

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 16

Issue 2

Gödöllő
2020



Tartalomjegyzék

<i>Alföldi László, Tarr Zoltán, Tózsér János: Digitális mikroklíma mérés a tejtermelő farmon</i>	94-109
<i>Bock Illés, Csorbai Balázs, Bokor Zoltán, Garai Edina, Vásárhelyi Erna, Kerekes Flóra, Urbányi Béla, Csenki-Bakos Katalin, Csenki-Bakos Zsolt: A Zagyva folyó kerekudvari kíméleti szakaszáról származó üledékminták toxikológiai vizsgálatá klasszikus és alternatív halmodellekkel</i>	110-117
<i>Halász András, Tózsér János: Az erdei legeltetés lehetősége Magyarországon napjainkban</i>	118-125
<i>Jeník David, Falta Daniel, Navrátil Stanislav, Večeřa Milan, Polák Ondřej, Chládek Gustav: Monitoring of vital activities in fattening bulls as an innovative element of feedlots</i>	126-130
<i>Kovács Endre, Tempfli Károly, Zenke Petra, Maróti-Agóts Ákos, Sáfár László, Gáspárdy András: A cikta juh priongenotípusainak előfordulási gyakorisága</i>	131-136
<i>Marcin Andrej, Nad' Pavel, Bujňák Lukáš, Skalická Magdaléna: Digestibility and performance of broiler chickens fed diets with humic substances</i>	137-145
<i>Molnár József, Várkonyi Levente, Füzes-Solymosi Enikő, Birkó-Sulyok Zita Katalin, Izsák Tibor, Láng Levente Zete, Csenki-Bakos Zsolt, Staszny Ádám, Urbányi Béla, Bernáth Gergely, Bokor Zoltán: Mélyhűtött csuka (<i>Esox lucius</i>) spermából származó lárvák különböző növekedési és morfológiai paramétereinek vizsgálata rövidtávú lárvanevelés során</i>	146-155
<i>Nad' Pavel, Marcin Andrej, Bujňák Lukáš, Skalická Magdalena, Marcinčák Slavomír: Effect of dietary supplementation of humid substances on production performance and slaughter value of broiler chicken</i>	156-162
<i>Nagy Borbála, Várkonyi Levente, Fodor Ferenc, Koltai Tamás, Bodnár Ádám, Molnár József, Láng Levente Zete, Izsák Tibor, Staszny Ádám, Ferincz Árpád, Birkó-Sulyok Zita Katalin, Urbányi Béla, Szári Zsolt, Bokor Zoltán, Bernáth Gergely: A balatoni kősüllő (<i>Sander volgensis</i>, Gmelin, 1788) állomány hímivarsejt minőségének és mélyhűtésének vizsgálata az indukált szaporítás fejlesztése és a génbanki megőrzés céljából</i>	163-169
<i>Polgár J. Péter, Török Márton, Kovács Ákos, Bene Szabolcs: Néhány tényező hatása charolais növendékmarhák hústermelési paramétereire ultrahangos mérések alapján</i>	170-176
<i>Tózsér János, Kézér Fruzsina Luca, Kovács Levente, Fazekas Natasa: Evaluation of animal-based parameters of welfare in two Hungarian dairy farms using principal component analysis</i>	177-188
<i>Tózsér János, Szűcs Márton: Regressziós elemzések a szelekciós célok pontosítására a központi sajtátjeljesítmény-vizsgálatban a limousin fajtában (rövid közlemény)</i>	189-199



Table of contents

<i>Alföldi László, Tarr Zoltán, Tőzsér János</i> : Digital microclimate measurement on the dairy farm	94-109
<i>Bock Illés, Csorbai Balázs, Bokor Zoltán, Garai Edina, Vásárhelyi Erna, Kerekes Flóra, Urbányi Béla, Csenki-Bakos Katalin, Csenki-Bakos Zsolt</i> : Toxicological assessment of sediment samples from the protected Kerekudvar section of the Zagyva River using classic and alternative fish models	110-117
<i>Halász András, Tőzsér János</i> : Possibility of forest grazing system in Hungary	118-125
<i>Jeník David, Falta Daniel, Navrátil Stanislav, Večeřa Milan, Polák Ondřej, Chládek Gustav</i> : Monitoring of vital activities in fattening bulls as an innovative element of feedlots	126-130
<i>Kovács Endre, Tempfli Károly, Zenke Petra, Maróti-Agóts Ákos, Sáfár László, Gáspárdy András</i> : Frequency of prion genotypes in Cikta sheep	131-136
<i>Marcin Andrej, Nad' Pavel, Bujňák Lukáš, Skalická Magdaléna</i> : Digestibility and pErformance of broiler chickens fed diets with humic substances	137-145
<i>Molnár József, Várkonyi Levente, Füzes-Solymosi Enikő, Birkó-Sulyok Zita Katalin, Izsák Tibor, Láng Levente Zete, Csenki-Bakos Zsolt, Staszny Ádám, Urbányi Béla, Bernáth Gergely, Bokor Zoltán</i> : The investigation of different growth and morphological parameters of larvae obtained from cryopreserved northern pike (<i>Esox lucius</i>) sperm	146-155
<i>Nad' Pavel, Marcin Andrej, Bujňák Lukáš, Skalická Magdalena, Marcinčák Slavomír</i> : Effect of dietary supplementation of humid substances on production performance and slaughter value of broiler chicken	156-162
<i>Nagy Borbála, Várkonyi Levente, Fodor Ferenc, Koltai Tamás, Bodnár Ádám, Molnár József, Láng Levente Zete, Izsák Tibor, Staszny Ádám, Ferincz Árpád, Birkó-Sulyok Zita Katalin, Urbányi Béla, Szári Zsolt, Bokor Zoltán, Bernáth Gergely</i> : The improvement of the quality assessment and cryopreservation methods in Volga pikeperch (<i>Sander volgensis</i>) sperm obtained from the Lake Balaton for practical and conservation purposes	163-169
<i>Polgár J. Péter, Török Márton, Kovács Ákos, Bene Szabolcs</i> : Effect of some factors on characteristics of Charolais beef production in ultrasound measuring	170-176
<i>Tőzsér János, Kézér Fruzsina Luca, Kovács Levente, Fazekas Natasa</i> : Evaluation of animal-based parameters of welfare in two Hungarian dairy farms using principal component analysis	177-188
<i>Tőzsér János, Szűcs Márton</i> : Regression analyzes to determine the selection targets in the central self-performance test in Limousin cattle breed (short communication)	189-199

DIGITÁLIS MIKROKLÍMA MÉRÉS A TEJTERMELŐ FARMON

Alföldi László¹, Tarr Zoltán², Tőzsér János³

¹Holstein Genetika Kft, H-2100 Gödöllő, Pattantyús Ábrahám krt. 11.

