaccination of post-production-peak commercial Leghorns and its effect on egg and eggshell quality. *Avian Dis* 32:304–307
49. Evans JD, Leigh SA, Branton SL, Collier SD, Pharr GT, Bearson SMD (2005) *Mycoplasma gallisepticum*: Current and Developing Means to Control the Avian Pathogen. *J Appl Poultry Res* 14:757–763
50. Rodriguez R, Kleven SH (1980) Evaluation of a vaccine against *Mycoplasma gallisepticum* in commercial broilers. *Avian Dis* 24:879–889
51. Kleven SH (1981) Transmissibility of the F strain of *Mycoplasma gallisepticum* in leghorn chickens. *Avian Dis* 25:1005–1018
52. Lin MY, Kleven SH (1982) Egg transmission of two strains of *Mycoplasma gallisepticum* in chickens. *Avian Dis* 26:487–495
53. Evans RD, Hafez YS (1992) Evaluation of a *Mycoplasma gallisepticum* strain exhibiting reduced virulence for prevention and control of poultry mycoplasmosis. *Avian Dis* 36:197–201
54. Ley DH, McLaren JM, Miles AM, Barnes HJ, Miller SH, Franz G (1997) Transmissibility of live *Mycoplasma gallisepticum* vaccine strains ts-11 and 6/85 from vaccinated layer pullets to sentinel poultry. *Avian Dis* 41:187–194
55. Saif YM, Barnes HJ (2008) *Diseases of poultry*. Blackwell Pub, Professional, Ames, IA
56. Whithear KG, Soeripto, Harrigan KE, Ghiocas E (1990) Safety of temperature sensitive mutant *Mycoplasma gallisepticum* vaccine. *Aust Vet J* 67:159–165
57. Noormohammadi AH, Jones JE, Underwood G, Whithear KG (2002) Poor systemic antibody response after vaccination of commercial broiler breeders with *Mycoplasma gallisepticum* vaccine ts-11 not associated with susceptibility to challenge. *Avian Dis* 46:623–628
58. Barbour EK, Hamadeh SK, Eidt A (2000) Infection and immunity in broiler chicken breeders vaccinated with a temperature-sensitive mutant of *Mycoplasma gallisepticum* and impact on performance of offspring. *Poultry Sci* 79:1730–1735
59. Kleven SH, Fan HH, Turner KS (1998) Pen trial studies on the use of live vaccines to displace virulent *Mycoplasma gallisepticum* in chickens. *Avian Dis* 42:300–306
60. Kleven SH, Khan MI, Yamamoto R (1990) Fingerprinting of *Mycoplasma gallisepticum* strains isolated from multiple-age layers vaccinated with live F strain. *Avian Dis* 34:984–990
61. Turner KS, Kleven SH (1998) Eradication of live F strain *Mycoplasma gallisepticum* vaccine using live ts-11 on a multiage commercial layer farm. *Avian Dis* 42:404–407
62. Alessandri E, Massi P, Paganelli F, Pradini F, Saita M (2005) Field trials with the use of a live attenuated temperature-sensitive vaccine for the control of *Mycoplasma gallisepticum* infection in meat-type turkeys. *Italian Journal of Animal Science* 4:282–286
63. Ley DH, Avakian AP, Berkhoff JE (1993) Clinical *Mycoplasma gallisepticum* infection in multiplier breeder and meat turkeys caused by F strain: identification by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis, restriction endonuclease analysis, and the polymerase chain reaction. *Avian Dis* 37:854–862
64. Ferguson-Noel NM, Williams SM (2015) The efficacy of *Mycoplasma gallisepticum* K-strain live vaccine in broiler and layer chickens. *Avian Pathol* 44:75–80
65. Ferguson-Noel N, Cookson K, Laibinis VA, Kleven SH (2012) The efficacy of three commercial *Mycoplasma gallisepticum* vaccines in laying hens. *Avian Dis* 56:272–275
66. Yamanouchi K, Barrett T, Kai C (1998) New approaches to the development of virus vaccines for veterinary use. *Rev Sci Tech* 17:641–653
67. Zhang GZ, Zhang R, Zhao HL, Wang XT, Zhang SP, Li XJ, Qin CZ, Lv CM, Zhao JX, Zhou JF (2010) A safety assessment of a fowlpox-vectored *Mycoplasma gallisepticum* vaccine in chickens. *Poultry Sci* 89:1301–1306
68. Leigh SA, Branton SL, Evans JD, Collier SD (2013) Impact of fowlpox-vectored *Mycoplasma gallisepticum* vaccine Vectormune FP MG on layer hen egg production and egg quality parameters. *Poultry Sci* 92:3172–3175
69. Bekő K, Kreizinger Z, Sulyok KM, Kovács BÁ, Gróznér D, Catania S, Bradbury J, Lysnyansky I, Olaogun OM, Czanik B, Ellakany H, Gyurancz M (2019) Genotyping *Mycoplasma gallisepticum* by multilocus sequence typing. *Vet Microbiol* 231:191–196
70. Evans JD, Leigh SA (2008) Differentiation of *Mycoplasma gallisepticum* vaccine strains ts-11 and 6/85 from commonly used *Mycoplasma gallisepticum* challenge strains by PCR. *Avian Dis* 52:491–497
71. Ghorashi SA, Bradbury JM, Ferguson-Noel NM, Noormohammadi AH (2013) Comparison of multiple genes and 16S-23S rRNA intergenic space region for their capacity in high resolution melt curve analysis to differentiate *Mycoplasma gallisepticum* vaccine strain ts-11 from field strains. *Vet Microbiol* 167:440–447

72. Ghorashi SA, Kanci A, Noormohammadi AH (2015) Evaluation of the Capacity of PCR and High-Resolution Melt Curve Analysis for Identification of Mixed Infection with *Mycoplasma gallisepticum* Strains. PLoS One 10:e0126824
73. Ferguson NM, Hepp D, Sun S, Ikuta N, Levisohn S, Kleven SH, García M (2005) Use of molecular diversity of *Mycoplasma gallisepticum* by gene-targeted sequencing (GTS) and random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis for epidemiological studies. Microbiology (Reading) 151:1883–1893
74. Bekő K, Kovács ÁB, Kreizinger Z, Marton S, Bányai K, Bánáti L, Catania S, Bradbury J, Lysnyansky I, Olaogun OM, Gyuranecz M (2020) Development of mismatch amplification mutation assay for the rapid differentiation of *Mycoplasma gallisepticum* K vaccine strain from field isolates. Avian Pathol 49:317–324
75. Sulyok KM, Kreizinger Z, Bekő K, Forró B, Marton S, Bányai K, Catania S, Ellis C, Bradbury J, Olaogun OM, Kovács ÁB, Cserép T, Gyuranecz M (2019) Development of molecular methods for rapid differentiation of *Mycoplasma gallisepticum* vaccine strains from field isolates. J Clin Microbiol 57:e01084–18
76. Bekő K, Gyuranecz M (2020) *Mycoplasma synoviae* okozta baromfibeetegségek = Poultry diseases caused by *Mycoplasma synoviae*. Magy Állatorvosok Lapja 142:17–28
77. Morrow CJ, Markham JF, Whithear KG (1998) Production of temperature-sensitive clones of *Mycoplasma synoviae* for evaluation as live vaccines. Avian Dis 42:667–670
78. Noormohammadi AH, Jones JF, Harrigan KE, Whithear KG (2003) Evaluation of the non-temperature-sensitive field clonal isolates of the *Mycoplasma synoviae* vaccine strain MS-H. Avian Dis 47:355–360
79. Markham JF, Morrow CJ, Scott PC, Whithear KG (1998) Safety of a temperature-sensitive clone of *Mycoplasma synoviae* as a live vaccine. Avian Dis 42:677–681
80. Markham JF, Morrow CJ, Whithear KG (1998) Efficacy of a temperature-sensitive *Mycoplasma synoviae* live vaccine. Avian Dis 42:671–676
81. Markham JF, Scott PC, Whithear KG (1998) Field evaluation of the safety and efficacy of a temperature-sensitive *Mycoplasma synoviae* live vaccine. Avian Dis 42:682–689
82. Ouchi T, Munakata Y, Sakamoto H (2009) Application of *Mycoplasma synoviae* live vaccine (MS-H) in layers. 58th Western Poultry Conference, pp 65–68
83. Nicholas RAJ, Ayling RD, McAuliffe L (2009) Vaccines for Mycoplasma diseases in animals and man. J Comp Pathol 140:85–96
84. Jones JF, Whithear KG, Scott PC, Noormohammadi AH (2006) Duration of immunity with *Mycoplasma synoviae*: comparison of the live attenuated vaccine MS-H (Vaxsafe MS) with its wild-type parent strain, 86079/7NS. Avian Dis 50:228–231
85. Jones JF, Whithear KG, Scott PC, Noormohammadi AH (2006) Onset of immunity with *Mycoplasma synoviae*: comparison of the live attenuated vaccine MS-H (Vaxsafe MS) with its wild-type parent strain (86079/7NS). Avian Dis 50:82–87
86. Noormohammadi AH, Hemmatzadeh F, Whithear KG (2007) Safety and efficacy of the *Mycoplasma synoviae* MS-H vaccine in turkeys. Avian Dis 51:550–554
87. Dijkman R, Feberwee A, Van Kasteren T, Landman W (2014) Development and validation of a PCR test to differentiate between *Mycoplasma synoviae* vaccine strain MS1 and *Mycoplasma synoviae* field isolates. 20th Congress of the International Organization for Mycoplasmaology–IOM, Blumenau, Brazil
88. Kreizinger Z, Sulyok KM, Gróznér D, Bekő K, Dán Á, Szabó Z, Gyuranecz M (2017) Development of mismatch amplification mutation assays for the differentiation of MS1 vaccine strain from wild-type *Mycoplasma synoviae* and MS-H vaccine strains. PLoS One 12:e0175969
89. Kreizinger Z, Sulyok KM, Pásztor A, Erdélyi K, Felde O, Povazsán J, Kőrösi L, Gyuranecz M. (2015) Rapid, simple and cost-effective molecular method to differentiate the temperature sensitive (ts+) MS-H vaccine strain and wild-type *Mycoplasma synoviae* isolates. PLoS One 10:e0133554
90. Shahid MA, Markham PF, Marena MS, Agnew-Crumpton R, Noormohammadi AH (2014) High-resolution melting-curve analysis of obg gene to differentiate the temperature-sensitive *Mycoplasma synoviae* vaccine strain MS-H from non-temperature-sensitive strains - PLoS One 9:e0092215
91. Kreizinger Z, Sulyok KM, Bekő K, Kovács ÁB, Gróznér D, Felde O, Marton S, Bányai K, Catania S, Benčina D, Gyuranecz M (2018) Genotyping *Mycoplasma synoviae*: Development of a multi-locus variable number of tandem-repeats analysis and comparison with current molecular typing methods. Vet Microbiol 226:41–49
92. Gróznér D, Gyuranecz M (2019) Kacsák és ludak Mycoplasma-fertőzései. Magy Állatorvosok Lapja 141:495–504
93. Hoelzer K, Bielke L, Blake DP, Cox E, Cutting SM, Devriendt B, Erlacher-Vindel E, Goossens E, Karaca K, Lemiere S, Metzner M, Raicek M, Collell Suriñach M, Wong NM, Gay C, Van Immerseel F (2018) Vaccines as alternatives to antibiotics for food producing animals. Part 2: new approaches and potential solutions. Vet Res 49:70
94. Felde O, Kiss K, Biksi I, Jerzsele Á, Gyuranecz M (2018) A sertések *Mycoplasma hyopneumoniae* okozta tüdőgyulladás. Magy Állatorvosok Lapja 140:337–348
95. Maes D, Segales J, Meyns T, Sibila M, Pieters M, Haesebrouck F (2008) Control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. Vet Microbiol 126:297–309
96. Martelli P, Saleri R, Cavalli V, De Angelis E, Ferrari L, Benetti M, Ferrarini G, Meriardi G, Borghetti P (2014) Systemic and local immune response in pigs intradermally and intramuscularly injected with inactivated *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccines. Vet Microbiol 168:357–364
97. Villarreal I, Maes D, Vranckx K, Calus D, Pasmans F, Haesebrouck F (2001) Effect of vaccination of pigs against experimental infection with high and low virulence *Mycoplasma hyopneumoniae* strains. Vaccine 19:1731–1735
98. Pommier P, Keita A, Pagot E, Flochlay A (2000) Field efficacy of a *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccine in the control of enzootic pneumonia in swine. Revue Méd Vét 151
99. Stipkovits L, Laky Z, Abonyi T, Siugzdaite J, Szabó I (2003) Reduction of economic losses caused by mycoplasmal pneumonia of pigs by vaccination with Respire and by Tiamutin treatment. Acta Vet Hung 51:259–271
100. Maes D, Sibila M, Kuhnert P, Segalés J, Haesebrouck F, Pieters M (2018) Update on *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs: Knowledge gaps for improved disease control. Transbound Emerg Dis 2. 65:110–124
101. Del Pozo Sacristán R, Sierens A, Marchioro SB, Vangroenweghe F, Jourquin J, Labarque G, Haesebrouck F, Maes D (2014) Efficacy of early *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccination against mixed respiratory disease in older fattening pigs. Vet Rec 174:197
102. Arsenakis I, Michiels A, Del Pozo Sacristán R, Boyen F, Haesebrouck F, Maes D (2017) *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccination

at or shortly before weaning under field conditions: a randomised efficacy trial. *Vet Rec* 181:19

