

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

2022. 71. 2

Alapítás éve: 1952

ÁLLATTENYÉSZTÉS – TARTÁS – TAKARMÁNYOZÁS



› Tőgyegészségügyi vizsgálatok többször ellett holstein-fríz teheneiben

› Az elektromiográfia alkalmazása a tenyészkocák szaporodásbiológiai vizsgálatában

› Magyarországi szalmonella nemzeti ellenőrzési programok

› A megvilágítás és a takarmányozás szerepe a harcsa intenzív lárvanevelése során

› Aberdeen angus és murray grey üszők ivarérese

TARTALOM - CONTENTS

Horn Péter, az MTA rendes tagja, Széchenyi-díjas agrármérnök 80 éves 65

Sramek Ágnes – Póti Péter – Bodnár Ákos – Bárdos László – Szokolci Dóra Lúcia – Pajor Ferenc: Tőgyegészségügyi vizsgálatok többször ellett tehenekben és a megszerzett maternális immunitás monitorozása egy hazai holstein-fríz szarvasmarha tenyészetben (Udder health examinations in multiparous cows and monitoring of acquired maternal immunity in a hungarian holstein-friesian cattle farm)..... 68

Balogh-Bakos Nóra – Pálfyné Vass Nóra: A magyarországi szalmonella nemzeti ellenőrzési programok áttekintése és eredményeik (Overview and results of hungarian national salmonella control programmes) 77

Roszkos Róbert: Az elektromiográfia fejlődése és alkalmazásának lehetőségei a tenyészkocák szaporodásbiológiai folyamatainak vizsgálatában (szemleciikk) (The evolution of electromyography and the possibilities of its use in the reproduction biological processes of sows (review)) 88

*Kertész Attila – Bereczky Gábor – Bársony Péter – Fehér Milán: A megvilágítás és a takarmányozás szerepének vizsgálata a harcsa (*Silurus glanis*) intenzív lárvanevelése során (Investigation of the role of illumination and feeding in the larviculture of european catfish (*Silurus glanis*) under controlled conditions)..... 105*

Steffler József – Mihalecz András – Horn Péter – Szabari Miklós – Bakos Gábor – Balogh Nándor – Póth-Szebenyi Bettina: Aberdeen angus és murray grey üszők ivarérese (Investigation of the sexual maturation of aberdeen angus and murray grey heifers)..... 115

2021-ben sikeresen megvédett PhD disszertációk összefoglalói - Summaries of PhD dissertations in the year of 2021 123

Címlap kép (Frontpage photograph)

Murray grey gulya a legelőn (Fotó: Andrassy Zoltán)

Murray grey herd on the pasture (Photo: Zoltán Andrassy)

HORN PÉTER, AZ MTA RENDES TAGJA, SZÉCHENYI-DÍJAS AGRÁRMÉRNÖK 80 ÉVES

Horn Péter a magyar állattenyésztés-tudomány nemzetközileg ismert és elismert művelője, az alkalmazott állatgenetika tudós kutatója, a hazai agrár-felsőoktatás iskolateremtő és a tudományos közélet kiemelkedő személyisége, Dr. Dr. mpx. h.c., örökös Rektor és Professor Emeritus, Eötvös-, Széchenyi-, Pázmány Péter, Derzsy-, Hazám- és Prima Primissima Díjas akadémikus, a Wellmann Oszkár, a Wilhelm Kirchner, a Bugát Pál és a Máriás Antal Emlékérem, valamint a Baromfitenyésztők Tudományos Világszövetségének *International Poultry Hall of Fame* kitüntetettje, Kaposvár város Díszpolgára, a Kaposvári Egyetemért Életműdíj birtokosa, akit 80. születésnapja alkalmából szívből köszöntünk.

1942. január 13-án született Budapesten. A Gödöllői Agrártudományi Egyetemen 1965-ben mezőgazdasági mérnöki diplomát, 1971-ben mezőgazdasági tudományok kandidátusa, 1981-ben mezőgazdasági tudományok doktora címet szerzett. 1985-től a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1993-tól rendes tagja.

Munkásságának jelentős része Kaposvárhoz kötődik, ahol meghatározó szerepe volt a Mezőgazdasági Főiskola egyetemmé válásában. 1972-ben alapítója és első vezetője a Baromfi és Kisállattenyésztési Tanszéknek, és igazgatója a Baromfi és Kisállattenyésztési Karnak. 1984-ben a főiskola főigazgatójává nevezték ki. A Pannon Agrártudományi Egyetem első rektora, aki három ciklusban töltötte be ezt a tisztséget (1988-1993, 1996-1999). Ugyancsak alapító rektora a Kaposvári Egyetemnek, amit 2000-től 2006-ig vezetett, amikor örökös rektor emeritusnak választották. Ezt a címet az új Szent István Egyetem, majd a jogutód Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szenátusa is megerősítette. 2021. február 1-től a MATE Alapítvány kuratóriumának tagja.

Szinte minden gazdasági állatfaj tenyésztésében maradandót alkotott. Kiemelkedő eredményeket ért el a hal, a baromfi, a sertés és a gímszarvas fajban. Trópusi halakban több új génmutáció öröklődését írta le. Baromfi fajokban feltárta és számszerűsítette a heterózishatás komponenseit. Nemzetközi fajtaösszehasonlító vizsgálatokat indított el és végzett több évtizeden keresztül tojó- és húshibridekkel, pulyka, gyöngytyúk, hús- és postagalambbal. Ezek során, a világon először a különböző genotípusokat eltérő tartási rendszerekben és eltérő takarmányozási színvonalon, több tényezős kísérletsorozat keretében hasonlították össze, melynek köszönhető, hogy 1973-2007 között e programokban a világ számos tenyésztővállalata vett részt Európából, az USA-ból, Kanadából és Dél-Afrikából. A genotípus és a környezet számos kölcsönhatását nemcsak baromfiban, hanem sertésben is



vizsgálta, amivel jelentősen elősegítette a termelési rendszerek és a technológiák fejlesztését. Nagyhatású gének pleiotrop hatását és az egyes tulajdonságok közötti genetikai korrelációkat tisztázta galambban.

Nevéhez és szabadalmához kötődik a digitális képalkotó diagnosztikai rendszerek (CT és MRI) multidiszciplináris központjának kaposvári létrehozása 1990-ben, világbanki beruházási program keretében. E központban nemzetközileg széles körben elismert állattenyésztési és orvostudományi célú kutatások és szolgáltatások lehetősége teremtődött meg, ahol állattudományi területen 23-an, orvostudományi területen 17-en, fizikai tudományokban 3-an szereztek PhD fokozatot. Megalapozója volt a kontinentális Európa és így az első hazai legelőre alapozott, zártkerti gímszarvas-tenyésztési programnak, de közreműködött a szarvasgenom meghatározásában is.

Vezető- vagy társnemesítője volt több államilag elismert állatfajtának: G 72 brojlercsirke, KA-HYB hibridsertés, Kolos húsliba, Kolos májlúd, Pannon fehér húsnyúl, Pannon texán húsgalamb, Szapora merinó juh, Pannon húsjuh. A juhfajták kivételével a többi állatfajta nagyon jelentős szerepet töltött be az adott időszakban, 30-40%-át kiteve az országos állományoknak.

Szakértőként dolgozott Indiában, Finnországban, az Amerikai Egyesült Államokban, Új-Zélandon és az Élelmezésügyi Világszervezetnél, de vendégprofesszor volt a Purdue és a Californiai Egyetemen.

Tagja volt az Archiv für Tierzucht, a World's Poultry Science Journal, a Journal of Animal Breeding and Genetics, a Livestock Science, a Stocarstvo, és az Outlook on Agriculture tudományos folyóiratok szerkesztőbizottságának.

1976 és 2019 között A Baromfitenyésztők Tudományos Világszövetségének (WPSA) vezetőségi tagja és a Magyar Szekció elnöke, de választott elnöke volt az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága Baromfiipari Szabványügyi Bizottságának, tagja az Alkalmazott Állatgenetikai Világkongresszusokat Előkészítő Bizottságnak, valamint a Szarvastenyésztési Világkongresszusokat Előkészítő Bizottságnak is.

2001 és 2008 között az MTA Agrártudományi Osztályának elnöke, és így az MTA elnökségének tagja. 2008-ban a PAB alelnökévé választották. 1990 és 2000 között a MAE elnöke, 2000-ben megválasztották a Magyar Állattenyésztők Szövetsége társelnökének. A Magyar Nagyvadtenyésztők Egyesülete, a Magyar Juhtenyésztők és Kecsketenyésztők Szövetségének elnöke 2008 óta, de 2015 óta elnöke a Murray Grey Tenyésztő Egyesületnek is.

Közeleti tevékenysége közül kiemelendő, hogy 1990-1994 között az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság Tanácsa tagja volt. 1985-ben lett országgyűlési képviselő, ahol 1986-1990 között a Kulturális Bizottság elnöke és az Interparlamentáris Unió Magyar Tagozatának alelnöke volt. A miniszterelnök 1993-1995 között az Állami Vagyonkezelő Rt. igazgatótanácsa tagjává nevezte ki. 1998-2002 között az Agrárgazdasági Tanács választott elnöke, 2003-2010 között a Kossuth- és Széchenyi-díj Bizottság tagja volt.

Vezetésével 23 magyar és külföldi hallgató nyert tudományos fokozatot baromfi-, sertés-, gímszarvas- és juhtenyésztés témakörben. Közleményeinek száma közel ezer, melyekre mintegy háromezer hivatkozást jegyeznek.

Magyar nyelvű szakkönyvei és tankönyvei közül kiemelendő a Tyúktenyésztés, a Baromfitenyésztők kézikönyve, a Galambtenyésztők kézikönyve, és az Állattenyésztés I-III., az idegen nyelvűek közül pedig a Livestock Production in Europe,

a Handbuch Schweine, valamint a Cross-Sectional CT and MR Anatomy Atlas of Red Deer. Közülük öt kapott nívódíjat. Az Akvarisztika, Gyakorlati díshaltenyésztés című könyve igazi szakmai bestseller, ami 15 kiadást ért meg idehaza és külföldön.

Az állattenyésztők népes tábora és minden tisztelője nevében őszintén kívánjuk, hogy töretlen elhivatottsággal és az alkotás örömeivel – amíg abban kedvét leli – folytassa tovább, és ehhez kívánunk jó erőt, egészséget, és a rá jellemző töretlen optimizmust és jókedvet.

Dr. Sütő Zoltán
professzor emeritus

TŐGYEGÉSZSÉGÜGYI VIZSGÁLATOK TÖBBSZÖR ELLETT TEHENEK BEN ÉS A MEGSZERZETT MATERNÁLIS IMMUNITÁS MONITOROZÁSA EGY HAZAI HOLSTEIN-FRÍZ SZARVASMARHA TENYÉSZETBEN

SRAMEK ÁGNES – PÓTI PÉTER – BODNÁR ÁKOS – BÁRDOS LÁSZLÓ – SZAKOLCZI
DÓRA LÚCIA – PAJOR FERENC

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a tehenek tőgyegészségügyi állapotát értékelték apasztáskor és ellés után, valamint a fiatal borjak vérszérumból becsült immunitásának és a borjúkori kezelések közötti összefüggéseket vizsgálták. A vizsgálat az első részében véletlenszerűen kiválasztott különböző laktációs számú tehenek vettek (n=81) részt, melyek nem mutattak tőgygyulladásra utaló jeleket. Aseptikus módon gyűjtöttek tejmintákat két alkalommal, a szárazra állítás során, ill. az az ellés után, tőgypatogén baktériumok meghatározása végett. A vizsgálat második részében vérminták gyűjtése történt a kiválasztott tehenek borjaitól (átlagos életkor 7 nap), valamint a vérszérumból a borjak immunoglobulin tartalmát becsülték refraktométer segítségével. A vizsgált tehenek esetében, a szárazonállási protokollnak nagy jelentősége van, ezzel csökkenthető a tőgypatogén kórokozók előfordulása, mely fontos a borjak szempontjából is. A megfelelő szérum Brix (8,4%) értékkel csak a borjak fele (55%) rendelkezett, annak ellenére, hogy az itatott főcstej Brix értéke a javasolt értéket meghaladta (22 Brix%). A 8,4 Brix értékkel rendelkező borjak lényegesen kevesebb kezelésben részesültek.

SUMMARY

Sramek, Á. – Póti, P. – Bodnár, Á. – Bárdos, L. – Szakolczi, D. L. – Pajor, F.: UDDER HEALTH EXAMINATIONS IN MULTIPAROUS COWS AND MONITORING OF ACQUIRED MATERNAL IMMUNITY IN A HUNGARIAN HOLSTEIN-FRIESIAN CATTLE FARM

One of the most important points of cattle breeding is the calf rearing. The technology of calf rearing determines the loss-free and economical growth of reproduction, furthermore the future profitability of the sector. Essential for the new born calves to receive an adequate level of high-quality colostrum shortly after birth to achieve successful passive transfer. The aim of this study was to determine how the hygiene affects the udder health, moreover the effect of hygiene on the acquisition of passive immunity and thus on the development and endurance of calves. During the first part of experiment randomly selected mixed lactation cows (n=81) were taken into the investigation, who did not show the symptoms of mastitis. Aseptic milk samples were taken from cows two times (before the dry period and after calving) to establish the situation of udder health. Milk samples were analyzed for identification of udder pathogen bacterium species. In the second part of the experiment blood samples were taken from calves with average age of 7 days to evaluate the calves' immunoglobulin level of blood serum with Brix refractometer, and to evaluate the calves' veterinary treatments. For the cows were studied, it has a great importance of the drying off protocol. It can reduce the incidence of udder pathogens and the proportion of negative samples can be increased, which is also important for calves. Only half of the calves we studied (55%) had the corresponding serum Brix (8.4%), despite the fact that the Brix of the colostrum exceeded the recommended value (22 Brix %). Calves with a Brix value of 8.4 received significantly less treatment.

BEVEZETÉS

A szarvasmarha-tenyésztésben kiemelt jelentőséggel bír a megfelelő állomány-utánpótlás biztosítása. Már régóta ismert, hogy a borjú elhullás a borjúnevelési időszakban a legmagasabb, melyet leggyakrabban valamilyen fertőző, illetve nem fertőző eredetű emésztőszervi, illetve légzőszervi megbetegedés idéz elő, amit a főcstej nem megfelelő itatására is vissza lehet vezetni (*Hartman és mtsai, 1974; Godden, 2008*). Az üszők becsült elhullási aránya az Egyesült Államokban a nem megfelelő minőségű főcstej itatása miatt 8-11% közötti értékre tehető (*Godden, 2008*). Hazai állományokban jellemző tartástechnológiai hiba, hogy nincs elegendő hely a borjak elhelyezésére, illetve nem megfelelő a borjúnevelő tisztítása és fertőtlenítése. A borjak immunrendszere 8-12 napos kortól kezd kis mennyiségben immunglobulinokat termelni, majd 6-8 hetes korukra érik el a megfelelő mennyiségű immunglobulin termelést. A borjak passzív immunitásának kialakulásában döntő szerepe van az életük első 24 órájának, amikor megfelelő minőségű és mennyiségű főcstejet kell felvenniük (*Godden, 2008*).

A főcstej immunglobulin G (IgG) koncentrációja leginkább a termelt főcstej mennyiségétől (*Pritchett és mtsai, 1991*), fajtától (*Muller és Ellinger, 1981*), a szárazonállás hosszától (*Rastani és mtsai, 2005*), a szárazonállás ideje alatt alkalmazott takarmányozástól (*Lacetera és mtsai, 1996*), a tehén korától (*Pritchett és mtsai, 1991*), a laktáció számától (*Turini és mtsai, 2020*), valamint az évszaktól függ (*Godden, 2008*). Korábbi eredmények alapján az IgG-szint jelentős eltéréseket mutat a tehének főcstejében, átlagos értéke 20 és 100 mg/ml között változik (*Gulliksen és mtsai, 2008; Bartier és mtsai, 2015*). Ebből következik, hogy a főcstej ellenanyag tartalmának folyamatos ellenőrzése hasznos (*Gulliksen és mtsai, 2008*). Az 50 mg/ml vagy annál nagyobb IgG -t tartalmazó főcstejet jó minőségű takarmánynak tekinthetjük az újszülött borjak számára (*Godden, 2008; Johnsen és mtsai, 2019*). Miután a gazdák nem ellenőrzik rendszeresen az itatott főcstej IgG koncentrációját, ezért az egyszerre itatott főcstej mennyiségére tett ajánlás az újszülött borjú testsúlykilógrammjának 10-12%-a (*Godden, 2008*). Fontos a borjak testsúlya, mivel az új eredmények szerint a nagyobb testsúllyal született borjaknak nagyobb mennyiséget szükséges itatni (*Turini és mtsai, 2020*).

Az IgG-koncentrációk mérése nagyon hasznos a főcstej minőségének és a főcstej itatás sikerességének ellenőrzésében. Az IgG-koncentráció laboratóriumban nagyon pontosan mérhető, de ezek a vizsgálatok időigényesek és jellemzően nem állnak a gazdálkodók rendelkezésére. Hazánkban már a 80-as évek elején sikerrel alkalmazták a főcstejítatás ellenőrzésére egy ún. kolosztrum szondát, ami egy sófrakcionálós módszerrel mutatta ki a borjak vérének IgG tartalmát (*Pethes és mtsai, 1980*).

Az egyik legelterjedtebb szemikvantitatív IgG meghatározás a refraktométeres vizsgálat. A módszer elve, hogy a folyadék törésmutató értéke (amit Brix értékek hívunk) alapján refraktométer használatával megfelelően megbecsülhető a főcstej IgG koncentrációja (*Quigley és mtsai, 2013*). Ez a módszer olcsóbb, gyorsabb, kevesebb felszerelést és képzést igényel. Javasataik alapján 21% Brix érték és annál magasabb értékű főcstejet szükséges itatni az újszülött borjakkal. Ezzel szemben *Johnsen és mtsai (2019)* pedig már 23%-tól tartotta jó minőségűnek a vizsgált főcstejet, mely tartalmazza a minimum 50 mg/ml immunanyag mennyiséget.

Megbízhatóan megbecsülhető a vérszérum IgG tartalma a vérszérum összfehérje tartalma alapján. A passzív immunitás megszerzése 10 g/L vagy efelett lévő szérum IgG koncentrációnál jön létre (*Lacetera és mtsai, 1996; Godden, 2008*). Ha a szérum összfehérje 52-55 g/L az azt jelenti, hogy a szérum IgG koncentrációja ≥ 10 g/L. Az 52 g/L összfehérje Brix érték tekintetében 8,4%-nak felel meg (*Godden, 2008*).

Többszáz vérminta analízise alapján megállapították, hogy a refraktrometriával mért Brix-százalék szorososan korrelált az immundiffúzióval meghatározott IgG-vel ($r=0,93$). A szérum teljes fehérje szintén pozitív korrelációban volt a Brix értékkel ($r=1,00$) is. Az érzékenység (88,9%) és a specifitás (88,9%) optimális koncentráció 8,4% Brix volt (*Deelen és mtsai, 2014*). A borjak megfelelő passzív immunitásának kialakulásában fontos szerepet játszik a tehen állategészségügyi, azon belül tőgyegészségügyi állapota is. Jelentős számú új tőgyfertőződés alakulhat ki a szárazonállás időszakában (*Oliver és Sordillo, 1988*). Ilyenkor a fejés megszűnését követően a tej felhalmozódik, és pang a tőgyben, gyakori a tejcurgás és elmarad a tőgy rendszeres fertőtlenítése, ezáltal tér nyílik a kórokozók tőgybe való bejutására. A tőgy visszaalakulása a szárazonállás első hetében a legnagyobb mértékű, visszaalakulás a szárazonállás 25. napja körül lesz teljes (*Capuco és Akers, 1999; Tóth és mtsai, 2019*). A szárazonállás 7. napján megemelkedik a tej savófehérjéinek aránya, a szérumalbumin, valamint az IgG koncentrációja. A laktoferrin aránya is megnövekszik, melynek feladata a tőgy nem specifikus védekezése, mivel ez a fehérje gátolja a tőgy patogének szaporodását. Ebben az időszakban a legkisebb az új tőgyfertőzések aránya. A szárazonállás utolsó szakaszában megnövekszik a tej immunanyagtartalma, az alapvető tejalkotók aránya megváltozik, a laktoferrin tartalom csökken (*Welty és mtsai, 1976*). Közvetlen az ellés előtti időszakban a legfogékonyabb a tőgy a környezeti tőgy patogének fertőzésére (*Escherichia coli* és egyéb coliform és *Streptococcus* fajok). A szárazonállás időszakában a *Staphylococcus aureus* és a *Streptococcus agalactiae* kórokozók megjelenése kevésbé valószínű, ugyanis a *Staphylococcus aureus* és a *Streptococcus agalactiae* kórokozókról ismert, hogy elsősorban fejés során terjednek (*Oliver és Sordillo, 1988*).

Vizsgálatunk célja a tehenek általános tőgyegészségügyi állapotának megállapítása apasztásakor és az ellés utáni első fejésük során vett elegytejmintákból. További célunk volt, hogy megállapítsuk, hogy a megitatott főcstej megfelelően hozzájárult-e a borjak megfelelő mértékű passzív immunitásának kialakulásához.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatainkat egy Pest megyei tejtermelő szarvasmarha tenyészetben végeztük. A kísérletben résztvevő tehenek vegyes laktációs számú, azonos laktációs szakaszú, a vizsgálat során klinikai tőgygyulladás tüneteit nem mutató holstein-fríz fajtájú tehenek voltak. A fejt állományból ($n=769$) átlagos tőgy és tőgymorfológiai tulajdonságokat (fontosabb tulajdonságok: tőgy illesztés, tőgyfüggesztés, tőgymélység, tőgybimbó hossz) mutató tehenek közül 81 többször (2-5) ellett állatot véletlenszerűen válogattunk ki. Az állomány fejési átlaga 33,96 kg, istálló átlaga 28,23 kg volt. A vizsgált állományt a laktációs termelés folyamán pihenőboxos istállóban, szárazonállás ideje alatt pedig mélyalmos istállóban tartották. A telepen protokollszerűen (minden alkalommal) alkalmazzák a fejés előtti és fejés utáni tőgybimbó ápoló termékeket.

A kísérlet első felében a 81 vizsgált tehéntől 2018 szeptemberétől 2019 júniusáig 4 alkalommal (2018 szeptember (n=27), 2018 december (n=18), 2019 április (n=22), 2019 június (n=14)) vettünk aszeptikus módon egyedi elegytejmintát apasztást megelőző fejés után. A mintavételek előtt a kiválasztott tehének tőgybimbóját fejés előtt fertőtlenítőszerbe áztatott törőpapírral tisztítottuk a fizikai szennyeződések ellen, majd alkoholos törőkendővel (minden tőgybimbót külön kendővel) másodszor is fertőtlenítettük, a tőgybimbó felületén megtalálható bakteriális szennyeződések eltávolítása végett. A fejést követően az állatok szárazra állításakor alkalmazott hosszú hatóidejű antibiotikumot, Cepravin DC tőgyinfúziót kaptak, illetve T-Hexx Dry nevű szárazraállító tőgyápolószerrel mártották be a tőgybimbókat, mely egy vastag filmréteg formájában nyújt aktív fizikai védelmet a környezeti és fertőző kórokozók ellen, a szárazraállítást követő 3-7 napban. Ellést követően, az első fejés után az aszeptikus tejminta vételt megismételtük ugyanazoktól a tehentől, melyek tejét apasztás előtt vizsgáltuk.

A mintavételeket követően a tejmintákat lefagyasztvá szállítottuk a laboratórium vizsgálatra. A tejmintákból felületi szélesztési módszerrel a tőgygyulladás előidéző baktériumfajok [többek közt CNS (koaguláz-negatív *Staphylococcus*ok); *Streptococcus uberis*; *Enterococcus sp.*; *Corynebacterium sp.*; *Streptococcus dysgalactiae*] kimutatását végeztük el.

A kísérlet második részében a vizsgált tehének borjaitól vért vettünk a nyaki vénából (*vena jugularis*). A vérvételre a borjak átlagosan 7 (3. és 15. között) napos kora között került sor. A vér alvadását követően a kivált vérszérumot vizsgáltuk. Optikai refraktométer segítségével becsültük meg a vérszérum totál protein tartalma alapján a vér immunglobulin tartalmát. A kapott Brix értékek alapján a borjakat két csoportra osztottuk:

1. Csoport: Brix érték kisebb, mint 8,4%; n=34

2. Csoport: Brix érték nagyobb vagy egyenlő, mint 8,4%; n=44

A vizsgálat során 3 borjú elpusztult. A telepen kolosztrométer (hidrométer) segítségével meghatározott jó minőségű főcstejet (22 % Brix) itatták a borjakkal. A főcstej kifejését követően pasztörizálták és lefagyasztották. Tehát a borjak nem a saját anyjuk tejét kapták. Az elsődleges szempont az itatás során a megfelelő minőség és mennyiség volt.

A kapott adatok statisztikai kiértékelését az GraphPad InStat® programmal végeztük (Kruskal-Wallis teszt az eloszlás vizsgálatára, átlag, szórás, F-teszt és t-próba; tőgypatogén baktériumok kimutatási és borjak kezelési arányainak %-os értékei összehasonlítására a Chi² tesztet alkalmaztunk).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

Apasztáskor és ellés utáni időszakban a vizsgált tehének elegytejmintáiból kimutatott tőgypatogén baktériumok alakulását az 1. táblázat mutatja be.

Vizsgálatunkban a telep tehénállományának jelentős részéből (10,5%) vettünk elegytejmintát, így az eredmények jól jellemzik az állományra tőgyegészségügyi állapotát. A tejmintákból nagyhatású tőgypatogén baktériumok csak elenyésző számban voltak kimutathatók. A tőgypatogén kórokozók közül a legnagyobb arányban a koaguláz- negatív *Staphylococcus* (CNS) tudtuk kimutatni, mind az apasztás előtt, mind pedig az ellést követően.

1. táblázat

Tőgypatogén baktériumok előfordulási aránya és száma apasztáskor és elléskor (n=81)

Minták típusa és kimutatott tőgypatogén baktérium fajok (1)	Apasztás (8)		Ellés (9)		P
	db	%	db	%	
Összes negatív minta (2)	44	54,2	64	79,2	***
Összes pozitív minta (3)	37	45,8	17	20,8	***
Nagyhatású tőgypatogén baktérium (4):	2	2,4	3	3,6	N.S.
<i>Enterococcus sp.</i>	1	1,2	1	1,2	N.S.
<i>Streptococcus uberis</i>	1	1,2	2	2,4	N.S.
Nagyhatású és kishatású tőgypatogén baktériumok együttes előfordulása (7)	1	1,2	-	0	N.S.
<i>Streptococcus uberis</i> + koaguláz-negatív <i>Staphylococcus</i>	1	1,2	-	0	N.S.
Kishatású tőgypatogén baktérium (5):	34	42,2	14	17,2	***
koaguláz-negatív <i>Staphylococcus</i> (6)	33	41,0	14	17,2	***
<i>Corynebacterium sp.</i>	1	1,2	-	0	N.S.

Table 1. Percentage distribution and numbers of udder pathogen bacteria species at drying off and calving (n=81)

type of samples and identified udder pathogen bacteria species (1); total negative samples (2); total positive samples (3); major udder pathogen bacteria (4); minor udder pathogen bacteria (5); coagulase negative *Staphylococcus* (6); concomitance of minor and major udder pathogens (7); drying off (8); calving (9)

Apasztáskor az elegy tejminták több, mint a feléből (54%) nem tudtunk kimutatni tőgypatogén baktériumfajokat. A tőgypatogén baktériumokat tartalmazó minták aránya 46% volt, ebből legnagyobb arányban (42%) kishatású tőgypatogén baktériumokat (ebből 41% CNS, és 1,2% *Corynebacterium sp.*) mutattunk ki. Továbbá az elegytejminták 2,4%-ból major tőgypatogén baktériumok (*Enterococcus sp.* és *Streptococcus uberis*) voltak izolálhatóak. Ezenfelül a minták 1,2%-ból nagy- és kishatású tőgypatogéneket együttesen is kimutattunk. Ugyanakkor a negatív minták aránya jelentősen megnőtt az ellés utáni időszakban (54%-ról 79%-ra; $p < 0,05$). A pozitív tőgypatogéneket tartalmazó minták aránya 46%-ról 21%-ra csökkent ($p < 0,05$). A pozitív minták közül legnagyobb arányban CNS tőgypatogén baktériumokat mutattunk ki (17%), a fennmaradó 4%-ban nagyhatású tőgypatogén kórokozókat izoláltunk (*Enterococcus sp.*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli*), igaz a nagyhatású tőgypatogének aránya kismértékben növekedtek (2,4%-ról 4%-ra), viszont mindkét típusú tőgypatogén baktériummal is fertőzött tejminta már nem volt kimutatható az ellést követően. Eredményeink hasonlóak voltak az országos minták eredményeihez (AT Kft, 2020). A CNS nagyszámú előfordulása többek között annak köszönhető, hogy az egészséges tőgybimbócsatornában is jelen van, így a megbetegedés lehetősége folyamatosan fennállhat. Ezen túlmenően a fejőkészülék fertőtlenítése is fontos tényező lehet a CNS előfordulásának csökkentése érdekében, amire Ráfai és mtsai, (2003) is felhívják a figyelmet.

Az apasztáskori és az ellés utáni tejminták (n=81) egymással való összefüggéseit mutatja be az 2. táblázat.

2. táblázat

A tőgypatogén baktériumok előfordulása a vizsgált tejmintákban (n=81)

Apasztáskori → (1)	Negatív (3)	Kishatású tőgypatogén baktérium (4)	Nagyhatású tőgypatogén baktérium (5)	Kis- és nagyhatású tőgypatogén baktérium (7)	Ellés utáni összesen (8)
Ellés utáni ↓ (2)					
Negatív (3)	47%	CNS (29,8%), <i>Corynebacterium</i> sp. (1,2%) 31%	<i>S. uberis</i> 1,2%	-	79,2%
Kishatású tőgypatogén baktérium (4)	CNS 6%	CNS 10%	-	<i>S. uberis</i> + CNS / CNS 1,2%	17,2%
Nagyhatású tőgypatogén baktérium (5)	<i>S. uberis</i> 1,2%	CNS / <i>S. uberis</i> 1,2%	<i>Enterococcus</i> sp. 1,2%	-	3,6%
Apasztáskori összesen (6)	54,2%	42,2%	2,4%	1,2%	100%

CNS= koaguláz-negatív *Staphylococcus* (9)

Table 2. Occurrence of udder-pathogenic bacteria in investigated milk samples (n=81)

at drying (1); after calving (2); negative (3); minor udder pathogen bacteria (4); major udder pathogen bacteria (5); total at drying (6); minor and major udder pathogens (7); total after calving (8); coagulase negative *Staphylococcus* (9)

Az apasztáskor kimutatható kishatású tőgypatogén baktériumok általi fertőzés aránya (42,2%) jelentős mértékben csökkent az ellést követően (17,2%-ra). A csökkenés hátterében vélhetően az apasztáskor alkalmazott kezelés állhat. Ugyanakkor olyan eset is előfordult, hogy az apasztáskor még nem állt fent fertőzés, viszont az ellést követően, a vizsgált egyedek 6%-nál, már kimutatható volt kishatású tőgypatogén baktérium.