²Quinto Solutions Kft., H-1054 Budapest Báthory utca 20. II. emelet 2.

³ Szent István Egyetem, H-2103 Gödöllő, Egyetem tér 1.

alfoldi@holstein-genetika.hu

Received – Érkezett: 14.05.2020.

Accepted – Elfogadva: 07.15.2020.

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmányban a szerzők a precíziós gazdálkodás, ezen belül különösen is a tejelő szarvasmarhatartásban az istállóklíma mérésében és felügyeletében alkalmazott szenzoros adatgyűjtés technológiáját (IoT) és alkalmazásának előnyeit mutatják be. Ismertetik az adatgyűjtés során használt átviteli technológiákat, ezek közül részletezve a mezőgazdasági felhasználásban több előnyös tulajdonsága miatt jól alkalmazható nagy hatótávolságú és alacsony energiaigényű LoRa hálózatot. Bemutatják a helyspecifikus adatgyűjtés előnyeit a tejhozam optimalizálása érdekében. Gyakorlati tapasztalatok alapján ismertetik a kialakított technológiai megoldás képességeit, többek között az egyszerű tovább-fejleszhetőséget és az idővel, az adatok halmozódása nyomán mind pontosabbá váló előrejelzési funkciót. Az adatgyűjtésen és -elemzésen alapuló, folyamatosan fejlődő és hazánkban is fokozatosan terjedő, technológia alkalmazása nagyban hozzájárulhat a gazdálkodás minőségének, hatékonyságának növeléséhez.

Kulcsszavak: digitális mérés, mikroklíma, tejelő szarvasmarha

Digital microclimate measurement on the dairy farm

Abstract

In this article we present a sensor-based data acquisition technology (IoT) and the benefits of its use in precision, especially in dairy, farming, to measure and monitor the climate of the barn. The article describes the transmission technologies used in data collection, detailing the long range and low power LoRa network, which is well suited for use in agriculture. Site-specific data collection can be part of optimizing the milk yield. Based on practical experiences, we present the capabilities of the technology developed, including simple upgradeability and more accurate forecasting over time as data accumulates. The continuous development of technology based on data collection and analysis, which is gradually spreading in Hungary, can greatly contribute to the improvement of the quality and efficiency of farming.

Keywords: digital measurement, microclimate, dairy cattle

Bevezetés

Automatizáció és a digitalizáció tendenciái

A megnövekedett világnépszerűség megbízhatóbb minőségű állattartási termékeket igényel, a gazdaságok száma csökken, ugyanakkor a farmonkénti állatok száma és az állattenyésztés termelése növekszik. Ezen tendencia mellett az állattenyésztési problémák növekedését is várhatjuk *Thornton* (2010).

A gazdaságok automatizálási rendszereinek száma 1980 óta gyorsan növekszik. Szinte minden közepes és nagyméretű gazdálkodó részesülhet a fokozott automatizálás előnyeiből *Thornton* (2010). Az automatizálási technológiákban és rendszerekben sok lehetőség van a gyakorlatban. Manapság az állattenyésztők egyre inkább robotokat használnak termelésben vagy algoritmusokat alkalmaznak ezért, hogy optimalizálják gazdaságuk vezetési döntéseit. A technológiai fejlesztések, új automatizálási rendszert hoznak létre, amelyben intelligens és rugalmasabb munkalehetőségek állnak rendelkezésre az állattenyésztés területén (*Kearney*, 2017).

Az új technológia előnyei magukban foglalják a megnövekedett költséghatékonyságot, a jobb állatjólétet, a jobb munkakörülményeket, a jobb termelési megfigyelést (például távoli megfigyelés, a valós idejű adatokhoz való hozzáférés) és a fontos termelési adatok jobb szolgáltatását. Az új technológia azt jelenti, hogy a termelők könnyebben dolgozhatnak, és javíthatják a szarvasmarha-jólétet, a termelési hatékonyságot és a jövedelmezőséget. A technológiai fejlesztések hatékonyabb, jövedelmezőbb és gyorsabb megoldásokat kínálnak a gazdák számára, és ezáltal jobb menedzsmentet és a közvetlen beavatkozási lehetőségeket valósíthatnak meg a gyakorlatukban. A betegségek folyamatos monitorozása és gondos kezelése elengedhetetlen a jólétet figyelembe vevő állatkezelésekhez (*Sordillo és mtsai*, 1997, *Rainard és Riollet* 2006).

Az automatizálás manapság nagyon kifinomult technológiát és szoftvert, valamint bonyolult gépeket jelent. Számos számítógépes képanalízis-alkalmazást fejlesztenek ki a kényelmesebb állattenyésztés érdekében. A legújabb számítógépes programok képesek az állati hangok azonosítására és osztályozására egy adott helyzetben. Számos kutatás arra a következtetésre jutott, hogy ezek az alkalmazások felhasználhatók az állatok jólétének megfigyelésére, valamint a betegség, élettani állapot és rendellenességek korai azonosítására (*Exadaktylos és mtsai*. 2008, *Ferrari és mtsai*. 2010).

Precíziós gazdálkodás folyamata

Az adatgyűjtésen és az adatok értelmezésén alapuló, ún. precíziós gazdálkodás több adatforrásból, részben automatikusan, állít elő információt és végez beavatkozást, valamint támogatja a gazdaság működésével kapcsolatos döntési folyamatokat (*1. ábra*) (*Rutter*, 2011). A technológia, egyebek mellett, abban is segít, hogy a gazdálkodási folyamat egyre több eleméről keletkezzen adat, ami a folyamatok megértését és optimalizálását segítheti. A cél, hogy az adatgyűjtés és -felhasználás segítségével a hatékonyságot növelő, a gazdaság működését jobban megértő, a környezeti szempontokat is figyelembe vevő, hatékony gazdálkodás valósulhasson meg.