103. Feng ZX, Wei YN, Li GL, Lu XM, Wan XF, Pharr GT, Wang ZW, Kong M, Gan Y, Bai FF, Liu MJ, Xiong QY, Wu XS, Shao GQ (2013) Development and validation of an attenuated *Mycoplasma hyopneumoniae* aerosol vaccine. *Vet Microbiol* 167:417–424

104. Haesebrouck F, Pasmans F, Chiers K, Maes D, Cucatelle R, Decostere A (2004) Efficacy of vaccines against bacterial diseases in swine: what can we expect? *Vet Microbiol* 100:255–268

105. Simionatto S, Marchioro SB, Maes D, Dellagostin OA (2013) *Mycoplasma hyopneumoniae*: from disease to vaccine development. *Vet Microbiol* 165:234–242

106. Galli V, Simionatto S, Marchioro SB, Fisch A, Gomes CK, Conceição FR, Dellagostin OA (2012) Immunisation of mice with *Mycoplasma hyopneumoniae* antigens P37, P42, P46 and P95 delivered as recombinant subunit or DNA vaccines. *Vaccine* 31:135–140

107. Simionatto S, Marchioro SB, Galli V, Brum CB, Klein CS, Rebelatto R, Silva EF, Borsuk S, Conceição FR, Dellagostin OA (2012) Immunological characterization of *Mycoplasma hyopneumoniae* recombinant proteins. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 35:209–216

108. Okamba FR, Arella M, Music N, Jia JJ, Gottschalk M, Gagnon CA (2010) Potential use of a recombinant replication-defective adenovirus vector carrying the C-terminal portion of the P97 adhesin protein as a vaccine against *Mycoplasma hyopneumoniae* in swine. *Vaccine* 28:4802–4809

109. Zou HY, Liu XJ, Ma FY, Chen P, Zhou R, He QG (2011) Attenuated *Actinobacillus pleuropneumoniae* as a bacterial vector for expression of *Mycoplasma hyopneumoniae* P36 gene. *J Gene Med* 13:221–229

110. Conceição FR, Moreira AN, Dellagostin OA (2006) A recombinant chimera composed of R1 repeat region of *Mycoplasma hyopneumoniae* P97 adhesin with *Escherichia coli* heat-labile enterotoxin B subunit elicits immune response in mice. *Vaccine* 24:5734–5743

111. Rappuoli R (2001) Reverse vaccinology, a genome-based approach to vaccine development. *Vaccine* 19:2688–2691

112. Martinson B, Zoghby W, Barrett K, Bryson L, Christmas R, Minion FC, Kroll J (2018) Efficacy of an inactivated *Mycoplasma hyorhinis* vaccine in pigs. *Vaccine* 36:408–412

113. Martinson B, Zoghby W, Barrett K, Bryson L, Kroll J (2019) Duration of immunity for an inactivated *Mycoplasma hyorhinis* vaccine in pigs. *Vet Microbiol* 230:273–277

114. Nicholas RAJ (2011) Bovine mycoplasmosis: silent and deadly. *Vet Rec* 168:459–462

115. Nicholas RAJ, Ayling RD, Stipkovits LP (2002) An experimental vaccine for calf pneumonia caused by *Mycoplasma bovis*: clinical, cultural, serological and pathological findings. *Vaccine* 20:3569–3575

116. Nicholas RAJ, Ayling RD, Woodger N, Wessels ME, Houlihan MG (2006) Mycoplasmas in adult cattle: Bugs worth bothering about? *Ir Vet J* 568–572

117. Maunsell FP, Donovan GA, Risco C, Brown MB (2009) Field evaluation of a *Mycoplasma bovis* bacterin in young dairy calves. *Vaccine* 27:2781–2788

118. Perez-Casal J, Prysliak T, Maina T, Suleman M, Jimbo S (2017) Status of the development of a vaccine against *Mycoplasma bovis*. *Vaccine* 35:2902–2907

119. Nicholas RAJ, Loria GR, Catania S, Rpiccinini R (2019) Effects of an inactivated vaccine for bovine mycoplasmosis on calves naturally affected with *Mycoplasma bovis*. *Anim Husbandry Dairy Vet Sci* 3

120. Maunsell FP, Woolums AR, Francoz D, Rosenbusch RF, Step DL, Wilson DJ, Janzen ED (2011) *Mycoplasma bovis* infections in cattle. *J Vet Intern Med* 25:772–783

Közlésre érkező: 2021. febr. 2.

AZ OLTÁS MŰKÖDIK, MAGYARORSZÁG MŰKÖDIK.

**Prof. Dr.
Merkely
Béla,**
a Semmelweis
Egyetem rektora



The applicability of health technology assessment and risk-benefit analysis in the field of food safety

Review

E. Országh^{1*}, Á. Józwiak¹,
M. Süth¹, A. Micsinai²,
B. Urbányi³, Z. Vokó^{4,5},
Z. Kaló^{4,5}, J. Gy. Pitter⁵

1. Állatorvostudományi Egyetem,
Digitális Élelmiszerlánc Oktatási,
Kutatási, Fejlesztési
és Innovációs Intézet
1078 Budapest, István utca 2.

* e-mail: orszagh.erika@univet.hu

2. WESSLING Hungary Kft.
Budapest

3. Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem, Halgazdálkodási Tanszék
Gödöllő

4. Semmelweis Egyetem,
Egészségügyi Technológiaértékelő
és Elemzési Központ
Budapest

5. Syreon Kutató Intézet,
Budapest

Az egészségügyi technológiaértékelés és kockázat-haszon elemzés alkalmazási lehetőségei az élelmiszerlánc-biztonság területén

Áttekintés

Országh Erika^{1*}, Józwiak Ákos¹, Süth Miklós¹, Micsinai Adrienn², Urbányi Béla³, Vokó Zoltán^{4,5}, Kaló Zoltán^{4,5}, Pitter János György⁵

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen tanulmányban a szerzők bemutatják az egészségügyi technológiaértékelés (health technology assessment, HTA) és a kockázat-haszon elemzés (risk-benefit analysis, RBA) módszertanát és az élelmiszerbiztonság területén való alkalmazási lehetőségeiket. A HTA és az élelmiszer-biztonsági kockázatelemzés hasonló paradigmák abból a szempontból, hogy mindkettő elsődleges célja az emberi egészség támogatása és védelme. A HTA-módszertan egyes elemeit az élelmiszer-biztonsági célú kockázatelemzés folyamatára adaptálva szisztematikusabbá és áltáthatóbbá tehető az élelmiszer-biztonsági döntéshozatal. A kockázat-haszon elemzések lehetővé teszik a kockázatok és hasznok egy integrált rendszerben való értékelését.

SUMMARY

In this review the authors present the methodologies of health technology assessment (HTA) and risk-benefit analysis (RBA) and their applicability in the field of food safety. HTA is a multidisciplinary process to evaluate the clinical, economic, organizational, societal and ethical aspects associated with using a health technology. The main purpose of conducting a HTA is to support decision-making to promote optimal resource allocation in a health system. Food safety risk assessment and HTA are analogue paradigms since their main goal is to promote human health. Adding certain elements of HTA methodology can improve the consistency and transparency of food safety decisions. An important part of HTA is the evaluation of health technologies in terms of their costs and benefits. There are 4 main types of full economic evaluations in HTA: cost-minimisation analysis, cost-effectiveness analysis, cost-utility analysis and cost-benefit analysis. For measuring health gain, HTA uses complex metrics that aggregate changes of different health dimensions (survival, quality of life) into a single measure, e.g. QALY (quality-adjusted life years). Furthermore, multi-criteria decision analysis (MCDA) tools are increasingly used to aggregate several important decision making criteria with standardised weights, thus not only the benefits and direct health care costs related to a health technology, but severity, burden or rarity of a disease, indirect costs, etc. can be taken into account in a transparent and objective manner.

Many foods are associated with risks (e.g. microbiological, chemical) and positive effects (e.g. nutrients, microelements). The current food safety risk analysis focuses on the risks, however, it would be important to assess the risks and positive effects of food in one evidence-based quantitative system. RBA can be of help in that, but for this, further methodological development is needed. Several risk-benefit analyses are available on marine fish, and it would be interesting to evaluate freshwater fish from this perspective as well.

ÉLELMISZER-
HIGIÉNIA

A humán egészségügyben évtizedek óta alkalmazzák az úgynevezett egészségügyi technológiaértékelés módszertanát (health technology assessment, HTA), amely a tudományos bizonyítékokon alapuló döntéshozatalt hivatott támogatni. A HTA egyik legfontosabb eleme az új egészségügyi technológiák hozzáadott értékének és költségének vizsgálata a már meglévő lehetőségekhez képest. Az egészségügyi technológia fogalmába beletartoznak az egészség megőrzésére, fejlesztésére, helyreállítására, ill. az egészségi állapot diagnosztizálására irányuló eljárások, anyagok és eszközök egyaránt. A módszertan alkalmazásának nagy előnye, hogy lehetővé teszi a vizsgált egészségügyi technológia alkalmazásával összefüggő egészségtudományi, gazdasági, szervezési, társadalmi és etikai szempontok szisztematikus áttekintését.

Az egészségügyi technológiaértékelés (HTA) a tudományos bizonyítékokon alapuló döntéshozatalt támogatja

A HTA módszertana adaptálható az élelmiszer-biztonsági célú kockázatelemzés folyamatára

A táplálkozás és az egészségi állapot közötti összefüggések régóta ismertek

Számos élelmiszer, ill. élelmiszer-összetevő rejt magában kockázatokat és pozitív hatásokat is egyidejűleg

Az élelmiszer-biztonsági döntések esetén a fogyasztók egészsége mellett egyéb tényezők, úgy mint az intézkedés megvalósíthatósága, közgazdasági, etikai és társadalmi szempontok is szerepet játszanak, amelyeket sokszor nem kellő tudományos megalapozottsággal vesznek figyelembe a döntéshozók. Így ezek a kvalitatív döntések jellemzően nem átláthatók, szükségszerűen nem tudományos bizonyítékokon alapulnak vagy reprodukálhatók. A kvalitatív döntések felől azonban van lehetőség elmozdulni a kvantitatív irányba, méghozzá az egészségügyi technológiaértékelés módszertanának az élelmiszer-biztonsági célú kockázatelemzés folyamatára történő adaptálása révén [1], amelyet *élelmiszer-egészségügyi technológiaértékelésnek*, röviden az angol nevén *Food HTA*-nak nevezünk.

A Food HTA magába foglalhatja a betegségteher-számításokat, a költség-haszon elemzéseket és többkritériumos döntéselemzéseket (multi-criteria decision analysis, MCDA) [2].