A vizsgált egyedek tejmintáinak majdnem fele, 47%-a sem apasztáskor sem elléskor nem tartalmazott tőgypatogén baktériumot. Továbbá az egyedek tejmintáinak 31%-ból az ellés után már nem tudtunk kimutatni kishatású tőgypatogén baktériumokat, 1,2%-ból pedig nagyhatású tőgypatogén baktériumokat sem, azaz ezen minták negatívak lettek. Apasztáskor negatív és minor tőgypatogénnel fertőzött egyedek 1,2-1,2 százaléka felülfertőződött major tőgypatogén baktériummal. Az egyedek 1,2%-ból pedig újfent kimutatható volt major tőgypatogén baktérium. Az apasztáskori kishatású tőgypatogén baktériumok egy része (10%) ellést követően is megmaradt. Az ellés utáni tőgypatogén baktériumokat ürítő tehének felismerése fontos lehet, amire hazai szerzők is felhívták a figyelmet, pl. ezen tehének tejét az üszőborjak ne kapják meg (Kovács és mtsai, 2015). Az apasztáskor és az elléskor vett minták bakteriológiai állapotvizsgálata után, az ellést követően pozitív mintával rendelkező tehének tőgygyeideiből is célszerű mintát venni, főleg jelentős fertőzésgyanú esetén (pl. *S. aureus* fertőzés, hosszan tartó emelkedett szomatikus sejt szám) (Kovács és mtsai, 2013).

Vizsgálataink második felében a borjak vérszérum IgG tartalmát határoztuk meg optikai refraktométer alkalmazásával, és hasonlítottuk össze a borjak egészségi állapotával. A 3. táblázat mutatja be az általunk vizsgált borjak passzív immunitásának alakulását az IgG mennyiség tükrében.

3. táblázat

Becsült IgG mennyiség alakulása a vizsgált borjakban

Borjak (1)	Brix érték (4)		
	< 8,4%	8,4% vagy 8,4%	Elpusztult borjak (5)
Összes (n=81) (2)	42% (n=34)	54% (n=44)	4% (n=3)
Ebből üsző (n=42) (3)	40% (n=17)	55% (n=23)	5% (n=2)

Table 3. Estimated IgG value in the tested calves

calves (1); total (2); heifer (3); Brix value (4); dead calves (5)

Az eredményeink alapján a vizsgált borjak 54%-nak (az üszők 55%-nak) sikerült felvenni a passzív immunitáshoz szükséges megfelelő mennyiségű IgG mennyiséget (10 g/L), ami 8,4% Brix értéknek felel meg (Godden, 2008). Lacetera és mtsai (1996) és Godden (2008) szerint kívánatos, hogy az egyedek minimum 90 %-nak el kell érnie a 8,4% Brix értéket. Sajnos, az általunk vizsgált állomány eredményei ettől jelentősen elmaradtak, az eredmények azt sugallják, hogy a jó minőségű főcstejet nem megfelelő időben és mennyiségben adhatták a borjaknak, de ezt jelen vizsgálatunk során nem értékeltük.

Továbbá értékeltük az üszőborjak egészségi állapotát a borjúnevelés időszaka alatt, a vizsgált üsző borjakat két csoportra osztottuk a 8,4% Brix értékek alapján. az eredményeket a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat

Üsző borjak kezeléseinek alakulása a Brix értékük tükrében (n=40)

Kezelés (1)	Brix érték(9)		p
	< 8,4 (n=17)	8,4 vagy 8,4 (n=23)	
Nem kapott (2)	24%	48%	***
Kapott (3)	76%	52%	***
ebből (4) :			
Antibiotikum (5)	12%	13%	N.S.
Elektrolit (6)	23%	13%	N.S.
Antibiotikum és elektrolit (7)	35%	17%	*
Elpusztult borjak (8)	6%	9%	N.S.

Table 4. Treatments of the heifers according to their Brix value (n=40)

treatment (1); calves with treatment (2); calves whitout treatment (3); includes (4); antibiotic (5); electrolyte (6); antibiotic and electrolyte (7); dead calves (8); Brix-value (9)

A táblázatból láthatjuk, hogy azon nem kezelt borjak aránya, melyek a vérszérumból kimutathatóan megszerezték a passzív immunitást, majdnem a másfélszerese, mint azoké a borjaké, akik valamilyen okból kifolyólag ezt nem kapták meg. Továbbá az antibiotikummal és elektrolittal is kezelt borjak aránya szintén majdnem a másfélszerese azon borjak arányának, amelyek megszerezték a megfelelő passzív immunitást. Összességében az üsző borjak Brix értéke

jelentős hatással volt a szükséges kezelések arányára és a kezelések típusára ($p < 0,05$).

Antibiotikumos kezelést főként hasmenésre alkalmaztak. A vizsgált üsző borjak 6 százaléknál kezeltek hasmenést követően tüdőgyulladás miatt is.

A táblázatban láthatjuk, hogy a 8,4% Brix értéket elérő borjak 9% a megszerzett passzív immunitás ellenére elpusztult. Ez valószínűsíthetően annak tudható be, hogy a borjak egyedenként máshogy hasznosítják az immunglobulinokat, de ezt a kérdést jelen vizsgálatban nem értékeltük, a kérdés tisztázásához további vizsgálatok szükségesek.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az általunk vizsgált tehének esetében is megerősítettük azt a tényt, hogy a szárazonállási protokollnak nagy tőgyegészségügyi jelentősége van. Ezáltal csökkenthető a tőgypatogén kórokozók előfordulása, ill. növelhető a negatív minták aránya a tejtermelő állományban. Az apasztáskor azonosított tőgypatogén baktériumok kimutathatóak lehetnek az ellést követően is. Ez felhívja a figyelmet a megfelelő környezeti higiénia biztosítására, illetve célszerű az apasztásra kerülő, valamint az ellett tehének elegytejét tőgypatogén baktériumokra megvizsgálni. A tőgypatogén baktériumot ürítő tehének tejét nem javasolt üszőborjak itatására felhasználni.

Javasoljuk a refraktrométer rutinszerű vagy mindennapos használatát, mellyel üzemi körülmények között azonnal és jól megbecsülhető a főcstej immunanyag tartalma. Azon üszőborjak, amelyek megfelelő mértékben megszerezték a passzív immunitásukat (8,4 feletti Brix %), lényegesen kisebb mértékben szorultak különböző állategészségügyi kezelésekre.

Javasoljuk a vérszérum totál protein tartalmának szűrőpróbaszerű vizsgálatát borjaknál, mellyel kontrollálni tudjuk a borjúgondozók munkáját, illetve képet kapunk a borjak aktuális immunállapotáról.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a vizsgálataink színteréül szolgáló szarvasmarha telep tulajdonosának, illetve munkatársainak a vizsgálatunkhoz nyújtott segítségüket. Munkánkat az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú pályázat támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

- Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft* (2020): Partnertájékoztató Hírlevél, 20. 15.
- Bartier, A. L. – Windeyer, M. C. – Doepel, L.* (2015): Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. *J. Dairy Sci.*, 98. 1878–1884.
- Capuco, A. V. – Akers, R. M.* (1999): Mammary involution in dairy animals. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*, 4. 137–144.
- Cook, D.* (2017): Win the race to protect newborn calves. *Progressive Dairy*. <https://www.progressivedairy.com/topics/calves-heifers/win-the-race-to-protect-newborn-calves> (utolsó letöltés: 2021. március 26.)
- Deelen S. M. – Ollivett T. L. – Haines, D. M. – Leslie, K. E.* (2014): Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 97. 3838–3844.
- Godden, S.* (2008): Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. Food Anim. Pract.*, 24. 19–39.

- Gulliksen, S. M. – Lie, K. I. – Søilverød, L. – Osteras, O. (2008): Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 91. 704–712.
- Hartman, A. – Everett, R. W. – Slack, S. T. – Warner, R. G. (1974): Calf Mortality. *J. Dairy. Sci.*, 57. 576–578.
- Johnsen, J. F. – Sørby, J. – Mejdell, C.M. – Sogstad, A. M. – Nodtvedt, A. – Holmoy, I. H. (2019): Indirect quantification of IgG using a digital refractometer, and factors associated with colostrum quality in Norwegian Red Cattle. *Acta Vet Scand.*, 61. 59.
- Kovács, P. – Szita, G. – Jurkovich, V. – Könyves, L. – Brydl, E. (2013): Staphylococcus aureus tejmintákból történő kimutathatóságát befolyásoló tényezők vizsgálata. *MÁL.*, 135. 426–435.
- Kovács, P. – Tibold, J. – Ózsvári, L. (2015): A Staphylococcus aureus tőgygyulladás elleni védekezés egy nagyüzemi holstein-fríz állományban és a fertőzés gazdasági hatásai. *MÁL.*, 137. 707–718.
- Lacetera, N. – Bernabucci, U. – Ronchi, B. – Nardone, A. (1996): Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *Am. J. Vet. Res.*, 57. 1776–1780.
- McGuirk, S. M. – Collins, M. (2004): Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Vet. Clin. N. Am. - Food Anim. Pract.*, 20. 593–603.
- Morin, D. E. – Constable, P. D. – Maunsell, F. P. – McCoy, G. C. (2001): Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84. 937–943.
- Muller, L. D. – Ellinger, D. K. (1981): Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *J Dairy Sci.*, 64. 1727–1730.
- Oliver, S. P. – Sordillo, L. M. (1988): Udder health in the periparturient period. *J. Dairy Sci.*, 71. 2584–2606.
- Pethes, Gy. – Frenyó, V. L. – Antal, T. – Szabó, I. (1980): Kolosztrum-szonda (Gyakorlati körülmények között alkalmazható teszt a borjak főcstejtítésének ellenőrzésére). *Phylaxia Közl.*, 77–79.
- Pritchett, L. C. – Gay, C. C. – Besser, T. E. – Hancock, D. D. (1991): Management and production factors influencing Immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 74. 2336–234.
- Quigley, J. D. – Lago, A. – Chapman, C. – Erickson, P. – Polo, J. (2013): Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.*, 96. 1148–1155.
- Rastani, R. R. – Grummer, R. R. – Bertics, S. J. – Gümen, A., – Wiltbank, M. C. – Mashek, D. G. – Schwab, M. C. (2005): Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance and metabolic profiles. *J. Dairy Sci.*, 88. 1004–1014.
- Ráfai, P. – Brydl, E. – Nagy, G. (2003): In: A sertés-, a szarvasmarha- és a háziyúttartás higiénája és állomány-egészségtana. Budapest: Agroinform Kiadó, 276–280.
- Tóth, T. – Abonyi-Tóth, Zs. – Pajor, F. – Kocsis, R. – Juhász, A. – Tózsér, J. – Póti, P. (2019): Changes in the values of two ultrasound-examined teat parameters during the dry period in dairy cows. *Acta Vet. Hung.*, 67. 3. 456–462.
- Turini, L. – Conte, G. – Bonelli, F. – Sgorbini, M. – Madrigali, A. – Meleb, M. (2020): The relationship between colostrum quality, passive transfer of immunity and birth and weaning weight in neonatal calves. *Livestock. Sci.*, 238. 104033.
- Welty, F. K. – Larry Smith K. – Schanbacher, F. L. (1976): Lactoferrin Concentration During Involution of the Bovine Mammary Gland. *J. Dairy Sci.*, 59. 224–231.

Érkezett: 2020. október

A szerzők címe: Sramek Á. – Póti P. – Bodnár Á. – Bárdos L. – Szakolczi D. L. – Pajor F.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences
sramek.agnes@hotmail.com, pajor.ferenc@uni-mate.hu

A MAGYARORSZÁGI SZALMONELLA NEMZETI ELLENŐRZÉSI PROGRAMOK ÁTTEKINTÉSE ÉS EREDMÉNYEIK

BALOGH-BAKOS NÓRA – PÁLFYNYÉ VASS NÓRA

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon 1997. óta folyik felmérő vizsgálati rendszer és védekezés egyes meghatározott *Salmonella* szerotípusok vonatkozásában. A 2160/2003/EK rendelet szerinti, az Európai Bizottság által elfogadott szalmonella nemzeti ellenőrzési tervek alapján 2008 óta folyik a magyarországi baromfiállományokban a szalmonella gyérítés. A szalmonella ellenőrzési programok a házityúk tenyészállományokban, a házityúk tojóállományokban, a brojlercsirke állományokban, a tenyészpulyka állományokban és a hizópulyka állományokban folynak. A közegészségügyi szempontból jelentős *Salmonella* szerotípusok, melyekre közösségi célkitűzések kerültek meghatározásra, a házityúk tenyészállományok esetében a *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* (a monofázisos variánssal együtt), *S. Infantis*, *S. Virchow* és *S. Hadar* szerotípusok, míg a többi ellenőrzési program alá tartozó hasznosítási irány esetében a *S. Enteritidis* és a *S. Typhimurium* (a monofázisos variánssal együtt). A vizsgálat tárgyát képező adatok az Európai Bizottságnak elküldött, a zoonotikus illetve állatbetegségek elleni védekezési programok eredményeiről készült jelentésekből származnak. Vizsgálatunk során a 2015-2019. közötti időszak adatait elemeztük, melynek alapján megállapítottuk, hogy a házityúk tenyészállományokban, a brojlercsirke állományokban, a tenyészpulyka állományokban és a hizópulyka állományokban a vizsgált időszakban Magyarország teljesítette a közösségi célkitűzést (1%). A házityúk tojóállományokban a vizsgált három év közül 2016-ban nem teljesült a közösségi célkitűzés (2%). További vizsgálatok lefolytatására van szükség annak meghatározásához, hogy megfelelő tartásmóddal, az telepi állatjólét fokozásával elérhető-e további csökkenés a fertőzöttség szintjében.

SUMMARY

Balogh-Bakos, N. – Pálfyné Vass, N.: OVERVIEW AND RESULTS OF HUNGARIAN NATIONAL SALMONELLA CONTROL PROGRAMMES

In Hungary, since 1997 there has been a survey testing system and control of certain specific *Salmonella* serovars. To protect human health against *Salmonella* infections transmissible between animals and humans, EU Regulation (EC) No 2160/2003 obliges member states to set up national control programmes for *Salmonella* serovars in poultry deemed to be of particular importance for public health. The Hungarian *Salmonella* national control programmes based on EU Regulation (EC) No. 2160/2003, adopted by the European Commission, have been taken place since 2008. The animal populations which are currently targeted in the frame of the Hungarian *Salmonella* national control programmes include breeding flocks, laying hens, broilers of *Gallus gallus* and breeding and fattening turkeys. The national control programmes are established to achieve EU reduction targets in order to decrease the *Salmonella* prevalence in the above mentioned animal populations at the primary production level. The target *Salmonella* serovars of the national control programme are *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* (including monophasic variant), *S. Infantis*, *S. Virchow* and *S. Hadar* in case of breeding flocks. In case of the other targeted poultry populations the target serovars are *S. Enteritidis* and *S. Typhimurium* (including monophasic variant). The Community target of the maximum annual percentage of flocks remaining positive with the target serovars in case of the targeted poultry populations is 1% except laying hen flocks, where the Community target is higher, 2%. In our investigation, we analysed the data of the prevalence of the target *Salmonella* serovars in the Hungarian poultry flocks during the period between 2015 and 2019. The data are originated from the final reports of the programmes for eradication, control and surveillance of animal diseases and zoonoses submitted by Hungary to the European Commission. We identified that Hungary reached the Community target (1% maximum annual percentage of flocks tested positive for target *Salmonella* serovars) in case of *Gallus gallus* breeding flocks, *Gallus gallus* broiler flocks, breeding turkey

flocks and fattening turkey flocks, during the investigated period. In case of laying hen flocks, the Community target (2%) was not reached in 2016. Further investigations are needed to determine whether further reduction of the level of infection can be achieved by appropriate husbandry and improving the animal welfare of the farm.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A szalmonellózisok az állatokban és az emberben egyaránt gyakran előforduló, lázas általános tünetekkel vagy csupán hasmenéssel járó *enteritis* formájában lezajló betegségek. Gyakori, hogy tünetek ki sem alakulnak, s a fertőzés a bélcsatornára, ritkán egyéb szervekre korlátozódó baktériumhordozás, -ürítés formájában van jelen (Varga és mtsai, 2007.)

A *Salmonella* nemzetségbe két faj tartozik: a *Salmonella enterica* és a *Salmonella bongori*. A *Salmonella enterica* fajba hat alfaj tartozik, a zoonotikus szalmonellák legnagyobb hányada a *Salmonella enterica* subspec. *enterica* alfajba tartozik. Ez az alfaj tovább differenciálódik szerotípusokra, melyek gyakran az első izolálás helyének nevééről kapták elnevezésüket. Több mint 2600 zoonotikus *Salmonella* szerotípus létezik, de ezek közül az emberi fertőzések túlnyomó többségét néhány típus okozza, és a különböző szerotípusok prevalenciája az idővel változhat. (EFSA, 2014)

A zoonotikus szalmonellák az emberre és az állatokra nézve egyaránt fakultatív *patogének*, az állatokból bejuthatnak az emberbe és fordítva is, az általuk okozott fertőzés, illetve betegség zoonózis. Az ezekkel a szerotípusokkal történt fertőződések gyakran tünetmentes marad, de a bélsárból a szalmonellák időnként vagy tartósan kitenyészthetők. Az esetek egy részében azonban a gazdaszervezet megbetegszik. Az állatokban lázas általános tünetekkel járó betegség (*paratyphus*) alakul ki, míg emberekbe jutva hasmenéssel járó *gastroenteritis* vagy, jóval ritkábban, lázas általános tünetekkel járó *septicaemia* jön létre. Az állatokban *paratyphus* előidéző szerotípusok a természetben igen széles körben előfordulnak. Gyakran előfordulnak az emlősök és a madarak bélcsatornájában, időnként megtelepsznek az emberben is. A bélsárral nagy tömegben ürülnek. Sok esetben megtalálhatók a felszíni vizekben, szennyvizekben, az állati eredetű takarmányokban (húslisztben, hallisztben stb.) és időnként az élelmiszerekben is. Gyakran fertőzöttek szalmonellákkal a vadon élő apró rágcsálók (egér, pocok, hörcsög stb.) is. A szalmonellákat az állatok rendszerint szájon át, a bélsárból közvetlenül vagy bélsárral szennyezett ivóvízzel, takarmánnyal veszik fel. Madarakban gyakori a germinatív fertőzés (Varga és mtsai, 2007).

A *Salmonella* Enteritidis szerotípusnak a baromfi vakbelében való kolonizációját fontosnak tartják mind az emberekben, mind az állatokban bekövetkező fertőzések epidemiológiájában. Fanelli és mtsai (1971) kimutatták, hogy a baromfi fertőzése során a szalmonella kolonizál a vakbélben, és különös tekintettel a *S. Enteritidis*-re, a hasított testek és tojások szennyeződése feltételezhetően elsősorban vakbéllel és a kloakával való kontaminációból származik (Keller és mtsai, 1995). Leírták, hogy a *S. Enteritidis* baktériumok nagy mennyiségben fordulnak elő a kolonizált *caecum* lumenében, amelyek ürítéskor a kloakán keresztül szennyezik az ürüléket, a tojást és akár a reprodukív traktust is (Barrow és mtsai, 1988).

A tojótúyúkok szisztémás *S. Enteritidis* fertőzése a petefészkek vagy a petevezet-

ték kolonizációjához vezethet. Mindkét szerv fertőzhető egymástól függetlenül, egyszerre vagy akár egymás után. A *S. Enteritidis* transzovariális átvitelének koncepciója általánosan elfogadott. Jelenleg nem világos, hogy miért a *S. Enteritidis* a domináns szerotípus a tojótyúkokban és a tojásokkal kapcsolatban, bár számos hipotézis megfogalmazható. Az egyik lehetséges magyarázat az, hogy az *S. Enteritidis*nek nagyobb a tropizmusa és affinitása a tyúk szaporító szerveihez, mint más szerotípusoknak (De Buck és mtsai, 2004). Okamura és mtsai, 2001-es kutatásuk során különböző szalmonella szerotípusoknak a tyúk reproduktív traktusában való kolonizációs képességét és így a tojás kontaminációjában való szerepét hasonlították össze. Kifejlett tojótyúkokat intravénásan oltottak be azonos mennyiségű (10 (5) CFU) *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Infantis*, *S. Hadar*, *S. Heidelberg* vagy *S. Montevideo* szerotípussal, hogy szisztémás fertőzést hozzanak létre az állatokban. Az eredmények arra engedtek következtetni, hogy a *S. Enteritidis* a domináns szerotípus a tojótyúkok reproduktív szerveinek kolonizálása szempontjából a tanulmányban alkalmazott hat szerotípus közül.

Az állatok jólléte és az élelmiszer-biztonság fontos kérdések az állati eredetű élelmiszerek előállításánál. Tudományos bizonyítékok támasztják alá azt a tényt, hogy az állatok jóllétét nem csak etikai kérdésnek kell tekinteni, hanem élelmiszerbiztonsági szempontból is figyelembe kell venni, mivel a stressz tényezők és az állatjóllét alacsony szintje fokozhatja az élelmiszertermelő állatok betegségekre való hajlamát, kockázatot jelentve a fogyasztók számára. (Iannetti és mtsai, 2020)

A zoonotikus szalmonellák fontos élelmiszer-eredetű kórokozók, amelyek *gastroenteritist*, ritkán *bakteraemiát*, és azt követően *focalis* fertőzést okoznak. A szájon át felvett szalmonellák a vékonybélben szaporodnak el, a tünetek 12–24 óras lappangási idő után jelentkeznek. Az ember megbetegedése függ a felvett szalmonellák mennyiségétől, a törzs virulenciájától, a beteg életkorától, ellenálló képességétől, a gyomorsav mennyiségétől stb. Az emberi szalmonellózis tünetei a bélre korlátozódó, tünetmentes hordozástól a hasmenéssel járó *gastroenteritisen* keresztül a *typhushoz* hasonló, súlyos, lázas általános tünetekkel járó *septicaemiáig*, tág határok között változnak. Leggyakoribb az enyhébb-súlyosabb lázzal, émelygéssel, hányással, hasmenéssel járó kórforma (Varga és mtsai, 2007) Ezek a baktériumok különösen immunhiányos egyének esetében okoznak súlyos problémákat, beleértve (de nem kizárólag) a daganatos betegeket, humán immundeficiencia vírussal fertőzötteket vagy cukorbetegségben szenvedő betegeket, valamint kortikoszteroidokkal vagy más immunterápiás szerekekkel kezelt személyeket. A fertőzés lehetséges szövődményei endovaszkuláris fertőzések és mély csont vagy zsigeri tályogok, amelyeket nehéz kezelni. (Acheson és Hohmann, 2001) Ezen felül szepszis, agyvelőgyulladás, reaktív ízületgyulladás, és a húgyutak fertőzése is jelentkezhet szövődményként (DuPont, 2007).

Általánosan ismert, hogy a humán szalmonella fertőzések száma elsődlegesen az élelmiszertermelő állatok, különösen a baromfi és a sertés állományok szalmonella fertőzöttségének kontrollálásával csökkenthető. (Nauta és mtsai, 2000)

Az emberi egészség védelme érdekében a 2160/2003/EK rendelet kötelezi az EU tagállamokat, hogy a baromfiállományokban nemzeti ellenőrzési programokat hozzanak létre a közegészségügyi szempontból jelentős szalmonella szerotípusok vonatkozásában. A tagállamoknak a nemzeti ellenőrzési programokat a házityúk tenyészállományok, a házityúk tojóállományok, a brojlercsirke-állományok, a

tenyészpulyka állományok és a hízópulyka állományok vonatkozásában kell meghatározniuk és végrehajtaniuk. A nemzeti ellenőrzési programok célja, hogy a tagállamok állatállományaiban a közegészségügyi szempontból jelentős szalmonella szerotípusokkal való fertőzöttség arányát az EU-s célkitűzés szintjére csökkentsék (EFSA, 2014).

1. táblázat

A szalmonella nemzeti ellenőrzési programok célkitűzései és a vonatkozó jogszabályok

Állatállományok (1)	A pozitív állományok maximális éves százaléka (7)	A közegészségügyi szempontból jelentős szerotípusok (8)	A vonatkozó jogszabályok (11)
Házityúk tenyészállományok (termelési fázis) (2)	1%	S. Enteritidis, S. Typhimurium (a monofázisos variánsal együtt), S. Infantis, S. Virchow, S. Hadar (9)	A Bizottság 200/2010/ EU rendelete (12)
Házityúk tojóállományok (3)	2%	S. Enteritidis, S. Typhimurium (a monofázisos variánsal együtt) (10)	A Bizottság 517/2011/ EU rendelete (13)
Brojlercsirke állományok (4)	1%		A Bizottság 200/2012/ EU rendelete (14)
Tenyészpulyka állományok (termelési fázis) (5)	1%		A Bizottság 1190/2012/ EU rendelete (15)
Hízópulyka állományok (6)	1%		A Bizottság 1190/2012/ EU rendelete (15)

Table 1. The targets of national Salmonella control programmes and the relevant legislation

animal population (1); breeding flocks of *Gallus gallus* (adult breeding flocks) (2); laying hens (adult laying flocks) (3); broilers (4); breeding turkey flocks (adult breeding flocks) (5); fattening turkey flocks (6); the maximum annual percentage of flocks remaining positive (7); *Salmonella* serotypes with public health significance (8); S. Enteritidis, S. Typhimurium, including monophasic variant of S. Typhimurium, S. Infantis, S. Virchow, S. Hadar (9); S. Enteritidis, S. Typhimurium, including monophasic variant of S. Typhimurium, (10); relevant legislation (11); Commission Regulation (EU) No 200/2010 (12); Commission Regulation (EU) No 517/2011 (13); Commission Regulation (EU) No 200/2012 (14); Commission Regulation (EU) No 1190/2012 (15)

Magyarországon 1997. óta folyik felmérő vizsgálati rendszer és védekezés egyes meghatározott szalmonella szerotípusok vonatkozásában. Kezdetben a védekezés a szalmonellózis és a baromfitífusz elleni védekezésről és a mentesség megtartásáról szóló 49/2002. (V. 24.) FVM rendelet alapján folyt. A 2160/2003/EK rendelet szerinti, a Bizottság által elfogadott nemzeti ellenőrzési tervet a szalmonellózis elleni védekezés egyes szabályairól szóló 2/2008. (I. 4.) FVM rendelet tartalmazta. A 49/2002. (V. 24.) FVM rendelet szalmonellózis elleni védekezésre vonatkozó szabályozása ezzel hatályát veszítette, viszont a baromfitífuszra vonatkozó védekezés a rendelet módosításával jelenleg is hatályos. A 2/2008. (I. 4.) FVM rendelet hatálya a közegészségügyi szempontból jelentős Salmonella szerotípusok elleni védekezésre terjedt ki. A rendelet, az Európai Unió vonatkozó hatályos rende-

leteinek megfelelően, részletesen szabályozta 2008-2009-ben a tenyésztó-, a tojótyúk-, valamint a brojlerállományok szalmonella elleni védekezését, valamint a tenyész- és hízópulyka-állományok önkéntes védekezését. A védekezésbe bevont fajokon és hasznosítási irányokon kívül a mellékletek tartalmazták a mentességről szóló hatósági bizonyítvány mintáját, a mintagyűjtés szabályait és a vizsgálati módszereket (Szabára és mtsai, 2010).

A Salmonella gyérítési programok szabályozása jelenleg Magyarországon a szalmonellózis elleni védekezés egyes szabályairól szóló 180/2009. (XII. 28.) FVM rendelet alapján történik. Ez a rendelet az 1. táblázatban részletezett közvetlenül hatályos közösségi rendeletek végrehajtásához szükséges rendelkezéseket állapítja meg.

A kötelezett, illetve a védekezést önkéntesen vállaló vállalkozónak a baromfiállomány, illetve keltetőüzem szolgáltató állatorvosi felügyeletét ellátó állatorvos által ellenjegyzett járványügyi intézkedési terv benyújtásával kell a nemzeti ellenőrzési programokban való részvételre jelentkeznie a telephelye szerint illetékes járási hivatalnál, amely a vállalkozókat nyilvántartásba veszi. A járványügyi intézkedési tervnek tartalmaznia kell a szalmonellózis felderítésére szolgáló vizsgálati programot. A védekezésben önkéntesen részt vevő állományok kötelező vállalkozói és hatósági mintavételeit a jogszabályokban meghatározott időpontokban és módon kell elvégezni.

A nemzeti ellenőrzési programok keretében az antimikrobiális hatású készítmények alkalmazása tekintetében az 1177/2006/EK rendelet 2. cikkének előírásai szerint kell eljárni, vagyis egyes kivételes esetektől eltekintve az antimikrobiális hatású készítmények nem alkalmazhatók egyedi módszerként a baromfi szalmonellózis elleni védekezésre.

A baromfiállományok szalmonellózis elleni vakcinázása nem kötelező, az önkéntes vakcinázás során az 1177/2006/EK rendelet előírásai szerint kell eljárni. A szalmonellózis elleni vakcinás védekezés részletes programját a járványügyi intézkedési tervnek tartalmaznia kell.

Salmonella spp. pozitív vizsgálat eredmény esetén a járványügyi intézkedési terv felülvizsgálatra, és ismételten jóváhagyásra benyújtása kerül a járási hivatalhoz. Amennyiben a szerotipizálás során a Nemzeti Referencia Laboratórium a *S. Enteritidis*től, illetve *S. Typhimurium*tól eltérő szerotípussal való fertőzöttséget állapít meg, a járási hivatal – amennyiben azzal a vállalkozó rendelkezik – haladéktalanul visszavonja az állomány adott szerotípusra kiterjedő mentességről szóló hatósági bizonyítványát. A vállalkozó köteles gondoskodni az állomány termelési ciklusát követően a tartási hely takarításáról és szigorított fertőtlenítéséről, valamint rágcsáló- és rovarirtásáról. A vállalkozó az érintett légtérrel csak akkor telepítheti be újra, ha a fertőtlenítés hatékonyságáról környezeti tamponminta negatív eredményű laboratóriumi vizsgálata alapján megbizonyosodik.

S. Enteritidis, illetve *S. Typhimurium* fertőzés esetén az érintett állomány és az abból származó termékek vonatkozásában a járási hivatal forgalmi korlátozást rendel el és a mentességről szóló hatósági bizonyítványt haladéktalanul visszavonja. Az érintett állomány a vágóhíddal és a vágóhidat felügyelő hatósági állatorvossal történő előzetes egyeztetést követően a járási hivatal határozatával elkülönített vágásra küldhető. Amennyiben az állomány levágatása nem megoldható, az érintett állományt le kell ölni. A fertőzött állomány tartási helyének kiürítését követően a

vállalkozó köteles gondoskodni a tartási hely takarításáról és szigorított fertőtlenítéséről, valamint rágszáló- és rovarirtásáról. A maradék almot ártalmatlanítani kell. A teendők elvégzése után a vállalkozó értesíti a járási hivatalt, aki ellenőrzi a végrehajtott intézkedések hatékonyságát. A járási hivatal az érintett légtérbe történő újraterelést csak akkor engedélyezi, ha a fertőtlenítés hatékonyságáról hatósági környezeti tamponminta negatív eredményű laboratóriumi vizsgálata alapján megbizonyosodik. A fertőzött állománnyal etetett takarmányban a szalmonellák jelenlétét haladéktalanul meg kell vizsgálni, kivéve a naposkori pozitív minta esetében. A vizsgálat negatív eredménnyel történő lezárásáig a takarmány csak a fertőzött állománnyal etethető. A takarmány fertőzöttségének megállapítása esetén ártalmatlanítani kell, és az annak tárolására, illetve szállítására használt eszközöket fertőtleníteni kell. Fertőzöttség megállapítása esetén a takarmány forrása szerinti takarmányipari vállalkozónál külön vizsgálatot kell lefolytatni a szalmonellák felderítésére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunk során a magyarországi szalmonella ellenőrzési programok 2015-2017 közötti időszakának adatait elemezzük, és az elemzés alapján következtetést vonunk le a szalmonella ellenőrzési programok eredményességére vonatkozóan.