1. ábra: A precíziós gazdálkodás komponensei

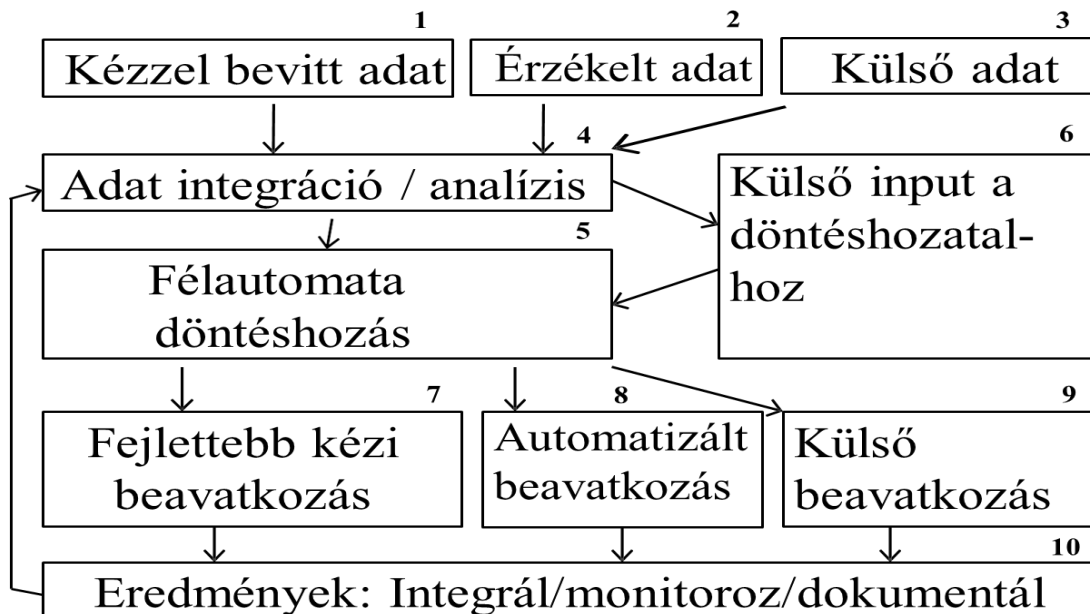


Figure 1: Precision farming

manual data (1); sensed data (2); external data (3); data integration/analysis (4); semi-automated decision making (5); external input to decision making (6); improved manual control (7); automated control (8); external control (9); integrate/monitor/document outcomes (10)

Kézzel bevitt adatokon a gazdaság működése során folyamatosan, vagy alkalmanként, esetleg egy nagyobb adatfeltöltés részeként, más helyen, vagy nem elektronikus rendszerben keletkezett adatok bevitelét értjük. Az érzékelővel gyűjtött adatok pedig azok, amelyek valamilyen új, ún. digitális, megoldáson, érzékelőn keresztül, gyakorlatilag automatikusan érkeznek. Külső adatok alatt azokat értjük, amelyek más, jórészt elektronikus rendszerben (pl. könyvelő szoftverben), vagy más eszközben (pl. munkagépben, vagy munkaeszközben) keletkeznek, és kész adatként érkeznek a rendszerbe

Szenzoros adatgyűjtés

A különböző gazdálkodási, termelési folyamatok során manapság már számtalan adat elektronikus (is) keletkezik. A különböző gépek, eszközök működése során, illetve a gazdálkodás menedzselésével összefüggésben (számítógépes adatrögzítés) keletkező elektronikus adatok – különböző mértékben és mélységben – már hosszú évek óta elérhetőek és használhatók. Az utóbbi években felgyorsult technológiai fejlődésnek köszönhetően, az ún. dolgok internete (*Internet of Things, IoT*) megoldások által, az eddigi kevésbé, vagy nem mindenki számára elérhető módon érzékelhető és adatolható fizikai eszközök és környezet válik elektronikus befoghatóvá.

Az állatok viselkedésének nyomonkövetése, helyzetük meghatározása, többnyire az ún. viselhető, az állatokra helyezett, illesztett szenzorokkal történik. Az így gyűjthető, és az egyes egyedre vonatkozó információk mellett a modern és hatékony állattartás elengedhetetlen része a tartási körülményeket (pl. hőmérséklet, fény, levegőtisztaság stb.) monitorozó megoldások alkalmazása is. Az istállók környezeti paraméterei egy telepen belül is jelentősen eltérhetnek

egymástól az épület kialakításától, tájolásától, valamint az alkalmazott tartástechnológiától függően. Az istállók klímájának, környezeti paramétereinek vizsgálata és az ezen alapuló beavatkozások jelentősen hozzájárulnak a termelési hatékonyság alakulásához és az állategészségügyi-, állatjóléti szempontok érvényesüléséhez.

A különböző ágazatokban alkalmazott IoT megoldások viszonylag újak, és folyamatosan fejlődnek. Nem beszélhetünk több tízéves adatolt tapasztalatról sem a technológiák, sem az azokra épített megoldások tekintetében. Jóllehet egyre több azoknak a megoldásoknak a száma, amelyek már messze nem kísérleti szakaszban vannak, de még mindig viszonylag kevés a jól beváltak mondható és fenntartható technológiai megoldás. A mezőgazdaságot illetően a szántóföldi gazdálkodásban alkalmazott gépek, eszközök a leginkább előre haladottak, de már egyre több, a művelt területet monitorozó, technológiai megoldás létezik – elsősorban talaj- és időjárás érzékelők valamint, részben az ezekhez kapcsolódó öntözésvezérlők. Jelentős fejlődés megy végbe az üvegházi zöldségtermesztés területén is a technológia alkalmazását illetően, és már Magyarországon is elterjedtek a baromfi tartáshoz kapcsolódó IoT megoldások. A sertés- és szarvasmarhatartás területén vegyes, de inkább fejletlennek mondható, az IoT megoldások alkalmazása. Iparági szereplőkkel egyetértésben elmondható, hogy a technológiai kihívásokon túl elsősorban a megfelelő üzleti modell kidolgozása okoz gondot, ami jórészt a még mindig viszonylag magas alkatrész- és eszközáraknak tudható be.

A szenzoros adatgyűjtés általános topológiáját a 2. ábra mutatja. Az adatok egy szenzor segítségével olyan eszközből érkeznek, amely kialakítása szerint képes egy adott paraméter (hőmérséklet, páratartalom, valamiféle gáz-sűrűség stb.) érzékelésére és az érzékelést elektronikus jellé alakítani. A jel valamilyen kommunikációs technológia segítségével – ezeket alább részletezzük – jut el egy bázisállomáshoz, majd onnan valamely adatkapcsolaton (vezetéknélküli: 3G /4 G, illetve vezetékes: ethernet) keresztül a szerverhez. Olyan megoldás is létezik, amikor a többféle érzékelő eszköz vezetékes kapcsolatban van egy ún. koncentrátorral, amely szintén valamilyen adatkapcsolatot használva továbbítja az eszközökből összegyűjtött információkat egy bázisállomáson keresztül. A szerverből az összegyűjtött adat általában egy felhőben üzemelő adatfeldolgozó és -megjelenítő felületre kerül, ahol a felhasználó számára értelmezhető információvá válik.