A táplálkozás és az egészségi állapot közötti összefüggések régóta ismertek [3], az aktuális társadalmi trendek (előregedő társadalom, krónikus betegségek, elhízás gyakoriságának növekedése stb.) pedig még jobban ráirányítják a figyelmet a helyes táplálkozás szerepére [4, 5]. Ezzel párhuzamosan a fogyasztók is egyre tudatosabbá válnak az élelmiszer-vásárlási és -fogyasztási szokásaikat tekintve, amely több formában is megnyilvánulhat, pl. egészségtudatosság, minőség-tudatosság, környezettudatosság vagy épp az etikus fogyasztás [6, 7]. A felmérések szerint hazánkban egyelőre csupán a lakosság kisebb hányada táplálkozik egészségtudatosan: egy 2016-ban végzett kutatás eredményei szerint a 15–69 éves felnőtt lakosság 18%-a tartozik az „egészségtudatos”, további 19% pedig a „próbálkozó” szegmensbe, utóbbiak az elvek szintjén egészségtudatosak, azonban a gyakorlatban nem mindig követik ezen elveket [8]. Egy kvantitatív vizsgálat alapján, reprezentatív fogyasztói mintán végzett elemzés szerint a magyar 60 év alatti felnőtt lakosság leginkább az adalékanyag-menteséget, a nagy tápanyag/vitamintartalmat és kisebb cukortartalmat tekinti az „egészséges élelmiszerek” legfőbb jellemzőinek. A 60 év felettiekénél ezeken kívül a vegyszermentesség és a frissesség is fontos szempontnak minősül. A kutatásból az is kiderült, hogy a magyar lakosság a nyers gyümölcsöket és zöldségeket, ill. a haltermékeket tartja az egészséges étrendbe leginkább beilleszthető élelmiszereknek [9].

Számos élelmiszer, ill. élelmiszer-összetevő rejt magában kockázatokat (pl. mikrobiológiai, kémiai) és pozitív hatásokat (pl. tápanyagok, mikroelemek) is egyidejűleg. Fontos lenne, hogy egy integrált keretrendszerben tudjuk értékelni a különböző kockázatokat és pozitív hatásokat. Ez módszertani fejlesztést kíván, amely összhangban áll az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (European Food Safety Authority, EFSA) „holisztikus kockázatbecslési módszertan” irányával [10]. Ehhez egy integrált, multidiszciplináris megközelítés szükséges, amely magában foglalja a toxikológia, mikrobiológia, táplálkozástudomány és az epidemiológ-

gia területét is. Emellett a kockázatok és hasznok összevetéséhez szükség van egy egységes mérőszámra is, amely kombinálja az egészséghatások különböző dimenzióit, az életminőséget és az élethosszot. Ezeket az igényeket elégíthetik ki a kockázat-haszon elemzések (risk-benefit analysis, RBA), amelyek a HTA egyes elemeit, pl. komplex mérőszámait is felhasználhatják, ill. lehetőséget teremtenek egyéb szempontok bevonására és egy integrált rendszerben való értékelésre is.

Jelen cikk célja az egészségügyi technológiaértékelés és kockázat-haszon elemzések módszertanának rövid ismertetése és az ételminőség-biztonsági célú kockázatelemzés területén történő alkalmazhatóságának bemutatása az ételminőség-biztonsággal foglalkozó hazai szakemberek számára, beleértve a különböző elemzések nyújtotta előnyök, ill. az elemzések kapcsán felmerülő kihívások és lehetőségek áttekintését is. A HTA módszertanát és az egészségügy különböző területein való alkalmazását bemutató magyar nyelvű szakirodalom kiterjedt [11–14], ill. a módszertant 2004 óta használják hazánkban a társadalombiztosítási befogadási és egészségügyi finanszírozói, szabályozói döntéshozatalban [15]. A kockázat-haszon elemzések és a HTA ételminőség-biztonsági területen való alkalmazásának magyar nyelvű ismertetésére azonban eddig nem került sor, jelen tanulmány ezt az elmaradást kívánja pótolni.

AZ EGÉSZSÉGÜGYI TECHNOLÓGIAÉRTÉKELÉS BEMUTATÁSA

Az egészségügyi gazdaságtan önálló tudományként az 1950-es években alakult ki, a HTA paradigmája pedig az 1970-es években jelent meg a nagy költségű gyógyszerek és orvosi műszerek ellenőrizetlen terjedése által kiváltott helyzetre adott válaszként. Azóta a módszertan jelentős fejlődésen ment keresztül, és mára a világ számos fejlett országában terjedt el, ill. vált az egészségügyi döntéshozatal kötelező elemévé, így hazánkban is [16–18].

A HTA az egészségügyi döntéshozókat tájékoztatja egy adott egészségügyi technológia alkalmazásának klinikai, gazdasági és szociális vonatkozásáról, és ennek révén segíti elő az optimális forrásallokációs döntéseket [19].

A módszertan kidolgozását megalapozó alaphelyzet lényege, hogy kérdésessé vált egyes egészségügyi technológiák eredményessége, amely így felvetette a pazarlás gyanúját, ezért szükségessé vált a valós életben egészségnyereséget nem eredményező eljárások kiszűrése [17]. Ezzel párhuzamosan az egyre költségesebb innovatív technológiák, ill. a társadalmi változások (pl. elöregedő társadalom, krónikus betegségek gyakoriságának növekedése) miatt az egészségügyi technológiák iránt tapasztalható keresletnövekedés miatt kiemelten fontossá vált a korlátos erőforrások hatékony elosztása [17], hiszen a leggazdagabb országokban sem oldható meg az összes bizonyítottan hatásos eljárás közfinanszírozása. Ezért meg kell vizsgálni, hogy adott egészségügyi beavatkozás:

- Eredményez-e egészségnyereséget (túlélés vagy életminőség-javulás) a beteg részére?
- Több egészségnyereséget eredményez-e, mint a jelenlegi standard terápia?
- A többlet egészségnyereséget elfogadható többletköltséggel nyújtja-e? [16]

Ezen kérdések megválaszolására dolgozták ki a teljeskörű gazdasági elemzéseket, amelyek két vagy több eljárás összehasonlító gazdasági elemzését jelentik, ahol az eredmény és a költség oldalt is vizsgálják. Attól függően, hogy a költségek, ill. az eredmények milyen egységekben kerülnek kifejezésre, 4 fő típust különböztünk el:

- Költség-minimalizációs elemzés (cost-minimization analysis, CMA)
- Költség-hatékonysági elemzés (cost-effectiveness analysis, CEA)
- Költség-hasznossági elemzés (cost-utility analysis, CUA)
- Költség-haszon elemzés (cost-benefit analysis, CBA) [20].

Az egyes elemzéstípusok más-más célt szolgálnak, így alkalmazhatósági körük is eltérő [16]:

A HTA az egészségügyi döntéshozókat tájékoztatja egy adott egészségügyi technológia alkalmazásának különböző szempontjairól

- A költség-minimalizációs elemzések a technikai hatékonyságot támogatják, vagyis arra adnak választ, hogy egy konkrét eljárás kapcsán hogyan érhetjük el a meghatározott célt a lehető legkisebb költséggel.
- A költség-hatékonysági elemzések azt mutatják meg, hogy egy egységnyi nyereség (természetes egységben kifejezve) elérése melyik módszerrel kerül kisebb többletköltségbe. Az allokatív hatékonyság, vagyis a rendelkezésre álló erőforrásokból a legtöbb nyereséget eredményező megoldás megtalálását a költség-hatékonysági elemzések korlátozott mértékben képesek támogatni, a költség-hasznossági és költség-haszon elemzések jóval alkalmasabbak erre a célra.
- A költség-hasznossági elemzések elvégzéséhez az egészségnyereség mérésére új típusú, összetett mérőszámok kerültek kialakításra, amelyek alkalmasak arra, hogy kombinálják az egészségnyereség két dimenzióját, nevezetesen az élethosszt (túlélés) és az életminőséget. Ezen komplex mérőszámok leggyakrabban használt változata a QALY (életminőséggel korrigált életév – Quality Adjusted Life Years) és a DALY (egészségkárosodással korrigált életév – Disability Adjusted Life Years).
- A költség-haszon elemzések annyiban különböznek az eddigiektől, hogy az egészségnyereség is monetáris egységben kerül kifejezésre, ezáltal lehetővé válik bármilyen társadalmi beruházás, program közötti összehasonlítás, rangsorolás. Az egészségnyereség pénzben történő átváltása azonban problémákat vet fel [1, 21], ezért a költség-haszon elemzések eddig kevésbé nyertek teret.

Az egyes elemzéstípusok főbb jellemzőit és alkalmazhatósági körét az **1. táblázat** foglalja össze.

1. TÁBLÁZAT. A HTA különböző elemzéstípusainak jellemzői és alkalmazhatósága az egészségügy területén [21]

TABLE 1. Types and applicability of full economic analyses in health technology assessment [21]

Elemzés típusa	Eredmény egysége (egészségnyereség)	Költségek egysége	Döntéstámogatás
Költség-minimalizációs elemzés	feltétel szerint egyforma	monetáris egység	azonos eredményességű eljárások összehasonlítása befogadáspolitikai döntéshez
Költség-hatékonysági elemzés	természetes egység (pl. mmol/L koleszterin csökkenés)	monetáris egység	eltérő eredményességű, de az eredményeket azonos egységben mérő eljárások összehasonlítása befogadáspolitikai döntéshez
Költség-hasznossági elemzés	minőségi életév (pl. QALY)	monetáris egység	bármilyen eltérő eredményességű eljárás összehasonlítása befogadáspolitikai döntéshez és az összes egészségügyi technológia közti prioritásképzéshez
Költség-haszon elemzés	monetáris egység	monetáris egység	összes társadalmi döntés (egészségügyi és nem-egészségügyi eljárások, befektetési lehetőségek) indokolhatóságának összehasonlítása

AZ EGÉSZSÉGNYERESÉG ÉS A KÖLTSÉGHATÉKONYSÁG MÉRÉSE

Az egészségnyereség két dimenziójának egy mérőszámokban való egyesítésére több megoldás is született, amelyek közül a DALY és a QALY a legismertebb. A DALY-t a Világbank számára dolgozták ki az egészségügyre szánt erőforrások optimális allokációja érdekében, és az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) is ezt a mérőszámot alkalmazta a betegségteher (Burden of Disease) tanulmányaiban. A DALY nem az egyedi megbetegedések összehasonlítását, hanem az egészségpolitika makroszintű prioritásképzését teszi lehetővé.

A QALY koncepciója már korábban megjelent, majd az 1990-es évek közepétől terjedt el és azóta számos országban a költség-hasznossági elemzések standard eszközeinek tekinthető. A QALY segítségével lehetőség nyílik egy objektív rangsor felállítására, és annak eldöntésére, hogy bármely, terápiás területen közfinanszírozásra aspiráló eljárások közül melyikhez társul várhatóan a legnagyobb egészségnyereség [22].

A DALY a korai halálozás következtében elvesztett életéveket és az egészségkárosodás mértékével korrigált, életminőség-romlással leélt éveket egyetlen számmal jellemzi. A DALY számításnál használt súlyok a 0–1 közötti skálán mozognak, ahol a nulla tökéletes egészséget, míg az egy a halált jelenti [22]. A QALY kiszámításakor az eltelt időt (pl. életéveket) súlyozzuk az egészségi állapotra vonatkozó preferencia vagy hasznosság értékkel, amely jellemzően egy 0 és 1 közötti szám (0: halál, 1: tökéletes egészség állapota) [22]. Bizonyos egészségi állapotok akár a halálnál is rosszabbnak tekinthetők, így ezek akár negatív preferenciaértéket is kaphatnak.

Míg tehát a DALY-t az egészségi állapot népesség szintű leírására fejlesztették ki anélkül, hogy az egyéni szintű, kisebb mértékű egészségügyi változásokra való reagálás a célja lenne, addig a QALY módszertan kidolgozásának elsődleges célja az egészségügyi technológiák értékelésének támogatása volt [22]. Miután az egészségügyi technológiaértékelésben mára a QALY vált a domináns metrikává, ezért javasolható, hogy az étel-miszer-biztonsági célú kockázatértékelésekben is ezt a mérőszámot alkalmazzák az intervenciók által generált egészséghatások számszerűsítésére [1].