A szalmonella ellenőrzési programok során vett mintákból a szalmonella kimutatást hatósági és magánlaboratóriumok, a szerotípus meghatározást pedig a nemzeti referencia laboratórium (NRL, a NÉBIH Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóságának Mikrobiológiai Nemzeti Referencia Laboratóriuma) végzi.

Kimutatási módszer

A *Salmonella* spp. kimutatása az EN ISO 6579-1 szabvány szerint történik.

A csizmatampon-minták, porminták és más bélsárminták vizsgálata pufferolt peptonvízben történő elődúsítást követően módosított félfolyékony Rappaport-Vassiladis (MSRV) dúsító táptalajban történik.

Szerotipizálás

Minden pozitív reakciót mutató mintából legalább egy izolátumot tipizálni kell a White-Kauffmann-Le Minor séma szerint. White (1926) állította fel a szalmonellákra vonatkozó első antigéntáblázatot, a Weil és Felix által kidolgozott szerológiai antigénanalízis módszerét alkalmazva. A salmonellákat csillóantigénjeik alapján mono- és difázisos fajokra osztotta. Tőle függetlenül Kauffmann (1930, 1934) dolgozott ki az O-antigének meghatározásán nyugvó, majd ezeken belül a csillóantigének alapján további szerológiai csoportosítást lehetővé tevő rendszert. Ezekből a vizsgálatokból született meg 1934-ben a salmonellák szerológiai besorolására általánosan elfogadott Kauffmann-White-féle séma, ami tovább bővült és a White-Kauffmann-Le Minor nevet viseli.)

EREDMÉNYEK

2015. év

Házityúk tenyészállományok: 890 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 2, így az incidencia 0,2%.

Házityúk tojóállományok: 651 db termelési fázisban levő tojóállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 11, így az incidencia 1,7%.

Brojlercsirke állományok: 7507 db brojlerállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 11, így az incidencia 0,2%.

Tenyészpulyka állományok: 168 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 0, így az incidencia 0,0%.

Hízópulyka állományok: 2419 db termelési fázisban levő hízópulyka-állományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 2, így az incidencia 0,1%.

2016. év

Házityúk tenyészállományok: 654 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 6, így az incidencia 0,9%.

Házityúk tojóállományok: 847 db termelési fázisban levő tojóállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 21, így az incidencia 2,5%.

Brojlercsirke állományok: 7918 db brojlerállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 11, így az incidencia 0,1%.

Tenyészpulyka állományok: 154 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 1, így az incidencia 0,6%.

Hízópulyka állományok: 2928 db termelési fázisban levő hízópulyka-állományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 13, így az incidencia 0,4%.

2017. év

Házityúk tenyészállományok: 812 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 5, így az incidencia 0,6%.

Házityúk tojóállományok: 953 db termelési fázisban levő tojóállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 17, így az incidencia 1,8%.

Brojlercsirke állományok: 6632 db brojlerállományt ellenőriztek a program

során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 14, így az incidenciája 0,2%.

Tenyézpulyka állományok: 119 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 0, így az incidenciája 0,0%.

Hízópulyka állományok: 1717 db termelési fázisban levő hízópulyka-állományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 1, így az incidenciája 0,1%.

2018. év

Házityúk tenyészállományok: 1014 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 7, így az incidenciája 0,69 %.

Házityúk tojóállományok: 988 db termelési fázisban levő tojóállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 15 így az incidenciája 1,52%.

Brojlercsirke állományok: 6062 db brojlerállományt ellenőriztek a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 6, így az incidenciája 0,1%.

Tenyézpulyka állományok: 228 db termelési fázisban levő tenyészállományt

1. ábra A közegészségügyi szempontból releváns *Salmonella* szerotípusokkal fertőzött baromfi-állományok aránya

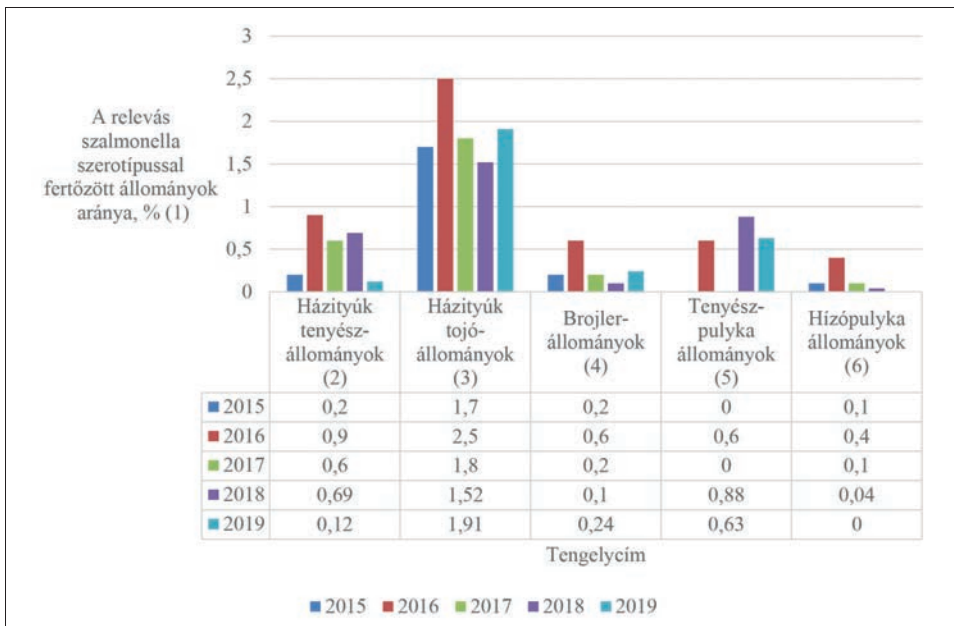


Figure 1. Percentage of poultry flocks infected with target *Salmonella* serovars

rate of herds infected with the relevant *Salmonella* serotype,% (1); breeding flocks of *Gallus gallus* (2); laying hens (3); broilers (4); breeding turkey flocks (5); fattening turkey flocks (6)

ellenőrizték a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 2, így az incidencia 0,88%.

Hízópulyka állományok: 2417 db termelési fázisban levő hízópulyka-állományt ellenőrizték a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 1, így az incidencia 0,04%.

2019. év

Házityúk tenyészállományok: 816 db termelési fázisban levő tenyészállományt ellenőrizték a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 1, így az incidencia 0,12%.

Házityúk tojóállományok: 944 db termelési fázisban levő tojóállományt ellenőrizték a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 18 így az incidencia 1,91%.

Brojlercsirke állományok: 5875 db brojlerállományt ellenőrizték a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 14, így az incidencia 0,24%.

Tenyézpulyka állományok: 160 db termelési fázisban levő tenyézpulykát ellenőrizték a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 1, így az incidencia 0,63%.

Hízópulyka állományok: 2824 db termelési fázisban levő hízópulyka-állományt ellenőrizték a program során, ebből a releváns szerotípusokkal fertőzött állományok száma 0, így az incidencia 0%.

MEGBESZÉLÉS

A házityúk tenyészállományokban, a brojlercsirke állományokban, a tenézpulyka és a hízópulyka állományokban 2015-2019 években Magyarország teljesítette a közösségi célkitűzést (1%). A házityúk tojóállományokban a vizsgált három év közül 2016-ban nem teljesült a közösségi célkitűzés (2%).

Az EFSA a tojóállományok adatait vizsgálva megállapította, hogy 2016-ban 7 tagállam nem teljesítette az előírt célkitűzést, ezért vizsgálták, hogy melyek azok a kockázati tényezők, amelyek befolyásolják a tojóállományokban a szalmonella fertőzöttség előfordulásának gyakoriságát (EFSA, 2019.). Az alábbi tényezőket vizsgálták: kültéri tartásmód, ketreces rendszerek, alternatív rendszerek, a telepi állattartási technológia kora, korábbi Salmonella fertőzések előfordulása, a gazdaság mérete, az állatcsoportok mérete és az állománysűrűség, a rágcsálók jelenléte, valamint a tisztítás és fertőtlenítés megfeleltetése. A figyelembe vett állatjóléti mutatók a következők voltak: stressz (a hőstressz kivételével), hőstressz, vedlés, aktivitás/viselkedés és egyéb betegségek.

Az EFSA szakértői által vizsgált szakirodalom meggyőző bizonyítékot szolgáltatott arra vonatkozóan, hogy a megnövekedett állománysűrűség, a nagyobb méretű gazdaságok és a stresszt kiváltó körülmények a Salmonella fokozott jelenlétét, perzisztenciáját és terjedését eredményezik a tojótyúk állományokban. Valamint a szakértők arra a következtetésre jutottak, hogy a szalmonella fertőzöttség előfordulásának aránya alacsonyabb az alternatív tartási rendszerekben nevelt tyúkoknál, mint a ketreces rendszerekben (EFSA, 2019)

Magyarországon a tojástermelés koncentrált, a magyar tojótyúkállomány kö-

zel 40%-át 16 telepen tartják. Ezzel szemben a gazdaságok közel 40%-a 350-nél kevesebb férőhellyel rendelkezik, de a teljes tyúkállománynak csak 1%-át tartják ezeken a telepeken. Magyarországon 2016-ban 519, több mint 350 tyúk tartásra alkalmas tojótelep működött. A telepek 62%-a feljavított ketreceket használ. A gazdaságok 38%-a alkalmaz valamilyen alternatív tartási rendszert, ebből jelentős a mélyalmos istállók aránya (32%) (Szöllősi és mtsai, 2019).

KÖVETKEZTETÉSEK

Mivel Magyarországon a tojótyúktartó gazdaságok 38 százalékában alkalmaznak alternatív tartási technológiákat, így az állományok szalmonella fertőzöttségi szintje csökkenthető lenne az alternatív tartásmód nagyobb arányú alkalmazásával. Matthews és Sumner (2015) vizsgálatukban megállapították, hogy a feljavított ketreces tartás átlagos összköltsége 13%-kal, míg az alternatív tartás átlagos összköltsége 36 %-kal magasabb, mint a hagyományos ketreces tartásé. Mivel az alternatív tartásmódra való átállás versenyhátrányt okoz a termelőknek, ezért csak a jelenlegi technológiai színvonal korszerűsítő beruházások támogatásával való javításától várható, hogy gazdasági szempontok mentén is ösztönözze az alternatív tartásmódra való nagyobb arányú átállást (Szabó, 2017).

IRODALOMJEGYZÉK

- Acheson, D. - Hohmann, E. L. (2001): Nontyphoidal Salmonellosis. Clin. Infect. Dis., 32. 263–269.
- Barrow, P. A. - Simpson, J. M. - Lovell, M. A. (1988): Intestinal colonisation in the chicken by food-poisoning Salmonella serotypes; microbial characteristics associated with faecal excretion. Avian Pathol., 17. 571-588.
- De Buck, J. - Van Immerseel, F. - Haesebrouck, F. - Ducatelle, R. (2004): Colonization of the chicken reproductive tract and egg contamination by Salmonella. J. Appl. Microbiol., 97. 233-245.
- DuPont, H. L. (2007): The growing threat of foodborne bacterial enteropathogens of animal origin Clin. Infect. Dis., 45. 1353-1361
- EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), (2014): The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. EFSA Journal 2014; 12. 3547, 312.
- EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards), Koutsoumanis, K. - Allende, A. - Alvarez-Ordóñez, A. - Bolton, D. - Bover-Cid, S. - Chemaly, M. - De Cesare, A. - Herman, L. - Hilbert, F. - Lindqvist, R. - Nauta, M. - Peixe, L. - Ru, G. - Simmons, M. - Skandamis, P. - Suffredini, E. - Dewulf, J. - Hald, T. - Michel, V. - Niskanen, T. Ricci, A. - Snary, E. - Boelaert, F. - Messens, W. - Davies, R. (2019). Scientific Opinion on the Salmonella control in poultry flocks and its public health impact. EFSA Journal 2019; 17. 5596. 155.
- Fanelli, M. J. - Sadler, W. W. - Franti, C. E. - Brownell, J. R. (1971): Localisation of salmonellae within the intestinal tract of chickens. Avian Dis., 15. 366-375.
- Iannetti, L. - Neri, D. - Santarelli, G. S. - Cotturone, G. - Podaliri Vulpiani, M. - Salini, R. - Antoci, S. - Di Serafino, G. - Di Giannatale, E - Pomilio, F. - Messori, S. (2020): Animal welfare and microbiological safety of poultry meat: Impact of different at-farm animal welfare levels on at-slaughterhouse Campylobacter and Salmonella contamination. Food Control, 109. 106921.
- Keller, L. H. - Benson, C. E. - Krotec, K. - Eckroade, R. J. (1995): Salmonella enteritidis colonisation of the reproductive tract and forming and freshly laid eggs of chickens. Infect. Immun., 63. 244-249.

- Matthews, W. A. - Sumner, D. A. (2015): Effects of housing system on the costs of commercial egg production. *Poult. Sci.*, 94. 552-557.
- Nauta, M. J. - van de Giessen, A. W. - Henken, A. M. (2000): A model for evaluating intervention strategies to control Salmonella in the poultry meat production chain. *Epidemiol. Infect.*, 12. 365-373.
- Okamura, M. - Miyamoto, T. - Kamijima, Y. - Tani, H. - Sasai, K. - Baba, E. (2001): Differences in abilities to colonize reproductive organs and to contaminate eggs in intravaginally inoculated hens and in vitro adhesions to vaginal explants between Salmonella Enteritidis and other Salmonella serovars. *Avian Dis.*, 45. 962-971.
- Szabára, Á. - Sántori, Á. - Csintalan, Cs. - Visnyei, L. - Ózsvári, L. (2010): A salmonellosis elleni védekezés jelentősége és szabályozása. Irodalmi áttekintés. 2. rész. *Nemzeti szabályozás. Magy. Állatorvosok*, 7. 398-408.
- Szabó, V. (2017): A feljavított ketreces és az alternatív tojótyúktartás természetes hatékonysági mutatói. *J. Cent. Eur. Green Innov.*, 5. 103-120.
- Szőllősi, L. - Szűcs, I. - Huzsvai, L. - Molnár, Sz. (2019): Economic issues of Hungarian table egg production in different housing systems, farm sizes and production levels. *J. Cent. Eur. Agric.*, 20. 995-1008.
- Varga, J. - Tuboly, S. - Mészáros, J. (2007) A háziállatok fertőző betegségei (Állatorvosi járványtan II.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 548.

Érkezett: 2021. április

A szerzők címe: Balogh-Bakos N. – Pálfyné Vass N.

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Állattenyésztési nem önálló Tanszék

Authors' address: University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Biotechnology and Nature Conservation, Non-Independent Department of Animal Husbandry
H-3042 Debrecen, Böszörményi út 138.
bakos.nora@agr.unideb.hu

GRATULÁLUNK

A Magyar Tudományos Akadémia 195. közgyűlésén az Akadémikusok Gyűlése az MTA rendes tagjává választotta **Prof. Dr. Szendrő Zsoltot** a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus professzor emeritusát és levelező tagjává **Dr. Gócza Elen** tudományos tanácsadóját a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet tudományos intézetigazgató- helyettesét.

Szendrő Zsolt professzor a nyúltenyésztési kutatások, valamint a Pannon Fehér nyúl fajta kialakítása, Gócza Elen pedig az állatbiotechnológiai kutatások terén elért eredményei alapján lett tagja az Akadémiának.

Személyükben két újabb, az állattudományok területén dolgozó, nemzetközileg is elismert kutatója lett tagja az MTA Agrártudományok Osztályának ezzel is erősítve a hazai állattudományok akadémiai képviselőit.

Az Állattenyésztés és Takarmányozás Szerkesztő Bizottsága és Szerkesztősége nevében gratulálunk elismerésükhöz.

AZ ELEKTROMIOGRÁFIA FEJLŐDÉSE ÉS ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI A TENYÉSZKOCÁK SZAPORODÁSBIOLOGIAI FOLYAMATAINAK VIZSGÁLATÁBAN (SZEMLECIKK)

ROSZKOS RÓBERT

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elektromiográfias jelek terjedésének mintázata a sertés méhének falában nem véletlenszerű, hanem adott mintázattal és sebességgel jellemezhető, valamint két irányba is mutat. A mioelektromos hullámok és azok sebessége nem különbözik az ivarzás alatt és az azt követő időszakban, csak az összehúzódások iránya változik meg időről-időre. Az elektrofiziológiai vizsgálatok alapján a méhszarvak hátulsó régiójában található Cajal-szerű intersticiális sejtek (ICLCs) vesznek részt a méhre jellemző lassú hullámok kialakulásában, hasonlóan a gastrointestinalis traktusban található Cajal-féle intersticiális sejtekhez (ICCs). A mioelektromos aktivitás indukálásáért a belső ivarszervek egyes részei lehetnek felelősek, de a szabályozás legfőbb motorjának a méhszarvak és a petevezetők határán lévő régiók tekinthetők. Az elektromiográfia, mint nem invazív vizsgálati módszer alkalmas lehet a házisertés szaporodásbiológiai folyamatainak pontosabb megértésében és kiegészítő vizsgálatok (pl. nemi hormon vizsgálatok) segítségével kiváló eszköz lehet a nagyüzemi sertéstelepek tenyésztési munkájának hatékonyabbá tételében.

SUMMARY

Roszkos, R.: THE EVOLUTION OF ELECTROMYOGRAPHY AND THE POSSIBILITIES OF ITS USE IN THE REPRODUCTION BIOLOGICAL PROCESSES OF SOWS (Review)

The propagation pattern of electromyographic signals is not random in the wall of the sows' uterus, but can be characterized by a given pattern and velocity, and points into two directions. The myoelectric waves and their velocities do not differ during and after oestrus, only the direction of contractions changes from time to time. Based on electrophysiological studies, Cajal-like interstitial cells (ICLCs) in the posterior region of the uterus horns are involved in the formation of uterine slow myoelectric waves, similar to Cajal interstitial cells (ICCs) in the gastrointestinal tract. Different parts of the inner genitals may be responsible for inducing myoelectric activity, but the regions between the uterus horns and fallopian tubes are considered to be the main areas of regulation. Electromyography, as a non-invasive and fast technique, may be suitable for understanding the reproduction biological processes of swine and with the help of some additional (eg. sex hormone tests) examinations may be an excellent tool for making the breeding work of large-scale swine farms more efficient.

BEVEZETÉS

Az emlősök szervezetét számos szövettípus építi fel, amelyek hozzájárulnak az élőlények működéséhez és ezáltal túlélésükhöz. Ezek a szövetek speciális felépítésűeknek és a bennük található bizonyos funkciókra differenciálódott sejteknek köszönhetően látják el feladatukat. A szövetek szerveket alkotnak, amelyek funkciójukat nagy hatékonysággal képesek ellátni, hiszen felépítésük az adott funkcióra fejlődött ki. Ilyen szövetek a csontszövet, a hámszövet, a harántcsíkolt-, és a simazizom, valamint az idegrendszer felépítő idegsejthálózat (*Vigh és Kondics, 1997*).

A testet felépítő szövetek közül a vázizom (harántcsíkolt izom), a szívizom (speciális harántcsíkolt izom) és az emésztő-, illetve a belső ivarszerveket alkotó simazizom, funkcióját az őt felépítő fehérjemolekulák alkotta rostos állomány összehúzódása és elernyedése révén tölti be. Ezt az összehúzódásra való képességet nevezzük kontraktilitásnak. Az izmok kontraktilitása révén valósul meg a mozgás (vázizom), a vérkeringés (szívizom), az emésztőrendszer motilitása (gyomor és bélrendszer simazizom elemei) és a szaporodás (méh, petevezetők, ondóvezeték stb.).

Az izmok mozgási (összehúzódás-elernyedés) tevékenysége az azokat felépítő sejtek hálózatain végighaladó elektromos impulzusok révén valósul meg, és az így végbemenő izommunka különböző paraméterek segítségével jellemezhető, illetve mérhető. Az izmok tevékenységének mérésére alkalmas, nem invazív mérési módszereket összefoglaló néven elektromiográfiának (EMG) nevezzük. Ezen belül megkülönböztetünk a szív tevékenységét vizsgáló elektrokardiográfiát (EKG) és a bélrendszer vizsgálatára alkalmas elektrogastrográfiát (EGG), de az agy elektromos tevékenységének mérése is lehetséges az elektroenkefalográfia (EEG) segítségével (*Fonyó, 2011*).

AZ ELEKTROMIOGRÁFIA ALAPJAI

Az elektromiográfia lényege, hogy képes rögzíteni az izmok mozgásának létrehozásában szerepet játszó elektromos impulzusokat, aminek segítségével képet kaphatunk az izmokban zajló munka jellegéről.

Az izmok munkavégzése bonyolult folyamat és a sejtmembrán felszínén végbemenő potenciálváltozás jelenségén alapszik (depolarizáció). A sejtmembrán külső és belső oldalán különböző, egy vegyértékű ionok helyezkednek el. A külső oldalon nagy mennyiségű nátrium (Na^+) és kis mennyiségű klorid ion (Cl^-) található, ezért a sejtmembrán külső oldala pozitív töltésű. A membrán belső oldalán kálium ionok (K^+) és nagy mennyiségű, felületén negatív töltésű fehérjemolekula helyezkedik el, ezért a belső oldal alapvetően negatív töltésű. Az ilyen sejtmembránokat nevezzük polarizált membránoknak. A különböző sejtek polarizáltsága jelentősen eltér a szervezetben. Nagy polarizáltságú (az elektromos potenciálkülönbség nyugalmi állapotban -90 mV) és ezért ingerelhető sejtek közé csak az ideg- és az izomsejtek tartoznak.

Ha a sejtmembránt inger éri, akkor rövid időre megváltozik a külső és belső oldal közti feszültségkülönbség. Az inger hatására a membrán áteresztővé válik és nagy mennyiségű Na^+ áramlik a sejtbe, ezért rövid időre a membrán belseje pozitív töltésűvé válik és a külseje lesz negatív. A depolarizáció következtében

elektromos aktiváció történik, majd az akciós potenciál kialakulását követően rövid időn belül visszaáll az eredeti állapot. Az elektromos aktiváció hatására nagy mennyiségű kalciumion (Ca^{2+}) szabadul fel a sejtben, ami bizonyos idő elteltével (latencia) előidézi az izomrostok összehúzódását (1. ábra). Mivel a sejtek főként réskapcsolatokon keresztül szoros kapcsolatban állnak egymással, a fellépő akciós potenciál hullámként haladhat végig a sejtek hálózatán, és létrejön az ingerület-vezetés folyamata (Világi, 2003).

1. ábra Az izmok összehúzódásának intracelluláris folyamatai (Kopper és Tóth, 2014)

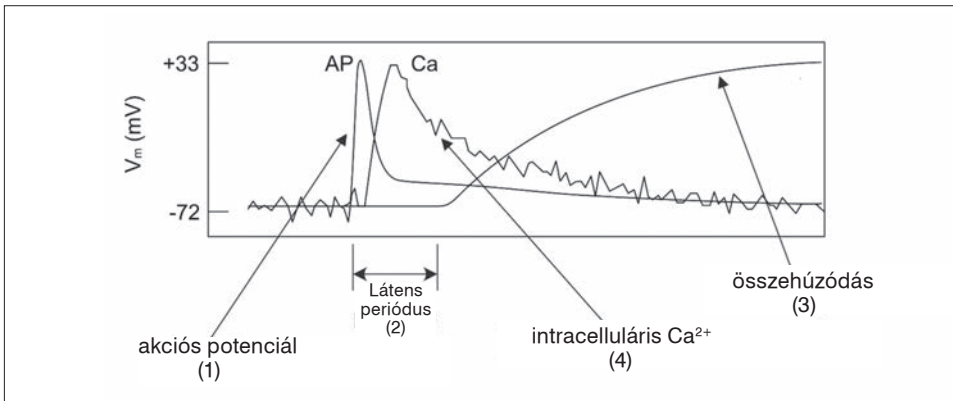


Figure 1. Intracellular processes during muscle contractions

action potential (1); latent period (2); contraction (3); intracellular Ca^{2+} (4)

Az elektromiográfia már régóta része a tudományos kutatásnak és a humán klinikai gyakorlatnak. A simaizmok tevékenységének kutatása az emésztőszervek (elektrogasztrográfia) és a belső ivarszervek működésének vizsgálatát jelenti ma a tudományos gyakorlatban. Az emésztőszervek simaizom mozgásait már a 20. század elején felfedezték, és vizsgálatuk leginkább emésztésélettani, és az ehhez kapcsolódó stresszfolyamatok feltérképezését szolgálja az állattenyésztésben is. A belső ivarszervek (főként a méh és a petevezetők) vizsgálata a nőgyógyászati gyakorlati orvoslás fejlődésén túl a gazdasági haszonállatok szaporodásbiológiai folyamatainak megértését és a hatékonyabb termelést igyekszik elősegíteni.

Az izomtevékenységére jellemzésére használt paraméterek

Az izommozgások jellemzésére jól használhatóak az izmok által gerjesztett elektromos hullámok frekvenciaértékei, vagyis egy adott izom összehúzódásának gyakorisága, illetve az azzal fordított arányban álló (vagy ellentétesen változó) hullámhossz. A harántcsíkolt izom aktivitásának elemzésekor a hullámhossz mediánja a leggyakrabban alkalmazott paraméter (Delliaux és mtsai, 2006). A simaizom esetében azonban ez ritkán alkalmazható (Verdenik és mtsai, 2001), aminek oka valószínűleg a kétféle izomból származó elektromos jelek közötti jelentős frekvenciakülönbség. A méhizom aktivitása leggyakrabban hullámcsúcsokkal írható le, amelyek EMG jelei egy szűk tartományon belül találhatóak (0,34–1,00 Hz). Ezek-

nek a lassú hullámhosszú összehúzódásoknak a gyakoriságát a ciklus per perc (Cycle Per Minute – CPM) értékkel szokták jellemezni, ami az 1 Hz hatvanad része.

Másfelől viszont a simazimokra jellemző viszonylag keskeny frekvenciasávban a teljesítménycsúcsok elhelyezkedése mérésenként eltérő lehet, ezért a simaizom mozgások jellemzésére a hullámhossz medián értéke kevésbé használható.

Az összehúzódások gyakorisága mellett azok erőssége is jellemzi egy adott izom tevékenységét. Az összehúzódások erősségének jellemzésére a teljesítmény spektrum (Power Spectrum – PS) kifejezés terjedt el. A frekvencia és az erő mértéke együttesen az izommozgást leíró hullámgrafikon alatti területet adja meg, vagyis az izom által elvégzett munkát.

Az elektrogasztrográfiai méréseik alapján *Chen és McCallum* (1994) összefoglalta a felvételek értékelése során leggyakrabban használt paramétereket és azok értelmezését, amelyek természetesen a szélesebb körben értelmezett elektromiográfiai mérések kapcsán is alkalmazhatóak.

Domináns frekvencia (DF) az a frekvenciaérték, amihez a legnagyobb teljesítmény (Power) csúcs tartozik. A Domináns Power (DP) pedig az ehhez a frekvenciaértékhez tartozó teljesítmény érték. Mindkét paramétert (DF és DP) az EMG felvételtől készült ún. „Power spektrum analízist” követően lehet megállapítani. Az analízis során a kapott miográfiai adatokat gyors Fourier-transzformációval (FFT) alakítják át, míg végül megkapják a Power Spectrum Density (PSD) értéket, ami nem más, mint egy adott időtartamra vonatkozó izommunka mennyisége (*Chen és McCallum*, 1991). A legújabb kutatások során meg szokták határozni a Power Spectrum Density Maximum (PsDmax) értéket is, ami a rögzített mioelektromos jelek intenzitását fejezi ki (*Szűcs és mtsai*, 2017).

Az elektrogasztrográfia (EGG)

Az elektrogasztrográfia (EGG) egy nem invazív módszer az emésztőtraktus mioelektromos aktivitásának klinikai értékelésére (*Chen és McCallum*, 1994; *Parkman és mtsai*, 2003; *Garcia-Casado és mtsai*, 2014). A gasztrointesztinális (GI) szerveket alkotó simaizom szöveteknek saját pacemaker-sejtjeik vannak, az úgynevezett Cajal-féle intersticiális sejtek (Interstitial Cells of Cajal - ICC). Ezek a sejtek kulcsszerepet játszanak az elektromos jel generálásában és terjedésében a GI szervek simaizmainak összehúzódása során. Az ICC-k lassú hullámú elektromos impulzusokat generálnak (akciós potenciálok), ami a simaizomsejtek elektromos és mechanikai aktivitása által mérhető, továbbá meghatározható a keletkező hullámok frekvenciaértéke is (*Lammers*, 2015; *Sanders és mtsai*, 2006). Az ICC az emésztőszervek simaizom rétegét körülvevő ún. mioenterikus plexusban foglalnak helyet.

Az EGG-t, mint nem invazív módszert az emésztőrendszer simaizom mozgásainak és különösen az emberi gyomor aktivitásának jellemzésére fejlesztették ki. Az első elektrogasztrográfiai mérések az 1920-as években történtek (*Alvarez*, 1922), majd az 1960-as évektől egyre szélesebb körben kezdték alkalmazni a módszert a gyomor-béltraktus motilitás jeleinek rögzítésére. Ugyanakkor a mai napig jellemző, hogy a kutatások és a diagnosztikai metodikák szinte kizárólag a gyomorral foglalkoznak, a különböző bélszakaszokról történő jelek rögzítésével kapcsolatosan csak néhány közlemény lelhető fel (*Járó-Nagy*, 2021). Ezek között

találhatóak modellállatokon (pl. sertés) elvégzett kísérletek is, amelyek jó része farmakológiai vizsgálatok során alkalmazta az EGG módszert (*Kvetina és mtsai, 2008; Varayil és mtsai, 2009; Tacheci és mtsai, 2011*). A sertéseken rögzített EGG jelek összehasonlíthatók az embernél mért eredményekkel (*Tacheci és mtsai, 2013*), ebből adódóan a sertéseken elvégzett különféle preklinikai kísérletek eredményei (*Kopácová és mtsai, 2010; Bures és mtsai, 2011a, és b*) széles körben felhasználhatók humán vonalon is, a nagyon hasonló emésztőrendszeri felépítésnek és működésnek köszönhetően (*Karali, 1995*).

Humán (főleg éber) pácienseknél és nagytestű modellállatok, mint például sertés, esetében a vastag-, illetve vékonybél mioelektrikus jeleinek rögzítésére a testfelszínre helyezett elektródák alkalmazásán kívül kevés lehetőség nyílik, hiszen belső szenzorok elhelyezése meglehetősen nehézkes. Patkányokkal végzett kísérletekben azonban kivitelezhető az elektródák beültetése az emésztőszervek külső felületére is (*Szűcs és mtsai, 2016*).