2. ábra: A szenzoros adatgyűjtés topológiája

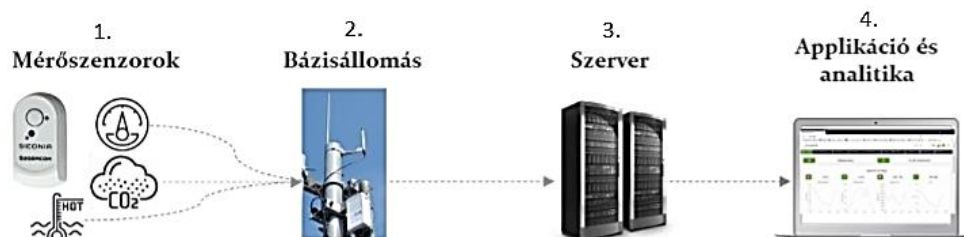


Figure 2: The process of sensory data collection
sensors (1); base station / gateway (2); server (3); display data rating (4)
(Szerkesztette Tarr Z.)

Adatgyűjtést támogató átviteli technológiák

A különböző üzleti igények támogatására sokféle adatátviteli technológia érhető el. Az eszközök, mérőszenzorok felőli adatkommunikáció megvalósítására az elmúlt években speciális technológiákat is kifejlesztettek. A rádiós átvitel-technológiában alapvetően háromféle tulajdonság befolyásolja a minőséget:

- a hatótávolság,
- az adattovábbítás sebessége, és
- az energiafelhasználás.

Meglehetősen nehéz mindhárom jellemzőt egyformán előnyben részesíteni – vagyis, nem tudunk (még) olyan hálózatot létrehozni, amely mindhárom paraméter tekintetében a „legjobb” (*http_1*). Általában az említett háromból két tulajdonság az, amelyeket egymással összefüggésben is optimalizálni lehet. Ennek megfelelően el kell, hogy döntsük, melyik két tulajdonság az, ami igazán fontos az adott felhasználás szempontjából.

A 3. ábra (Mekia és mtsai, 2019) az eszközök adatkommunikációjában leggyakrabban alkalmazott átviteli technológiák összehasonlítását mutatja be. Az összehasonlítás a hatótávolság és az adatátviteli képesség szerint veti össze az egyes technológiákat. Az összevetés az adott technológia bázisállomása és az eszközben, szenzorban lévő rádiómodul közötti kommunikációt vizsgálja. Az alkalmazás adatátviteli igényei alapján választható ki a megfelelő technológia.

3. ábra: A rádiós kommunikációs technológiák a szükséges adatátviteli sebesség és kapacitás összehasonlításában: az LPWAN pozicionálása.

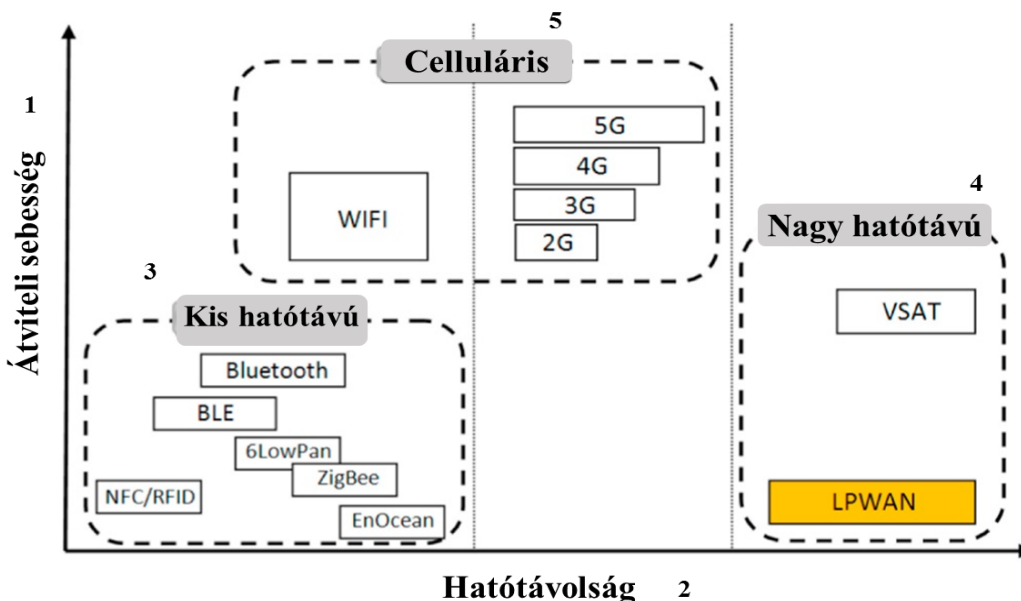


Figure 3: Required data rate vs. range capacity of radio communication technologies: LPWAN positioning
 data rate (1); range (2); short range (3); long range (4); cellular (5)

Az egyes technológiák között a fenti műszaki paraméterek mellett különbség van az elérhetőség, a hozzáférhetőség, és részben ezzel összefüggésben a szolgáltatási ár tekintetében is. A hozzáférhetőség egyik eleme az adott technológia használatának jogszabályi és költségvonzata.

Ebben a tekintetben az adatátviteli technológiák között megkülönböztetünk ún. licenszelt és szabadfrekvenciás megoldásokat. Míg a celluláris technológiák a mobil szolgáltatók által megvásárolt, engedélyköteles, azaz licenszelt, frekvenciákat használják, addig az LPWAN technológiák a nem-licenzköteles, azaz ingyenes sávban sugároznak.

A leginkább ismert és elterjedt celluláris technológiák széleskörű alkalmazhatósága közismert, ugyanakkor vannak olyan szempontok, amelyeknek nem, vagy csak erős korlátozásokkal, felelnek meg. Ezek közül a legfontosabb a technológia viszonylag magas energiaigénye (4. ábra) (de Carvalho Silva és mtsai, 2017).

4. ábra: Az energiaigény és hatótávolság összevetése: Bluetooth/LE, mobil, LoRaWan, és Wi-Fi technológiák

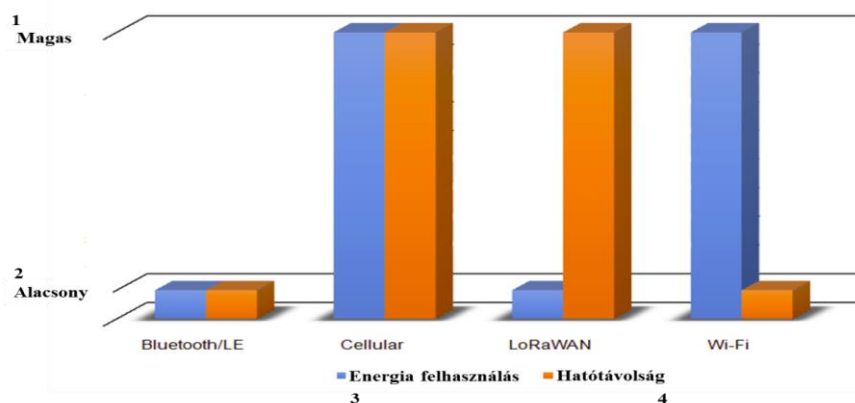


Figure 4: Power consumption vs range for Bluetooth/LE, Cellular, LoRaWan, and Wi-Fi technologies

high (1); low (2); power consumption (3); range (4)

Az energiafogyasztás ebben az esetben az adatot keletkeztető és továbbító eszközben, a szenzorban, elhelyezett rádiómodul energiaigényére vonatkozik. Az energiaigény alapján állapítható meg, hogy az adott kommunikációs technológiát alkalmazva, reálisan milyen elektromos tápforrásra van szükségünk.