A költséghatékonyságnak két különböző jelentése is van a HTA-ban. Szűkebb értelemben a költség-hatékonysági elemzés a teljeskörű gazdasági értékelés négy különböző típusának egy speciális esetét jelenti, amelyben az egészségnyereség természetes egységben kerül kifejezésre (lásd 1. táblázat). Tágabb értelemben egy egészségügyi eljárás költséghatékonyságát bármilyen teljeskörű gazdasági értékelési módszerrel értékelhetjük [21], amiben az inkrementális költséghatékonysági ráta (Incremental Cost-Effectiveness Ratio, ICER) lehet a segítségünkre. Az ICER azt mutatja meg, hogy egységnyi egészségnyereség milyen költségnövekménnyel érhető el.

A befogadáspolitikai döntéseknél leggyakrabban alkalmazott költség-hasznossági elemzésnél az ICER az értékelendő technológia által eredményezett költségnövekmény és minőségi életév hányadosa, vagyis $ICER = \frac{\delta \text{költség}}{\delta \text{QALY}}$. Az értékelés objektív értelmezéséhez egy küszöbértéket is meg kell határozni, amelyre többféle módszer áll rendelkezésre. A világ számos országában, így Magyarországon is, a WHO-CHOICE projekt gyakorlatán alapul a döntéshozatali kritérium, amely az adott országra vonatkozó bruttó hazai össztermék (gross domestic product, GDP) egyszeresét és háromszorosát javasolta finanszírozási küszöbértéknek egy egységnyi minőségi életév nyereségre vonatkozóan [23]. Ha az ICER az alsó küszöbérték alatt van, az eljárás rendkívül költséghatékonynak minősül, az alsó és felső küszöbérték között költséghatékonynak minősül, a felső küszöbérték felett azonban az eljárás már nem tekinthető költséghatékonynak.

A HTA-MÓDSZERTAN HASZNÁLATA AZ ÉLELMISZER-BIZTONSÁGI CÉLÚ KOCKÁZATELEMZÉSBEN

A humán egészségügyhöz hasonlóan az étel-miszer-biztonság területéről is elmondható, hogy a legfőbb cél az emberi egészség védelme, ill., hogy szűkösek a rendelkezésre álló (állami) erőforrások. Ebből kifolyólag az étel-miszer-biztonsági döntéshozatal kapcsán is fontos az optimális forrásallokáció, a lehetséges beavatkozások közötti prioritizálás és az alternatívák közötti választás megtámogatása konkrét tényekre, adatokra alapozva. Ez az igény vezetett el a HTA módszertanának az étel-miszer-biztonsági célú kockázatelemzés folyamatába történő adaptálásához [1].

A bemutatott teljes körű gazdasági elemzések alkalmazhatóságát az étel-miszer-biztonsági célú kockázatkezelésben a 2. táblázat mutatja be.

Az inkrementális költséghatékonysági ráta azt mutatja meg, hogy egységnyi egészségnyereség milyen költségnövekménnyel érhető el

Az étel-miszer-biztonsági döntéshozatal kapcsán is fontos az optimális forrásallokáció

2. TÁBLÁZAT. A Food HTA különböző elemzéstípusainak alkalmazhatósága az élelmiszer-biztonsági célú kockázatelemzésben, forrás: [1]

TABLE 2. The applicability of the different types of full economic analyses in food safety risk analysis, source: [1]

Elemzés típusa	Döntéstámogatás
Költség-minimalizációs elemzés	Olyan beavatkozások összehasonlítása, amelyek biztosítják a megfelelő szintű védelem (appropriate level of protection, ALOP) vagy adott élelmiszer-biztonsági célkitűzés (food safety objective, FSO) elvárását.
Költség-hatékonysági elemzés	Eltérő eredményességű beavatkozások összehasonlítása ugyanazon kockázat vonatkozásában (as low as reasonably achievable, ALARA – olyan alacsony, amennyire észszerűen elérhető megközelítés).
Költség-hasznossági elemzés	Bármilyen élelmiszer-biztonsági intézkedés és / vagy egészségügyi beavatkozás rangsorolása prioritásképzés céljából.
Költség-haszon elemzés	Élelmiszer-biztonsági versus egyéb beruházások rangsorolása. Élelmiszer-biztonsági rendszerek fejlesztésének beruházásgazdaságossági vizsgálata.

Az élelmiszer-biztonsági kockázatelemzésben a költség-hasznossági elemzések nyújthatják a legtöbbet

A bemutatott elemzéstípusok közül az élelmiszer-biztonsági kockázatelemzésben (is) a költség-hasznossági elemzések nyújthatják a legtöbbet. Alacsonyabb döntési szinten segíthetnek a kockázatkezelési opciókról való döntésben, vagyis adott veszélyhez kapcsolódóan a különböző kockázatkezelési eljárások és stratégiák közötti választást tudja megtámogatni [24]. A magasabb szintű döntéshozatalban az alábbi célokat szolgálhatja:

- allokatív hatékonyság javítása: korlátozott erőforrásokkal a legtöbb nyereséget elérni,
- a sok lehetséges patogén, ill. patogén-élelmiszer páros közül melyek jelentik a legnagyobb kihívást népegészségügyi szempontból, amelyekre több figyelmet kellene fordítani, ill. további elemzéseket igényelnek,
- alapvetően a szervezetek stratégia tervezését segíti, pl. éves tervek kialakítása vagy éves költségvetési igények meghatározása [24].

A költség-hasznossági elemzések alkalmasak élelmiszer-biztonsági intézkedések összehasonlítására

A költség-hasznossági elemzések alkalmasak bármilyen típusú élelmiszer-biztonsági intézkedés, beleértve a különböző kockázatok vagy a többszörös kockázatok elleni intézkedések eredményeinek összesítésére és összehasonlítására, ill. a táplálkozással és élelmiszertechnológiák alkalmazásával összefüggő előnyök vagy kockázatok számszerűsítésére. Pl. kiszámítható, hogy mekkora táplálkozási előnyt veszíthetnek potenciálisan az emberek, ha kevesebb halat esznek a metil-higany elkerülése érdekében; vagy esetlegesen mennyire növeli meg a daganatos betegségek kockázatát, ha az élelmiszerfeldolgozás során klórozott vizet használnak az élelmiszerekben előforduló kórokozók jelentésének minimalizálására [1].

Az előzőekkel ellentétben a költség-haszon elemzés alkalmas lehet élelmiszer-biztonsági és más beruházások, pl. az elhízás leküzdésére irányuló népegészségügyi intézkedések rangsorolására. Ezáltal lehetővé válna a különböző szakpolitikák (egészség, táplálkozás és élelmiszer) egy rendszerbe történő integrálása, az állami erőforrásokat pedig az e területekre történő befektetések által várható egészségügyi haszonnal arányosan lehetne szétosztani [1].

Ezen túlmenően, a módszertan alkalmas annak eldöntésére is, hogy pl. EU-s vagy egyéb közpénzekből érdemes-e élelmiszer-biztonsági rendszert (fejlettebb labort, képzési rendszert, stb.) fejleszteni, ill. ezen intervenciók, beruházások milyen megtérüléssel kecsegtetnek.

A HTA módszertanának az élelmiszer-biztonsági kockázatelemzésben történő alkalmazása egy fejlődő terület. Néhány országban, pl. az Egyesült Királyságban [25], már bevett gyakorlatnak tekinthető a módszertan használata, hazánkban egyelőre kevesen foglalkoztak a témával.

A nemzetközi példák közül érdemes megemlíteni a WHO *Global Burden of Food-borne Diseases* című tanulmányát [26], amely az élelmiszer-eredetű megbetege-

dések globális betegségterhét számolta ki, DALY-ban kifejezve. A tanulmányban 32 élelmiszer-eredetű betegséget vizsgáltak, amelyek 31 élelmiszer-eredetű patogénhez volt köthető, amelyek együttesen 600 millió (95%-os konfidencia intervallum [KI]: 420–960 millió) élelmiszer-eredetű megbetegedést és 420 ezer (95%-os KI: 310–600 ezer) halálesetet eredményeztek 2010-ben [26]. Ezek együttes globális betegségterhe 33 millió (95%-os KI: 25–46 millió) DALY volt, amelynek 40%-a az 5 év alatti gyermekekhez köthető, és földrészenként is nagy eltérések mutatkoztak [26].

Emellett készültek úgynevezett betegség-költség (Cost of Illness, COI) tanulmányok is. BATZ és mtsai (2014) pl. az USA-ban leggyakrabban előforduló 14 élelmiszer-eredetű patogénhez kapcsolódóan számolták ki a betegségek költségeit, ill. QALY-ban fejezték ki a kapcsolódó betegségterheket [27].

Nemzeti és nemzetközi, pl. uniós szinten, költség-hasznossági és költség-haszon elemzések is készültek különböző patogénekhez kapcsolódóan. Az EU szintjén végzett elemzésre jó példa az a tanulmány, amely a vágósertések esetében vizsgálta a *Salmonella* csökkentésére irányuló célkitűzések bevezetéséhez kapcsolódó költségeket és hasznokat [28]. A hazai elemzések közül az egyik egy uniós szintű tanulmány [29] eredményeinek optimalizálását célozta a *Campylobacter* elleni védekezés tekintetében [30], míg egy másik tanulmány a hazai *Salmonella* gyérítési program retrospektív költség-hasznossági elemzését végezte el [31].

Az élelmiszer-biztonsági döntések legfőbb célja az emberek egészségének a védelme, szem előtt tartva az állatok és növények egészségét, ill. a gazdasági érdekeket is [1]. A döntéshozatal során, legyen szó egy adott patogénhez kapcsolódó intézkedésről vagy az élelmiszer-biztonságra szánt erőforrások elosztásáról való döntésről, a fő hangsúly alapvetően a kockázatok nagyságára helyeződik. Ugyanakkor olyan szempontokat is célszerű lenne figyelembe venni, mint pl. a tervezett intézkedések megvalósíthatósága, hatékonysága, a felmerülő költségek, várható népegészségügyi hatások, vagy épp etikai megfontolások. A jelenlegi döntéshozatali eljárás nem alkalmas arra, hogy szisztematikus és objektív módon, egyszerre több szempont szerint értékelje a tervezett eljárásokat [1].

A HTA területén e célra került kialakításra a többkritériumú döntéselemzés (multiple-criteria decision-making, MCDA) eszköze [2], amely a döntéshozatal szempontjából számos releváns szempontot figyelembe vesz, és összekapcsol, meghatározott súlyokat rendelve azokhoz. Az MCDA fontos elemét képezi a teljeskörű gazdasági elemzés eredménye is, de méltányossági, etikai és egyéb szociokulturális szempontok is megjelennek benne. Az egyes elemekhez objektív és átlátható módon súlyokat rendelve, az így hozott döntések transzparenciája és reprodukálhatósága jelentősen javulhat. A jövőben az élelmiszerbiztonsággal kapcsolatos döntéshozatali folyamatokba is célszerű lenne beemelni az MCDA-t [1].

Az itt bemutatott módszertan alkalmazásának vannak kihívásai, mint pl. a módszertanban jártas szakemberek bevonása, az elemzések jelentős adatigénye, az elemzéshez felhasznált paraméterekhez kapcsolódó nagyfokú bizonytalanság vagy épp az egészségnyereség kiszámításával és monetarizálásával kapcsolatos technikai és elméleti nehézségek [1]. A kihívások többségére azonban léteznek megoldások, pl. az adatminőség javítása és a gyűjtött adatok körének bővítése, az elemzésekhez kapcsolódó bizonytalanság pedig érzékenységvizsgálatokkal szintén kezelhető [12], így hosszabb távon a módszertan alkalmazása egyre könnyebbé válna.