Az EGG, mint vizsgálati metodika gazdasági használlataink emésztőtraktusának motilitás vizsgálatára jelenleg nem elterjedt, ezért fontos a humán tapasztalatok rövid összefoglalása.

Az EGG használata lehetőséget biztosít az emésztőtraktus mioelektrikus jeleinek rögzítésére, ezek a jelek azonban összetettek, megfelelő szoftveres értékelésükhöz az egyes szervekre jellemző frekvenciatartományok előzetes meghatározása szükséges. A simaizmok (pl. az emésztőrendszer) elektromos hullámai, lényegesen alacsonyabb frekvenciájúak, mint az agy, a szív vagy a vázizmok által gerjesztettek. A korábbi kutatások adatainak elemzése alapján tudjuk, hogy az agyi elektroencefalogram (EEG), az elektrokardiogram (EKG) és a vázizmok elektromiogramjának (EMG) frekvenciatartománya 5–50 Hz, 3–20 Hz és 10–20 Hz közé esik (*Ushiyama és mtsai, 1985; Gil és mtsai, 2012*). A simaizmok elektromos aktivitásának lassú hullámait általában 60-szor alacsonyabb frekvenciaérték jellemzi, mint a vázizmokét, szívizomét stb., ezért azok gyakoriságát általában ciklus per perc (CPM) értékben fejezik ki. Az emberi gyomor CPM értéke 2,5–4 közötti (*Chen és mtsai, 1994; Hocke és mtsai, 2009; Obioha és mtsai, 2013*), a csipőbél (ileum) emberben 7,5–12 CPM (*Chang és mtsai, 2007; Chen és mtsai, 1993; Pezzolla és mtsai, 1989*) és 14–17 CPM közötti egérben (*Shozib és mtsai, 2013*). A vastagbél mioelektromos frekvenciájáról viszonylag kevés információ áll rendelkezésre. Egy korábbi *in vitro* tanulmány szerint a vastagbél CPM értéke 2–9 közötti (*Chambers és mtsai, 1981*).

Brown és mtsai (1975) a korábbi publikációk alapján összegezték a gasztrointesztinális traktus egyes szerveire jellemző frekvenciatartományokat humán vizsgálati eredmények alapján (*1. táblázat*).

A kutatók legtöbb elődjükhöz hasonlóan, szintén a gyomorra jellemző 3 ciklus per perc (CPM) körüli értékkel és annak eredetével foglalkoztak. Egyéb szervekkel kapcsolatosan egyetlen megállapítást emeltek ki, mely szerint a vizsgálatban résztvevő személyek legtöbbször 10 és 12 CPM közötti elektromos ritmusokat is észleltek. Mivel a légzést külön monitorozták, így ezek eredőjének a vastag- és/ vagy a vékonybelet jelölték meg.

Az EGG módszer fő problémája az, hogy nem garantálható, hogy a rögzített jelek kizárólag a feltételezett emésztőszervekből származnak. Az emésztőtraktus által generált lassú és gyors hullámok formájában detektált jeleket egyéb "zajok" is

1. táblázat

Az emésztőtraktus egyes szerveire jellemző frekvenciatartományok (Brown és mtsai, 1975)

Szerv (1)	CPM érték ¹ (2)	Szerző(k) (3)
Gyomor (4)	3	<i>Alvarez</i> (1922)
Patkóbél (vékonybél) (5)	11; 7	<i>Bass és mtsai</i> (1961); <i>Christensen és mtsai</i> (1964)
Csípőbél (vékonybél) (6)	5-9	<i>Waterfall és mtsai</i> (1972)
Szigmabél (vastagbél) (7)	6-9	<i>Couturier és mtsai</i> (1969)

¹CPM = cycle per minutes, percenkénti összehúzódnások száma

¹CPM = cycle per minutes, number of contractions per minutes

Table 1. The frequency range of some organs of gastrointestinal tract (Brown et al., 1975)

organ (1); CPM value (2); authors (3); stomach (4); duodenum (small intestine) (5); ileum (small intestine) (6); sigmoid colon (large intestine) (7)

terhelhetik, mint például a légzésből, a mozgásból (*Qin és mtsai*, 2015), az agyból és a szívizomból származó gyors hullámú jelek, ún. artefaktok.

Szűcs és mtsai (2016) kísérletükben az emésztőtraktus különféle szegmenseiből származó simaizomszövetekben detektált jelek azonosítását valósították meg patkány modellállaton. Kutatásuk alapvető célja volt olyan, nem invazív klinikai módszer kifejlesztése, amely az emésztőtraktus adott részeiben (gyomor, vékonybél és vastagbél) rögzített lassú hullámú frekvencia paraméterek azonosítására való. A kifejlesztett módszer segítségével nyomon követhetőek az emésztőszervek mioelektromos aktivitásának változásai, valamint a mechanikai összehúzódnások.

A kapott elektromiogram (EMG) görbék és a mechanikus összehúzódnások által sikerült feltérképezni a gyomor, a csípőbél (ileum) és a vakbél (coecum) eltérő mioelektromos tulajdonságait az emésztőszerveitől részlegesen megfosztott patkányokban. A gyomor CPM értékei 3-5, a csípőbéle (vékonybél) 20–25, a vakbéle 1–3 közé estek.

Az elsődleges EMG-görbék gyors Fourier-transzformációs (FFT) átalakításával sikerült az egyes szervek végezte munkát kiszámolni (Power spectrum analízis).

A kísérletek alapján a gyomor, a csípőbél és a vakbél egymástól jól elkülöníthető mioelektromos aktivitással rendelkezik. Az emésztőrendszer különböző szegmenseinek különböző CPM értékei arra utalnak, hogy a ritmus-szabályozó Cajal-féle sejt-hálózat aktivitása és így a mioelektromos hullámok terjedési sebessége nem egyforma az egyes bélszakaszok esetében, ahogy azt egyes kutatók már korábban is feltételezték (*Huizinga és mtsai*, 2015). A gyomor 3–5 CPM tartománya összhangban volt a korábbi kutatások eredményeivel (*Chen és mtsai*, 1994; *Hocke és mtsai*, 2009; *Obioha és mtsai*, 2013, míg vakbél esetében alacsonyabb (1-3 CPM), a csípőbél esetében pedig magasabb (20-25 CPM) értékeket észleltek, mint a korábbi tanulmányok szerzői (*Chambers és mtsai*, 1981; *Chang és mtsai*, 2007; *Shozib és mtsai*, 2013).

A kutatók farmakológiai kezeléseket is alkalmaztak annak kiderítése céljából, hogy az egyes szervek produkálta simaizom összehúzódnásokra jellemző paraméterek milyen módon változnak meg egyes gyógyszerek hatására. Az alkalmazott neostigmin izgató, míg az atropin gátló hatással rendelkezik a paraszimpatikus

idegrendszerre és így a simaizmokra. A farmakológiai kezelés hatására az egyes szervek CPM értékei változatlanok maradtak, viszont a PsDmax értékek a gyógyszeres kezelés okozta kontrakciók intenzitásától függően pozitív (neostigmin) illetve negatív (artropin) irányba változtak (Szűcs és mtsai, 2016).

AZ ELEKTROMIOGRÁIA (EMG) SZAPORODÁSBIOLOGIAI VONATKOZÁSAI

A Cajal-féle intersticiális sejteket immunhisztokémiai módszerek segítségével sikerült azonosítani több simaizomszövetben, beleértve a méh izomrétegét (miometriumát) is. Ezek a sejtek a szteroid hormonok szintjétől függően képesek szabályozni a miometrium összehúzódását. A méh simaizom-rétegében található Cajal-féle sejtekhez hasonló sejtek spontán elektromos és ritmusszabályozó tevékenységet végeznek, továbbá ezek felelősek a lassú mioelektromos hullámok kialakulásáért. Humán vizsgálatok alapján ezeknek a sejteknek valószínűleg szerepük van az ellés szabályozásában (Hutchings és mtsai, 2009; Horn és mtsai, 2012), a miometrium rendellenes mozgásainak kialakításában, és ezáltal a méh belső rétegének gyulladásos megbetegedéseinek előidézésében is, mint amilyenek a különböző típusú méhgyulladások (pl. endometritis).

A méh simaizom összehúzódását egyetlen elektromos impulzus is képes megindítani, de erős és tartós összehúzóadáshoz több, összehangolt mioelektromos tevékenységre van szükség (Garfield és Maner, 2007; Young és Barendse, 2014). A simaizomsejtek összehúzódása akkor következik be, amikor az akciós potenciál eléri a sejtek depolarizációs küszöbét. Ekkor elektromágneses mező jön létre, amit feszültség formájában lehet mérni. Az elektromiográfia (EMG) segítségével ezek az akciós potenciál generálta feszültség-változások mérhetőek és ez teszi ezt a mérési módszert a legpontosabbá azok között, amelyekkel az egész méhre kiterjedő összehúzóadások detektálhatóak (Eswaran és mtsai, 2004).

A méh aktivitásakor mérhető mioelektromos hullámok elemzése során figyelembe kell venni a méh anatómiai felépítéséből adódó hosszanti és körkörös izomrétegekben elhelyezkedő milliárdnyi simaizomsejt és ritmus-szabályozó sejt komplex hálózatát is, ami miatt a miometrium szövetében előforduló különböző elektromos tevékenységek sebessége és iránya jelentősen eltérhet.

A méh simaizom működésének szabályozása

A legtöbb emlősfaj méhét elsősorban a szimpatikus idegrendszer posztganglionikus noradrenerg rostjai idegzik be (Marshall, 1981), ugyanakkor előfordulnak bizonyos faji különbségek is. A patkány méhében például mind adrenerg, mind kolinerg típusú rostok találhatóak. Az adrenerg rostok túlnyomórészt az ereket idegzik be, míg a kolinerg rostok mind a méh simaizmait, mind az oda futó ereket (Bell, 1972; Garfield, 1986). Az elmúlt években számos más neurotranszmitterről is kiderült, hogy részt vesz a női nemi traktus működésének szabályozásában, amelynek pontos részletei azonban még nem tisztázottak. Ilyen például a vazóaktív intesztinális polipeptid, a neuropeptid Y, a galanin, a kalcitonin gén-rokon peptid és a hisztidin-metionin peptid (Devedeux és mtsai, 1993).

A szexuál szteroidok meghatározó szerepet játszanak a vemhesség és az ellés

során. Rézuszmajmokon végzett vizsgálatok során kiderült, hogy a vemhesség alatt az ösztradiol koncentrációja a kora reggeli órákban éri el maximumát, míg a vérplazma progeszteron szintje éjszaka a legmagasabb (*Matsumoto és mtsai*, 1991). Az ösztrogének méh hipertrófiát idéznek elő, hiperpolarizálják a sejtmembránt, növelik az összehúzódásokért felelős akciós potenciálok amplitúdóját, hosszát és számát (*Devedeux és mtsai*, 1993). Ezenkívül serkentik a réskapcsolatok (Gap Junction - GJ) kialakulását, ami valószínűleg hozzájárul a simaizomrostok vezetőképességének javításához és így növeli a méhizomzat összehúzódását (*Garfield és mtsai*, 1980).

A progeszteron szintén hiperpolarizálja a sejtmembránt, de csökkenti az akciós potenciál amplitúdóját és annak gyakoriságát (*Devedeux és mtsai*, 1993), valamint a legtöbb vizsgált fajnál gátolja az elektromos aktivitás terjedését és a GJ-k kialakulását (*Garfield és mtsai*, 1980). Az oxitocin a sejtmembrán meglehetősen hosszú, néha tartós, depolarizációját indukálja. Növeli az akciós potenciál gyakoriságát, hosszát és csökkenti annak amplitúdóját, valamint terjedési sebességét. Jól ismert, mint erős méhstimuláns. Ellés során szintje végig magas és csak az utolsó magzat kitolása után kezd el csökkenni (*Ducsay és mtsai*, 1992). A méh oxitocinnal szembeni érzékenysége fokozódik a vemhesség előrehaladtával, és röviddel az ellés előtt éri el csúcspontját (*Fuchs*, 1985).

Az E és F típusú proszttaglandinok lassú membránde polarizációt idéznek elő, amely megnöveli az összehúzódások frekvenciáját és a nyugalmi izomfeszülést (*Devedeux és mtsai*, 1993). *Taverne és Scheerboom* (1985) kecskében igazolta, hogy az ellés beindulása valószínűsíthetően a proszttaglandinok mennyiségi növekedésének köszönhető.

A méh térfogata valószínűleg szintén fontos tényező az izomösszehúzódások szabályozásában. Minél nagyobb a méh, annál inkább megnyúlnak a simaizomrostok, és annál nagyobb a rostok feszültsége, amely így megnöveli az összehúzódások erősségét (*Devedeux és mtsai*, 1993).

A méh elektromiográfia (EMG) szerepe az ellés előrejelzésében

Az ellés beindulásához a méhizomok (miometrium) aktivációja szükséges. Patkányban az ellés előtt a méhizomsejtek ingerlékenysége növekszik, mert felületükön különböző ioncsatornák és ún. uterotonin receptorok (pl. oxitocin) alakulnak ki (*Tezuka és mtsai*, 1995). Az ellést előkészítő fiziológiai folyamatokat humán vizsgálatok alapján ismerjük a legrészletesebben. Ellés előtt a miometrium aktivitását gátló anyagok, mint a nitrogén-monoxid (NO) hatása jelentősen csökken, ami a méh simaizom aktivitás fokozódásához vezet (*Garfield és mtsai*, 1998). A simaizomsejtek közötti kommunikáció és kapcsolat szintén növekszik, és létrejön egy ún. funkcionális szincícium (syncytium), amely lehetővé teszi az akciós potenciál sejtről-sejtre történő gyors terjedését (*Honest és mtsai*, 2002). Ezek a változások szükségesek ahhoz, hogy az ellés során a méh összehúzódásai képesek legyenek kitolni a magzatot a külvilágba.

Korábbi humán vizsgálatok kimutatták, hogy a méhizom összehúzódásait a miometrium simaizomsejtjeinek elektromos aktivitása okozza, amiket a hasfalra erősített elektródákkal elektromiográf (EMG) segítségével lehet mérni (*Lucovnik és mtsai*, 2011). Az EMG által rögzített jelek alapján el lehet választani a szülés előtti

időszakot, magától a szülés folyamatától. Számos humán tanulmány szerint az EMG-ből nyert adatok segítségével megkülönböztethetőek a miometrium szülés előtti fiziológias összehúzódásai a szülés során tapasztalható „valódi” összehúzódásoktól, amire más összehúzódásokat monitorozó rendszerek nem képesek (Leman és mtsai, 1999; Maner és mtsai, 2003).

Buhimschi és mtsai (1998) patkányban azt találták, hogy a fialást közvetlenül megelőzi a simaizom összehúzódások által generált elektromos hullámok amplitúdójának növekedése. A vemhes méhre jellemző simaizom összehúzódások élettani háttere nagyon összetett, és azok helytelen szabályozása esetén koraellés, illetve az ellés hosszának növekedése következhet be (Hajagos-Tóth és mtsai, 2016).

Szűcs és mtsai (2017) vemhes patkányok méhizomzatának elektromos aktivitását vizsgálva azt találták, hogy a méh frekvenciája 1-3 CPM, illetve 0,017-0,05 Hz, hasonlóan a vakbél korábbi tanulmányokban közölt frekvenciájához (Szűcs és mtsai, 2016). Ennek értelmében a vemhes méh és a vastagbél mioelektromos jelei átfedésben vannak.

A kísérlet egyik fő célja itt is az volt, hogy kívülről adott hatóanyagok segítségével sikerüljön az emésztőszervek és a belső ivarszervek (főként a méh) simaizom tevékenységét egymástól elkülöníteni. Az emésztőszervekre ható vegyületek, mint a neostigmin (összehúzódás), vagy az atropin (relaxáció) elsősorban a vakbél aktivitását befolyásolták, míg a miometrium-specifikus hatóanyagok, mint az oxitocin (összehúzódás) és a terbutalin (relaxáció) csak a méhizomzat összehúzódásaira hatottak, ahogy azt korábbi tanulmányok is leírták (Persson és Olsson, 1970; Arias, 2000). Az oxitocin (1 $\mu\text{g}/\text{kg}$) 25-50%-kal növelte ($p < 0,001$), a terbutalin (50 $\mu\text{g}/\text{kg}$) 25-40%-kal ($p < 0,01$) csökkentette az összehúzódások mértékét (PsDmax érték).

A kutatók szoros pozitív korrelációt találtak a PsDmax értékek változása és a feszülésmérő által detektált mechanikai összehúzódások között. Ez azt jelenti, hogy a méh simaizom összehúzódásai által produkált PsDmax értékek segítségével nyomon lehet követni a méhizomzat aktivitását, annak aktív időszakában és főként a vemhesség végén, amikor a méh tömege jelentősen növekszik, és aktivitása dominánssá válik a vakbéllel szemben.

A sertések belső ivarszerveinek simaizom tevékenysége

A belső ivarszervek és a húgyutak simaizmaiban is sikerült olyan sejteket izolálni, amelyek morfológiailag nagyon hasonlóak a Cajal-féle intersticiális sejtekhez. Ezeket nevezték el Cajal-szerű intersticiális sejteknek (ICLC). Úgy tűnik, hogy ezek a sejtek generálják, koordinálják és szinkronizálják a simaizom összehúzódásokért felelős lassú hullámokat (Torihashi és mtsai, 1999).

Az ICLC-k jelenlétét az ember (Hassan és mtsai, 2013) és a sertés (Kilianczyk és mtsai, 2015) méhének miometriumában is kimutatták, valamint az ICLC-k sejtmagjain sikerült ösztrogén, progeszteron és oxitocin receptorok jelenlétét is igazolni (Cretoiú és mtsai, 2006; Hutchings és mtsai, 2009).

A kutatók már régen sejtették, hogy a sertések méhének simaizom aktivitása myogen (belső) eredetű, amit később igazolni is sikerült az ICLC-k a méh szövetében történt azonosításával (Langendijk és mtsai, 2003). Az immunhisztokémiai vizsgálatok alapján a méh simaizom sejtjei között kapcsolatot tartó ICLC-k al-kotta hálózat nagyon hasonló az emberben (Hassan és mtsai, 2013) és a ser-

tésben (*Kilianczyk és mtsai, 2015*). *Popescu és mtsai (2005)* kimutatták, hogy az ICLC-k nagyszámú réskapcsolatot (GJ) alakítanak ki egymás, valamint a többi simaizomsejt, idegrost és a kapilláris erek között. További szerzők azt is leírták, hogy a reprodukív hormonok, mint az oxitocin és a progeszteron képesek befolyásolni az ICLC-k működését, tehát az ICLC-k szteroidhormon-szenzorokként is felfoghatóak (*Cretoiu és mtsai, 2006; Hutchings és mtsai, 2009*).

Domino és mtsai (2018) kimutatták, hogy a sertés méhében és petevezetőjében található ICLC-k felületén funkcionális oxitocin és progeszteron receptorok helyezkednek el, főként a méhtest területén található sejteken. *Hutchings és mtsai (2009)* kutatásaiból az is kiderül, hogy az ICLC-k képesek stimulálni a szomszédos simaizomsejteket, ami azonnali méh összehúzódásokat idéz elő. Szerintük az ICLC-k ún. kalcium hullámot generálnak, amely viszonylag alacsony sebességgel halad a simaizomrostok közepe felé. Az összes általuk vizsgált sertés méhizom mintában az ICLC-k elsősorban a simaizom kötegek határain helyezkedtek el, hasonlóan az emberi simaizmokhoz (*Huizinga és mtsai, 1997*). A szteroidhormon-receptorok, az ICLC-k és az eletromiográfias jelek közötti szoros korreláció azt mutatja, hogy az ICLC-k hormonszenzorokként és elsődleges ritmusszabályozókként viselkednek a sertés méhszöveiteiben, akárcsak az emberben (*Kito és Suzuki, 2003*). A sertés méhének simaizom szöveteiben az említett sejthálózat szerkezeti és sejt szinten is megfigyelhető, valamint úgy tűnik, hogy funkcionális szerepet játszik a méh összehúzódások szabályozásában (*Domino és mtsai, 2018*).

A sertések spontán méh aktivitását több nem invazív módszerrel is vizsgálták a kutatók. Ezek közé tartoznak a nyílt végű katéter technika (*Langendijk és mtsai, 2002*) és a telemetrikus rögzítő rendszerrel kombinált elektromiográfia (*Gajewski és mtsai, 2001, 2003, 2004*). Ezekkel a módszerekkel vizsgálták az ivarzás ideje alatti miometrium aktivitást klenbuterol, kloprostenol (*Langendijk és mtsai, 2002*), oxitocin (*Langendijk és mtsai, 2003*) és női nemi utakba juttatott kansperma (*Langendijk és mtsai, 2005*) hatására. Ezekhez a korábbi tanulmányokhoz hasonlóan *Domino és mtsai (2018)* is úgy vélik, hogy sertésben a méh és a petevezető összehúzódásai szabályos mintázatot követnek, amelyek jellemzőek az ivari ciklus egyes szakaszaira.

Soede és mtsai (2011) rámutattak, hogy a sertés belső ivarszerveiben zajló folyamatok jelentősen különböznek az ivari ciklus egyes szakaszai során (ösztusz, diösztusz). *Bower* már 1974-ben leírta, hogy a kocák méhszarvainak összehúzódásai eltérő irányúak lehetnek a ciklus adott időszakában. Ezek az összehúzódások lehetnek méhkürttől a méhtest felé haladó, illetve a méhtest felől a méhkürt irányába haladóak, de úgy tűnik, hogy a méhkürttől a méhtest felé haladók a dominánsak.

Domino és mtsai (2018) eredményei szerint a sertés méhének elektromiográfias hullámai viszonylag egyforma gyakorisággal terjednek mind a két irányba függetlenül attól, hogy a ciklus mely szakaszában jár az állat. Az ivarzás (ösztusz) alatt, a hullámok domináns terjedési iránya a méhkürt felől a méhtest felé mutat és erőteljes (tendenciózus) növekedés mutatkozott az elektromos aktivitás energiájában, amplitúdójában és az időtartamában is, míg az ellenkező irányban inkább az említett paraméterek csökkenését tapasztalták. Ilyen változásokat a sárgatest fázisban (diösztusz) nem tapasztaltak, ami szintén arra utalhat, hogy a méh simaizom aktivitása a hormonális állapottól függően az ICLC-k, mint specifikus modulátorok szabályozása alatt áll. Ez a hipotézis azon alapszik, hogy a mikro-

szkópos vizsgálatok alapján az ICLC-k közvetlen kapcsolatban állnak a vérerekkel és idegvégződésekkel és membránjukon számos ösztrogén és progeszteron receptor található (Cretoiu és mtsai, 2006). A szerzők szerint *in vitro* körülmények között a méh simaizom sejtek membránján nincsenek ösztrogén és progeszteron receptorok, ellentétben az ICLC-kkel. Meg kell azonban jegyezni, hogy az ösztrogén és progeszteron receptorok expressziója az emberi méh simaizom sejttenyészetekben szignifikánsan alacsonyabb, mint *in situ* körülmények között (Zaitseva és mtsai, 2006).

Andersen és Barclay (1995) humán vizsgálatok alapján azt feltételezték, hogy a simaizom összehúzódásokért felelős pacemaker sejtek random módon helyezkednek el a reproduktív szervek szöveteiben. Popescu és mtsai (2007) azonban azt közölték, hogy az összehúzódások stimulálásáért felelős területek patkányokban és emberekben valószínűleg a méhszarvak és petevezetők találkozási pontjában (isthmus régió) találhatóak. Egereken végzett tanulmányok szerint az összehúzódások elsősorban a méhszarvak végéről és az isthmus területéről indulnak, és ezek tekinthetők az elsődleges ritmusszabályozó területeknek (Crane és Martin, 1991; Dodds és mtsai, 2015). Gajewski és mtsai (2001) szerint sertéseknél is a méhszarvak vége tekinthető a ritmusszabályozó anatómiai régióknak. Domino és mtsai (2018) is osztják ezt a véleményt hozzátéve, hogy mind az ivarzás alatt, mind pedig az ivarzás utáni időszakban a korábban említett két régióban tapasztalták az ICLC-k legnagyobb sűrűségét. Az elektromiográfiai jelek azonban jóval markánsabbak (nagyobb amplitúdó és a simaizom sejtek alacsonyabb elektromos aktivitási ideje) voltak az ivarzás alatt a petevezetők régiójában, mint az ivarzás utáni időszakban, ami megerősíti néhány korábbi tanulmány eredményét (Gajewski és mtsai, 2004; Pawlinski és mtsai, 2016).

Radhakrishnan és mtsai (2000) szerint a belső ivarszervek simaizomsejtjeit az ICLC-k vagy a szomszédos izomsejtek (myocyták) stimulálják, amelyek jelgeneráló sejthálózatot (ún. funkcionális szincíciumot) hoznak létre a közeli és távoli sejtek összekapcsolása révén. Az összehúzódások gyakorisága, amplitúdója és időtartama a stimulált sejtek számától függ.

A méhszarvak végének és az isthmus régió tevékenységének a méhszövet összehúzódásaival való szoros kapcsolata szintén arra utalnak, hogy ezek a területek szabályozzák a méh simaizom mioelektromos aktivitását. Domino és mtsai (2018) szerint sertés esetében is ezek a régiók a legfontosabb impulzus-generátorok. A szerzők azt találták, hogy az ICLC-k sűrűsége jóval alacsonyabb volt a méhtest és a méhszarvak középső részén, mint a méhszarvak végén és az isthmus régióban, mindazonáltal az ivarzás alatti EMG-jelek hasonlóak, illetve még kifejezettebbek, voltak az előbbi területeken. Ezek az eredmények nagyon hasonlóak az egér- és patkánymintákból *in vitro* körülmények között kapott eredményekhez (Lange és mtsai, 2014; Dodds és mtsai, 2015). A rágcsáló modellekből nyert adatok szerint a méhtest és a méhszarvak alsóbb részeinek összehúzódásai még a petevezető régióból eredő összehúzódások leállása után is folytatódnak, ami szintén a simaizom hullámok korábban leírt terjedési irányát igazolja (Dodds és mtsai, 2015). Az elektromiográfiai hullámok amplitúdója, domináns frekvenciája, valamint a méhszarvak végződéseiben és az isthmus régióban található oxitocin és progeszteron receptorok sűrűsége közötti szoros korreláció mind ennek a területnek a központi szerepét valószínűsíti, valamint azt sugallja, hogy a simaizom összehúzódások

bonyolult rendszerét receptoraikon keresztül a reprodukív hormonok szabályozák (*Domino és mtsai*, 2018). A vizsgálatok alapján az oxitocin nagyobb aktivitást mutat, mint a progeszteron, ami összhangban áll az említett hormonok fiziológiai hatásaival (*Müller és mtsai*, 2006a, 2006b).

A méhtest és a méhszarvak területéről származó elektromiográfiás jelek, valamint a Cajal-féle sejtekhez hasonló sejtek (ICLC-k) és az oxitocin-progeszteron receptorok sűrűsége közötti laza korreláció arra enged következtetni, hogy a méhtest és a méhszarvak legnagyobb része meglehetősen passzív szerepet tölt be az ivarszervek mioelektromos aktivitásának szabályozásában. Mindemellett, a közelmúltban közzétett adatok és eredmények alapján úgy tűnik, hogy a méhtest és a méhszarvak területén mégiscsak generálódik spontán elektromos aktivitás függetlenül a petevezetők tevékenységétől, de ez nem zárja ki, hogy a méh simaziom aktivitásért felelős legfontosabb pacemaker funkciója a méhszarvak végén és az isthmus területén található sejtsoportoknak van (*Domino és mtsai*, 2018). Ezek a kutatási eredmények arra utalnak, hogy a reprodukív traktusban játszódó folyamatok nagyon hasonlóak a gasztrointestinális rendszerben tapasztaltakkal, amint azt korábban többen is feltételezték (*Garfield és mtsai*, 1994; *Ciontea és mtsai*, 2005, 2006; *Kilianczyk és mtsai*, 2015).

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján, az ember és a házisertés belső ivarszerveinek simaizomműködése jelentős hasonlóságot mutat. Az elektromiográfiás méréseket a nőgyógyászati gyakorlatban már hosszú évek óta alkalmazzák pl. a szülés időpontjának előrejelzésében. Érdemes lenne emiatt hosszú távú elektromiográfiás vizsgálatokat folytatni a házisertések szaporodásbiológiai folyamatainak pontosabb megértése céljából, főként a nőivar esetében. A szexuális érés vizsgálata, összefüggésben a belső ivarszervek növekedésével, fejlődésével, fontos információkat szolgáltathat a fiatal koca-, illetve kansüldők helyes tenyésztésbevételi időpontjához. Az ivari ciklus egyes szakaszainak vizsgálata pedig hozzájárulhat a termékenyítés időpontjának pontosabb meghatározásához. Az ellés körüli időszak vizsgálatai jelezhetik az ellés időpontját, valamint az involúció lefolyását az ellést követően. Kiegészítő vizsgálatok (pl. hormonvizsgálatok) alkalmazásával pedig további információkat nyerhetnénk a szaporodásbiológiai folyamatok összefüggéseivel kapcsolatban. A vizsgálatok elegendő egyedszámon elvégezve segítséget nyújthatnak a telepi menedzsment számára a tenyésztési, selejtezési folyamatok, valamint gyógy- és kiegészítő kezelések elvégzésében és így hozzájárulhatnak a nagyüzemi sertésletelepek hatékony és gazdaságos üzemeltetéséhez.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- Alvarez, W. C. (1922): The electrogastrogram and what it shows. *J. Am. Med. Assoc.*, 78. 1116-1118.
- Andersen, H. F. – Barclay, M. (1995): A computer model of uterine contractions based on discrete contractile elements. *Obstet. Gynecol.*, 86. 108–111.
- Arias, F. (2000): Pharmacology of oxytocin and prostaglandins. *Clin. Obstet. Gynecol.*, 43. 455-68.
- Bass, P. – Code, C. F. – Lambert, E. H. (1961): Motor and electric activity of the duodenum. *Am. J. Physiol.*, 201. 287-291.
- Bell, C. (1972): Autonomic nervous control of reproduction: circulatory and other factors. *Pharmacol. Rev.*, 24. 657-736.
- Bower, R. E. (1974): Factors affecting myometrial activity in the pig. PhD Thesis, University of Minnesota, USA.
- Brown, B. H. – Smallwood, R. H. – Duthie, H. L. – Stoddard, C. J. (1975): Intestinal smooth muscle electrical potentials recorded from surface electrodes. *Med. Biol. Eng.*, 13. 97-103.
- Buhimschi, C. – Boyle, M. B. – Saade, G. R. – Garfield, R. E. (1998): Uterine activity during pregnancy and labor assessed by simultaneous recordings from the myometrium and abdominal surface in the rat. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 178. 811–822.
- Bures, J. – Pejchal, J. – Kvetina, J. (2011a): Morphometric analysis of the porcine gastrointestinal tract in a 10-day high-dose indomethacin administration with or without probiotic bacteria *Escherichia coli* Nissle. *Hum. Exp. Toxicol.*, 30. 1955–1962.
- Bures, J. – Smajs, D. – Kvetina, J. (2011b): Bacteriocinogeny in experimental pigs treated with indomethacin and *Escherichia coli* Nissle. *World J. Gastroenterol.*, 17. 609–617.
- Chambers, M. M. – Bowes, K. L. – Kingma, Y. J. – Bannister, C. – Cote, K. R. (1981): In vitro electrical activity in human colon. *Gastroenterology*, 81. 502–508.
- Chang, F. Y. – Lu, C. L. – Chen, C. Y. – Luo, J. C. – Lee, S. D. – Wu, H. C. – Chen, J. Z. (2007): Fasting and postprandial small intestinal slow waves non-invasively measured in subjects with total gastrectomy. *J. Gastroent. Hepat.*, 22. 247–252.
- Chen, J. – McCallum, R. W. (1991): Electrogastrography: measurement, analysis and prospective applications. *Med. Biol. Eng. Comput.*, 29. 339-350.
- Chen, J. – McCallum, R. W. – Richards, R. (1993): Frequency components of the electrogastrogram and their correlations with gastrointestinal contractions in humans. *Med. Biol. Eng. Comput.*, 31. 60-67.
- Chen, J. – McCallum, R. W. (1994): Electrogastrographic parameters and their clinical significance. In *Electrogastrography: principles and applications*. Raven Press, New York, 45-73.
- Chen, J. D. – Schirmer, B. D. – McCallum, R. W. (1994): Serosal and cutaneous recordings of gastric myoelectrical activity in patients with gastroparesis. *Am. J. Physiol.*, 266. 90-98.
- Christensen, J. – Scheld, H. H. – Clifton, J. A. (1964): The basic electrical rhythm of the duodenum in normal subjects and in patients with thyroid disease. *J. Clin. Invest.*, 43. 1659-1667.
- Ciontea, S. M. – Radu, E. – Regalia, T. – Ceafalan, L. – Cretoiu, D. – Gherghiceanu, M. (2005): C-kit immunopositive interstitial cells (Cajal-type) in human myometrium. *J. Cell Mol. Med.*, 9. 407–420.
- Couturier, P. – Rose, C. – Couturier-Turfin, N. H. – Debrav, C. (1969): Electromyography of the colon in situ. *Gastroenterology*, 56. 317-322.
- Crane, L. H. – Martin, L. (1991): Pace-maker activity in the myometrium of the oestrous rat: in vivo studies using video-laparoscopy. *Reprod. Fertil. Dev.*, 3. 519–527.
- Cretoiu, D. – Ciontea, S. M. – Popescu, L. M. – Ceafalan, L. – Ardeleanu, C. (2006): Interstitial Cajal-like cells (ICLCs) as steroid hormone sensors in human myometrium: immunocytochemical approach. *J. Cell Mol. Med.*, 10. 789–795.
- Delliaux, S. – Steinberg, J. G. – Lesavre, N. – Paganelli, F. – Oliver, C. – Jammes, Y. (2006): Effect of long-term atorvastatin treatment on the electrophysiological and mechanical functions of muscle. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.*, 44. 251–261.