Az egyes technológiák felhasználási terület szerint is különböznek. Egyre több tanulmány lát napvilágot, amelyek egy-egy konkrét alkalmazás, vagy technológia szempontjából vizsgálják a használhatóságot. Így például egy rövid, irányadó összefoglaló is megjelent az egyes technológiák tipikus felhasználási területeiről (http_2).

A jelenleg használt vezeték nélküli technológiák a következők:

- GSM (Telemetria, SMART City, távvezérlés, közepes mennyiségű adatgyűjtés)
- LTE (Telemetria, SMART City, távvezérlés, nagyobb mennyiségű adatgyűjtés)
- Bluetooth (Automatizált otthon – SMART Home)
- WiFi (Automatizált otthon – SMART Home)
- Lora/LoRaWAN (Telemetria, fogyasztásmérők, érzékelők adattovábbítása, SMART City)
- SigFox (Telemetria, fogyasztásmérők, érzékelők adattovábbítása)”

Az LPWaN technológiák előnyei

A 3. ábrán feltüntetett vezeték nélküli adatátviteli technológiák közül az ún. LPWaN (alacsony energiaigényű nagy hatótávolságú hálózat) technológia a kevés adatot továbbító, alacsony energiaigényű IoT megoldások számára került kifejlesztésre. Ebbe a technológiai csoportba tartozik például a LoRa ([http_3](#)), a Sigfox ([http_4](#)), valamint a NB-IoT (Narrow Band IoT; [http_5](#)). Az LPWaN technológiák energiaigényének különbségei a tapasztalatok, mérések alapján meglehetősen eltérő. Naumann (2018) szerint további gyakorlati tapasztalatokra van szükség az idetartozó technológiák tényleges energiafogyasztásának megismeréséhez, amivel együtt jár az is, hogy megtaláljuk az adott alkalmazási helyzethez leginkább megfelelő átviteli technológiát.

A technológia, és ezen belül konkrétan a LoRa, azokban az esetekben használható jól, ahol nem számít az adatok tényleges valósídejűsége, azaz nem okoz gondot az esetleges adatkiesés, és jellemzően kis mennyiségű adat továbbítására van szükség. A 4. ábra jól mutatja, hogy a LoRa technológiának különösen jó az energiahatékonysága, miközben hatótávolsága meglehetősen nagy. Egyes tanulmányok és gyakorlati tapasztalatok alapján nem városi, kevéssé akadályozott, területeken a hatótávolság kb. 15 km, városi és domborzatilag tagoltabb területen 2-10 km ([http_6](#)).

Az egyes LPWAN technológiák (Sigfox, LoRa és NB-IoT) bővebb ismertetésére jelen közleményben nincs módunk. Kiemeljük, azonban, hogy részben műszaki okokra visszavezetethető, jelentős különbség, hogy a három technológia közül egyedül a LoRa az, amely privát hálózatként is működik, vagyis bárki (pl. egy termelő üzem) – a szükséges eszközök birtokában – létrehozhat magának saját hálózatot, amennyiben rendelkezik a megfelelő ismeretekkel.

A tejelő szarvasmarha istálló mikroklimájának vizsgálatára, monitorozására létrehozott megoldásra, a fent bemutatott előnyei alapján, a LoRa technológiát választottuk.

A LoRa ún. kiterjesztett csillag topológiával épül (5. ábra) (Depuyd, 2016). Ez azt jelenti, hogy a végberendezések (az intelligens mérők, hőmérséklet mérők stb.) egy átjáróval kommunikálnak, amely egyszerűen hídként működik és a központi szerverhez továbbítja a jelet, információt. Ezért, abban az esetben, ha egy végponti eszköz (végberendezés) vagy csatorna meghibásodik, a hálózat változatlan marad, ami azt is jelenti, hogy lehetőség van a végponti eszközök hozzáadására vagy kivonására a hálózat zavarása nélkül. Egy-egy átjáró (gateway) akár húszezer, maga a hálózat pedig akár egymillió eszközt is képes fogadni.

A LoRa a szabadalmaztatott modulációs folyamatainak köszönhetően is megbízható. Képes például jobban kezelni az interferenciát, miközben az energiafogyasztást alacsonyan tartja, köszönhetően az alkalmazott kiterjesztett spektrumú technikának ([http_7](#)).

5. ábra: Tipikus LoRa hálózati architektúra

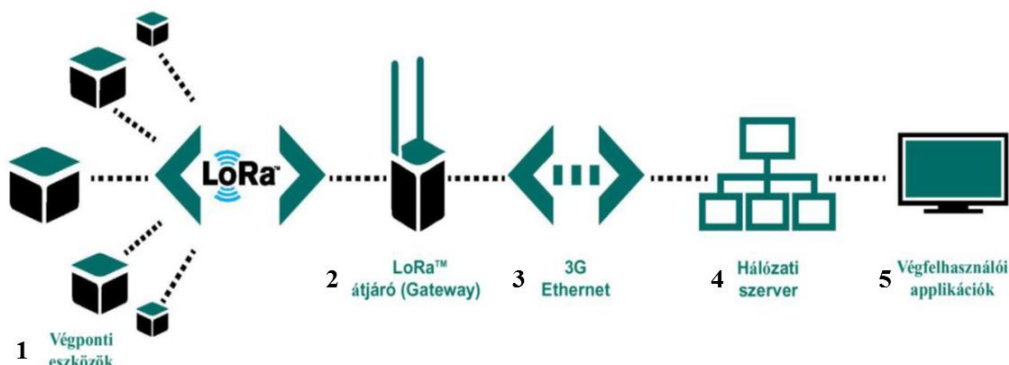


Figure 5: Typical LoRa network architecture

devices (1); gateway (2); 3G/Ethernet (3); network server (4); application (5)

Távadók

A szenzorok egy ún. node-ba kerülnek beépítésre – egy node-ba akár többféle is. Ez a végponti eszköz a szenzoron kívül tartalmazza az adott rádiós technológiához tartozó chipkészletet, egy alaplapot és a tápellátásért felelős csatlakozást vagy akkumulátort. Az eszközhöz egy antenna is csatlakozik, amely gondoskodik az adatok és jelek megfelelő továbbításáról és vételéről. Az így elkészült eszközt távadónak is nevezzük (6. ábra) ([http_8](#)), amely IP 65-ös, vagy magasabb fokozatú, védettséggű műanyag házat kap, amely lehetővé teszi, hogy nagy fizikai igénybevételű helyzetekben is alkalmazzuk.