KOCKÁZAT-HASZON ELEMZÉSEK

Számos élelmiszer, ill. élelmiszer-összetevő rejt magában kockázatokat (pl. mikrobiológiai, kémiai) és pozitív hatásokat (pl. tápanyagok, mikroelemek) is egyidejűleg. Népegészségügyi szakemberek már rámutattak arra a tényre, hogy az egészségtelen élelmiszereknek és táplálkozásnak betudható egészségvesztés

**Az élelmiszer-
biztonsági döntések
legfőbb célja az
emberek egészségének
a védelme**

*A jelenlegi élelmiszer-
biztonsági célú
kockázatelemzési
gyakorlat az
élelmiszerekben rejlő
kockázatokra koncentrál*

jóval nagyobb, mint ami az élelmiszer-biztonsági kockázatokat hordozó élelmiszerek fogyasztásából származik, ill., hogy egyes élelmiszerek fogyasztása sokkal nagyobb egészségnyereséget eredményez, mint amekkora kockázatokkal jár [32].

A jelenlegi élelmiszer-biztonsági célú kockázatelemzési gyakorlat, ahogy a neve is sejteti, alapvetően az élelmiszerekben rejlő kockázatokra koncentrál. A kockázatbecslés (risk assessment) leginkább a toxikológiával áll kapcsolatban, elvégzését sok esetben törvényi szabályozás írja elő. Hagyományosan azt feltételezi, hogy (gyakran állatokon végzett) kísérleti vizsgálatok alapján meg lehet határozni egy maximális biztonságos dózist, amelyet alapul véve és a megfelelő bizonytalansági tényezők figyelembevételével, az emberi populációk számára is definiálni lehet a „biztonságos” bevitel mértékét [32].

Ezzel szemben a haszonbecslés (benefit assessment) a táplálkozástudományhoz és az epidemiológiához kötődik, egyelőre azonban nincs lehatárolva, milyen vizsgálatok tartoznak a hatáskörébe: egy kockázat csökkenése is haszonnak minősülhet, de az „átlagos egészségi állapot”-hoz képest jobbnak mondható állapot elérése is előnyként definiálható [32]. A táplálkozástudomány alapvetően a megfelelő vagy optimális bevitel meghatározására törekszik.

Ugyanakkor fontos lenne, hogy egy integrált keretrendszerben tudjuk értékelni a kockázatokat és a pozitív hatásokat. Erre a kihívásra kínálhat megoldást a kockázat-haszon elemzés (risk-benefit analysis, RBA, vagy benefit-risk analysis, BRA, a terminológia egyelőre nem egységes, lásd pl. [32, 33]), amely nagyban támaszkodik az élelmiszer-biztonsági célú kockázatelemzés keretrendszerére, de mind a kockázatokat, mind a hasznokat számba veszi és mérlegeli. A kockázat-haszon elemzés lehet kvalitatív és kvantitatív is, utóbbi esetben gyakran az egészségnyereség mérésére a HTA-ból kölcsönzött összetett mérőszámot, QALY-t vagy DALY-t használ.

A KOCKÁZAT-HASZON ELEMZÉS FOLYAMATA

Az EFSA álláspontja szerint a kockázat-haszon elemzésnek tükröznie kell a kockázatelemzés kapcsán elfogadott megközelítést [34–36], vagyis magában kell foglalnia a kockázat-haszon becslést (risk-benefit assessment), kockázat-haszon kezelést (risk-benefit management) és kockázat-haszon kommunikációt (risk-benefit communication), mint részeket [37].

Az EFSA kiadott egy útmutatót is, amelyben az élelmiszerek humánegészségügyi tárgyú kockázat-haszon becsléshez kapcsolódóan szolgál javaslatokkal, ugyanakkor nem foglalkozik a társadalmi, gazdasági és egyéb, pl. költség-hatékonysági megfontolásokkal [38].

Az útmutató a veszély, kockázat, káros egészséghatás és a haszon fogalmak definiálására is kitér. Az első három esetében már bevett definíciók állnak rendelkezésre, lásd pl. [34], a haszon fogalmát tekintve azonban nincs ilyen mértékű egyetértés a szakmai közösségben. A kockázat fogalmát alapul véve, annak analógiájaként a haszon úgy határozható meg, mint az élelmiszerben található jótékony komponens(ek) miatt bekövetkező kedvező és/vagy csökkent káros egészséghatás mértéke és e hatás valószínűségének függvénye [32, 39].

Ezek alapján a kockázat-haszon elemzés úgy definiálható, mint: „Adott anyag expozíciójából várható kockázatok (előfordulástól és súlyosságtól függően) és várható előnyök együttes értékelésének módszere” [40].

Az EFSA ajánlása alapján a kockázat-haszon becslés 2 különálló és független ágból áll: a kockázat és a haszon értékeléséből, amelyek 4–4 lépésből tevődnek össze:

1. a lehetséges veszélyek és kedvező/csökkent káros egészséghatások azonosítása, ha lehetséges, biológiai mechanizmusaiikkal együtt,
2. az azonosított veszélyek és kedvező/csökkent káros egészséghatások jellemzése, beleértve azok súlyosságát, reverzibilitását és dózis-válasz kapcsolatokat,

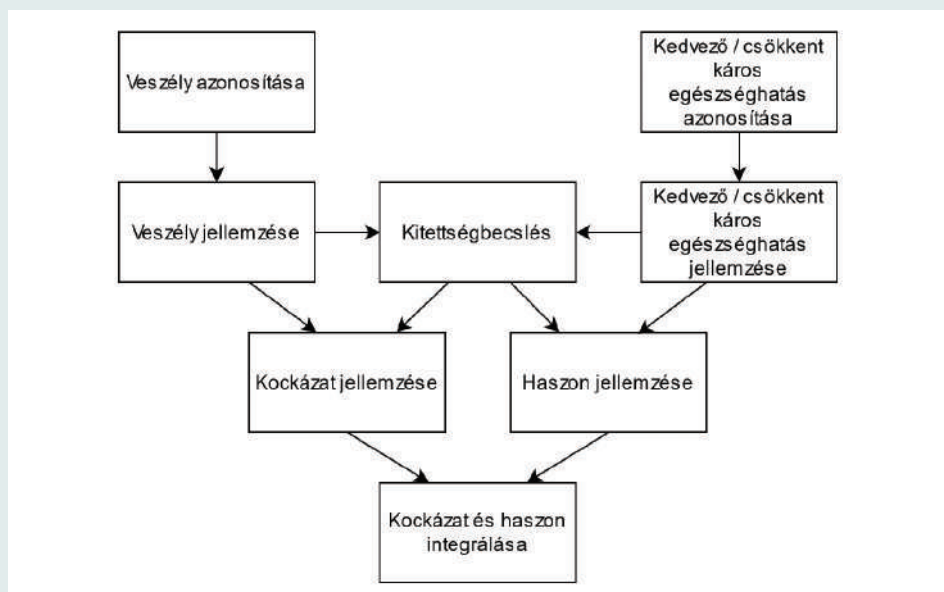
*A kockázat-haszon
elemzés az adott anyag
expozíciójából várható
kockázatok és várható
előnyök együttes
értékelésének módszere*

3. kitétségbecslés mind a kockázatok, mind a kedvező hatások vonatkozásában, minden releváns étrendi és nem-étrendi forrást figyelembe véve (A kitétségbecslés az adott kockázat-haszon elemzés természete alapján történhet külön vagy együttesen, pl. adott népességcsoport vagy étrendi / ételviszesség összetevő szerint. [38]),
4. a kockázat és a haszon jellemzése, vagyis minden egyes azonosított veszély vagy kedvező egészséghatás tekintetében annak a valószínűsége, hogy egy populációban vagy népességcsoportban megjelenik [38].

Végül a kockázatok és hasznok összehasonlítása során meg kell vizsgálni, hogy az expozíció következtében bekövetkező káros egészséghatás vagy ártalom valószínűsége (mind gyakoriságát, mind súlyosságát figyelembe véve) meghaladja-e a hasznok valószínűségét és mértékét [38]. A kockázat-haszon becslés folyamatát és lépéseit az **Ábra** szemlélteti.

ÁBRA. A kockázat-haszon becslés (risk-benefit assessment) folyamata, adaptálva: [32, 38]

FIGURE. The risk-benefit assessment process, adapted from [32, 38]



A kockázat-haszon elemzés elején nagyon fontos a kutatási kérdés megfogalmazása, az elemzés céljának, hatókörének, a releváns alpopulációk, ill. a vizsgálni kívánt scenáriók meghatározása. Az elemzés során általában az adott időben érvényes kitétség vagy fogyasztás szolgál referenciaként, amelyet egy vagy több alternatívával hasonlítanak össze. Az alternatívák a fogyasztásban, kitétségben bekövetkező változás egészségre gyakorolt hatását vizsgálják. Az alternatíva alapjául szolgálhat a kitétségre vonatkozó legrosszabb forgatókönyv (worst-case exposure scenario) vagy az ajánlott bevitel (recommended intake) [41].

A módszertani ajánlások egy többszintű folyamatként határozzák meg a kockázat-haszon elemzést, ahol először a kockázatokat és hasznokat külön értékeli. Amennyiben az adott fogyasztás csak kockázatokkal vagy csak hasznokkal kapcsolható össze, az elemzési folyamat lezárul. Amennyiben kockázatok és hasznok is előfordulhatnak, a következő lépés a kockázatok és hasznok kvalitatív összehasonlítása. Azokban az esetekben, amikor nem egyértelmű, hogy a kockázatok vagy az előnyök dominálnak, a kockázatok és hasznok (szemi-)kvantifikálása és integrálása, a nettó egészséghatás kiszámítása nyújthat választ a kutatási kérdésre [32, 33, 41].

A terület egyelőre gyerekcipőben jár, amely nagyrészt annak tudható be, hogy a kockázat-haszon elemzések rendkívül összetettek, adatigényesek, továbbá multidiszciplináris megközelítést igényelnek, amely magában foglalja a toxikológia, mikrobiológia, táplálkozástudomány, epidemiológia területét is [32, 41].

A kockázat-haszon elemzések rendkívül összetettek, adatigényesek, továbbá multidiszciplináris megközelítést igényelnek

Az eddig elvégzett elemzések leginkább az adatok hiányából fakadóan gyakran nem jutnak el a kvantitatív fázisig, vagyis nem használnak olyan metrikákat, mint az incidencia, mortalitás vagy összetett mérőszámot, mint a QALY vagy a DALY a kockázatok és a hasznok egyidejű kifejezésére. A kvalitatív elemzések során a tápanyagbevitelt és a szennyező anyagoknak való kitettséget az étrendi referenciaértékekkel (dietary reference value, DRV) vagy az egészségi alapú irányértékekkel (health-based guidance value, HBGV) hasonlítják össze, ill. jellemzően annyit állapítanak meg, hogy az egyik forgatókönyv egészséghatását tekintve előnyösebb a másikhoz képest, de nem adnak becslést az egészséghatás nagyságáról [32, 41].

Az elmúlt évtizedben több kezdeményezés is indult, amelyek a kockázat-haszon elemzések módszertanának és keretrendszerének továbbfejlesztésére irányultak, pl. a BRAFO [42], a BENERIS [43] vagy a QALIBRA projektek [44].

Népegészségügyi szempontból nézve az élelmiszer-biztonsági kockázatok minimalizálására törekvő döntéshozatali folyamatok nem feltétlenül eredményezik az optimális népegészségügyi kimenetelt. Ha a hasznok kellően nagyok, akkor némi kockázat elfogadható lehet [32]. Ilyen szempontból a kockázat-haszon elemzések jelentős potenciállal bírnak, amelyek elősegíthetik a tudatos táplálkozási szokások terjedését és pozitív népegészségügyi változásokhoz vezethetnek. Összegezve tehát azt mondhatjuk, hogy a kockázat-haszon elemzések értékes megközelítésként szolgálhatnak a jelenlegi ismeretek és hiányosságok szisztematikus bemutatásához és a lehető legjobb, tudományosan megalapozott választ nyújthatják a táplálkozással kapcsolatos, egyúttal népegészségügyi szempontból is fontos kérdések megválaszolására [32].