- Devedeux, D. – Marque, C. – Mansour, S. – Germain, G. – Duchêne, J. (1993): Uterine electromyography: a critical review. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 169. 1636-1653.
- Dodds, K. E. – Staikopoulos, V. – Beckett, E. A. H. (2015): Uterine contractility in the nonpregnant mouse: changes during the estrous cycle and effects of Chloride Channel blockade. *Biol. Reprod.*, 92. 1–15.
- Domino, M. – Pawlinski, B. – Gajewska, M. – Jasinski, T. – Sady, M. – Gajewski, Z. (2018): Uterine EMG activity in the non-pregnant sow during estrous cycle. *BMC. Vet. Res.*, 14. 176
- Ducsay, C.A. – Ervin, M.G. – Kaushal, K.M. – Matsumoto, T. (1992): Myometrial contractile responsiveness to oxytocin after dexamethasone suppression of circadian uterine activity in pregnant rhesus macaques during late gestation. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 167. 1636-1641.
- Eswaran, H. – Preissl, H. – Wilson, J. D. – Murphy, P. – Lowery, C. L. (2004): Prediction of labor in term and preterm pregnancies using non-invasive magnetomyographic recordings of uterine contractions. *Am. J. Obstet. Gynecology*, 190. 1598–1602.
- Fonyó, A. (2011): Az orvosi élettan tankönyve. Medicina kiadó, Budapest.
- Fuchs, A. R. (1985): Oxytocin in animal parturition. In: Amico J. A., Robinson A. G., ed. *Oxytocin: clinical and laboratory studies*. Amsterdam: Elsevier. 207-235.
- Gajewski, Z. – Wolinski, J. – Korczyński, W. – Ziecik, A. – Babelewska, M. – Zabielski, R. (2001): Application of telemetry to long term electromyography recordings of the reproductive tract in the pig. *The 5th Newsletter of ESDAR.*, 1. 36–41.
- Gajewski, Z. – Blitek, M. – Klos, J. – Pawlinski, B. – Ziecik, A. (2003): EMG activity of oviduct and uterus in relation to preovulatory LH surge in the pig. *The 6th Congress of ESDAR*. 1. 46.
- Gajewski, Z. – Blitek, M. – Klos, J. – Gromadzka-Hliwa, K. – Pawlinski, B. – Andrzejczak, A. – Ziecik, A. (2004): Oviductal and uterine myometrial activity during periovulatory period in the pig. *Reprod. Dom. Anim.*, 1. 41–44.
- Garcia-Casado, J. - Zena-Gimenez, V. - Prats-Boluda, G. - Ye-Lin, Y. (2014): Enhancement of non-invasive recording of electroenterogram by means of a flexible array of concentric ring electrodes. *Ann. Biomed. Eng.*, 42. 651-660.
- Garfield, R.E. – Kannan, M.S. – Daniel, E.E. (1980): Gap junction formation in myometrium: control by estrogens, progesterone and prostaglandins. *J. Physiol.*, 238. 81-89.
- Garfield, R. E. (1986): Structural studies of innervation on nonpregnant rat uterus. *Am. J. Physiol.*, 251. 41-56.
- Garfield, R. E. – Yallampalli, C. – Chard, T. – Grudzinskas, J. G. (1994): Structure and function of uterine muscle. In: *Chard, T. – Grudzinskas, J.G. (eds) The uterus. Cambridge reviews on human reproduction*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 54–93.
- Garfield, R. E. – Saade, G. – Buhimschi, C. – Buhimschi, I. – Shi, L. – Shi, S. Q. (1998): Control and assessment of the uterus and cervix during pregnancy and labour. *Hum. Reprod. Update*, 4. 673–695.
- Garfield, R. E. – Maner, W. L. (2007): Physiology and electrical activity of uterine contractions. *Semin. Cell Dev. Biol.*, 18. 289–295.
- Gil, Y. – Wu, W. – Lee, J. (2012): A synchronous multi-body sensor platform in a Wireless Body Sensor Network: design and implementation. *Sensors (Basel)*, 12. 10381-10394.
- Hajagos-Tóth, J. – Bota, J. – Ducza, E. – Samavati, R. – Borsodi, A. – Benyhe, S. (2016): The effects of progesterone on the alpha2-adrenergic receptor subtypes in late-pregnant uterine contractions in vitro. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 14. 33.
- Hassan, M. – Terrien, J. – Muszynski, C. – Alexandersson, A. – Marque, C. – Karlsson, B. (2013): Better pregnancy monitoring using nonlinear correlation analysis of external uterine electromyography. *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 60. 1160–1166.
- Hocke, M. – Schone, U. – Richert, H. – Gornert, P. – Keller, J. – Layer, P. – Stallmach, A. (2009): Every slow-wave impulse is associated with motor activity of the human stomach. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver. Physiol.*, 296. 709–716.

- Honest, H. – Bachmann, L. M. – Gupta, J. K. – Kleijnen, J. – Khan, K. S. (2002): Accuracy of cervicovaginal fetal fibronectin test in predicting risk of spontaneous preterm birth: systematic review. *British Medical Journal*, 325. 301-301.
- Horn, L.C. – Meinel, A. – Hentschel, B. (2012): c-kit/CD 117 positive cells in the myometrium of pregnant women and those with uterine endometriosis. *Arch. Gynecol. Obstet.*, 286. 105-107.
- Huizinga, J. D. – Thuneberg, L. – Vanderwinden, J. M. – Rumessen, J. J. (1997): Interstitial cells of Cajal as targets for pharmacological intervention in gastrointestinal motor disorders. *Trends Pharmacol. Sci.*, 18. 393–403.
- Huizinga, J. D. – Parsons, S. P. – Chen, J. H. – Pawelka, A. – Pistilli, M. – Li, C. – Wei, D. (2015): Motor patterns of the small intestine explained by phase-amplitude coupling of two pacemaker activities: The critical importance of propagation velocity. *Am. J. Physiol. Cell. Physiol.*, 309. 403–414.
- Hutchings, G. – Williams, O. – Cretoiu, D. – Ciontea, S. M. (2009): Myometrial interstitial cells and the coordination of myometrial contractility. *J. Cell Mol. Med.*, 13. 4268-4282.
- Járó-Nagy, K. (2021): Különböző cellulóz-, hemicellulóz- és lignintartalmú növények és hízósértés takarmányok etetésének vizsgálata emésztésélettani és miográfias modellvizsgálatokban, valamint üzemi kísérletekben. Doktori (PhD) értekezés. Kaposvár
- Karali, T. T. (1995): Comparison of the gastrointestinal anatomy, physiology and biochemistry of humans and commonly used laboratory animals. *Biopharm. Drug. Dispos.*, 16. 351-380.
- Kilianczyk, R. – Domino, M. – Gajewski, Z. – Zabielski, R. – Godlewski, M. – Pawlinski, B. (2015): Localization of the interstitial Cajal-like cells in the porcine reproductive tract. *Reprod. Dom. Anim.*, 50. 43–44.
- Kito, Y. – Suzuki, H. (2003): Properties of pacemaker potentials recorded from myenteric interstitial cells of Cajal distributed in the mouse small intestine. *J. Physiol.* 553. 803–818.
- Kopácová, M. – Tachecí, I. – Kvetina, J. (2010): Wireless video capsule endoscopy in preclinical studies: methodical design of its applicability in experimental pigs. *Dig. Dis. Sci.*, 55. 626–630.
- Kopper, B. – Tóth, K. (2014): Mozgástanulás és szabályozás. Testnevelési Egyetem, Budapest. Link: <https://slideplayer.hu/slide/12428289/>
- Kvetina, J. – Kunes, M. – Bures, J. (2008): The use of wireless capsule endoscopy in a preclinical study: a novel diagnostic tool for indomethacin-induced gastrointestinal injury in experimental pigs. *Neuro. Endocrinol. Lett.*, 29. 763-769.
- Lammers, W. J. (2015): Normal and abnormal electrical propagation in the small intestine. *Acta. Physiol. (Oxf)*, 213. 349–359.
- Lange, L. – Vaeggemose, A. – Kidmose, P. – Mikkelsen, E. – Uldbjerg, N. – Johansen P. (2014): Velocity and directionality of the electrohysterographic signal propagation. *PLoS One*, 9. e86775.
- Langendijk, P. – Bouwman, E. G. – Soede, N. M. – Taverne, M. A. M. – Kemp, B. (2002): Myometrial activity around estrus in sows: spontaneous activity and effects of estrogens, cloprostenol, seminal plasma and clenbuterol. *Theriogenology*, 57. 1563–1577.
- Langendijk, P. – Bouwman, E. G. – Schams, D. – Soede, N. M. – Kemp, B. (2003): Effects of different sexual stimuli on oxytocin release, uterine activity and receptive behavior in estrous sows. *Theriogenology*, 59. 849–861.
- Langendijk, P. – Soede, N.M. – Kemp, B. (2005): Uterine activity, sperm transport, and the role of boar stimuli around insemination in sows. *Theriogenology*, 63. 500–513.
- Leman, H. – Marque, C. – Gondry, J. (1999): Use of electrohysterogram signal for characterization of contractions during pregnancy. *IEEE Trans Biomed Eng.*, 46. 1222–1229.
- Lucovnik, M. – Kuon, R. J. – Chambliss, L. R. – Maner, W. L. – Shi, S. Q. – Shi, L. – Balducci, J. – Garfield, R. E. (2011): Use of uterine electromyography to diagnose term and preterm labor. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.*, 90. 150-157.
- Maner, W. L. – Garfield, R. E. – Maul, H. – Olson, G. – Saade, G. (2003): Predicting term and preterm delivery with transabdominal uterine electromyography. *Obstet. Gynecol.*, 101. 1254–1260.

- Marshall, J. M. (1981): Effects of ovarian steroids and pregnancy on adrenergic nerves of uterus and oviduct. *Am. J. Physiol.*, 240. 165-174.
- Matsumoto, T. – Hess, D. L. – Kaushal, K. M. – Valenzuela, G. J. – Yellon, S. M. – Ducsay, C. A. (1991): Circadian myometrial and endocrine rhythms in the pregnant rhesus macaque: effects of constant light and timed melatonin infusion. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 165. 1777–1784.
- Müller, A. – Siemer, J. – Renner, S. – Hoffmann, I. – Beckmann, M. W. – Dittrich, R. (2006a): Modulation of uterine contractility and peristalsis by oxytocin in estrogenprimed non-pregnant swine uteri. *Eur. J. Med. Res.*, 11. 157–162.
- Müller, A. – Siemer, J. – Schreiner, S. – Koesztner, H. – Hoffmann, I. – Binder, H. – Beckmann, M. W. – Dittrich, R. (2006b): Role of estrogen and progesterone in the regulation of uterine peristalsis: results from perfused non-pregnant swine uteri. *Hum. Reprod.*, 21. 1863–1868.
- Obioha, C. – Erickson, J. – Suseela, S. – Hajri, T. – Chung, E. – Richards, W. – Bradshaw, L. A. (2013): Effect of body mass index on the sensitivity of magnetogastrogram and electrogastrogram. *J. Gastroenterol. Hepatol. Res.*, 2. 513–519.
- Parkman, H. P. – Hasler, W. L. – Barnett, J. L. – Eaker, E. Y. (2003): American Motility Society Clinical GI Motility Testing Task Force: Electrogastrography: a document prepared by the gastric section of the American Motility Society Clinical GI Motility Testing Task Force. *Neurogastroenterol. Motil.*, 15. 89–102.
- Pawlinski, B. – Domino, M. – Aniolek, O. – Ziecik, A. – Gajewski, Z. (2016): Bioelectrical activity of porcine oviduct and uterus during spontaneous and induced estrus associated with cyclic hormone changes. *Theriogenology*, 86. 2312–2322.
- Persson, H. – Olsson, T. (1970): Some pharmacological properties of terbutaline (INN), 1-(3,5 dihydroxyphenyl)-2-(T-butylamino)- ethanol. A new sympathomimetic beta-receptor stimulating agent. *Acta Med. Scand., Suppl.* 512. 11-19.
- Pezzolla, F. – Riezzo, G. – Maselli, M. A. – Giorgio, I. (1989): Electrical activity recorded from abdominal surface after gastrectomy or colectomy in humans. *Gastroenterology*, 97. 313–320.
- Popescu, L. M. – Ciontea, S. M. – Cretoiu, D. – Hinescu, M. E. – Radu, E. – Ionescu, N. – Ceansu, M. – Gherghiceanu, M. – Brega, R. I. – Vasilescu, F. – Zagrean, L. – Ardeleanu, C. (2005): Novel type of interstitial cell in human fallopian tube. *Cell Mol. Med.*, 9. 479–523.
- Popescu, L. M. – Ciontea, S. M. – Cretoiu, D. (2007): Interstitial Cajal-like cells in human uterus and fallopian tube. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1101. 139-165.
- Qin, S. – Ding, W. – Miao, L. – Xi, N. – Li, H. – Yang, C. (2015): Signal reconstruction of the slow wave and spike potential from electrogastrogram. *Bio-med. Mat. Engin.*, 26. 1515–1521.
- Radhakrishnan, N. – Wilson, J. D. – Loizou, P. (2000): An alternate partitioning technique to quantify the regularity of complex time series. *Int. J. Bifurcation. Chaos.*, 10. 1773–1779.
- Sanders, K. M. – Koh, S. D. – Ward, S. M. (2006): Interstitial cells of cajal as pacemakers in the gastrointestinal tract. *Annu. Rev. Physiol.*, 68. 307-343.
- Shozib, H. B. – Suzuki, H. – Iino, S. – Nakayama, S. (2013): Acceleration of ileal pacemaker activity in mice lacking interleukin 10. *Inflamm. Bowel. Dis.*, 19. 1577–1585.
- Soede, N. M. – Langendijk, P. – Kemp, B. (2011): Reproductive cycles in pigs. *Anim. Reprod. Sci.* 124. 251–258.
- Szűcs, K. F. – Nagy, A. – Grosz, Gy. – Tiszai, Z. – Gaspar, R. (2016): Correlation between slow-wave myoelectric signals and mechanical contractions in the gastrointestinal tract: Advanced electromyographic method in rats. *J. Pharm. Tox. Meth.*, 82. 37–44.
- Szűcs, K. F. – Grosz, Gy. – Süle, M. – Nagy, A. – Tiszai, Z. – Samavati, R. – Gáspár, R. (2017): Identification of myoelectric signals of pregnant rat uterus: new method to detect myometrial contraction. *Croat. Med. J.*, 58. 141-148.
- Tacheci, I. – Kvetina, J. – Kunes, M. (2011): Electrogastrography in experimental pigs: the influence of gastrointestinal injury induced by dextran sodium sulphate on porcine gastric erythromycin-stimulated myoelectric activity. *Neuro. Endocrinol. Lett.*, 32. 131–136.

- Tacheci, I. – Kvetina, J. – Kunes, M. – Pavlík, M. – Kopáčová, M. – Černý, V. – Rejchrt, S. – Varayil, J. E. – Bureš, J. (2013): The effect of general anaesthesia on gastric myoelectric activity in experimental pigs. *BMC Gastroenterol.*, 13. 1-6.
- Taverne, M. A. M. – Scheerboom, J. (1985): Myometrial electrical activity during pregnancy and parturition in the pigmy goat. *Res. Vet. Sci.*, 38. 120-123.
- Tezuka, N. – Ali, M. – Chwalisz, K. – Garfield, R. E. (1995): Changes in transcripts encoding calcium channel subunits of rat myometrium during pregnancy. *Am. J. Physiol.*, 269. 1008–1017.
- Torihashi, S. – Nishi, K. – Tokutomi, Y. – Nishi, T. – Ward, S. – Sanders, K. M. (1999): Blockade of kit signaling induces transdifferentiation of interstitial cells of Cajal to a smooth muscle phenotype. *Gastroenterology*, 117. 140–148.
- Ushiyama, J. – Takahashi, Y. – Ushiba, J. (1985): Muscle dependency of corticomuscular coherence in upper and lower limb muscles and training-related alterations in ballet dancers and weightlifters. *J. Appl. Physiol.*, 109. 1086-1095.
- Varayil, J. E. – Ali, S. M. – Tacheci, I. (2009): Electrogastrography in experimental pigs. Methodical design and initial experience. *Folia Gastroenterol. Hepatol.*, 7. 98–104.
- Verdenik, I. – Pajntak, M. – Leskosek, B. (2001): Uterine electrical activity as a predictor of preterm birth in women with preterm contractions. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, 95. 149–153.
- Vigh, H. B. – Kondics, L. (1997): Összehasonlító szövettan. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Világi, I. (2003): Neurokémia. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs.
- Waterfall, W. E. – Brown, B. H. – Duthie, H. L. – Whittaker, G. E. (1972): The effects of humoral agents on the myoelectrical activity of the terminal ileum. *Gut.*, 13. 528-534.
- Young, R. C. – Barendse, P. (2014): Linking myometrial physiology to intrauterine pressure; how tissue-level contractions create uterine contractions of labor. *PLoS. Comput. Biol.*, 10. 1–15.
- Zaitseva, M. – Vollenhoven, B. J. – Rogers, P. A. (2006): In vitro culture significantly alters gene expression profiles and reduces differences between myometrial and fibroid smooth muscle cells. *Mol. Hum. Reprod.*, 12. 187–207.

Érkezett: 2021. július

Szerző címe: Roszkos R.
Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet,
Takarmánybiztonsági Tanszék

Author's address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
Institute of Physiology and Nutrition, Department of Feed Safety
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
ADEXGO Kft.
H-8230 Balatonfüred, Lapostelki út 13.
robert.roszkos@adexgo.hu

A MEGVILÁGÍTÁS ÉS A TAKARMÁNYOZÁS SZEREPÉNEK VIZSGÁLATA A HARCSA (*SILURUS GLANIS*) INTENZÍV LÁRVANEVELÉSE SORÁN

KERTÉSZ ATTILA – BERECHKY GÁBOR – BÁRSONY PÉTER – FEHÉR MILÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A harcsa (*Silurus glanis*) őshonos ragadozó halfajunk, amelynek egyre nagyobb szerepe van a hazai akvakultúrában. Mivel az étkezési hal iránti fogyasztói igény folyamatosan nő, a termelés bővítése érdekében elengedhetetlen a harcsa intenzív rendszerben történő nevelésének fejlesztése. Az intenzív harcsaneveléssel kapcsolatban, az utóbbi években számos közlemény jelent meg, ugyanakkor a lárwanevelés tartás- és takarmányozástechnológiai kérdéseit illetően egyelőre kevés információ áll rendelkezésre. Jelen kutatás célja éppen ezért annak megállapítása volt, hogy milyen megvilágítás, illetve takarmányozási protokoll alkalmazásával biztosítható a kezdeti nevelés hatékonysága. A megvilágítás és a takarmányozás termelési paraméterekre gyakorolt hatásait a szerzők két egymásra épülő kísérletben vizsgálták. Az első kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a teljes sötétben történő nevelés kedvezően befolyásolja a lárvák növekedését és egyöntetűségét. A második kísérlet során az is megállapításra került, hogy a lárvák a termelési paraméterek romlása nélkül hozzászoktathatók a fokozatosan növelt megvilágításhoz, és a vizsgált mutatókat leginkább az alkalmazott takarmányozási protokoll határozza meg.

SUMMARY

Kertész, A. – Berechky, G. – Bársony, P. – Fehér, M.: INVESTIGATION OF THE ROLE OF ILLUMINATION AND FEEDING IN THE LARVICULTURE OF EUROPEAN CATFISH (SILURUS GLANIS) UNDER CONTROLLED CONDITIONS

European catfish is a native, predatory fish species, which has a significant role in the Hungarian aquaculture. The demand of the consumers for market size fish is continuously growing, in order to expanding the production, the development of the catfish rearing in intensive systems is essential. In recent years, number of scientific paper were published regarding the intensive catfish rearing, however, lack of information are available in terms of the production technology and feeding aspects of larviculture. Therefore the aim of the recent study to investigate the effects of illumination and feeding protocols on the efficiency of larval rearing. Two experiments were set up. In the first test, the effect of lighting was investigated under controlled conditions. Two treatments in eight replicates were set up, with a total of 5600 catfish larvae. Based on the results it can be concluded, that the final wet body weight and the homogeneity of catfish larvae were significantly higher ($p < 0.05$) in groups, where the fish were kept in dark. The survival and specific growth rate of fish were not affected by the illumination. In the second experiment, the effects of graduated illumination and the applied diet were also tested. Four treatments and four replicates were set up in glass aquaria, with a total of 5000 catfish larvae. The authors established, that catfish larvae can be acclimatized to the graduated illumination, as well as the production parameters were mostly affected by the applied diet. Significantly higher ($p < 0.05$) survival and final wet body weight were observed in groups, where *Artemia nauplii* was used as a first feed of fish. Therefore, it can also concluded, that the use of living organisms is essential during the first days of larval rearing, however, the specific growth rate and homogeneity of fish were not affected significantly by the use of live feed. The illumination had no significant effect on the survival, specific growth rate and homogeneity of catfish larvae, however, higher individual wet body weight was observed in groups ($p < 0.05$), where the fish were kept with gradually increasing illumination.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Bár a magyarországi haltermelés legfontosabb faja továbbra is a ponty, a vásárlói igények egyre inkább a ragadozó halfajok termelésének bővítését indokolják. Őshonos ragadozó halfajunk, a harcsa (*Silurus glanis*) fehér húsának és szálkamentességének köszönhetően képes megfelelni a modern fogyasztói elvárásoknak (Horváth és mtsai, 2011).

A harcsa napjainkban is hazánk legnagyobb mennyiségben előállított ragadozó halfaja, amely 2018-ban a halastavi termelés mintegy 2 %-át adta (AKI, 2019). A lehalászott harcsa mennyisége folyamatos bővülést mutat, ugyanakkor a halfaj termelése csak kismértékben növelhető extenzív halastavi körülmények között. A megnövekedett kereslet kielégítésére jó alternatívát biztosítanak az intenzív, illetve félintenzív (kombinált) technológiák. A halfaj beilleszthető a modern termelési rendszerekbe, mivel kedvező növekedési eréllyel rendelkezik, nevelése mesterséges takarmányokra alapozható, illetve a vízminőséggel szemben viszonylag tág tűréssel jellemezhető (Szabó és mtsai, 2015).

A harcsa iránti kereslet növekedése hazánkban is előmozdította a halfaj termelésével kapcsolatos innovációs törekvéseket. Havasi (2014) fontos eredményeket közölt a harcsa intenzív rendszerben történő nevelése során alkalmazott takarmányozástechnológiával kapcsolatban, illetve bizonyította az étvágy és az anyagcsere intenzitásának hőmérséklet függését. Beliczky (2019) az intenzív harcsa nevelés környezeti aspektusait vizsgálta, amely munka alapvető információkat szolgáltat a halfaj tartástechnológiájának fejlesztését célzó kutatásokhoz. A hazai kutatók egy háromfázisú, intenzív harcsa nevelési technológiát is kidolgoztak, amelynek eredményeként a harcsa a piaci méretet mindössze 14 hónap alatt képes volt elérni (Kovács és mtsai, 2018).

A recirkulációs rendszerben történő nevelés mellett a félintenzív, ketreces termelés vonatkozásában is jelentős fejlesztések valósultak meg az elmúlt években, Borbély és mtsai (2020) a harcsát Tó-A-Tóban rendszerben nevelték, amelyben kedvező megmaradás mellett tudtak piaci méretű harcsát előállítani a tógazdasági polikultúrára jellemző adatokat jóval meghaladó népesítési sűrűség beállítása mellett is.

Az intenzív harcsa lárv nevelés vonatkozásában viszont egyelőre kevés irodalmi adat áll rendelkezésre, így kutatásunk során erre a termelési fázisra koncentráltunk. Irodalmi adatokból ismert, hogy a halfaj leginkább az éjszakai órákban, illetve teljes sötétben táplálkozik intenzíven (Boujard, 1995), ezáltal a mesterséges nevelés során alkalmazott megvilágítási protokoll jelentős hatással van a harcsa takarmányfelvételére is (Bolliet és mtsai, 2001). A megvilágítás szerepe emellett az állategészségügyi problémák, illetve a fajra jellemző kannibalizmus megelőzése érdekében is kiemelt jelentőséggel bír (Krusteva és Yankova, 2021), vizsgálatunkban ezért elsősorban a megvilágítás termelési paraméterekre gyakorolt hatásait vizsgáltuk, akvárium körülmények között. A tartástechnológiai tényezők mellett a takarmányozás is meghatározó a zsenge hal túlélése és növekedése szempontjából, így a kísérleteink során azt is meghatároztuk, hogy megvilágítás, vagy az alkalmazott takarmányozási protokoll befolyásolja-e inkább a harcsa lárv nevelésének sikerét.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti protokoll

A megvilágítás és az alkalmazott takarmányozási protokoll termelési paraméterekre gyakorolt hatását két egymást követő évben vizsgáltuk, két egymásra épülő kísérletben. A lárvák mindkét esetben mesterséges szaporításból származtak és a Bocskai Halászati Kft. (Hajdúszoboszló) bocsátotta rendelkezésünkre.

A nem táplálkozó lárvákat a kelést követően szállítottuk a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Halbiológiai laboratóriumába, ahol a halakat egy 48 órás akklimatizációt követően a táplálkozás kezdetétől neveltük a kísérleti protokolloknak megfelelően.

Mindkét vizsgálat ugyanazon kísérleti rendszerben került beállításra és a tesztek időtartama is azonos, 21-21 nap volt.

A halakat 16 db, egyenként 150 liter hasznos víztérfogattal rendelkező üveg-akváriumban neveltük, amelyeket egyedi szűrővel láttunk el. A kísérletek során naponta ellenőriztük az akváriumok vízhőmérsékletét ($25,0 \pm 0,3^\circ\text{C}$) és oldott oxigénkoncentrációját ($81,1 \pm 0,6\%$) (HACH HQ30d). Hetente egyszer, spektrofotométerrel (HACH DR3900) mértük a legfontosabb nitrogén-formák ($\text{NH}_4\text{-N}$: $0,5 \pm 0,1$; $\text{NO}_2\text{-N}$: $0,15 \pm 0,03$; $\text{NO}_3\text{-N}$: 115 ± 15) alakulását.

Az első kísérlet során kizárólag a megvilágítás hatását vizsgáltuk, így az akváriumokat 2 csoportra osztottuk. Nyolc egységet fekete fóliával letakartunk, nyolc egységben pedig folyamatos, 2 lux megvilágítást alkalmaztunk. A fényerősség meghatározása PEAKTECH 5065 digitális kéziműszer segítségével történt. A kísérletbe összesen 5600 harcsa lárvát állítottunk be, így akváriumonként 350 egyeddel népesítettünk. A halakat az első 3 napban frissen kelt *Artemia naupliusszal*, majd egy nap vegyes etetést követően egy kereskedelmi forgalomban kapható mesterséges táppal takarmányoztuk (BIOMAR INICIO Plus, 58/15, 0,5 mm). Az átszoktatás során napi négy alkalommal étvágy szerint etettünk élő táplálékot, amelyet minimális mennyiségű táppal is kiegészítettünk annak érdekében, hogy a halak megismerjék a mesterséges takarmány ízét és illatát. A lárvák etetése az első 7 napban négy óránként, ad libitum, majd a nyolcadik naptól a kísérlet zárásáig napi háromszori megosztásban, szintén étvágy szerint történt. A vizsgálat végén digitális mérleg segítségével akváriumonként 50, tehát kezelésenként 400 lárvát egyedi testtömegét határoztuk meg, két tizedes pontosságú digitális mérleg segítségével.

A második kísérlet során azt vizsgáltuk, hogy folyamatosan növelt fényintenzitás mellett, a harcsa lárvák hozzászoktatható-e a megvilágításhoz, illetve arra is választ kerestünk, hogy a megvilágítás, vagy az alkalmazott takarmányozási protokoll befolyásolja-e inkább a termelési paramétereket.

Ennek érdekében minden akváriumot 300 harcsalárvával népesítettük. Az összesen 16 db akvárium közül 8 db-ot lesötétítettünk és a kísérlet végéig teljes sötétben tartottuk. A másik 8 db akvárium esetében takarás nem történt és növekvő, folyamatos fényintenzitás (PEAKTECH 5065) mellett neveltük a halakat (1. táblázat). Mindkét kezelés vonatkozásában 2-2 különböző takarmányozási protokollt állítottunk be, az egyik esetben az első 3 napban élő eleséggel (*Artemia naupliusz*) etettük a halakat és csak ezt követően, az előző kísérletben is alkalmazott módon

hajtottuk végre a száraz tápra történő átszoktatást. A másik esetben végig tápos etetést alkalmaztunk (BIOMAR LARVIVA ProWean 300, 58/10, 200-400 μ m, illetve BIOMAR INICIO Plus, 58/15, 0,5 mm). A halakat a teljes kísérlet során 4 óránként etettük, ezáltal folyamatos táplálékkinálatot biztosítottunk a lárvák számára (Rónyai és Ruttkai, 1990). A kezeléseket 4-4 ismétlésben állítottuk be.