6. ábra: IoT modul, szenzor felépítése. Többféle átviteli technológiát alkalmazó és különböző paramétereket érzékelő tesztcszköz

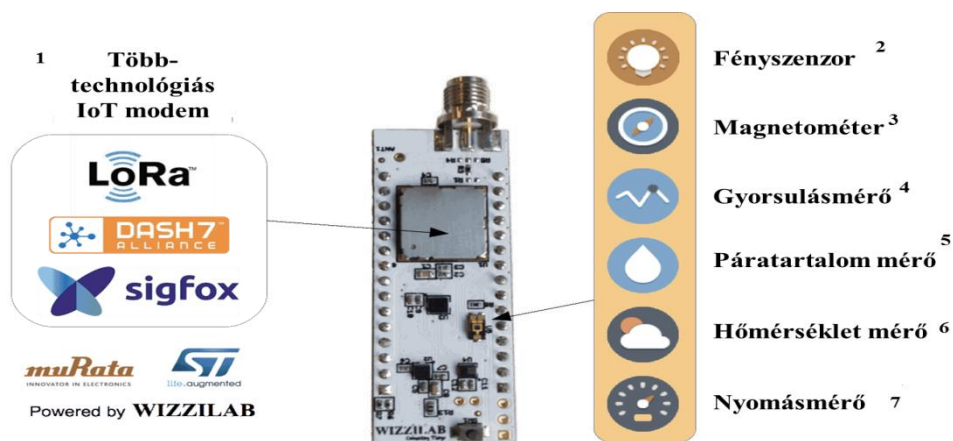


Figure 6: Exemplary IoT development modul (wizzilab) with multi-mode IoT technology

multimode IoT modem (1); light sensor (2); magnetometer (3); accelerometer (4); humidity sensor (5); temperature sensor (6); pressure sensor (7)

Biztonság

Manapság egyre több szó esik az ún. IoT technológiák és eszközök (adat)védelméről. A fizikai védelem mellett ezek a megoldások különböző egyéb, folyamatosan fejlődő, tökéletesedő biztonsági protokollokat is alkalmaznak. A LoRa technológia a végpontok közötti teljes titkosítással dolgozik.

Az egyes LoRa kommunikációt használó érzékelőket, a bevett protokoll szerint, biztonsági és követhetőségi szempontból többféle azonosítóval látják el. Az egyik az ún. DevEUI, amely a IEEE EUI64 címtartományban azonosítja a konkrét eszközt – ebből adódóan minden eszköz esetében egyedi, és jellemzően azt a szenzor gyártója „állítja elő”. Az ún. AppEUI szintén a IEEE EUI64 címtartományban használatos és célja, hogy azonosítsa az üzenetek feldolgozását végző ún. join szervert, amely egy adott hálózaton használt szenzor esetében gyakran ugyanaz. Az ún. AppKey szintén egyedi azonosító, amely az érzékelő által küldött adatüzenet titkosító kulcsa. Az üzenet olvasására csak ezt a kulcsot ismerő szerver képes. A DevEUI és az AppKey minden eszköz esetében egyedi. A szenzorok regisztrálása során kézzel kerül rögzítésre az alkalmazásban a szenzorra vonatkozó minden információ, ezáltal biztosítva az egyediséget és a biztonságot.

A mikroklima mérés szerepe a tejelő szarvasmarha tartásban

A hőstressz nyomán fellépő tejveszteség egyre nagyobb gazdasági kiesést okoz a termelőknek. Az elmúlt évtizedekben, hazánkban is sokat romlott a helyzet, amelynek egyik oka a klímaváltozás. A környezeti hatások nyomán kialakuló hőstressz mellett még nagyobb jelentősége van a tejtermelés mennyiségi növekedésével járó hőtermelés kezelésének. Napjaink tejtermelő tehenei ugyanis lényegesen több hőt termelnek, mint 20 évvel ezelőtt.

A hőstressz mértékét az úgynevezett TH (hőmérséklet és páratartalom) indexszel lehet jellemezni (7. ábra) (Solymosi és mtsai, 2010). A XX. század derekán még a 72-es THI értéket tartották határértékek, ma viszont már viszonylag alacsony hőmérséklet vagy alacsony légnedvesség mellett is kialakulhat hőstressz. Ez azt jelenti, hogy akár már 68-as indexértéknél is előfordulhat probléma, és ez a nemkívánatos jelenség akár 20 °C-on is tapasztalható. A hőstressz jelei a csökkenő étvágy, csökkenő tejtermelés, romló beltartalom, továbbá látható jelei a lihegés és a nyálcsorgás, amelyek mögött mélyebb élettani összefüggések húzódnak.

A fokozott mértékű hőleadás miatt a test teljes vérmennyiségének jelentős hányada a bőr alatti kötőszövetbe áramlik, emiatt a belső szervek vérellátása csökken. Ennek hatására nő a légzésszám, ezzel együtt azonban a vér oxigénszállítása romlik. A test hőmérséklete megemelkedik, olykor akár lázas állapotnak megfelelő 39 °C fölé. A tejtermelés és a tej beltartalmi értékek csökkennek, ezzel együtt a metabolikus betegségek, például acidózis, gyakorisága nő. A bélhámsejtek is sérülnek, emiatt pedig romlik a táplálóanyagok felszívódása.