A KOCKÁZAT-HASZON ELEMZÉSEK KIHÍVÁSAI

A módszertan adaptálásának számos gátja van, így célszerű azonosítani olyan részterületeket, ahol az elemzések elvégzésének feltételei adottak. Néhány szituáció, amikor indokolt lehet az elemzés elvégzése:

- olyan élelmiszerek vagy összetevők kapcsán, amelyeknél nagy kockázatok és/vagy hasznok jelentkezhetnek,
- amikor hasonló étrendi kitettség kockázatokkal és hasznokkal is járhat,
- ha jelentős változás áll be a fogyasztás mennyiségében,
- táplálkozási ajánlások megfogalmazása vagy újraértékelése kapcsán,
- egy intervenció bevezetése előtt (pl. ivóvíz fluoridálása, élelmiszerek folsavval való dúsítása),
- a kockázatokra és/vagy hasznokra vonatkozó új tudományos eredmények megjelenésekor, amelyek hatással lehetnek korábban elvégzett elemzések eredményeire stb. [37, 38].

A kihívások között kiemelt helyen szerepel az elemzésekhez szükséges adatok rendelkezésre állása, elérhetősége, ill. megfelelő minősége. Minél szélesebb körű, több kockázatot és előnyt figyelembe vevő elemzést kívánunk végezni, annál komplexebbé válik az elemzésünk, ill. az adatigény is jelentősen megnő.

A kockázatok és a hasznok értékelése eltérő logikát követ. Míg a kockázatnak a hiányát kell igazolni, addig a hasznoknak a jelenlétét szükséges garantálni. A kedvező egészséghatások igazolása körül nagyobb a bizonytalanság. Míg a toxikológiában a kockázatok értékelésénél gyakran állatkísérletek eredményeit használják fel és extrapolálják a humán kockázatok meghatározására, az egészségügyi hasznok becsléséhez humán intervenciók vagy megfigyeléses vizsgálatok adataira lenne szükség, amelyek gyakran nem, vagy csak korlátozottan állnak rendelkezésre. A megfigyeléses vizsgálatok esetében interakciók és zavaró tényezők is felléphetnek, az ok-okozati kapcsolatokra utaló bizonyítékok gyengék lehetnek. Míg egyes kockázatok alacsonyabb megalapozottsági szintnél is bekerülhetnek az elemzésbe, hasonló esetben a hasznokat gyakran kizárják, ami szintén torzíthatja

Egyes társadalmi csoportok esetében eltérőek lehetnek a kockázatok és hasznok ugyanazon ételkészlet esetében

az elemzést. Az állatkísérletek során megfigyelt hatások extrapolálása, emberre való átültetése szintén problémákat vehet fel, ill. a dózis-válasz reakciókhoz kapcsolódó bizonytalanságok is nagyok lehetnek [32, 41].

Az egyének közötti különbségek miatt mind az egyének, mind csoportok szintjén eltérőek lehetnek a kockázatok és hasznok, így különösen egyes veszélyeztetett csoportok (gyerekek, terhes nők, idősek) nagyobb kockázatoknak lehetnek kitéve olyan bevétel mellett is, ami a társadalom szintjén vizsgálva az átlag fogyasztó számára előnyösnek tűnik. Ezért nagyon fontos az egyének és csoportok közötti variabilitást is figyelembe venni az elemzések során [41].

Szintén fontos, hogy az elemzéseket a módszertanban kellően jártas szakemberek végezzék el, a döntéshozók pedig nyitottak legyenek a módszertan adaptálására, az elemzéseknek és azok eredményeinek a döntési folyamatba történő beillesztését illetően.

Az eredmények nyilvánossá tétele, a szélesebb szakmai közösséggel való megosztása, ill. a lakosság felé történő kommunikációja is kiemelt jelentőségű. Az elemzések segítségével tovább fokozható a lakosság tudatos táplálkozás iránti elkötelezettsége, lehetővé teszi az élelmiszerekre vonatkozó információk iránti fogyasztói igények kielégítését, ill. a vállalkozások számára is hasznosak lehetnek adott termékek, termékcsoporthoz promótálása tekintetében.

A KOCKÁZAT-HASZON ELEMZÉSEK EGYIK ALKALMAZÁSI TERÜLETE, A HALFOGYASZTÁS

Az eddig elvégzett néhány tucat kockázat-haszon elemzés olyan élelmiszerekhez (hal, szója, teljes kiőrlésű gabona), összetevőkhöz (folsav, fitoszterolok, egyéb mikorelemek) kapcsolódnak, amelyek kockázatok és hasznokat is magukban hordoznak, ill. vizsgáltak még helyettesítési kérdéseket (hozzáadott cukor vs. mesterséges édesítőszer, telített zsírsavak vs. egyszerűen telítetlen zsírsavak (SAFA/MUFA) vagy alternatív élelmiszerfeldolgozási eljárásokat (akrilamid – főzési technikák, benzo(a)pirének – füstölés és grillezés, tej – hőkezelés) értékelnek [32, 33]. Emellett a legtöbb vizsgálat a kockázatok és a hasznok egy részét vette csak számításba, amelynek legfőbb oka jellemzően az átfogóbb elemzések komplexitása és jelentős adatigénye volt [32, 33].

Az eddig elvégzett kockázat-haszon elemzéseknek egy jelentős része a halfogyasztáshoz kapcsolódik. Ezt segíti, hogy a halfogyasztásra vonatkozóan sok adat áll már rendelkezésre az egyes veszélyekről, mint a nehézfémek, dioxinok. Emellett jól ismertek a halfogyasztáshoz kapcsolódó táplálkozás-élettani hatások is, úgymint kiváló minőségű fehérjeforrás, amely az összes aminosavat tartalmazza, omega-3 zsírsav forrás, ill. ásványianyag- és vitamintartalma (pl. vas, jód, fluor, réz, kobalt, kálium, kalcium, A, B és D vitaminok), amelyek révén hozzájárulhat egyes daganatos és autoimmun betegségek, valamint vérrögök kialakulási esélyének csökkentéséhez, ill. többek között hatással lehet az emberi agy magzati és csecsemőkorai fejlődésére, majd működésére [45].

Kutatások azt is kimutatták, hogy összefüggés van a lakosság halfogyasztása és a szív- és érrendszeri betegségben való halálozás aránya között, ill. az adatok alapján az is megállapítható, hogy azokban az országokban, ahol az egy főre jutó éves halfogyasztás eléri a 10–15 kg-ot, jóval kisebb a szív- és érrendszeri betegségben való halálozás aránya [45].

A halfogyasztáshoz kapcsolódó kockázat-haszon elemzések nagy eltéréseket mutatnak többek között a vizsgálat célja, a célpopuláció, a vizsgált összetevők, az elemzésben használt módszertan és mérőszámok szerint is. Sok esetben ezeknél is csupán kvalitatív összevetésre került sor, a kvantitatív kiértékelés elmaradt, vagy csak részben valósult meg, összetett mérőszámok használata nélkül [32, 46]. THOMSEN és mtsai (2021) a hal és a tenger gyümölcseinek fogyasztását vizsgáló kockázat-haszon elemzések felmérő áttekintése során a vizsgálatok módszertana alapján 4 csoportot különböztettek meg:

Az eddig elvégzett kockázat-haszon elemzéseknek egy jelentős része a halfogyasztáshoz kapcsolódik

1. valamilyen egészségi állapot mutatót alkalmazó elemzések (pl. DALY, QALY, mortalitás)
2. küszöbérték megközelítést alkalmazó elemzések (étrendi referenciaértékkel vagy egészségi alapú irányértékkel való összevetés)
3. vegyes módszertant alkalmazó elemzések (az első két megközelítés együttes használata)
4. optimalizációs tanulmányok, amelyek matematikailag optimalizálják a halfogyasztás mennyiségét, amellyel a tápanyagokra vonatkozó ajánlások teljesíthetők, miközben a szennyezőanyagoknak való kitettség sem haladja meg a határértékeket [46].

Az áttekintés alapján a küszöbérték-megközelítést alkalmazó elemzések voltak a leggyakoribbak [46]. Az egészségi állapot mutatóit alkalmazó elemzések közül példaként említhető az a tanulmány, amelyben a fogamzóképes korú nők halfogyasztási szokásainak a gyermekük IQ-jára gyakorolt hatását vizsgálták [47], vagy GUEVEL és mtsai (2008) munkája, amelyben QALY-t használva becsülték meg a megnövelt halfogyasztás hatását [48]. A szerzők szerint a többszörösen telítetlen zsírsavak (n-3 PUFA) megnövekedett bevitelére jótékony hatással lehet a szív- és érrendszerre (szívkoszorúér-betegség mortalitás, stroke mortalitás és morbiditás) és a magzatok idegfejlődésére, ugyanakkor az eredmények azt mutatták, hogy a nagyobb metil-higany szennyezettség miatt a megnövekedett halfogyasztás nem mindenki számára lenne kedvező [48]. Egy dán tanulmányban DALY-t használva becsülték meg a vörös és feldolgozott húsok halfogyasztással való helyettesítésének hatásait. Az eredmények azt mutatják, hogy a helyettesítésnek összességében kedvező hatása van, ha a nagy ragadozó halak (pl. tonhal) fogyasztása kisebb, és az elfogyasztott halak legalább fele zsíros hal [49].

*Az EFSA tudományos
szakvéleménye szerint
a heti 1-4 alkalom
közötti tengerihal-
fogyasztás esetében az
előnyök meghaladják
a kockázatokat*

Az említett elemzések jellemzően a tengeri halakra koncentrálnak, továbbá kedvező eredményre jutottak, vagyis a fogyasztásukból fakadó táplálkozási előnyök általában meghaladják a toxikológiai kockázatokat, legalábbis a teljes lakosság körében, mérsékelt bevitel és kismértékű szennyezőanyag-expozíció esetén [46]. Az EFSA tudományos véleménye szerint pl. a heti 1-4 alkalom közötti halfogyasztás esetében az előnyök meghaladják a kockázatokat mind terhes nők (a gyermekek idegfejlődésének funkcionális eredményei), mind felnőttek (csökkent mortalitás szívkoszorúér-betegedés következtében) esetében [50]. Az érzékeny csoportok, pl. terhes nők vagy gyermekek esetében ugyanakkor az a megállapítás született, hogy nekik előnyben kell részesíteniük az kis szennyezőanyag- és nagy n-3 zsírsavtartalmú halakat [51, 52]. A tanulmányokban azt is hangsúlyozzák, hogy számos tényező befolyásolhatja az eredményeket, amelyek közül az egyik legfontosabb a halfaj [46, 50]. Az édesvízi halfogyasztással járó kockázatok és hasznok integrált értékelése még várat magára.

Az eddig elvégzett kockázat-haszon elemzések az egészséghatásokra koncentráltak, néhány esetben azonban egyéb szempontokat is figyelembe vettek. SEVES és mtsai (2016) különböző halfajok fogyasztását vizsgálták az egészséghatások és fenntarthatósági szempontok alapján, a fenntarthatóságot a (halgazdaságok általi) földhasználat és az üvegházhatású gáz kibocsátás mértéke, az egészséghatást pedig a halfajok halolaj (EPA és DHA) tartalma alapján értékelték [53]. A jövőben törekedni kell rá, hogy az elemzések az egészséghatások mellett olyan szempontokat is figyelembe vegyenek, mint a fenntarthatóság, fogyasztói preferenciák, etikai és társadalmi értékek [41], elősegítve a több kritériumon alapuló döntéshozatalt.

A HAZAI HALFOGYASZTÁSI SZOKÁSOK

Hazánkban az egy főre jutó halfogyasztás, habár évek óta növekvő tendenciát mutat, továbbra is alacsonynak mondható. Míg egy 2018-as uniós felmérés szerint az EU átlag élősúlyban kifejezve 24,4 kg/fő volt, addig a magyar fogyasztási adat csupán

A KSH adatai szerint hazánkban 2018-ban 6,6 kg volt az egy főre jutó hal mennyisége élő súlyban kifejezve

6,1 kg/fő [54]. A KSH adatai szerint 2018-ban 6,6 kg volt az egy főre jutó hal mennyisége élő súlyban kifejezve [55]. A hazai adat nem csak uniós szinten, de a hasonló, tengerrel nem határos, ill. tengeri halászatot nem folytató országokétól is elmarad, hiszen Szlovákiában 9,3 kg/fő, Ausztriában 13,1 kg/fő az éves halfogyasztás [54].