A kísérlet végén minden egyes akvárium esetében, két tizedes pontosságú digitális mérleg segítségével megmértük 32 lárva egyedi nedves testtömegét, amely kezelésként 128 db mintaszámot jelentett.

1. táblázat

Kísérleti beállítások

Változó (2)	Kezelés (3)	Napok száma (1)			
		0 - 3	4 - 7	8 - 14	15 - 21
Megvilágítás (LUX) (4)	Sötét	0	0	0	0
	Világos	0	6	12	24
Takarmány (5)	Artemia	<i>Artemia sp.</i>	LARVIVA	INICIO PLUS	INICIO PLUS
	Táp	LARVIVA	INICIO PLUS	INICIO PLUS	INICIO PLUS

Table 1. Experimental protocols

number of days (1); variable (2); treatment (3); light regimes (4); diet (5)

Statisztikai értékelés

A kísérletek végén akváriumonként meghatároztuk a harcra lárva megmaradását és egyedi átlagos nedves testtömegét. Az adatok alapján a termelési paraméterek kiszámítása az alábbi képletek segítségével történt:

- $SGR \% = (\ln W_f - \ln W_i) / t \times 100$, ahol: W_f : végső testtömeg (g), W_i : kezdő testtömeg (g), t : napok száma

- Variációs koefficiens $CV\% = SD/W_f \times 100$, ahol: SD = standard szórás, W_f : végső testtömeg (g)

A statisztikai vizsgálatok elvégzéséhez IBM SPSS 22 szoftvert használtunk. Az adatok homogenitását Levene-teszttel ellenőriztük. Az első kísérlet adatainak értékelése kétmintás t-próbával, míg a második kísérlet eredményeinek összehasonlítása érdekében kéttényezős variancia-analízist alkalmaztunk ($p < 0,05$).

EREDMÉNYEK

Az első kísérlet eredményei

A megvilágítás termelési paraméterekre gyakorolt hatásait az 1. ábra szemlélteti. Az eredmények alapján elmondható, hogy a letakart akváriumokban a lárva átlagosan magasabb megmaradást produkáltak ($81,82 \pm 20,57\%$), mint a 2 LUX megvilágítás mellett nevelt egyedek ($80,21 \pm 15,06\%$), ugyanakkor ez a különbség nem bizonyult szignifikánsnak (1/a ábra). A 80%-ot meghaladó állomány szintű megmaradás kedvező eredményként értékelhető.

A kísérlet végén mért egyedi nedves testtömeg vonatkozásában kijelenthető, hogy a takarás kedvezően hatott a lárvák lehalászási egyedsúlyára. A teljes sötét-ségben nevelt halak testtömege szignifikánsan nagyobb volt, mint a megvilágított akváriumokban nevelt egyedeké (1/b ábra).

A specifikus növekedési ütem (SGR) vonatkozásában elmondható, hogy a sötétben nevelt kezelések esetében a lárvák kedvezőbb eredményeket produkáltak, ugyanakkor ez a különbség a statisztikai értékelés alapján nem bizonyult szignifikánsnak (1/c ábra).

Míg a legtöbb termelési paraméter vonatkozásában a teljes sötéttségben történő nevelés kedvezőbb eredményekre vezetett, az állomány szétnövése szempontjából elmondható, hogy 2 LUX megvilágítás mellett a csoportok szignifikánsan egyöntetűbbnek bizonyultak a kísérlet végén (1/d ábra).

1. ábra A megvilágítás hatása a harcsa lárvák termelési paramétereire

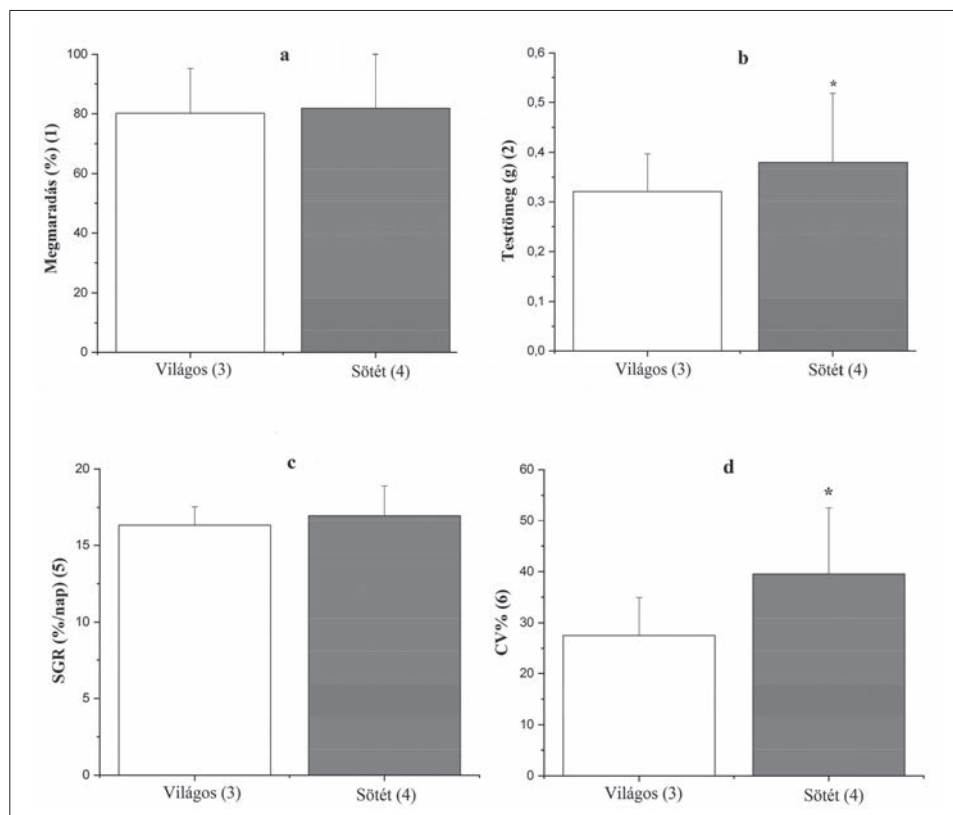


Figure 1. Effect of light on the production performance of European catfish larvae.

survival rate (1); final wet body weight (2); light (3); dark (4); specific growth rate (SGR: % day⁻¹) (5); heterogeneity (CV%) (6)

A második kísérlet eredményei

A második kísérletben a megvilágítás és a takarmányozás, illetve a két tényező interakciójának termelési paraméterekre gyakorolt hatásait is elemeztük. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a megvilágítás csak az egyedi testtömeget befolyásolta statisztikailag igazolható mértékben, míg az alkalmazott takarmányozási protokoll a szétnövés kivételével, szignifikáns hatással volt valamennyi termelési mutatóra. A két változó interakciója egyik paraméter esetében sem bizonyult szignifikánsnak (2. táblázat).

2. táblázat

A variancia-analízis eredményei a termelési paraméterek esetében

Tényezők (1)	Megmaradás (%) (5)	Testtömeg (g) (6)	SGR (%/nap) (7)	CV% (8)
Megvilágítás (2)	n.s.	*	n.s.	n.s.
Takarmányozás (3)	*	*	*	n.s.
Megvilágítás x takarmányozás (4)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* = $p < 0,05$; n.s. = nem szignifikáns (9)

Table 2. Results of variance analyses in reference to the production parameters

factors (1); light (2); diet (3); light x diet interaction (4); survival (%) (5); body weight (g) (6); SGR (%/day) (7); CV% (8)

A vizsgálat során a harcsa lárvák megmaradása 40 és 74 % között alakult (2. ábra). Az eredmények azt mutatták, hogy a megvilágítás nem volt hatással a túlélésre, ugyanakkor a takarmányozás befolyásolta a megmaradást. A teljes sötétben, illetve a fokozatosan növelt megvilágítás mellett nevelt állományok megmaradása között nem volt statisztikailag igazolható különbség (2/a ábra). A legmagasabb megmaradási arányt az élő eleséggel indított csoportok mutatták,

2. ábra A megvilágítás (a) és a takarmányozási protokoll (b) hatása a megmaradásra

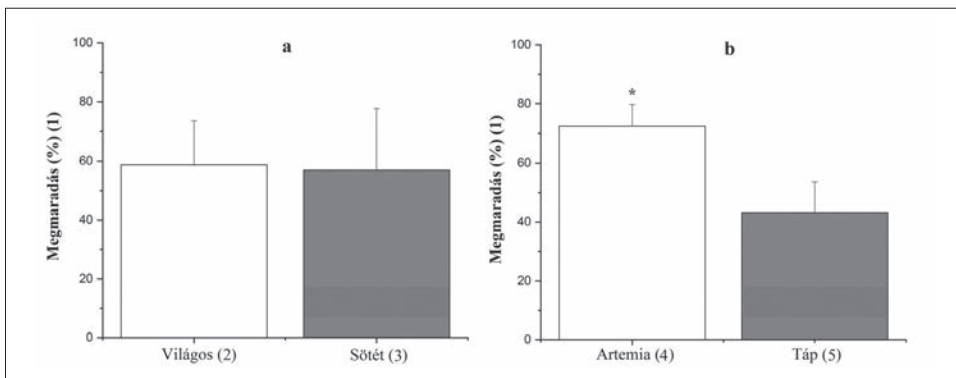


Figure 2. Effect of light (a) and diet (b) on the survival rate of European catfish larvae

survival rate (1); light (2); dark (3); live feed (4); dry feed (5)

függetlenül attól, hogy milyen megvilágítást alkalmaztunk a 21 nap során (2/b ábra). Az élő táplálékkal indított csoportok szignifikánsan jobb megmaradást mutattak a kizárólag mesterséges tápon nevelt állományokhoz képest.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a megvilágítás és az alkalmazott takarmányozási protokoll egyaránt befolyásolta a csoportok lehalászási egyedsúlyát (3. ábra). A fokozatosan növelt megvilágítás mellett nevelt egyedek átlagos nedves testtömege szignifikánsan magasabb volt, mint a teljes sötétségben nevelt halaké (3/a ábra). Statisztikailag igazolható különbség mutatkozott kezdetben élő táplálékon nevelt halak, illetve a kizárólag tápon nevelt csoportok lehalászási egyedsúlya között, a zooplanktonnal indított kezelésekben a lárvák nagyobb egyedi nedves testtömeget mutattak (3/b ábra).

A kísérlet végén a legnagyobb egyedi testtömeget a fokozatosan növelt megvilágítás mellett, kezdetben élő táplálékon nevelt halak produkálták, ugyanakkor nem mutatkozott eltérés a szintén zooplanktonnal etetett, de teljes sötétben tartott csoportokhoz képest. Kisebb egyedi testtömeget értek el a kizárólag tápon nevelt csoportok, azonban ebben az esetben is elmondható, hogy a megvilágítás nem volt hatással a testtömeg alakulására.

A kísérleti állományok növekedési ütemével kapcsolatos eredmények azt mutatták, hogy a vizsgált termelési mutatók többségéhez hasonlóan a legjobb értékeket az élő eleséggel indított kezelések mutatták, függetlenül attól, hogy sötétben, vagy növekvő fényintenzitás mellett neveltük a halakat (4 ábra).

A megvilágítás nem volt hatással a halak növekedési ütemére (4/a ábra), ugyanakkor az alkalmazott takarmányozási protokoll statisztikailag igazolhatóan befolyásolta a növekedést (4/b ábra). A kizárólag táppal etetett állományok szignifikánsan alacsonyabb növekedési ütemet produkáltak azokhoz a csoportokhoz képest, amelyek kezdetben élő eleséget fogyasztottak.

A kísérleti állományok szétnevésének vizsgálata érdekében a vizsgálat végén meghatároztuk az egyes kezelések variációs koefficiensét (CV%), amelyek eredményeit az 5. ábra szemlélteti. Ez alapján megállapítottuk, hogy sem a megvilágí-

4. ábra A megvilágítás (a) és a takarmányozási protokoll (b) hatása a növekedési ütemre

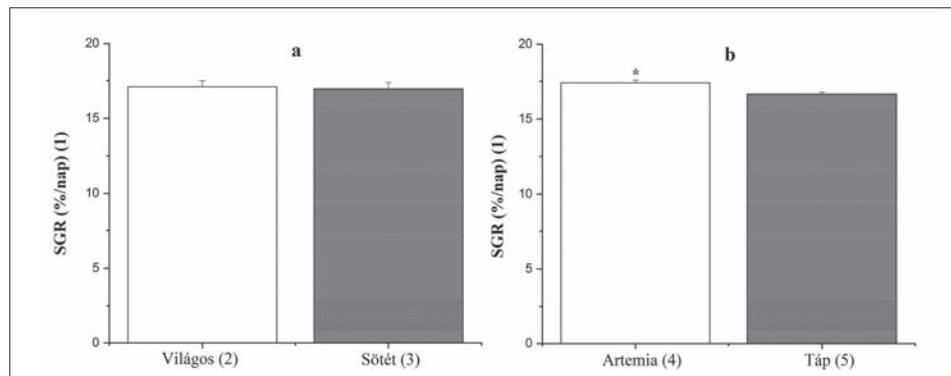


Figure 4. Effect of light (a) and diet (b) on the specific growth rate of European catfish larva wet body weight (1); light (2); dark (3); live feed (4); dry feed (5)

5. ábra A megvilágítás (a) és a takarmányozási protokoll (b) hatása a szétnöveszre

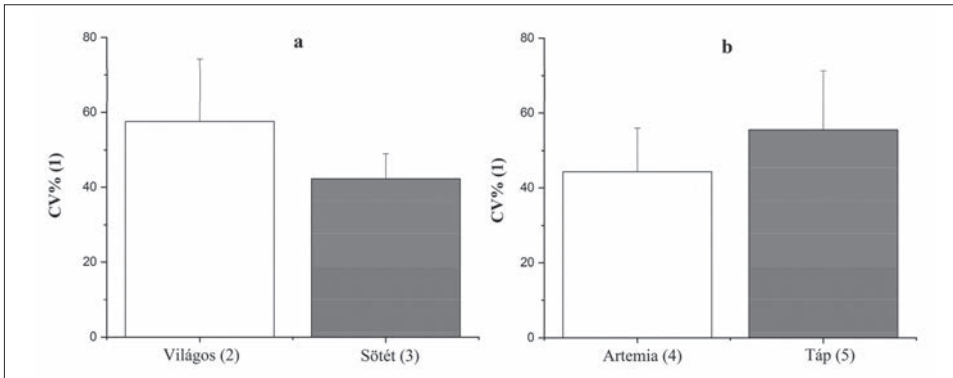


Figure 5. Effect of light (a) and diet (b) on the homogeneity of European catfish larvae

heterogeneity (1); light (2); dark (3); live feed (4); dry feed (5)

tás (5/a ábra), sem az alkalmazott takarmányozási protokoll nem befolyásolta az állományok egyöntetűségét (5/b ábra).

Az egyes kísérleti csoportok eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze. Az adatok alapján elmondható, hogy a megmaradás és az egyöntetűség vonatkozásában a sötétben nevelt és élő eleséggel indított, míg a testtömeg és a növekedési ütem esetében a fokozatosan növelt megvilágítás mellett és élő eleséggel indított csoportok mutatták a legjobb teljesítményt.

3. táblázat

A kísérleti beállítások termelési mutatói

Termelési mutató (1)	Kezelés (6)			
	Világos + Artemia (7)	Világos + Táp (8)	Sötét + Artemia (9)	Sötét + Táp (10)
Megmaradás (%) (2)	70,83±10,04	46,50±4,48	74,00±4,96	39,92±14,40
Testtömeg (g) (3)	0,31±0,05	0,15±0,02	0,28±0,06	0,13±0,00
SGR (%/nap) (4)	17,45±0,18	16,73±0,14	17,33±0,21	16,57±0,03
CV% (5)	46,92±16,20	68,14±9,25	41,64±6,09	42,90±8,18

Table 3. Production parameters of experimental groups

parameter (1); survival (%) (2); body weight (g) (3); SGR (%/day) (4); CV% (5); experimental group (6); light + live feed (7); light + dry feed (8); dark + live feed (9); dark + dry feed (10)

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A bemutatott vizsgálatok alapvető célja annak megállapítása volt, hogy a harcsa lárvanevelésében milyen mértékben játszik szerepet a megvilágítás, illetve az alkalmazott takarmányozási protokoll. Széles körben ismert a halfaj nagyfokú fénykerülése (Zaikov és mtsai, 2008), amelyet az első kísérlet során tapasztalt eredmények is alátámasztottak. Bár a harcsa lárvák teljes sötétben történő nevelése

csak a lehalászási egyedsúlyok és az egyöntetűség vonatkozásában eredményezett szignifikánsan kedvezőbb mutatókat, a megvilágítás mellőzése minden vizsgált termelési mutatóra pozitív hatást gyakorolt. Irodalmi adatok bizonyítják, hogy a teljes sötétben történő nevelés csökkenti a halakat ért stresszhatások, ezáltal a fajra jellemző kannibalizmus mértékét (*Kozłowski és Poczyrzyński, 1999*).

A megvilágítás teljes hiánya azonban negatívan befolyásolja az emberi munkavégzés minőségét. Mindennek kiemelt jelentősége van a harcra kezdeti nevelése során, mivel a halfaj különösen érzékeny a darakór kártételével szemben (*Molnár és Baska, 2017*). A darakór időben történő észlelése alapvető fontosságú a védekezés és a kezelés hatékonysága szempontjából, ehhez viszont nélkülözhetetlen a folyamatos, állományszintű megfigyelés és kontroll.

A második kísérlet során éppen ezért azt vizsgáltuk, hogy mennyiben képes a harcra lárva alkalmazkodni a fokozatosan növelt megvilágításhoz. Az eredmények azt mutatták, hogy a fényintenzitás lassú ütemű növelése nem befolyásolja a lárva termelési paramétereit, illetve sokkal inkább a kezdeti takarmányozás határozza meg a nevelés sikerességét. A halak vegyes etetése (élő eleség és mesterséges táp) a legtöbb termelési mutató vonatkozásában statisztikailag is kedvezőbb eredményeket adott, mindez megerősíti a *Jamróz és mtsai, (2008)* által, az intenzív harcra lárva neveléssel kapcsolatban tett megfigyeléseket. A kísérletek során tapasztalt, megmaradással és növekedéssel kapcsolatos eredmények megfelelnek a szakirodalmi adatoknak (*Krasteva, 2020*). Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy a kedvező termelési mutatókat alacsony népesítési sűrűség (2,3 egyed/liter, illetve 2 egyed/liter) mellett értük el, mivel az egyedi szűrővel ellátott akváriumokban a megfelelő vízminőség fenntartása csak így volt biztosítható. Átfolyóvízes rendszer esetén a *Krasteva és mtsai, (2021)* által közölt vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a harcra lárva intenzív nevelése során 5-10 egyed/liter az optimális sűrűség az egyedi növekedés és a megmaradás szempontjából. A takarmányozás vonatkozásban kijelenthető, hogy a harcra lárva megfelelő fejlődése érdekében szükséges az élő eleség alkalmazására az első néhány napban, ugyanakkor a gazdasági szempontok ezt sok esetben felülírhatják. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy zooplankton szervezetek etetésével és fokozatosan növelt megvilágítás mellett a harcra intenzív környezetben is hatékonyan, kedvező megmaradással nevelhető.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg

IRODALOMJEGYZÉK

- Beliczky, G. P. (2019):* Kombinált (intenzív-extendív) harcsanevelési technológia elemeinek vizsgálata a környezeti és termelési paraméterek függvényében. Doktori (PhD) értekezés, Keszthely
- Bolliet, V. – Aranda, A. – Boujard, T. (2001):* Demand feeding rhythm in rainbow trout and European catfish Synchronisation by photoperiod and feed availability. *Physiology & Behavior*, 73. 625-633.

- Borbély, R. – Borbély, Gy. – Csorbai, B. (2020): A továbbfejlesztett Tó-A-Tóban rendszer alkalmazhatóságának vizsgálata a Jászkiséri Halas Kft.-nél. *Halászat-Tudomány*, 6/2. 4–8.
- Boujard, T. (1995): Diel rhythms of feeding activity in the European catfish, *Silurus glanis*. *Physiology & Behavior*, 58. 641-645.
- Havasi, M. (2014): A harcsa (*Silurus glanis*) növényi fehérje alapú takarmányozásának megalapozása intenzív rendszerben. Doktori (PhD) értekezés, Keszthely
- Horváth, L. – Urbányi, B. – Horváth, Á. (2011): A harcsa (*Silurus glanis*) biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő
- Jamróz, M. – Kucharczyk, D. – Kujawa, R. – Mamcarz, A. (2008): Effect of stocking density and three various diets on growth and survival of european catfish (*Silurus glanis* L.) larvae under intensive rearing condition. *Pol. J. Nat. Sci.*, 23. 850-857.
- Kozłowski, J. - Poczyczyński, P. (1999): The effect of light and stocking density on the results of rearing of European catfish (*Silurus glanis* L.) larvae. *Arch. Pol. Fish.*, 7. 297-306.
- Kovács, Gy. – Wéber, Cs. – Bogár, K. – Fazekas, Gy. – Beliczky, G.- Havasi, M. (2018): Háromfázisú szürkeharcsa (*Silurus glanis*) nevelés recirkulációs rendszerben? *Halászat-Tudomány*, 4. 11-16.
- Krasteva, V. (2020): Influence of initial stocking density on growth performance and survival of European catfish (*Silurus glanis* L.) larvae under controlled conditions. *Bulg. J. Agricul. Sci.*, 26. 248–253.
- Krasteva, V. – Yankova, M. (2021): Intracohort cannibalism in European catfish (*Silurus glanis* L.) larvae under controlled rearing conditions at different stocking densities. *Bulg. J. Agricul. Sci.*, 27. 379–384.
- Krasteva, V. - Yankova, M. – Hubenova, T. (2021): Intensive rearing of European catfish larvae (*Silurus glanis* L.) at different stocking densities and their effect on fish production parameters. *Zhivotnovadni Nauki*, 58. 31-38.
- Molnár, K. – Baska, F. (2017): Halbetegségek. MÁOK Kft., Budapest. 167.
- NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet (2020): Lehalászás jelentés XXIV. évfolyam, 2019.
- Rónyai, A. – Ruttkay, A. (1990): Growth and food utilization of wels fry (*Silurus glanis* L.) fed with tubifex worms. *Aquacultura Hungarica*, VI: 193-202.
- Szabó, T. – Radics, F. – Borsos, Á. – Urbányi, B. (2015): Comparison of the Results from Induced Breeding of European Catfish (*Silurus glanis* L.) Broodstock Reared in an Intensive System or in Pond Conditions. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 15. 385-390.
- Zaikov, A. – Iliev, I. – Hubenova, T. (2008): Investigation on growth rate and food conversion ratio of Wels (*Silurus glanis*) in controlled condition. *Bulg. J. Agricul. Sci.*, 14. 171-175.

Érkezett: 2021. augusztus

Szerzők címe: Kertész A. – Bereczky G. – Bársony P. – Fehér M.
Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezet-
gazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet

Authors' address: University of Debrecen, Faculty of Agriculture, Food Science and Environmental
Management, Institute of Animal Science, Biotechnology and Natural Conservation
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
feherm@agr.unideb.hu

ABERDEEN ANGUS ÉS MURRAY GREY ÜSZŐK IVARÉRÉSE

STEFLEER JÓZSEF - MIHALECEZ ANDRÁS - HORN PÉTER - SZABARI MIKLÓS - BAKOS GÁBOR - BALOGH NÁNDOR - PÓTH-SZEBENYI BETTINA

ÖSSZEFOGLALÁS

A húsmarhák gazdasági értékét döntően a reprodukciós teljesítmény befolyásolja. Kívánatos, hogy az első ellés 23-25 hónapos életkorban bekövetkezzen, de ez csak akkor lehetséges, ha az állatok genetikailag koránérők, és megfelelő táplálóanyag-ellátásban részesülnek. Ezek hiányában az első vemhesítéseket későbbi ellési ciklusokra kell halasztani, így egy teljes szezon is kimaradhat. A gazdasági jelentősége ellenére az ivarérettség időpontjáról kevés információval rendelkezünk. Az információhiány pótlása érdekében a szerzők a szakirodalomban koraérőnek tekintett angus és murray grey fajtába tartozó tavaszi elléséből származó, anyjukkal a legelőn tartott üszők ivarérettségét vizsgálták 17 angus, ill. 16 murray grey üszőborjúnál rögzítették az első ivarzás megjelenésének időpontját és az állatok élő súlyát. Az ivarérettség ellenőrzésére a szérumban a progesteron szintjét használták. Az üszőborjakat fajta, születési súly, napi súlygyarapodás, életkor az ivarérettségkor, valamint ivarérettségkor mért élő súly tekintetében hasonlították össze. Eredményeik szerint mindkét fajta korán ivaréretté válik, az első ivarzás időpontjában az angus üszők 154 naposak, a murray grey üszők 167 naposak voltak. Az életkorban a különbség szignifikáns volt ($p < 0,05$), ugyanakkor az ivarérettségi élő súly tekintetében nem volt szignifikáns különbség a fajták között.

SUMMARY

Steffler, J. – Mihalecz, A. – Horn, P. – Szabari, M. – Bakos, G. – Balogh, N. – Póth-Szebenyi, B.:
INVESTIGATION OF THE SEXUAL MATURATION OF ABERDEEN ANGUS AND MURRAY GREY HEIFERS

The reproductive performance of beef cattle is of great economic importance. In beef production the lifetime performance of a cow is measured by the number of calves born and raised, therefore early maturity is a definite advantage. First calving at the age of 23-25 months is regarded as optimal. To reach this target both the genetic potential of the heifers and the adequate nutrition during rearing are essential. Although early sexual maturity is widely accepted as being of great economic advantage, we do not have enough information on the true age when heifers reach puberty in beef breeds of different genetic background. We collected the dates of sexual maturation in aberdeen angus and murray grey herds. Heifers born in spring (17 angus, 16 murray grey) and sharing the same management conditions were compared. Birth weight, daily gain, weight at puberty, age at puberty (first heat) and progesterone levels were recorded and analysed. Birth weight and daily weight gain showed only minor differences between the two breeds. Angus heifers reached sexual maturity at 154.4 days, murray grey heifers at 167.7 days of age (first heat observed). Average weight at first heat was 168.2 kg for angus and 178.3 kg for murray grey heifers. The age difference of reaching sexual maturity was the dominant factor that achieved the level of significance ($p < 0,05$). The pubertal age of beef heifers provides great opportunity to start the breeding season earlier.

BEVEZETÉS

A húsmarhafajták gazdasági értékét a reprodukciós teljesítmény döntően befolyásolja. A kívánatos nagy borjúszám feltétele a hosszú élettartam és az, hogy milyen életkorban ellenek először. Kedvező esetben az első ellés 23-25 hónapos életkorban is lehet. Ennek feltétele, hogy a tél végi-kora tavaszi ellésből származó üszőborjakat a következő év tavaszi fedeztetési szezonban vemhesítsük. Ez csak akkor lehetséges, ha az állatok koránérőek és megfelelő táplálóanyag-ellátásban részesülnek. Tejelő fajtákban az üszők tenyésztésbevétele nem kötődik a legeltetési szezonhoz, de a költséghatékonyság érdekében itt is egyre gyakoribb az üszők 15 hónapos életkorban történő vemhesítése (Fodor és Ósvári, 2019). Az anyai típusú húsmarhafajtákban a koraérés határozott szelekciós cél.

A koraérés gazdasági jelentősége ellenére az ivari koraérés, és ezen belül az ivarérettség bekövetkezésének időpontjáról, ennek háttéréről meglehetősen kevés információval rendelkezünk. A hazai és nemzetközi szakirodalomban az ivarérettséget (pubertás) az első ovuláció időpontjával és ivarzási tünetek megjelenésével definiálják. A tulajdonság közepesen ($h^2=0,3-0,6$) öröklődik (Martin és mtsai, 1992; Johnston és mtsai, 2009, Morris és Amyes, 2010). A szerzők többsége az ivarérettség időpontját 6-8 hónapos életkorra teszi (Taylor és mtsai, 1971; Rodolfo és mtsai, 2019) de találunk extrém értékeket is. Perry (2016) 4-7 hónapos életkorban jelentkező ivarérettségről számol be. A szerzők többnyire meghatározott elősúly, általában 230-280 kg, elérését is előfeltételnek tekintik az első ivarzás megjelenéséhez. (Schwark és Fahr, 1976; Kenny és mtsai, 2017)

A publikált adatok azt mutatják, hogy a fajtakülönbségek mellett az eltérő üszőkori takarmányozás is hatással van az ivarérésre. (Perry 2016, Kenny és mtsai, 2017) Az ivarérettség bekövetkezésére vonatkozó közlések terén tapasztalt különbségek nem csupán az eltérő genetikai és környezeti tényezőkkel magyarázhatók, szerepet játszik ebben a mérési mód is. Az ivarzási tünetek megjelenése csak fenntartásokkal alkalmas az első ovuláció behatárolására. Ennek az egyszerűbb megközelítésnek mindeneke előtt az az oka, hogy az ivarérettség, csak közvetetten, a tenyészettségén keresztül képvisel gazdasági előnyt. Emiatt a tudományos érdeklődés is mind ez ideig inkább a tenyészettség elemzésére fókuszált.

A nemi ciklus szabályozásában szerepet játszó hormonok közül a progeszteron jó jelzője az ovulációnak, így a hormonszint felhasználható az első ivarzás kimutatására is (Henriks és mtsai, 1970; Smith és mtsai, 1975). Mások, így Johnston és mtsai (2009), a *corpus luteum* alapján következtettek az ivarérésre. Elemzéseik során a szerzők megállapították, hogy a tenyészettségű szarvasmarha szabályos lefutású ivari ciklusa alatt a progeszteronszint a ciklus 10 napján éri el a maximumot (6-7 ng/ml), ezt követően gyorsan csökken, és az újraivarzást megelőző négy-, és az azt követő 2 napig 1 ng/ml szinten marad. (Echternkamp és Hansel, (1973); Naik és mtsai, (2013). Mások hasonló időbeli lefutás mellett ennél alacsonyabb hormonszintekről is beszámoltak (Christensen és mtsai, 1974; Shukla és mtsai, 2000; Selvaraju és mtsai, 2002; Venkatesan és mtsai, 2005). A hormonszintben tapasztalt különbségeket Alvarez és mtsai (2000) fajta-, takarmányozási-, ill. klimatikus hatásoknak tudják be. Úgy vélik, hogy a húsfajtákban a csekélyebb energia-bevitel miatt a progeszteronszint alacsonyabb, mint az intenzíven táplált tejelő fajtákban.