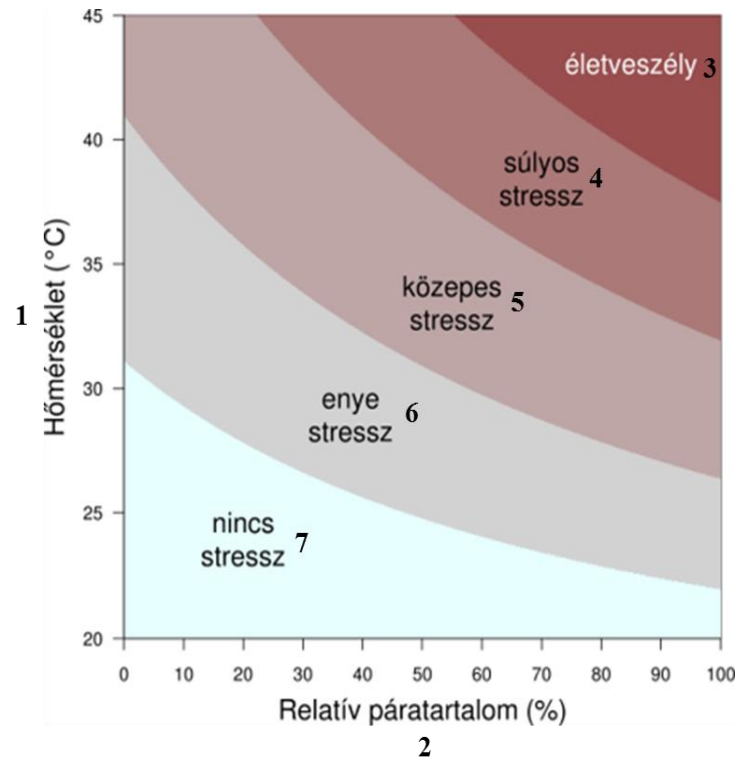
7. ábra: Hőstressz kategóriák

Figure 7: Heat stress categories
temperature (1); humidity (2); fatal (3); severe stress (4); medium stress (5); mild stress (6); no stress (7)

A tehenek közvetlen környezetének vizsgálata és elemzése azonban segíthet abban, hogy célzott megoldásokkal állataink állapotán és termelékenységén javítani tudjunk.

A hőstressz hatásai ellen az istállóklíma javításával, párasítással, locsolással, ventilátorokkal történő légsere biztosításával lehet védekezni. A külső körülmények befolyásolásán túl lényeges az optimális takarmányozás is, például a takarmány adalékanyagok és elektrolitok alkalmazása. A kellő mennyiségű, tiszta, hűvös ivóvíz biztosítása szintén lényeges előfeltétel.

Digitális mikroklíma mérés az istállóban

A mikroklíma mérésére létrehozott megoldás szenzoros technológián alapul. Az eszközök rögzítése – a felülettől függően – dübellel, hiltiszalaggal, gyorskötözővel, vagy facsavarral történhet (1. kép).

1. kép: Istálló fa-tartóelemre csavarozott hőmérséklet és páratartalom távadó



(Foto: Tarr Z.)

Picture 1: Temperature and humidity transponder mounted on stable wooden support

Az istállóban, a tartástechnológiához illeszkedő magasságban, kihelyezett távadók a hőmérsékletet, a páratartalmat, a légnyomást és a levegő mozgását mérik. A távadókat, minden esetben a gazdával való egyeztetést követően, az istálló különböző funkciójú tereibe helyezzük el, a terület igényei által meghatározott számban. Az eszközök nagy segítségre lehetnek az egyes istállóterületek speciális mikroklimatikus viszonyainak felderítésében, így az állatok viselkedésének megértésében is.

A Holstein Genetika és a Quinto Solutions Kft.-k megoldásában alkalmazott érzékelők a fentebb részletezett LoRa technológiával kommunikálnak és továbbítják az adatokat. Ennek a megoldásnak az előnye, hogy a szenzorok elhelyezése, tekintettel az akkumulátoros működésre, gyors és egyszerű, hátránya viszont, hogy – a még nem elérhető országos lefedés hiányában – alkalmazási telepenként egy-egy bázisállomás kihelyezését is igényli. A gyakorlati alkalmazás során már több esetben volt példa az érzékelők időszakos vagy végleges, áthelyezésére a mérési szempontok alapján, ami a vezeték nélküli kialakításnak köszönhetően egyszerű, különösebb szakmai tudást nem igénylő művelet. Az akkumulátorok várható élettartama 2-3 év, de optimális esetben, megfelelő beállítások mellett, akár ennél jóval hosszabb, 5-8 év, is lehet. Saját gyakorlati tapasztalatunk 2017 második felétől van. Az első néhány hónapban, alapvetően a nem helyes beállítások és a nem megfelelő eszközök használata miatt voltak meghibásodások, akkumulátor lemerülések, de ezek mára megszűntek. A jelenleg használt távadók 2018 januárjától megfelelően működnek.

A szenzoros adatgyűjtés menete

A kihelyezett és előzetesen a LoRa hálózaton keresztül az alkalmazásba regisztrált páratartalom-, hőmérséklet-, légnyomás- és légmozgás érzékelők folyamatosan figyelik az

állattartóhely belső környezetét és előre meghatározott (esetünkben 15 perc), távolról változtatható, gyakorisággal elküldik a mért adatokat a legközelebbi LoRa bázisállomásnak. Az adatok innen ethernet vagy gsm kapcsolaton keresztül magyarországi szerverre jutnak. Az érzékelő által küldött hexadecimális számsor az alkalmazás rétegben kerül kibontásra. A feldolgozott információk innen egyrészt egy megjelenítő felületre kerülnek, ahol láthatóvá válnak az aktuális környezeti paraméterek (8. ábra). Az adatok a szerverről részben egy üzleti elemző alkalmazásba is eljutnak, amely képes különböző algoritmusok szerint feldolgozni és megjeleníteni az adatokat – az igények szerint alakítható módon – így például ezen adatok különböző összefüggéseit, grafikonok, ábrák használatával. Az így létrejövő információkat számítógépen és mobileszközökön is meg lehet tekinteni, sőt az adatok más rendszerekbe (pl. könyvelés) is átvihetők.

8. ábra: Környezeti adatok megjelenítése a Radar Platformon
(képernyőkép, Tarr Z., 2019.07.27.)