Miután Magyarországon a vezető halálokok között szerepelnek a szív- és érrendszeri megbetegedések, ezért mindenképp ajánlatos lenne a hazai halfogyasztás további növelése, amíg eléri a korábban már említett, egy főre eső 10–15 kg éves mennyiséget [45].

A hazai fogyasztást tekintve az édesvízi fajok közül a ponty a legkedveltebb. A Happy-Fish projekt [56] keretében a pontyfogyasztással kapcsolatban fogyasztói felmérésre is sor került. A vizsgálat eredményei szerint a legtöbben évente 1–2 alkalommal fogyasztanak pontyot, az egy év alatt fogyasztott átlagmennyiség 2,49 kg/fő [57]. Klaszteranalízis segítségével a kutatók képesek voltak több fogyasztói csoportot meghatározni, amelyek jelentősen különböztek egymástól a fogyasztási jellemzőiket (fogyasztási alkalmak száma, alkalmanként fogyasztott mennyiség) tekintve. A legkisebb klaszter azokat foglalta magában, akik az átlaghoz képest jóval gyakrabban és nagyobb mennyiségben fogyasztanak pontyot. Náluk az egy főre jutó éves mennyiség elérte a 26,86 kg-ot [58], vagyis ennél a csoportnál fokozottan jelentkezhetnek a halfogyasztásból eredő mikrobiológiai és kémiai kockázatok, ill. hasznok is.

A HappyFish projekt keretében a pontyokban vizsgálták egyes szennyezők (nehézfémek, peszticidek, patogének) jelenlétét is, és az eredmények alapján a vizsgált pontyok nehézfém-tartalmuk szempontjából megfelelőek voltak, szennyezőanyagokat is csak sporadikusan mutattak ki [57]. A projektből származó adatok alapján végzett kockázatbecslés eredményei szerint, bár DDT-szennyeződés jelen volt a halakban, azt nem találták kockázatosnak a klaszterek teljes érendje szempontjából. A karcinogén kockázat is elhanyagolható volt, ráadásul a pontyfogyasztás még a szélsőséges fogyasztók esetében sem járult hozzá jelentősen a kockázati szinthez [58].

A projekt keretében vizsgált halak mikrobiológiai szempontból sem bizonyultak kockázatosnak. A humán-egészségügyi szempontból kiemelkedő jelentőségű *P. aeruginosa* mindössze két esetben volt kimutatható elenyésző (10^1 CFU/ml) sejt-számban, míg *Acinetobacter baumannii* nem volt azonosítható [57]. Ugyanakkor a projekt keretében viszonylag kevés mintát vizsgáltak (6 tó, 2×15 ponty) [59], így egy átfogóbb, nagyobb elemszámú vizsgálat módosíthatja ezeket az eredményeket.

Felmerül a kérdés, hogy mutatkozik-e különbség a tengeri és az édesvízi halak között a várható pozitív élettani hatások tekintetében. A tengeri halfajok egyik legfőbb előnye kedvező zsírsav tartalmukban (nagy omega-3-zsírsavarány/tartalom) rejlik [60], amivel kevés édesvízi halfaj – pl. a pisztráng – tud versenyezni [61, 62], ugyanakkor az édesvízi halak esetében bizonyos kockázatok is kisebbek lehetnek, pl. a nehézfém szennyezettségük.

A hazai halfogyasztás ösztönzésére több kampány is indult az elmúlt években, így a „Halpéntek” és a „Kaj rá!” elnevezésű programok, amelyek különböző elemek, úgymint kóstoltatás, halgasztronómiával kapcsolatos ismeretek, receptgyűjtemények, halkészítési praktikák és egyéb tájékoztató anyagok révén igyekeztek elérni céljukat. Bár az emberek többségének valószínűleg van arról ismerete, hogy a halfogyasztás kedvező élettani hatásokkal bír, ilyen jellegű információk kommunikálása is elősegítheti a hazai egy főre jutó halfogyasztás további emelkedését a jövőben. Erre kiválóan alkalmas lehet a kockázat-haszon elemzés módszertana, amely akár számszerűen is képes lehet megjeleníteni a megnövekedett halfogyasztásból fakadó pozitív egészséghatásokat.

Egy ilyen elemzés elkészítésekor a vizsgálat célját fontos minél pontosabban meghatározni, majd a szakirodalom áttekintése után a relevánsnak ítélt kockázatok és hasznok vonatkozásában az édesvízi halakra vonatkozóan adatokat kell gyűjteni. Ezek az adatok részben már most is rendelkezésre állnak. A Nemzeti

Egy felmérés alapján a hazai pontyok nehézfém-, peszticid- és kórokozó-szennyezettsége sem volt kockázatos mértékű

Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) által támogatott HappyFish projekt keretében sor került egyes szennyezők, ill. beltartalmi paraméterek pontyokban való vizsgálatára. A lakosság halfogyasztási szokásaira vonatkozó adatok is elérhetők, pl. a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) által, az EFSA-val együttműködésben megvalósult EU MENU felmérés adatai, vagy a pontyfogyasztáshoz kapcsolódóan a már említett HappyFish projekt eredményei. Ezek az adatok alapul szolgálhatnak egy kockázat-haszon elemzéshez, ugyanakkor az elemzés tervezett hatókörétől (halfajok, kockázatok, hasznok) függően szükséges lehet további adatokat is gyűjteni, amelyet egy újabb projekt keretében lenne célszerű elvégezni. Az elemzés multidiszciplináris csapat felállítását követeli meg, amelyben az epidemiológiában, mikrobiológiában, táplálkozástudományban, ill. az adatelemzésben és a HTA-módszertanban jártas szakemberekre is szükség van.

KÖVETKEZTETÉSEK

A HTA módszertanának az élelmiszer-biztonsági célú kockázatelemzésbe történő beillesztése, a bemutatott elemzéstípusok alkalmazása nagyban hozzájárulhat az élelmiszer-biztonsági döntéshozatal minőségének javulásához, azáltal, hogy azok átláthatóvá és tudományosan megalapozottá válnak. A HTA-módszertan alkalmazásával hosszabb távon lehetővé válna az élelmiszer-biztonsági és táplálkozástudományi politikák közös rendszerben történő kezelése és akár az egészségügygel, egészségpolitikával történő szorosabb integrálása is [1].

Ennek megvalósulásához elengedhetetlen az élelmiszer-biztonsági szakmai közösség - beleértve a kockázatbecslőket és kockázatkezelőket is - támogatása és elköteleződése. E módszerek alkalmazásához mind a HTA, mind a kockázat-haszon elemzés módszertanát ismerő szakemberekre van szükség, akik multidiszciplináris megközelítésben, egymással együttműködve dolgozhatnak a módszertani és egyéb kihívások megoldásán és a módszerek hazai gyakorlatba történő beillesztésén. A képzés gyakorlati részeként első lépésben érdemes lehet a népegészségügyi szempontból legnagyobb kihívást jelentő patogénekre, patogén-élelmiszer párokra vonatkozó költség-hasznossági vagy költség-haszon elemzéseket elvégezni, ill. a többkritériumú döntéshozatal módszertanát meghonosítani [1].

Mindemellett egy pilot projekt keretében meg lehetne kezdeni a hazai kockázat-haszon elemzési kompetenciák fejlesztését is. Ehhez egy olyan élelmiszert vagy élelmiszercsoportot javasolt választani, amellyel kapcsolatban már rendelkezésre állnak mind szakirodalmi, mind hazai fogyasztási adatok, így viszonylag kisebb mértékű további adatgyűjtést követően az elemzés elvégezhető. A halfogyasztás mindkét feltételnek eleget tesz. Az édesvízi halfogyasztással kapcsolatos kockázat-haszon elemzés elvégzése kiváló lehetőséget nyújthat a hazai haltermelők számára, hiszen az elemzés eredményeit felhasználva népszerűsíthetik termékeiket. Az eredmények a döntéshozók számára is értékkel bírnának, hozzájárulhatnak a hazai halfogyasztás növekedést célzó kormányzati kezdeményezések tervezéséhez, megvalósulásához és sikeréhez, hosszabb távon pedig a lakosság népegészségügyi helyzetének javulásához, pl. a szív- és érrendszeri betegségbe szenvedők számának és az ezen betegségek miatt bekövetkező halálozások csökkenése révén.

Az édesvízi halfogyasztással kapcsolatos kockázat-haszon elemzés elvégzése kiváló lehetőséget nyújthat a hazai haltermelők számára

IRODALOM

1. Pitter JG, Józwiak Á, Martos É, Kaló Z, Vokó Z (2015) Next steps to evidence-based food safety risk analysis: opportunities for health technology assessment methodology implementation. *Stud Agr Econ* 117:155–161

2. Thokala P, Devlin N, Marsh K, Baltussen R, Boysen M, Kalo Z, Longrenn T, Mussen F, Peacock S, Ijzerman M (2016) Mul-

tiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making—An Introduction: Report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. *Value Health* 19:1–13

3. World Health Organization Study Group on Diet, Nutrition and Prevention of Noncommunicable Diseases & World Health Organization (1990) Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report