Byerley és mtsai (2011) húshasznú üszők első és harmadik ivarzását követő,

majd pedig a vemhesség alatti hormonszint változásokat elemezték. A jelentős egyedszámra (n=63, ill. n=45) kiterjedő vizsgálatban arra jutottak, hogy az első ivarzáskor a szérumban a progeszteronszintje valamelyest magasabb (3-4 ng/ml) mint a későbbi ivarzáskor (2-3 ng/ml). *Corah és mtsai* (1974) hereford és angus üszők ivari ciklusának vizsgálatában hasonlóan 3 ng/ml maximum értékeket mértek *Kelly és Hardin* (2003) továbbá *Wood-Follis* (2004) ennél kisebb, 1 ng/ml progeszteron szinten figyelték meg az ösztruszt. Hasonló értékekről számolnak be *Roberts és mtsai* (2017) továbbá *Schütz és mtsai* (2021) is. A fajtakülönbségekre utal, hogy *Susan és mtsai* (1978) brit-fríz üszők első ivarzási ciklusában 10 ng/ml progeszteron értékeket is kaptak. Véleményük szerint a trend a tejelő és húsfajtáknál hasonló, de utóbbiak hormonelválasztása alacsonyabb szintű.

Miután a koraérésre irányuló szelekció a Magyarországon tenyésztett anyai típusú húsmarhafajták esetében határozott cél, fontos feladat ennek tudományos megalapozása. Ebből a célból végeztünk vizsgálatokat, melyben a koraérőnek tartott angus, és a hasonló kategóriába sorolt murray grey fajták ivaréréséről a jelenleginél pontosabb információkat kívántunk szerezni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az ivarzást jelző progeszteron szintekkel kapcsolatos szakirodalmi ellentmondások miatt célszerűnek tartottuk módszertani előkísérlettel ellenőrizni, hogy a kísérletben szereplő fajtákban az ivarzási tünetek jelentkezésekor -átlagosnak tekinthető tartási-takarmányozási körülmények mellett- milyen jellemző progeszteron szintekkel számolhatunk.

A módszertant megalapozó előkísérletben modellüzemi körülmények között elhelyezett angus és murray grey fajtájú üszőborjakat használtunk. Az első ivarzás tüneteit még nem mutató, de 20 hetes életkort már betöltött állatoknál (3 aberdeen angus, 3 murray grey), az első állat ivarzását követően, heti gyakorisággal ellenőriztük valamennyi állatban a szérumban a progeszteron szintjét. A vérmintákat KABE 7,5 ml-es szérumsóbe gyűjtöttük, ezt követően PLC-02 típusú centrifugában 3000 ford/perc beállítással 15 percig centrifugáltuk. A mintákat 4 °C hőmérsékleten tároltuk, majd az elemző laboratóriumba szállítottuk. (Praxis Lab, Bp. Alkalmazott teszt: ELISA) A kapott értékekből határoztuk meg azt a referenciaértéket, amely feltételezésünk szerint az ovuláció tényét már biztonsággal jelzi. Az üzemi kísérletben szereplő állatoknál azt tekintettük ivarérettnek, amelyeknél a teszt ezt elérő progeszteron szintet mutatott. A hiba csökkentése érdekében a 0 közeli progeszteron értéket mutató állatokból újabb mintát vettünk.

Az üzemi vizsgálat folyamata

Az üzemi vizsgálatok egy dél-dunántúli húsmarhatartó gazdaságban (Rio Alto Kft. somogyudvarhelyi telepe) folytak. A tehén állomány tavasztól őszi legelőn tartózkodott, a legelő minősége közepes, szénaértékben kifejezve 2,5-3 t/ha hozamú volt. A borjak a legelőn a kiszopott tej mellett a borjúóvodában abrak-kiegészítést kaptak. Az állományban az ellések március-május hónapokra koncentráltak. A borjak kijelölése a vizsgálat céljára mindkét fajtában az ellések sorrendjében történt, így az életkor különbségek nem haladták meg a 30 napot. Eképpen a szezonális hatásokat sikerült minimalizálni. Ilyen előfeltételek mellett a vizsgálatba 17 fajtatiszta aberdeen angus és 16 fajtatiszta murray grey üszőborjút állítottunk

be. A születési súlyok mérését követően a növekedés nyomon követésére havi mérlegelést végeztünk. A napi súlygyarapodást ezekből az adatokból számoltuk.

A vizsgálat során gyűjtött adatok:

- születés időpontja,
- születési súly mérése
- élősúlymérés havonta
- az ivarzők kiválogatása a viselkedés alapján
- az ivarzási tüneteket mutató állatokból vérminta vétel progeszteron meghatározás céljából.

Az aberdeen angus és murray grey üszőborjakat születési súly, napi súlygyarapodás, valamint ivarérési életkor és ivaréréskor mért testsúly tekintetében hasonlítottuk össze. A mért paraméterekből átlagot számítottunk, az átlagok közötti különbségeket kétmintás t próbával ellenőriztük. Az ivaréréskor mért életkor és testsúly kölcsönhatásának kimutatására lineáris regressziót végeztünk, és e két változót egymásra korrigálva is értékeltük. (Neter és mtsai, 1996). A statisztikai elemzést STATA 15.1 szoftver segítségével végeztük (StataCorp, TX, US).

EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉSÜK

Első lépésben a plazma progeszteron szint változását elemeztük a modellvizsgálatra kijelölt hat állatban. Az ivarzási tünetek megjelenését követően a 0., 7., 14., 21., 28. és 35. napon mért progeszteron értékek átlaga, valamint ezekre az átlagokra vonatkozó 95%-os megbízhatósági tartomány az 1. ábrán látható.

1. ábra A plazma progeszteron szint átlag (95% CL) változása a vizsgált ciklusban

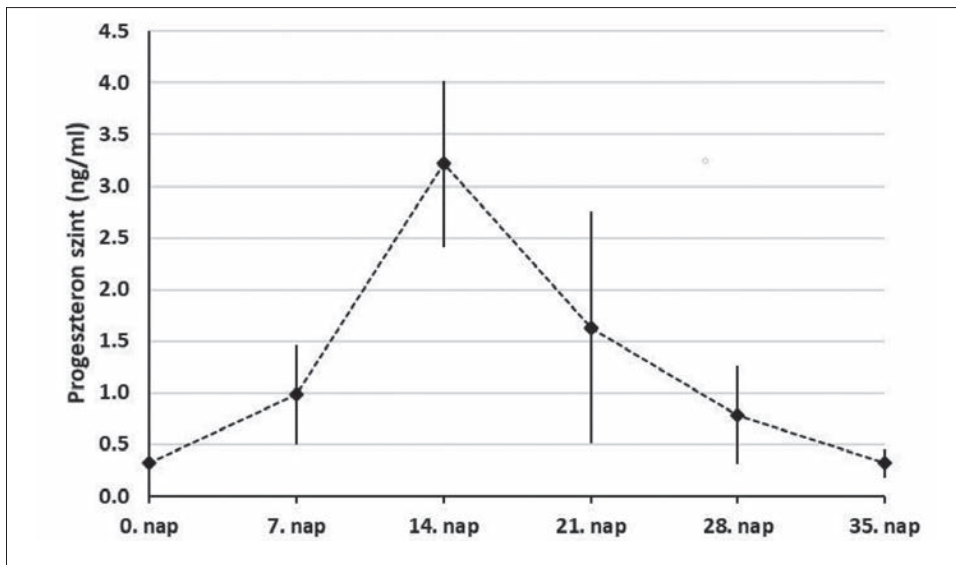


Figure 1. Average change of plasma progesterone level (CL 95%) in the examined period

A hormonszintek változása a grafikonon jól nyomon követhető, és nincs ellentmondásban a vizsgált fajtákra vonatkozó korábbi szakirodalmi közlésekkel, de az azokban közölt, és meglehetősen tág értékhatárokon (1 ng/ml-10 ng/ml) belül egy szűkebb sávot mutat. A kapott értékekre támaszkodva, a fajta-összehasonlító kísérletben a későbbiek során azokat az állatokat tekintettük ivaréretteknek, melyek esetében a teszt 3 ng/ml értéket elérte.

A fajta-összehasonlító vizsgálat során az ivaréretnek minősülő állatok paramétereit az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat

Aberdeen angus és murray grey fajták ivarérettségének összehasonlítása

	Aberdeen angus (n=17)		Murray grey (n=16)		Fajtakülönbségek szignifikancia p-értéke (t-teszt) (1)
	Átlag (2)	SD (3)	Átlag (2)	SD (3)	
Születési súly (kg) (4)	28.0	(3.0)	30.3	(2.4)	0.036
Súlygyarapodás (g/nap) (5)	906.6	(61.6)	879.1	(70.9)	0.240
Életkor ivaréretskor (nap) (6)	154.4	(10.8)	167.7	(11.6)	0.007
Testsúly ivaréretskor (kg) (7)	168.2	(11.4)	178.3	(12.6)	0.035

Table 1. The comparison of aberdeen angus and murray grey breeds regarding puberty

significance of the difference (p-value) (1); mean (2); st. dev. (3); birth weight (4); daily gain (5); age at first heat (6); weight at first heat (7)

Az aberdeen angus fajta egyedekének születési súlya 28 kg volt, ami szignifikánsan ($p < 5\%$) kisebb, mint a murray grey állatok esetében (30,3). A születés és az első ivarzás bekövetkezéséig eltelt idő alatti súlygyarapodás tekintetében ugyanakkor nem volt statisztikailag igazolt különbség a két fajta között (angus 906,6 g/nap, murray grey 879,1 g/nap). Ennek ellenére az aberdeen angus üszők 13,3 nappal korábban ivaroztak. Ez némileg meglepő, mert a testsúlyuk kisebb volt, mint a murray grey üszöké. A különbség 10,1 kg. A fajták közötti különbségek az első ivarzás bekövetkezésekor életkor és élősúly tekintetében is szignifikánsak voltak ($p < 5\%$).

Az ivarérettség bekövetkezésekor mért súly és életkor viszonyának jobb megértése érdekében az adatokat regressziós analízissel is összehasonlítottuk (2. táblázat).

Az eredmények azt mutatják, hogy az életkorbeli különbség statisztikailag szignifikáns maradt a testsúlyra korrigált modellben is ($p < 5\%$). Ezzel ellentétben az életkorra korrigált testsúly összehasonlításakor már nem találtunk összefüggést. Mindez arra utal, hogy az ivarérettség életkor-testsúly viszonyában tapasztalható különbségek háttérben az ovulációt kiváltó genetikai tényezőknek jelentős szerepe van. Ez a hatás az életkoron keresztül érvényesül. Feltételezésünk szerint az angus fajta genetikailag némileg korábban érő, és ez a magyarázata annak, hogy fiatalabb életkorban jelentkezett az első ivarzás. Az eredmény ígéretes abból a szempontból, hogy a koraérés szempontjából kedvező genetikai adottságok

2.táblázat

**Ivaréréskori életkor és testsúly összefüggése aberdeen angus és murray grey fajtákban
súlyozott lineáris regresszióval számolva (n=33)**

Összehasonlított változó (1)	Nyers összehasonlítás (2)		Egymással súlyozott összehasonlítás* (3)	
	Regressziós koefficiens (4)	p-érték (5)	Regressziós koefficiens (4)	p-érték (5)
Ivaréréskori életkor (6)	13.3	0.007	7.7	0.048
Ivaréréskori testsúly (7)	10.1	0.035	1.6	0.623

*Ivaréréskori életkor fajtakülönbségei az ivaréreskori testsúlyra súlyozva, míg az ivaréreskori testsúly fajtakülönbségei az ivaréreskori életkorra súlyozva

Table 2. Comparison of age and weight at puberty between aberdeen angus and murray grey breeds using crude and adjusted linear regression models

compared variable (1); crude comparison (2); adjusted comparison *(3); regression coefficient (4); p-value (5); age at puberty (6); weight at puberty (7); *Age and weight at puberty are mutually adjusted for each other

mindkét vizsgált fajta esetében jelen vannak, így az aberdeen angus, ill. murray grey fajtára alapozott tenyésztési programok segíthetnek a koraérés tulajdonságának megőrzésében, ill. javításában.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink adatszerűen igazolják, hogy az aberdeen angus és a murray grey fajták a koraéző fajtacsoportba tartoznak. Erre alapozva a két fajta genetikai adottságai jó lehetőséget kínálnak a tenyésztőmunka számára. Az egyciklusos elletés viszonyai között - a legalább átlagos legelőadottságokkal rendelkező gazdaságok - sikerrel tervezhetik az üszőborjak tenyésztésbevitelét már 14-15 hónapos korban. Amennyiben az üszőborjak táplálóanyag-ellátása valamely okból kifolyólag nem kielégítő, úgy a korai tenyésztésbeviteltől célszerű eltekinteni.

Miután az árutermelő gazdaságok többnyire nem fajtatiszta állományokkal dolgoznak, célszerű volna ezeket a vizsgálatokat később aberdeen angus, ill. murray grey fajtával előállított keresztezett állományokon is elvégezni.

A vizsgálati eredmények egy másik tapasztalata, hogy a koraéző fajták esetében a hosszabb szoptatási időszak azzal a veszéllyel is jár, hogy az üszőborjak között nem kívánt vemhesülés is bekövetkezhet. Célszerűnek látszik aberdeen angus vagy murray grey fajták esetében a borjak választását vagy esetleg ivari elkülönítését 6 hónapos életkort nem meghaladó időszakra tervezni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a Rio Alto Kft. munkatársainak a terepi adatgyűjtésben nyújtott hathatós segítségéért, továbbá a Bos Frucht Szövetkezetnek a vizsgálatok műszaki háttérének biztosításáért.

IRODALOMJEGYZÉK

- Alvarez, P. - Spincer, L. J. - Chase, C. C. - Payton, Jr. M. E. - Hamilton, T. D. - Stewart, R. E. - Hammond, A. C. - Olson, T. A. - Wettemann, R. P. (2000): Ovarian and endocrine characteristics during anestrus cycle in Angus, Brahman and Senepol cows in subtropical environment. *J. Anim. Sci.* 78. 1291-1302.
- Byerley, D. J. - Berardinelli, R. B. - Staigmiller, R. B. - Short, R. E. (2011): Progesterone concentrations in beef heifers bred at puberty or third oestrus. *J. Anim. Sci.*, 65. 1571-1575.
- Corah, L. R. - Quealy, A. P. - Dunn, T. G. - Kaltenbach, C. C. (1974): Prepartum and postpartum levels of progesterone and estradiol in beef heifers feed two levels of energy. *J. Anim. Sci.*, 39. 380-385.
- Christensen, D. S. - Hopwood, M. L. - Wiltbank, J. N. (1974): Levels of hormones in the serum of cycling beef cows. *J. Anim. Sci.*, 38. 577-583.
- Fodor, I. - Ózsvári, L. (2019): Tenyészüszők szaporodásbiológiai menedzsmentje és mutatói hazai nagy létszámú Holstein-fríz tehenészetekben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 68. 96-106.
- Echternkamp, S. E. - Hansel, V. (1973): Concurrent changes in bovine plasma hormone levels prior to and during the first post partum estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, 37. 1362-1370.
- Henriks, D. M. - Dickey, J. F. - Niswender, G. D. (1970): Serum luteinising hormone and plasma progesterone levels during the oestrus cycle and early pregnancy in cows. *Biol. Reprod.*, 2. 346-351.
- Johnston, D. - Barwick, S. A. - Corbet, N. J. - Fordyce, G. - Holroyd, R. G. (2009): Genomics of heifer puberty in two tropical beef genotypes in northern Australia and associations with heifer- and steer-production traits. *Anim. Prod. Sci.*, 49. 399-412.
- Kenny, D. A. - Heslin, J. - Byrne, C. J. (2017): Early onset of puberty in cattle: implications for gamete quality and embryo survival. *Reprod. Fertil. Dev.*, 1. 101-117.
- Kelly, S. R. - Hardin, K. D. (2003): Repetability and accuracy of reproductive tract scoring to determine pubertal status in beef heifers. *Theriogenology*, 59. 1087-1092.
- Martin, L. C. - Brinks, J. S. - Bourdon, R. M. - Cundiff, L. V. (1992): Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *J. Anim. Sci.*, 70. 4006-4017.
- Morris, C. A. - Amyes, N. C. (2010): Correlated responses following genetic selection to change age at puberty in angus cattle. *Proceed. New Zealand Soc. Anim. Prod.*, 70. 202-205.
- Naik, B. R. - Siva Kumar, A. V. N. - Bramhaiah, K. V. - Ravi, A. - Praveen Chakravarthi, V. (2013): Estrogen and progesterone hormone levels in Punganur Cattle. *IOSR Journal of Agriculture. Vet. Sci.*, 2. 50-53.
- Neter, J. - Kutner, M. - Nachtsheim, C. (1996): *Applied linear statistical models*. 4th Ed. Chicago, (Irwin)
- Perry, A. G. (2016): Factors affecting puberty in replacement beef heifers. *Theriogenology* 86. 373-378.
- Roberts, A. J. - Gomes, S. A. - Summers, A. F. - Geary, T. W. - Funston, R. N. (2017): Development and reproductive characteristics of beef heifers classified by pubertal status at time of first breeding. *J. Anim. Sci.*, 12. 5629-5636.
- Rodolfo, C. - Cardoso, C. - Sarah, W. - Tatiane, M. - Gary, L. V. (2019): Puberty in beef heifers. *Proceedings, Applied Reproductive Strategies in beef cattle*, Knoxville, August 20-21.
- Selvaraju, S. - Agarwal, S. K. - Karche, S. D. - Srivastava, S. K. - Majumdar, A. C. - Shankar, U. (2002): Fertility response and hormonal profiles in repeat breeding cows treated with insulin. *Anim. Reprod. Sci.*, 73.141-149.
- Shukla, S. P. - Sharma, R. D. - Jindal, R. (2000): Serum estradiol and progesterone levels during oestrus cycle in repeat breeding cross bred cows. *Ind. J. Anim. Reprod.*, 21. 112-114.
- Smith, F. J. - Fairclough, E. - Payne, E. - Peterson, A. J. (1975): Plasma hormone level in the cow. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 18, 123-129.

- Susan, M. S. – Roy, J. H. B. – Pope, G. S. (1978):* Plasma progesterone concentrations from before puberty to after parurition in british frisian heifers reared on high planes of nutrition and inseminated at their first oestrus. *Anim. Prod.*, 27. 89-98.
- Schütz, J. - Rudolph, J. - Steiner, A. - Rothenager, E. - Hüsler, J. (2021):* Immunisation against gonadotropin-releasing hormone in female beef cattle to avoid pregnancy. *Animals (Basel)* 11. 2071-2073.
- Schwark, H. J. – Fahr, R. D. (1976):* Untersuchungen zum Wachstum zum Eintritt der Geschlechtsreife und zu Merkmalen der Fruchtbarkeit ante und post partum beim Rind. *Arch. Tierzucht.*, 19. 75-85.
- Taylor, St. C. S. – Fitzhugh, H. A. Jr. (1971):* Genetic relationships betwen mature weight and time taken to mature within a breed. *J. Anim. Sci.* 33. 726-731.
- Venkatesan, P. S. – Sankar, S. M. – Subramaniam, A. (2005):* Hormonal assay in repeat breeding cows and buffaloes. *Ind. J. Anim. Reprod.*, 26. 66-68.
- Wood-Follis, S. L. – Kojima, M. C. – Lucy, M. F. – Smith, D. J. – Patterson, D. J. (2004):* Estrus synchronisation in beef heifers with progestin-based protocols. *Teriogenology*, 62. 1518-1528.
<https://www.real-statistics.com/regression/linear-regression-models-for-comparing-means/>

Érkezett: 2021. szeptember

A szerzők címe: Steffler J. – Horn P. – Szabari M. – Póth-Szebenyi B.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus
Authors' address: Hungarian University of Agricultural-, and Life Sciences
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Steffler.Jozsef@uni-mate.hu

Michalecz A.
Rio-Alto Kft.
Rio-Alto Ltd.
H-7515 Somogyudvarhely

Bakos G.
Bos-Frucht Agr. Szöv.
Bos-Frucht Co.
H-7274 Kazsok, Rózsamajor

Balogh N.
PraxisLab Kft
PraxisLab Ltd.
H-1038 Budapest, Vasut sor 34.

2021-BEN SIKERESEN MEGVÉDETT PHD DISSZERTÁCIÓK ÖSSZEFOGLALÓI – SUMMARIES OF PHD DISSERTATIONS IN THE YEAR OF 2021

A GÍMSZARVAS KROMOSZÓMÁK DNS SZEKVENCIÁJA, A CERELA1.0 GÍMSZARVAS GENOM ÖSSZEÁLLÍTÁSA

BANA ÁGNES NÓRA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Kaposvár
Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
Témavezetők: Horn Péter MHAS, Orosz László MHAS

A gímszarvas/csodaszarvas genom projekt keretében egy bőszénfai kapitális gímszarvas bika teljes genomját szekvenáltattuk új-generációs technikával Illumina HISEQ 2000 szekvenáló platformon. A de novo összeállított scaffoldokból álló assemblyt bioinformatikai programok felhasználásával kromoszómákba rendeztem. A teljes gímszarvas koromoszómákba rendezett genom, a CERELA1.0 összeállítása a gímszarvas rekombinációs géntérképe és a szarvasmarha referencia genom, vagyis a két referencia sorrendjének megfelelően, és a köztük lévő kolinearitást figyelembe véve történt. A CERELA1.0 26108 szekvencia elemből (scaffoldokból és contigokból) épül fel, 33 auto és egy X és Y pszeudokromoszómát tartalmaz, amely összesen 3,4 GBP (1,9 GBP GAP-EK nélkül) hosszúságú DNS szekvenciát tesz ki. A munka során a bovin kódoló gének 90%-ának az ortológját sikerült azonosítani a gímszarvas genomban (19368 gén a CERELA1.0-ban). A szarvasmarha és a gímszarvas genomi szegmenseit összehasonlítva kolinearitást tapasztaltam az ortológ kromoszómákban, valamint kromoszóma átrendeződéseket (fúziókat, hasadásokat és transzlokációkat) észleltem a két faj között. A gének sorrendje megegyezett a gímszarvas scaffoldok-ban és az ortológ szarvasmarha kromoszóma szegmenseiben. Az SNP és mikroszatellita elemzések megkönnyíthetik az egyedazonosítást, az apai és anyai vonalak nyomon követését, a beltenyésztettség mértékének megállapítását, és hasznosítható eszközt jelenthet a vadgazdálkodás területén GWA vizsgálatokkal feltérképezhetjük a rekord trófeák genetikai hátterét.

DNA SEQUENCE OF RED DEER CHROMOSOMES, COMPILATION OF CERELA1.0 RED DEER GENOME

ÁGNES NÓRA BANA

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus, Kaposvár
Doctoral School of Animal Science
Supervisors: Péter Horn MHAS, László Orosz MHAS

The genome of the red deer (*Cervus elaphus*) was sequenced with the Illumina new generation sequencing technology. Guided by two references, i.e., by the

co-linearity of the recombination map of the red deer (*Cervus elaphus*) and by the bovine reference genome sequence, and the whole genome as CERELA1.0 were successfully assembled. I used bioinformatics tools for genome assembly and analysis. The deer genome (CERELA1.0) was assembled from 26,108 sequence elements (scaffolds and contigs), assorted in 33 auto plus X and Y pseudochromosomes with a total length of 3.4 Gb. 90% of the bovine orthologous genes were identified along the deer pseudochromosomes (19368 for CERELA1.0). In addition, the relationships between the deer and bovine chromosomes, i.e., congruencies, fusions, fissions, and inversions, were identified. The bovine genome and the deer and bovine arrays were co-linear along entire chromosomes and in chromosome rearrangements (fusions, fissions, and translocations) relative to each other. When two or more genes were carried in a deer scaffold, the syntenies were identical in the deer scaffolds and the corresponding bovine genome segments. The CERELA1.0 is a leading basis for future genome-wide SNP and microsatellite studies, which may shed light on inbreeding/outbreeding, which may help in the identification of gene introgressions and of descents for autosomal, maternal, and paternal lineages, Forensic identification, or definition of allelic compositions underlying phenotypes important, for example, in game management could also be possible areas of utilization, The exploration of the genetic secret of record antlers becomes possible by genome-wide association studies.

KÜLÖNBÖZŐ CELLULÓZ-, HEMICELLULÓZ- ÉS LIGNINTARTALMÚ NÖVEN- DÉK ÉS HÍZÓSSERTÉS TAKARMÁNYOK ETETÉSÉNEK VIZSGÁLATA EMÉSZ- TÉS-ÉLETTANI ÉS MIOGRÁFIÁS MODELLVIZSGÁLATOKBAN VALAMINT ÜZEMI KÍSÉRLETEKBEN

JÁRÓ-NAGY KATALIN

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Kaposvár
Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
Témavezetők: Tóth Tamás PhD, Fébel Hedvig CSc

A tenyésztőmunka eredményeként, illetve a megváltozott takarmányozási körülményekhez való alkalmazkodásnak köszönhetően olyan kedvező fiziológiai változások mentek végbe gazdasági állataink szervezetében - sertés vastagbél térfogatának és tömegének növekedése - amelyek új lehetőséget jelenthetnek az alapanyagok, így a rostban gazdag melléktermékek, szélesebb körű felhasználását illetően vagy a gyakorlat által széleskörben alkalmazott fehérjeforrások (extrahált szójadara) csökkentésében, helyettesítésében. Ezen megváltozott körülményeket vizsgáltam és értékeltem az elvégzett kísérleti munka során.

A hazai növendéksertések (30-70 kg élősúly között) számára forgalmazott teljes értékű takarmánykeverékek vizsgálata során értékeltem azok nyersrosttartalmát és rostfrakció összetételét, illetve a felhasznált alapanyagokat és melléktermékeket. Megállapítottam, hogy a hagyományos kémiai és NIRS (közeleli infravörös spektroszkópián alapuló) vizsgálatok eredményei és a receptúra összeállításakor számított nyersrosttartalom között jelentős eltérés tapasztalható. A NIRS és a kémiai analízis eredmények között alacsony mintaszám (n=22) mellett, közepesen

erős ($R=0,690$, $p<0,01$) korrelációs kapcsolatot állapítottam meg. Így a NIRS vizsgálati módszer sertés keveréktakarmányok esetében alternatív módszer lehet a receptúrák és a késztakarmányok valós táplálóanyag-tartalmának ellenőrzésére, gyors mérésére. Eredményeim szerint a sertések számára ajánlott nyersrostszint (*Magyar Takarmánykódex*, 2004) mellett a detergens rost (NDF, ADF, ADL) mennyiségét is figyelembe kell venni, mert a különböző melléktermékek használatakor a takarmánykeverékek NDF-, ADF- illetve ADL-, illetve számított hemicellulóz- és cellulóztartalma nagy változatosságot mutat. A vizsgált takarmányok esetében az eltérő (1 vagy 2 melléktermék) és óvatos arányú melléktermék felhasználás (3,80% - 14,45%) volt meghatározó.

A [(dán lapály × dán nagyfehér) × dán duroc] hibrid genotípusú sertésekkel végzett hízlalási kísérletben nettó energiaszámítással (NE_u) és ileálisan emészthető aminosavtartalom alapján (SID) összeállított takarmányadagok mellett az extrahált szójadara részarány csökkentésének (13,4%-ról 3,5 %-ra a növendékfázisban – hízlalás 0. - 42. napja között; 10,5%-ról 1,7%-ra mérséklése a hízófázisban – hízlalás 42. - 67. napja között) és a melléktermék hányad növelésének és összetételének (növendékfázis: 26,8% - 11,8-14,2% kukorica-DDGS, 0,6-3,0% szójahéjpellet, 10% búzakorpa és 2,0% cukorrépapellet; hízófázis: 32,8% - 15,0% kukorica-DDGS, 0,8-4,7% szójahéj pellet, 15% búzakorpa és 2,0% cukorrépapellet) hatását vizsgáltam. A kísérlet során alkalmazott receptúra összetétele nem rontotta ($p>0,05$) a sertések átlagos élősúlyát, napi takarmányfelvételét és súlygyarapodását.

Munkám kiterjedt a rost emésztőrendszerre gyakorolt hatásának monitorozására és egy új vizsgálati metodika alkalmazhatóságának és sertésre való adaptálhatóságának vizsgálatára.

Ezen célok elérése érdekében a gasztrointesztinális rendszer simaizom szövetének vizsgálatára irányuló elektromiográfiás (Smooth muscle electromyography - SMEMG) kísérletsorozatunkban megállapítottam, hogy ez a módszer az EGG módszerek közül *in vivo* és nem-invazív módon alkalmas az emésztőrendszer (gyomor, vékony- és vastagbél) aktivitásának mérésére éber növendék sertéseknél. A SMEMG vizsgálati módszerrel kimutatható volt a 4% rostkiegészítést tartalmazó (4,69% nyersrost tartalmú) kísérleti takarmány etetésének hatása a magyar lapály × magyar nagyfehér egyedeknél (életkor: 40 ± 2 nap, testtömeg: 27 ± 1 kg, $n=3$). Megállapítottam, hogy az emésztőtraktust alkotó simaizomszövet által produkált akciós-potenciálok maximális frekvencia értéke (Y_{max}) és a percnkénti összehúzódások száma (cpm) szignifikánsan eltért ($p<0,001$) a kontroll (2,80% nyersrost tartalmú) takarmányadagot fogyasztó állatokétól.

A növendéksertésekre adaptált SMEMG vizsgálati módszerrel, és szervspecifikus értékelési módszerrel [(dán lapály × dán nagyfehér) × dán duroc] genotípusú hibridekkel (életkor: 72 ± 3 nap, átlagos testtömeg: 30 ± 3 kg) végzett etetési kísérletünkben megállapítottuk, hogy a megnövelt (4,9%) nyersrost tartalmú takarmánykeverék etetése a vékonybél simaizom szövetének összehúzódását szignifikáns mértékben növelte ($p<0,001$) a kontroll, alacsony (2,9%) nyersrost tartalmú takarmányhoz képest. A maximális teljesítményspektrum sűrűség (PsD_{max} , mV^2) abszolút értéke szignifikánsan nőtt ($p<0,001$) a nagyobb nyersrost tartalmú kísérleti takarmányok etetésekor.

Bizonyítottam, hogy a rost jelenléte a kísérleti takarmányokban és a PsD_{max} értékek közötti szignifikáns különbség az elfogyasztott takarmányok etetésének

hatására mérhetővé vált az SMEMG mérési és értékelési módszerrel. Így az emésztőtraktusban rost hatására jelentkező valós, mérhető fiziológias változásokat tudunk detektálni ezzel a diagnosztikai módszerrel. Az eredmények hozzájárulhatnak a motilitás vizsgálathoz, illetve a valós tranzitidő méréséhez nyújthatnak a jövőben további lehetőséget.

STUDY OF THE USE OF COMPOUND FEEDS WITH DIFFERENT CELLULOSE-, HEMICELLULOSE- AND LIGNIN CONTENT WITH GROWING- AND FINISHING PIGS THROUGH DIGESTIVE-PHYSIOLOGICAL AND MYOGRAPHIC MODEL INVESTIGATIONS AND PERFORMANCE EXPERIMENTS

KATALIN JÁRÓ-NAGY

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus, Kaposvár

Doctoral School of Animal Sciences

Supervisors: Tamás Tóth PhD, Hedvig Fébel CSc

As a result of breeding efforts, and due to the adaptation to altered feeding circumstances, positive physiological changes occurred in the organ system of our livestock - an increase of the volume and mass of the pig large intestine, which could provide new opportunities for the use of both raw materials and fibre rich by-products in a broader range, and also for the reduction and supplementation of such protein sources (extracted soybean meal) that are massively used in current practices. My doctoral study was to examine and evaluate these altered circumstances during our experimental pursuit.