- of a WHO Study Group, Technical Report Series 797, World Health Organization, Geneva, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39426> Accessed 26 May 2021
4. Raats M, de Groot LCPGM, van Staveren WA (eds) (2016) Food for the ageing population. Woodhead Publishing; CRC Press, Cambridge, England: Boca Raton, FL
 5. World Health Organization (2013) Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases: 2013–2020. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/94384> Accessed 26 May 2021
 6. Törőcsik M (2007) A tudatos fogyasztást és az egészséget preferáló új fogyasztói trendcsoport a LOHAS csoport megjelenése Magyarországon. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing* 4:41–45 <https://journal.ke.hu/index.php/etm/article/view/44> Accessed 26 May 2021
 7. Dudás K (2011) A tudatos fogyasztói magatartás dimenziói. *Vezetud XLII*:47–55 <https://docplayer.hu/45191731-Dimenziok-a-tudatos-fogyasztoi-magatartas.html> Accessed 26 May 2021
 8. Kozák Á (2017) A lakosság egészségtudatosság szerinti szegmensei. In: Antal E, Bánáti D, Rurik I, Pilling R, Novák K (eds.) A magyar lakosság életmódja: táplálkozás, testmozgás és lélek. Fehér könyv a TÉT Platform Egyesület kutatásainak adatai alapján. TÉT Platform Egyesület, Budapest, pp 38–41 http://tetplatform.hu/wp-content/uploads/2019/03/TET_Platform_Feher_konyv_vegleges.pdf Accessed 26 May 2021
 9. Szakos D, Ózsvári L, Kasza G (2021) Mitől lesz „egészséges” az élelmiszer? – különböző korcsoportú fogyasztók véleményének elemzése funkcionális termékpálya tervezéshez. *Magy Állatorvosok Lapja* 143:439–447
 10. Bennekou SH (2019) Moving towards a holistic approach for human health risk assessment – Is the current approach fit for purpose? *EFSA J* 17(S1):e170711 doi: 10.2903/j.efsa.2019.e170711
 11. Kaló Z, Inotai A, Nagyjánosi L (eds.) (2009) Egészség-gazdaságtani fogalomtár I. Egészségügyi technológiák gazdasági elemzése, Professional Publishing Hungary Kft, Medical Tribune Divízió, Budapest
 12. Inotai A, Kaló Z, Mészáros Á (2009) Egészség-gazdaságtani modellek szerepe a döntéshozatal előkészítésében. *Acta Pharm Hung* 79:63–69
 13. Brandtmüller Á, Kárpáti K, Májor I, Boncz I, Dózsa C, Pékli M, Gulácsi L (2006) Költséghatékonysági küszöbérték az egészségügyi technológiák finanszírozási döntéseiben, *Egészségügyi Gazdasági Szemle* 44:18–24
 14. Nagy B, Nagyjánosi L, Nagyistók S, Józwiak-Hagymásy J, Merész G, Papp E, Deseffy Z, Jermendy G, Winkler G, Kaló Z, Vokó Z (2012) A cukorbetegség szűrési, kezelési és gondozási stratégiáit vizsgáló egészség-gazdaságtani modell. *Diabetologia Hungarica* 20: 245–255
 15. Emberi Erőforrások Minisztériuma (2017) Az Emberi Erőforrások Minisztériuma szakmai irányelve az egészségügyi technológia értékelés módszertanáról és ennek keretében költséghatékonysági elemzések készítéséről, *Egészségügyi Közlöny LXVI*:821–842 https://www.hbcs.hu/uploads/jogszabaly/2481/fajlok/egeszsegugyi_technologia_ertekeles.pdf Accessed 26 May 2021
 16. Pulay G (2014) Bevezetés az egészségügy gazdaságtanba. Semmelweis Egyetem, Budapest, https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0015_bevetesz_az_egeszsegugy_gazdasagtanba/adatok.html Accessed 26 May 2021
 17. Stevens A, Milne R, Burls A (2003) Health technology assessment: history and demand. *J Public Health* 25:98–101
 18. Velasco-Garrido M, Busse R (2005) Health technology assessment – An introduction of objectives, role of evidence, and structure in Europe. *European Observatory on Health Systems and Policies*. http://www.euro.who.int/..._data/assets/pdf_file/0018/90432/E87866.pdf Accessed 26 May 2021
 19. O'Rourke B, Oortwijn W, Schuller T, the International Joint Task Group (2020) The new definition of health technology assessment: A milestone in international collaboration. *Int J Technol Assess Health Care* 36:187–190
 20. Drummond MF, O'Brien BJ, Torrance GW, Stoddart GL (1997) Methods for the economic evaluation of health care programmes, 2nd ed. Oxford University Press, Oxford, New York
 21. Bodrogi J, Kaló Z (2010) Principles of pharmacoeconomics and their impact on strategic imperatives of pharmaceutical research and development: Principles of pharmacoeconomics. *Brit J Pharmacol* 159:1367–1373
 22. Gold MR, Stevenson D, Fryback DG (2002) HALYs and QALYs and DALYs, Oh My: Similarities and Differences in Summary Measures of Population Health. *Annu Rev Public Health* 23:115–134
 23. Hutubessy R, Chisholm D, Edejer T (2003) Generalized cost-effectiveness analysis for national-level priority-setting in the health sector. *Cost Eff Resour Alloc* 1:8
 24. Batz MB, Hoffmann SA, Krupnick AJ (2005) Prioritizing Opportunities to Reduce the Risk of Foodborne Illness. A Conceptual Framework. RFF Discussion Paper FSRC-DP-03. Washington DC: Food Safety Research Consortium. https://www.card.iastate.edu/food_safety/papers/FSRC_Conceptual_Framework_final.pdf Accessed 26 May 2021
 25. Irz X (2008) The cost-benefit analysis of food safety policies: is it useful? *Innovat Eur J Soc Sci Res* 21:159–164
 26. World Health Organization (2015) WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group 2007–2015. World Health Organization, Geneva, Switzerland, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/199350> Accessed 26 May 2021
 27. Batz M, Hoffmann S, Morris JG (2014) Disease-Outcome Trees, EQ-5D Scores, and Estimated Annual Losses of Quality-Adjusted Life Years (QALYs) for 14 Foodborne Pathogens in the United States. *Foodborne Pathog Dis* 11:395–402
 28. Oddgeirsson OS, Rushton J, Crilly T, Dewar D, Cook A (2010) Analysis of the costs and benefits of setting a target for the reduction of Salmonella in slaughter pigs, Report for EUROPEAN COMMISSION Health and Consumers Directorate-General, SANCO/2008/E2/036, June 2010. doi: 10.13140/RG.2.2.26227.17441
 29. Elliott J, Lee D, Erbilgic A, Jarvis A (2012) Analysis of the costs and benefits of setting certain control measures for reduction of Campylobacter in broiler meat at different stages of the food chain. Final report. ICF GHK in association with ADAS: London, UK. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety_food-borne-disease_campy_cost-bene-analy.pdf Accessed 26 May 2021
 30. Pitter JG, Vokó Z, Józwiak Á, Berkics A (2018) Campylobacter control measures in indoor broiler chicken: critical re-assessment of cost-utility and putative barriers to implementation. *Epidemiol Infect* 146:1433–1444
 31. Ország E, Pitter JG, Kaló Z, Vokó Z, Józwiak Á (2021) Retrospective cost-utility analysis of the Non-typhoidal Salmonella control programme in Hungary. *Food Control* 120:107529
 32. Tjihuis MJ, de Jong N, Pohjola MV, Gunnlaugsdóttir H, Hendriksen M, Hoekstra J, Holm F, Kalogeris N, Leino O, van Leeuwen FXR, Luteijn JM, Magnússon SH, Odekerken G, Rempelberg C, Tuomisto JT, Ueland Ö, White BC, Verhagen H (2012) State of the art in benefit-risk analysis: Food and nutrition. *Food Chem Toxicol* 50:5–25
 33. Boobis A, Chiodini A, Hoekstra J, Lagiou P, Przyrembel H, Schaller J, Schütte K, Verhagen H, Watzl B (2013) Critical appraisal of

- the assessment of benefits and risks for foods, 'BRAFO Consensus Working Group.' *Food Chem Toxicol* 55:659–675
34. International Programme on Chemical Safety (2004) Harmonization Project Document No.1 - IPCS risk assessment terminology. WHO, Geneva, <http://www.inchem.org/documents/harmproj/harmproj/harmproj1.pdf> Accessed 26 May 2021
35. Codex Alimentarius Commission (2005) Procedural manual, 15th edn. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/3/a0247e/a0247e00.htm> Accessed 26 May 2021
36. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Programme on Chemical Safety (2006) A model for establishing upper levels of intake for nutrients and related substances: report of a joint FAO/WHO Technical Workshop on Nutrient Risk Assessment: WHO headquarters, Geneva, Switzerland, 2-6 May 2005. World Health Organization: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Geneva <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43451> Accessed 26 May 2021
37. European Food Safety Authority (2007) The EFSA's 6th Scientific Colloquium Report - Risk-benefit analysis of foods: methods and approaches. EFSA support publ 4:157
38. European Food Safety Authority Scientific Committee (2010) Guidance on human health risk-benefit assessment of foods. EFSA J 8:1673
39. Nauta MJ, Jakobsen LS, Persson M, Thomsen ST (2020) Risk-Benefit Assessment of foods. In: Perez-Rodriguez F (ed) *Risk Assessment Methods for Biological and Chemical Hazards in Food*, 1st ed. CRC Press, pp 79–116
40. European Food Safety Authority (2021) Glossary <https://www.efsa.europa.eu/en/glossary-taxonomy-terms>. Accessed 26 May 2021
41. Pires SM, Boué G, Boobis A, Eneroth H, Hoekstra J, Membré J-M, Persson IM, Poulsen M, Ruzante J, van Klaveren J, Thomsen ST, Nauta MJ (2019) Risk Benefit Assessment of foods: Key findings from an international workshop. *Food Res Int* 116:859–869
42. International Life Sciences Institute Europe (2021) Risk-Benefit Analysis of Foods. <https://ilsi.eu/eu-projects/past-projects/brafo/>. Accessed 26 May 2021
43. European Commission (2013) Benefit-risk assessment for food: an iterative value-of-information approach. <https://cordis.europa.eu/project/id/22936>. Accessed 26 May 2021
44. European Commission (2013) Quality of Life - Integrated Benefit and Risk Analysis Web-based Tool for Assessing Food Safety and Health Benefits. <https://cordis.europa.eu/project/id/22957>. Accessed 26 May 2021
45. Ivancsóné Horváth Z, Kőmíves C (2018) A hal a magyarok táplálkozásában: múlt, jelen, jövő. *Halászat-Tudomány* 4:20–26
46. Thomsen ST, Assunção R, Afonso C, Boué G, Cardoso C, Cubadda F, Garre A, Kruisselbrink JW, Mantovani A, Pitter JG, Poulsen M, Verhagen H, Ververis E, Voet H van der, Watzl B, Pires SM (2021) Human health risk-benefit assessment of fish and other seafood: a scoping review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1–22 doi 10.1080/10408398.2021.1915240
47. Chen MYY, Wong WWK, Chung SWC, Tran CH, Chan BTP, Ho YY, Xiao Y (2014) Quantitative risk-benefit analysis of fish consumption for women of child-bearing age in Hong Kong. *Food Addit Contam Part A* 31:48–53
48. Guevel M-R, Sirot V, Volatier J-L, Leblanc J-C (2008) A Risk-Benefit Analysis of French High Fish Consumption: A QALY Approach. *Risk Anal* 28:37–48
49. Thomsen ST, Pires SM, Devleeschauwer B, Poulsen M, Fagt S, Ygil KH, Andersen R (2018) Investigating the risk-benefit balance of substituting red and processed meat with fish in a Danish diet. *Food Chem Toxicol* 120:50–63
50. European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA Panel) (2014) Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury. *EFSA J* 12:3761
51. Hellberg RS, DeWitt CAM, Morrissey MT (2012) Risk-Benefit Analysis of Seafood Consumption: A Review. *Comp Rev Food Sci F* 11:490–517
52. European Food Safety Authority (2015) Statement on the benefits of fish/seafood consumption compared to the risks of methylmercury in fish/seafood. *EFSA J* 13:3982
53. Seves SM, Temme EHM, Brosens MCC, Zijp MC, Hoekstra J, Hollander A (2016) Sustainability aspects and nutritional composition of fish: evaluation of wild and cultivated fish species consumed in the Netherlands. *Clim Change* 135:597–610
54. European Commission. Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries. (2020) The EU fish market: 2020 edition. Publications Office, LU, <https://data.europa.eu/doi/10.2771/664425> Accessed 26 May 2021
55. Központi Statisztikai Hivatal (2021) 4.1.28. A rendelkezésre álló élelmiszer és tápanyag egy főre jutó mennyisége. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qpt011b.html. Accessed 26 May 2021
56. HappyFish (2021) HappyFish projekt <https://happyfishhungary.hu/>. Accessed 26 May 2021
57. Urbányi B, Kriszt B, Szoboszlai S, Kaszab E, Háhn J, Bernáth G, Csenki-Bakos Z, Czimmerer Z, Bock I, Jónás G, Friedrich L, Kasza G, Csenki E, Izsó T, Palotás P, Rákóczi K, Nyíró-Fekete B, Micsinai A, Zanathy L (2020) Boldog Halak és Boldog Fogyasztók? - Avagy a Happyfish Projekt Összefoglaló Eredményei. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 69:345–363
58. Kasza G, Izsó T, Csenki EZ, Micsinai A, Nyíró-Fekete B, Urbányi B, Alpár B (2020) Assessment of Dietary Exposure and Risk of DDT Concerning Freshwater Fish Aquaculture. *Appl Sci* 10:9083
59. Micsinai A (2019) A Happy Fish projekt élelmiszer-biztonsági eredményei <https://happyfishhungary.hu/letoltheto-dokumentumok> Accessed 26 May 2021
60. Özogul Y, Özogul F, Çiçek E, Polat A, Kuley E (2009) Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *Int J Food Sci Nutr* 60:464–475
61. Łuczyńska J, Paszczyk B, Łuczyński MJ (2014) Fatty acid profiles in marine and freshwater fish from fish markets in northeastern Poland. *Arch Pol Fish* 22:181–188
62. Steffens W, Wirth M (2004) Freshwater fish - An important source of n-3 polyunsaturated fatty acids: A review. *Arch Pol Fish* 13:5–16

Közlésre érck.: 2021. ápr. 1.



HERMAN OTTÓ INTÉZET

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





Hirdetési
felületek már
60 000 Ft-tól

Többszöri megjelenés esetén
további engedményeket
biztosítunk

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

Most kedvező áron tesszük közzé hirdetését!

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



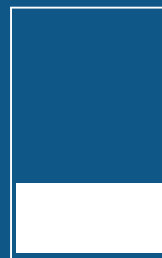
1/1 tükör
méret



1/1 kifutó
tükör



1/2
méret



1/3
méret



1/4
méret



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