During the investigation of domestic compound feeds for growing pigs (between 30-70kg body weights), crude fibre content and the composition of the fibre fractions were evaluated, as well as the cluster of used raw ingredients and by-products. As a result, significant differences were determined between the outcomes of standard chemical and NIRS (near-infrared spectroscopy) examinations and crude fibre content calculated upon the assembly of the formulation. Furthermore, in the case of a low number of samples ($n=22$), moderate-strength correlations ($R=0.690$, $p<0.01$) were allocated between NIRS and chemical analysis outcomes. Thus, the NIRS investigation method could be an alternative for the local verification and rapid measurement of the accurate nutrition contents of the formulations and ready-made feeds in the case of pig compound feeds.

According to the outcomes of the results, besides the recommended level of crude fibre for pigs (*Hungarian Feed Codex*, 2004), the amount of detergent fibres (NDF, ADF, ADL) also has to be taken into consideration, since in case of the use of various by-products, the NDF-, ADF- and ADL-content of the tested feed compounds as well as their calculated hemicellulose- and cellulose content presented significant deviations. The by-product ratio in the investigated feeds was diverse (1 or 2 by-products) and typically still quite cautious (3.80-14.45%). In the fattening experiment was conducted with [(Danish Landrace \times Danish Large White) \times Danish Duroc] hybrid pig genotypes, was examined whether the content ratio

of extracted soybean meal in the compound feeds that were formulated according to net energy value (NE_s) or standardized ileal digestible (SID) amino acids, could be significantly reduced (from 13.4% to 3.5% in the growing phase – between 0 and 42nd day of the growing period; from 10.5% to 1.7% in the finishing phase – between 42nd and 67th day of finishing period), as well as the possibility of increasing the by-product ratio (growing phase: 26.8% - 11.8-14.2% maize-DDGS, 0.6-3.0% soybean hull, 10.0% wheat bran, 2.0% sugar beet pulp, finishing phase 32.8% - 15.0% maize-DDGS, 0.8-4.7% soybean hull, 15.0% wheat bran, 2.0% sugar beet pulp). Therefore, the composition of the formula that was fed during the fattening trial did not deteriorate the average body weight, daily feed intake, and weight gain of the pigs to such an extent that it could be statistically confirmed ($p > 0.05$).

My doctoral study also covered the monitoring of the effects of fibre upon the gastrointestinal system and the investigation of whether a new testing method could be applied and adapted to pigs. In the pursuit of these objectives, through the electromyographic (Smooth muscle electromyography - SMEMG) series of experiments directed towards the smooth muscle tissue of the gastrointestinal system, it was confirmed that this method – as an EGG method – is useful for the measurement of the activity of the gastrointestinal system (stomach, small and large intestine) in case of freely moving awake growing pigs *in vivo* and a non-invasive method. Furthermore, using the SMEMG investigation method, the effects of feeding an experiment compound feed containing 4% fibre supplement (crude fibre content: 4.69%) could be confirmed at Hungarian Landrace × Hungarian Large White animals (age: 40 ± 2 nap, bodyweight: 27 ± 1 kg, in the individual metabolic cage, $n=3$). Furthermore, we determined that the maximum frequency values (Y_{max}) of the action potentials generated by the smooth muscle tissue that composes the gastrointestinal tract and the number of contradiction cycles per minute (cpm: cycles per minute) significantly deviated ($p < 0.001$) from the ones measured in case of pigs on control (fibre content: 2.80%) feed diet. By the use of SMEMG investigation method adapted to growing pigs, in a feeding experiment conducted with [(Danish Landrace × Danish Large White) × Danish Duroc] genotype hybrids (age: 72 ± 3 days, average body weight: 30 ± 3 kg), in individual pens, without moving limitations, we determined that the use of a compound feed with increased crude fibre content (4.9%) significantly increased ($p < 0.001$) the motility of the smooth muscle tissue of the small intestine in comparison with the control, low fibre content (2.9%) diet. Furthermore, in the case of feeding trial compound feeds with higher fibre content, the absolute value of the maximal power spectrum density (PsD_{max} , mV^2) significantly increased ($p < 0.001$). By our experiment, we confirmed that the fibre content in the experiment feed and the significant deviation between PsD_{max} values due to the effects of the use of experimental feed become measurable by the SMEMG evaluation method. Thus, by using this diagnostic method, we were able to detect real, measurable physiological changes during the investigation of specific organs. These outcomes could significantly contribute to the investigation of motility and provide further possibilities for the real (non-estimated) measurement of transit time in the future.

BÖGYÖLKÖZÖSSÉGEK ELEMZÉSE ÉS ZAVARÓ HATÁSUK VIZSGÁLATA LOVAKON

OTÁRTICS MÁTÉ ZSOLT

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, Kaposvár
Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
Témavezető: Farkas Sándor PhD

A böglyőfajok jelentős részének a peterakáshoz vérre van szüksége, amit az emberből és nagytestű gazdasági haszonállatokból szereznek meg. Csípésük fájdalmas, rontja az állat jóllétét, stresszt okoz, tehát hatásuk közvetett negatív gazdasági következményekkel jár. A vérszívással okozott kellemetlenségeken túl kórokozók terjesztésében is szerepet játszanak. Kifejezetten káros lehet jelenlétük a lovas sportokban, lovas turizmusban. A böglyők tehát mind humán, mind állategészségügyi, mind gazdasági szempontból kiemelt jelentőséggel bírnak, ezért védekezni kell ellenük. A védekezés megalapozásához információkra van szükség a böglyők biológiájára, a védekezési módszerek és az állatokra gyakorolt negatív hatásokat illetően. Értekezésemben célul tűztem ki az állattenyésztési szempontból veszélyesnek minősíthető, gyakori és tömeges fajok azonosítását, ezek szezonális és napszakos aktivitásának vizsgálatát, az ellenük való védekezés hatásfokának javítását, valamint a böglyők aktivitása és a lovak böglyölyelhárító magatartása közötti kapcsolat megismerését.

A faunisztikai és közösségszerkezeti vizsgálatokra 2017-2019 között, nagyrészt Somogy megye területén, 18 mintavételi helyen került sor. Két mintavételi helyen az egész szezonra kiterjedő tömeggyűjtéseket végeztem saját készítésű H-trap típusú csapdákkal. A sántosi Nyargalók Lovasklub és a taszári Vitál Lovasklub lovain végeztünk etológiai vizsgálatokat a lovak böglyőkkel szemben alkalmazott elhárító magatartásformáit tanulmányozva.

A faunisztikai vizsgálatok gyűjtései 31980 példányt eredményeztek, amelyek 34 fajhoz tartoztak. A leggyakoribb és legtömegesebb fajok a következők voltak: *Haematopota italica*, *Haematopota pluvialis*, *Tabanus bromius*, *Tabanus autumnalis*, *Tabanus tergustinus*, *Tabanus sudeticus*. A hazai faunára újként mutattuk ki a *Haematopota ocelligera* fajt. Eredményeink alapján a böglyők közösség faji összetétele szezonálisan változik. Az egyidejűleg jelenlevő, mintegy 10-15 faj közül 2-4 domináns, a közösség 80-90%-át alkotva, míg a további fajok csak néhány példánnyal képviseltetik magukat.

Sántoson, a H-trap típusú csapdák hatékonyságát vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a napos területeken elhelyezett csapdák akár 50-szer több böglyőt foghatnak, mint az árnyékosabb helyekre telepítettek. Ennek magyarázata, hogy a csapdák csalogatógömbjéről visszaverődő polarizált fény és a fekete gömb felmelegedése vonzó hatást gyakorol a böglyőkre. Ez az eredmény nagyon fontos, a gyakorlatban is alkalmazható, és növelheti a kereskedelemben kapható, de rosszul alkalmazott csapdák hatékonyságát.

A böglyők aktivitása és a lovak védekező magatartásformái közötti kapcsolatot videofelvételek alapján vizsgáltuk Sántoson és Taszáron, nyáron és ősszel. Elemeztük a farokcsapások, dobbantások, fejjel és lábbal történő elzavarás, fejrázás, fülmozgatás és bőrremegtetés percenkénti átlagát, négy napszakban.

Eredményeink szerint a fülmozgatás és fejrázás kivételével közepes vagy erős korrelációs kapcsolat áll fenn a magatartásformák gyakorisága és a böglyök aktivitása között. Mindkét helyen kimutattuk, hogy nyári, böglyökben gazdag időszakban a lovak szignifikánsan nagyobb számban végeznek farokcsapásokat, lábbal és fejfel elzavaró mozdulatokat, dobbantásokat, mint az őszi bögölymentes időszakban. Vizsgálataink során a védekező magatartások gyakoriságának napszakos mintázata több esetben (farokcsapás, bőrremegtetés, dobbantás, fejfel elzavarás) szoros összefüggést mutatott a böglyök napszakos aktivitásával. A taszári eredményeink alapján a leggyakoribb két faj (*T. tergustinus*, *T. bromius*) és a három leggyakrabban használt viselkedésforma (farokcsapás, fejfel és lábbal zavarás) között szoros kapcsolat volt kimutatható.

ANALYSIS OF HORSEFLY COMMUNITIES AND INVESTIGATION OF THEIR DISTURBANCE IN HORSES

MÁTÉ ZSOLT OTÁRTICS

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus, Kaposvár

Doctoral School of Animal Sciences

Supervisor: Sándor Farkas PhD

A significant proportion of tabanid species need blood to lay eggs obtained from humans and many farm animals. The pain associated with the pinching impairs the animal's welfare and can cause stress, which can have indirect negative economic consequences. In addition to sucking blood, they also contribute to the spread of pathogens. Their presence in equestrian sports and equestrian tourism can be especially harmful. Therefore, tabanids are of great importance from a human, animal health, and economic point of view, and pest control is needed against them. This requires different information on the biology of the horse flies, the pest control methods, and their adverse effects on the animals.

The dissertation aimed to identify common and bulk species that can be classified as dangerous for animal husbandry, study their seasonal and diurnal activity, and improve the effectiveness of control against them. The further objective was to investigate the relationship between the activity of horses and their defensive behaviour against horse flies.

Faunistic and ecological community structure surveys were carried out between 2017 and 2019 in Somogy country at 18 sampling sites. Furthermore, we carried out regular mass trapping throughout the season with our own made H-traps in two sampling sites. In addition, we carried out ethological examinations on the horses of the Sántos Nyargalók Equestrian Club and the Vital Equestrian Club of Taszár, during which we made video recordings of the horses' preventive behaviour against tabanids.

The collections of faunistic studies resulted in 31,980 specimens belonging to 34 species. The most common and bulk species were *Haematopota italica*, *Haematopota pluvialis*, *Tabanus bromius*, *Tabanus autumnalis*, *Tabanus tergustinus*, *Tabanus sudeticus*. In addition, I found the *Haematopota ocelligera* species to be

new to the Hungarian. Based on our results, the horse fly community of an area varies seasonally. Of the approximately 10-15 species present simultaneously, 2-4 are dominant, accounting for 80-90% of the entire community.

The effect of the placement of H-traps on efficiency was investigated in Sántos. We found that traps placed in shady places on the forest's edge collected orders of magnitude fewer horseflies than those installed in sunny patches. The difference can be up to 50 times. The phenomenon is explained by the fact that the polarized light reflected from the lure sphere of the traps and the warming of the black sphere has an attractive effect on the horse flies. This result is very important, can be applied in practice, and can significantly increase the efficiency of commercially available but poorly used traps.

We analysed the effect of horse flies on horse behaviour based on video recordings. The study was performed on equestrian farms in Taszár and Sántos in the summer and autumn. We analysed the mean per minute of tail strokes, tossing, head and foot disturbance, ear movement, and skin tremor four times of the day. Our results show that, except for ear movements, there is a moderate to strong correlation between the frequency of behaviours and the activity of tabanids. In both Sántos and Taszár, we have shown that in summer, during the period full of horse flies, horses perform significantly more tail blows and disturb the tabanids with their feet or heads, tossing than in autumn, when these insects disappear. In the studies carried out in Sántos and Taszár, the diurnal pattern of the frequency of defensive behaviours in several cases (tail slap, skin tremor, tapping, head disturbance) showed a close correlation with the activity of the tabanids. Based on our results in Taszár, there is a very close relationship between the two most common species (*T. tergustinus*, *T. bromius*) and the three most used behaviours (tail slap, head, and foot disturbance).

HAZAI SEBESPISTRÁNG-ÁLLOMÁNYOK GENETIKAI HÁTTERÉNEK FELMÉRÉSE ÉS EGY GENETIKAI MARKEREKRE ALAPOZOTT TENYÉSZTÉSI RENDSZER KIALAKÍTÁSA

ŐSZ ÁGNES

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő
Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskola
Témavezetők: Horváth Ákos DSc, Kovács Balázs PhD

Az európai sebes pisztráng populációk mitokondriális DNS kontroll régiójának elemzése alapján öt fő evolúciós vonal (atlanti, dunai, mediterrán, adriai, márvány) különíthető el, amelyek többnyire a fő vízgyűjtő területekhez kapcsolódtak, azonban a vonalak nagymértékű, főleg antropogén eredetű keveredését figyelték meg. Magyarország hidrogeográfiai adottságai miatt a természetes populációk elméletileg a dunai vonalhoz tartoznának, azonban ezt genetikai vizsgálatok nem igazolták.

Vizsgálataim során kilenc DNS markert (mitokondriális szekvencia, mikroszatellitek, nukleáris PCR-RFLP markerek és ivari marker) alkalmaztam hat hazai, egy szerb természetes sebes pisztráng állomány és három tenyészállomány genetikai öszszetételének és populációgenetikai állapotának felmérésére. A mitokondriális DNS kontroll régió és két sejtmagi PCR-RFLP marker eredményei alapján az atlanti és

a dunai vonalak keveredése és az atlanti haplotípus túlsúlya (51-100%) figyelhető meg minden hazai populációban, ami a múlt században lezajlott állomány beszerzések és telepítések következménye, ez alól kivétel a tisztán dunai eredetű, szerb kontroll állomány. A magyar populációkban egy új dunai haplotípust azonosítottam. Az ivar-specifikus marker azonos ivararányt mutatott ki a tenyészállományokban és a Kemence-patakban, míg más természetes vízfolyásokban az ikrás egyedek aránya 50% alatt volt. A mikroszatellit lokuszok közül négy magas polimorfizmust mutatott, egy (BFRO002) pedig az alacsonyabb polimorfitás mellett alkalmas volt a dunai és atlanti vonalak elkülönítésére. A mikrosatellit allélok gyakorisága alapján végzett klaszter- és főkomponens-analízis genetikailag átfedő állományokra utalt, azonban a populációk még mindig különböznek egymástól, amire a nagyszámú privat allélok mennyisége (összes allél 30%-a) is utal. Az állományok többnyire Hardy-Weinberg egyensúlyban vannak, az eltérések a kis populációméret miatt, a telepítések vagy a beltenyésztettség hatására alakulhattak ki. A PCR-RFLP és mikrosatellit markerekkel végzett vizsgálatok az emberi beavatkozás jelentős mértékű hatását igazolták a magyar populációk esetében.

A mesterséges telepítés és az egyedek vándorlása jelentős genetikai hatással lehet a vadon élő pisztrángpopulációk genetikai összetételére. Jelenleg Magyarországon nincsenek iránymutatások vagy általános gyakorlatok a kis patakok telepítésére, azonban a populációk genetikai hátterét figyelembe kell venni a természetvédelmi intézkedések kidolgozása során.

GENETIC ANALYSIS OF HUNGARIAN BROWN TROUT POPULATIONS AND DEVELOPMENT OF A MARKER-ASSISTED BREEDING SYSTEM

ÁGNES ÓSZ

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus,
Gödöllő

Doctoral School of Animal Biotechnology and Animal Science
Supervisors: Ákos Horváth DSc, Balázs Kovács PhD

Analyses of control region sequences of mitochondrial DNA of European brown trout populations have revealed five main evolutionary lineages (Atlantic, Danubian, Mediterranean, Adriatic, Marble), mainly related to the main drainage areas hybridization among lineages from anthropogenic sources has been reported. Due to the hydrogeography of Hungary, wild populations should theoretically belong to the Danubian lineage, but genetic studies have not verified this.

In my study, multiple molecular marker sets (mitochondrial sequence, microsatellites, PCR-RFLP of nuclear markers, and a sex marker) were used to investigate the brown trout populations' genetic composition and population genetics broodstocks of two hatcheries and six wild streams in Hungary and one in Serbia.

Due to the stocking in the last centuries, the admixture of Atlantic and Danubian lineages and the excess of Atlantic haplotypes (51-100%) in these populations, except the Serbian wild population with pure Danubian origin, was observed by control region sequences of mitochondrial DNA and PCR-RFLP markers in the nuclear genome. In addition, one unpublished Danubian haplotype was found in the

Hungarian populations. The sex-specific marker revealed an equal sex ratio in the brood stocks and Kemence stream, whereas in other wild streams, the proportion of female individuals was less than 50%. Four of the microsatellite loci were highly polymorphic, and due to the lower polymorphism, one of them (BFRO002) was able to distinguish the lineages. Structure and principal component analyses based on the alleles of microsatellite loci also revealed overlapping populations; however, the populations were still significantly different from each other, which was confirmed by the numerous private alleles (30% of all alleles). The populations mainly were in Hardy-Weinberg equilibrium; the deviations can be caused by small population size, stocking, or inbreeding. PCR-RFLP and microsatellite loci analysis revealed anthropogenic influence in all Hungarian populations.

Stocking and migration can have a significant genetic impact on trout populations of wild streams; however, there are no guidelines or common practices for stocking small streams in Hungary. Thus, the genetic background of these populations should be considered when developing conservation actions.

MIOSZTATIN GÉNKIÜTÖTT HÁZINYÚL LÉTREHOZÁSA GENOMEDITÁLÁSSAL

SKODA GABRIELLA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő
Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskola
Témavezető: Hiripi László PhD

Doktori munkám célja a házinyúlban előidézett miosztatin hiány okozta elváltozások megismerése, illetve összehasonlító elemzése volt a Pannon fehér fokozott izomnövekedésre szelektált nyúlfajtán, és a laboratóriumokban előszeretettel alkalmazott Hycole fajtán kialakított miosztatin KO nyúlvonalak között. Másik célom egy olyan modellrendszer kidolgozása volt, amellyel a placentában található miosztatinra irányuló vizsgálatok könnyen kivitelezhetők.

Először TALEN technikával igyekeztünk célzott mutációt előidézni a nyúl miosztatin génjén, majd a CRISPR/Cas9 módszerre váltottunk. Az embriókban való tesztelés után a kiválasztott CRISPR/Cas9 konstrukció a megszülető utódok 20%-ánál indukált monoallélikus mutagenezist. A vonalalapításra kiválasztott két egyedben az előidézett deléciók gátolták a fehérje expressziót. A létrehozott utódok egyike sem mutatott a korábban leírt miosztatin KO állatokéhoz hasonlóan megnövekedett izomtömeget, vagy megnagyobbodott nyelv méretet. A Pannon fehér fajtában előidézett miosztatin hiány nem idézett elő szignifikáns növekedést a vázizomzat tömegében, viszont jelentősen lecsökkent zsír/izom arányt detektálunk CT módszer segítségével. A Pannon fehér alapítónak szánt egyednél termékenyülési problémák merültek fel, így nem tudtuk tovább szaporítani. A miosztatin mutáns Hycole tenyésztése sem eredményezett homozigóta egyedeket. egyes heterozigóta egyedeknél viszont a nervus tibialis denegerációjának következtében fellépő bénulást figyeltünk meg, ezáltal kutatásunk rávilágít a miosztatin idegrendszerben betöltött szerepének fontosságára.

Emellett lentivírus alapú, placenta-specifikus géntranszferrel extraembrionális

szövet-specifikus GFP expressziót tudunk előidézni 14,5 napos nyúl magzatoknál, így elmondhatjuk, hogy egy olyan nyúlmodell rendszert fejlesztettük ki, amely alkalmas a placenta betegségeinek, illetve a miosztatin-közvetített folyamatok részletes vizsgálatára.

MYOSTATIN KNOCK-OUT RABBIT LINE GENERATION USING GENOME EDITING

GABRIELLA SKODA

Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Szent István Campus,
Gödöllő

Doctoral School of Animal Biotechnology and Animal Sciences

Supervisor: László Hiripi PhD

We aimed to investigate the function of myostatin in the myostatin KO rabbit generated by the new generation genome editing method. Our first goal was myostatin knock-out rabbit line production and comparative analysis of the effect of genetic background for myostatin-null phenotype between Pannon white breed, selected for muscle growth and Hycole breed. Developing a model system for placental myostatin investigation was our other aim.

We started the myostatin KO rabbit line generation with TALEN technology; later, the CRISPR/Cas9 system was applied in transgenesis. After embryo testing, the selected CRISPR construct caused a monoallelic mutation in 20% of offspring. These mutations inhibited the normal function of the gene, and protein expression was impeded. Our myostatin mutant animals haven't shown a typical double-musclered phenotype or increased tongue muscle mass. The Pannon white myostatin mutant animal showed decreased fat/muscle scale by CT analysis; furthermore, paralysis was observed after 15 weeks. Unfortunately, this founder animal was fertilized difficulty. The transgenic line generation was not possible based on this animal; therefore, the comparative analysis of phenotypes from two rabbit lines was not prepared. The other founder animal originated from the Hycole breed. We have never observed homozygote myostatin KO offspring during the breeding of this transgenic line. Significant decreased adipose tissue hasn't been noticed in the offspring of this line, but We detected disorder in movement. We verified that severe deformation could be developed in the nervous system (nervus tibialis degeneration) besides decreasing half of myostatin level, so this study shed light on the importance of myostatin in the peripheral nervous system.

The role of myostatin in placental activity is not yet clear. As a model animal, the rabbit is a more suitable organism to study placental diseases than mouse or rat models. Therefore, we developed a rabbit model with placenta-specific gene transfer based on lentiviral transgenesis. In the age of 14.5-day foetuses, GFP reporter protein expression could be detected lightly with microscopy and PCR analysis in extraembryonic tissues as placenta or yolk sac from eight animals. Four placentae and two yolk sacs showed GFP expression in different intensities. This model system is easily utilizable during further research to examine myostatin-mediated glucose metabolism in the placenta.

A BALATONI SUDÁR PONTY (*CYPRINUS CARPIO MORPHA ACCUMINATUS*) ÉS A HÉVÍZI TÖRPENÖVÉSŰ MAGYAR VADPONTY (*CYPRINUS CARPIO MORPHA HUNGARICUS*) SPERMAMÉLYHÚTÉSÉNEK ÉS INTENZÍV RENDSZERBEN TÖRTÉNŐ SZAPORÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA, VALAMINT IN VITRO SPERMABANKJÁNAK MEGALAPOZÁSA

VÁRKONYI LEVENTE

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő
Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskola
Témavezetők: Bernáth Gergely PhD, Urbányi Béla DSc

Kutatásomban a Balatonban őshonos és hivatalos magyarországi tájfajtaként elismert balatoni sudár ponttyal (*Cyprinus carpio morpha accuminatus*), valamint Európában egyedülálló módon kizárólag az unikális állat- és növényvilággal rendelkező Hévízi-tóban élő hévízi törpenövésű magyar vadponttyal (*Cyprinus carpio morpha hungaricus*) foglalkoztam. Munkám során szaporodásbiológiai tulajdonságaik vizsgálatát, *in vitro* spermabank megalapozását, illetve zárt intenzív recirkulációs rendszerben történő szaporításukat és lárvanevelésüket hajtottam végre.

A balatoni sudár ponty egyedeket a fajtafenntartó Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. irmapusztai állományából szereztem be. A hévízi vadpontyokat ezzel szemben az üzemeltető által fenntartott Hévízi-tóról fogtam be. A kísérleti anyagokat a Halgazdálkodási Tanszék infrastruktúrájához tartozó zárt intenzív recirkulációs akvakultúra rendszerében (RAS) tartottam.

Vizsgálataim során a következő eredményeket értem el a gazdasági szempontból fontos sudár ponty, illetve a természetvédelmi értéket képviselő hévízi vadponty esetében. Sikeresen mélyhűtöttem, spermabanki tárolásra alkalmas ponty ivarterméket a korábban csukára kidolgozott hígító használatával, amellyel megszüntettem a felolvasztást követő agglutinációt, így lehetővé vált a mélyhűtött balatoni sudár ponty ivartermék keltetőházi felhasználása során egy jövőbeni pontos termékenyítési egység meghatározása. Elsőként adaptáltam egy hatékony mélyhűtési módszert pér, illetve a csuka hígító használatával programozható mélyhűtő berendezésben. Megállapítottam, hogy a 10 ml-es kriocső használatakor az optimális felolvasztási időtartam 3 perc 30 másodperc, valamint, hogy az 5 ml-es kriocső a pér hígító esetében 2 perc 45 másodperc, csuka hígító használatakor pedig 2 perc 15 másodperces az optimális felolvasztási időtartam 40 °C-on. A balatoni sudár ponty tájfajta esetében elsőként írtam le eredményes keltetőházi lárvanevelési eljárást magas megmaradási aránnyal és megfelelő morfológiai tulajdonságokkal. Nagy hatásfokkal indukáltam a stresszérzékeny hévízi vadponty spermációját terpei körülmények között. Emellett zárt intenzív recirkulációs rendszerben elnyújtott hormon dózissal kezeléssel eredményesen fokoztam a hévízi vadponty hím ivartermék termelését. Valamint sikeresen mélyhűtöttem hévízi vadponty spermáját polisztirol dobozban és programozható mélyhűtő berendezésben pér, valamint csuka hígító használatával 0,5 ml-es műszalmában 1:9 arányú hígítás mellett.

THE ANALYSIS OF SPERM CRYOPRESERVATION AND PROPAGATION OF „SUDÁR” CARP LANDRACE (*CYPRINUS CARPIO MORPHA ACCUMINATUS*) AND HÉVÍZ DWARF CARP (*CYPRINUS CARPIO MORPHA HUNGARICUS*) IN AN INTENSIVE SYSTEM AND THE ESTABLISHMENT OF THEIR IN VITRO SPERM BANKS

LEVENTE VÁRKONYI

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Gödöllő

Doctoral School of Animal Biotechnology and Animal Science

Supervisors: Gergely Bernáth PhD, Béla Urbányi DSc

The Hungarian common carp landrace (*Cyprinus carpio morpha accuminatus*) from the Lake Balaton and the unique Hungarian wild dwarf carp (*Cyprinus carpio morpha hungaricus*) reproductive biological parameters were investigated in my work. Furthermore, *in vitro* sperm banks of the two carp species were established. The artificial propagation and the larvae rearing at an intensive closed recirculating system were also carried out.

The “sudár” carp individuals were provided from the Irmapuszta broodstock of the landrace owner Balaton Fish Management Non-Profit Ltd. In contrast, Hévíz dwarf carps were caught from the Lake Hévíz (managed by the operator). The experimental broodstock was kept in a closed intensive recirculation aquaculture system (RAS) belonging to the infrastructure of the Department of Aquaculture.

In my research, I achieved the following results in the case of the economically important “sudár” carp landrace and Hévíz dwarf carp representing nature conservation value: Carp sperm was cryopreserved successfully for the establishment of sperm banks using an extender formerly designed for northern pike. The post-thaw sperm agglutination was effectively eliminated. Thereby, an accurate fertilization unit can be future performed to apply cryopreserved carp sperm in the propagation at hatchery conditions. An efficient cryopreservation method was adapted the first time for a controlled-rate freezer using the pike and grayling extenders. The optimal thawing time was defined at 40 °C for the 10 (3 minutes 30 seconds) and 5 mL cryotubes using grayling (2 minutes 45 seconds) and pike extenders (2 minutes 15 seconds). A successful larva rearing at hatchery conditions with a high survival rate and optimal morphological parameters was performed in the „sudár” carp landrace. The spermiation of the stress sensitive Hévíz dwarf carp was efficiently induced at field conditions. In addition, the sperm production of the hévíz dwarf carp at intensive recirculating aquaculture system was successfully enhanced using long-term multiple injection treatments. Furthermore, hévíz dwarf carp sperm was efficiently cryopreserved with a polystyrene box and a controlled-rate freezer in 0.5 mL straw at a dilution ratio of 1:9 using grayling and pike extenders.

ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS

Főszerkesztő (Editor-in-chief): FÉBEL Hedvig (Herceghalom)

Társfőszerkesztő (Co-editor): MÉZES Miklós (Gödöllő)

Technikai szerkesztő (Technical assistant): SIPICZKI Bojana (Herceghalom)

Szerkesztőbizottság (Editorial board):

Elnök (President): HORN Péter (Kaposvár)

MANABE, N. (Japán),

HULLÁR István (Budapest),

SZABÓ Ferenc

ROSATI, A. (EAAP, Olaszország),

HUSVÉTH Ferenc (Keszthely),

(Mosonmagyaróvár),

ANTON István (Herceghalom),

KOMLÓSI István (Debrecen),

URBÁNYI Béla (Gödöllő),

BALOGH Krisztián (Gödöllő),

KOVÁCSNÉ GAÁL Katalin

WAGENHOFFER Zsombor

BODÓ Imre (Szentendre),

(Mosonmagyaróvár),

(Budapest),

DUBLECZ Károly (Keszthely),

MIHÓK Sándor (Debrecen),

ZSARNÓCZAI Gabriella (Szeged)

HIDAS András (Gödöllő),

PÓTI Péter (Gödöllő),

HOLLÓ István (Kaposvár),

RÁTKY József (Budapest),

Szerkesztőség: Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Élettani és Takarmányozástani

(Editorial office): Intézet Takarmányozás-élettani csoport

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Institute of Physiology
and Nutrition Group of Nutrition physiology

2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

mobil: (+36) 30 714 87 65, e-mail: sipiczki.bojana.nora@uni-mate.hu

A cikkeket kivonatolja a CAB International (UK) a CAB Abstracts c. kiadványban

The journal is abstracted by CAB International (UK) in CAB Abstracts

Felelős kiadó (Publisher): Bozay Péter ügyvezető, HOI Nonprofit Kft.

HU ISSN: 0230-1814

A lap az Agrárminisztérium tudományos folyóirata

This is a scientific quarterly journal of the Ministry of Agriculture founded in 1952
 („Állattenyésztés”) by Prof. József Czákó

A kiadást támogatja (sponsored by): Agrárminisztérium

MTA Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottsága

Megjelenik évente négyszer

A folyóiratokra a kiadónál fizethet elő az alábbiak szerint.

Előfizetési szándékát kérjük, jelezze az info@agrarlapok.hu címen, vagy az alábbi postacímen:

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., 1223 Budapest, Park u. 2.

A borítékra kérjük, írja rá: „Folyóirat-rendelés”.

Az előfizetési díjat a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. 10032000-00286662-00000017 számlaszá-
mára való utalással egyenlítheti ki. Az átutalás közlemény rovatában szíveskedjen a folyóirat és az
előfizető nevét feltüntetni. Előfizetési díj: 8500Ft/év

Bármely más információért forduljon bizalommal kollégáinkhoz a lenti elérhetőségek bármelyikén:

e-mail: info@agrarlapok.hu, telefon: 06-1/362-8100

Nyomta: Zemplén-Vektor Kft., 3900 Szerencs, Csalogány köz 5.