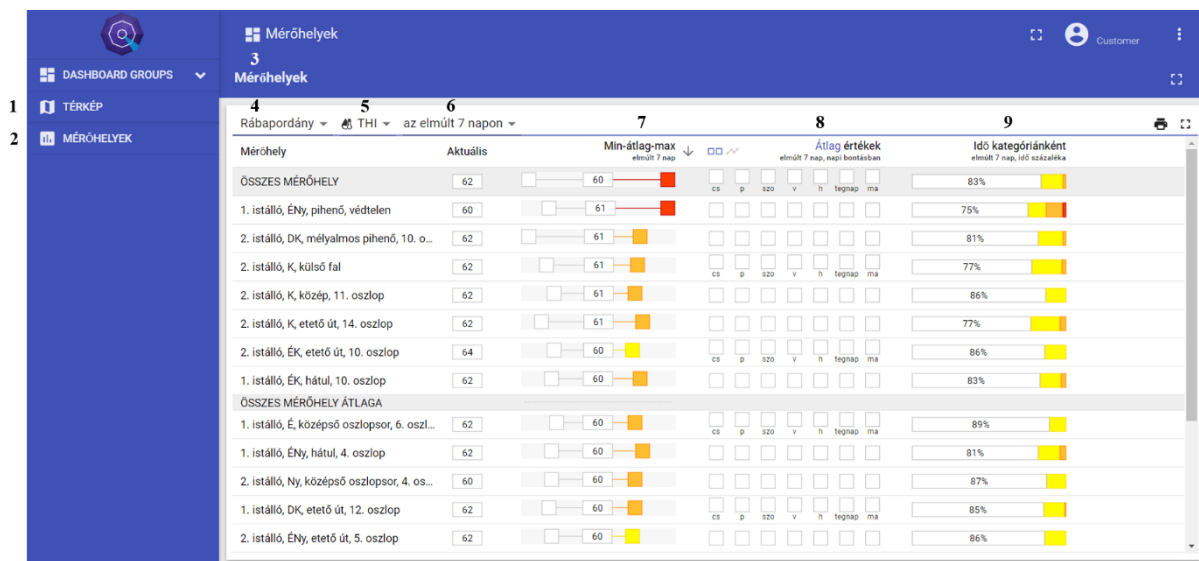


Figure 8: Screenshot of the microclimate data on the Radar Platform

map (1); measuring points (2); measuring points (3); site / Rábapordány (4); data type / THI (5); time interval / past 7 days (6); data sequence / minimum, average, maximum (7); average values (8); duration of time in percent of the chosen time interval (9)

A rendszer lehetővé teszi a hőmérséklet/páratartalom index (TH index) kimutatását is, folyamatosan, illetve bizonyos időintervallumok szerint. Az indexszám növekedését tapasztalva pedig időben megtehető a szükséges intézkedések. Az alkalmazásban állítható értesítési lehetőségeknek köszönhetően a gazdaság illetékes munkatársai mobiltelefonjukra vagy számítógépükre valósidejű figyelmeztetést kaphatnak, amennyiben beavatkozásra van szükség. Az egyes egyedi helyzetekre, a rendelkezésre álló megoldásokat kihasználva, lehetőség van távolról, akár automatikusan vezérelhető beavatkozó rendszerek, irányítására is (pl. ventilátorok, párologtató vezérlése).

A különböző rendszerek és megoldások összekapcsolása azonban nem pusztán technológiai feladat. A megoldásokat fejlesztő és üzemeltető vállalkozások a hosszas kutatás-fejlesztés nyomán létrehozott termékeiket egyelőre nem minden esetben nyitják meg más fejlesztők felé, mert féltik

– sokszor okkal – ötleteiket, technológiai fejlesztéseiket. Felhasználói szempontból azonban már most látszik, hogy a viszonylagos elszigeteltségben működő, önmagukban ötletes és hasznos technológiák összehangolására és adott esetben integrációjára van szükség, amihez még ki kellene alakítani a fejlesztő vállalatok számára is megfelelő üzleti modellt.

Az érzékelők további típusai (pl. áramlás- és fogyasztásmérők, fénymérők, különböző gázok mérésére szolgáló mérők) is elérhetőek, ezáltal újabb paraméterek vonhatók ellenőrzés alá. Így lehetőség van a fogyasztott víz mennyiségének meghatározására okos mérő felszerelésével, vagy bizonyos gázok (pl. ammónia, széndioxid) mérésére is.

Teszthelyszínünkön, a Rábapordányi Mezőgazdasági Zrt. istállójában, egy állandó, független adatkapcsolattal rendelkező kamerát is felszereltünk. Ennek segítségével folyamatosan nyomon követhető az állatok mozgása és az etető asztalra kihelyezett takarmány mennyisége is (9. ábra). Jelenleg már fejlesztés alatt van a kamerakép alapján a takarmány mennyiségére riasztani képes megoldás is, így lehetőség lesz arra, hogy a videó folyam segítségével is a termelés és működés számára további fontos adatok jöjjenek létre.

9. ábra: Élőkép részlete a rábapordányi gazdaságból a Platformon
(képernyőkép, Tarr Z., 2019.07.27.)

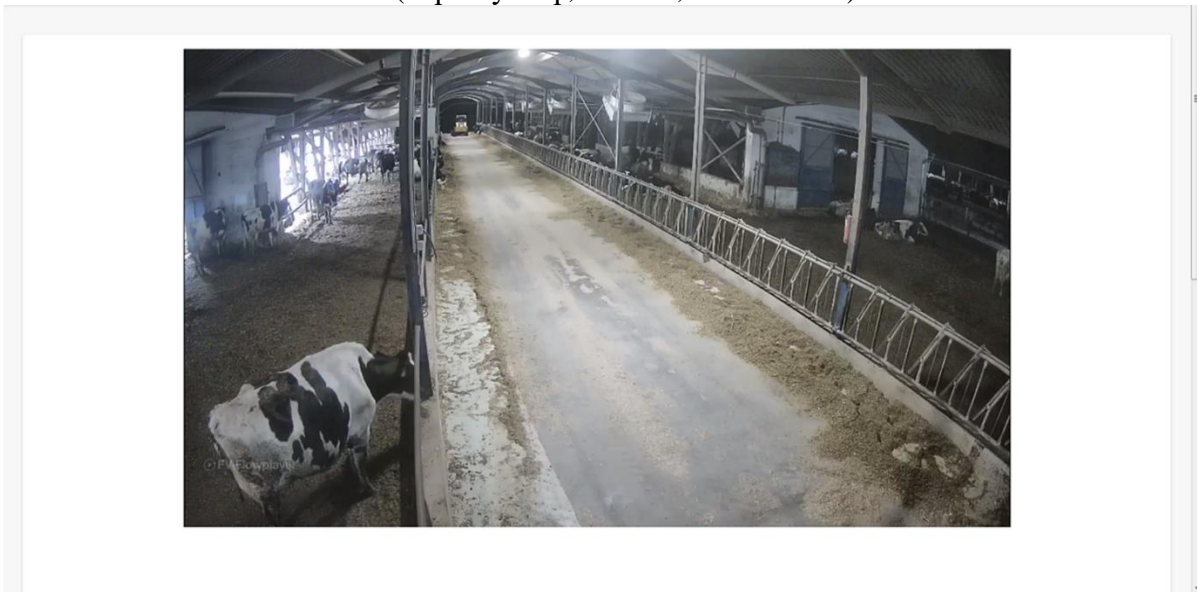


Figure 9. Screenshot of Platform showing live cam image from dairy farm in Rábapordány

Több adat a gazdaság működéséről – megalapozottabb döntések

Az érzékelők mellett a rendszerhez illeszthetők más, már digitálisan létező, adatforrások is, amelyek az adott gazdaság működése során, más rendszerekben keletkeznek, így pl. a tejhozam és állomány adatok, vagy a takarmányozásra, a gépek működésére vonatkozó adatok, információk, amelynek elvi leírását már korábban megadtuk (1. ábra). A gazdálkodásra vonatkozó egyéb adatok illesztésével további értékes információkhoz juthatunk az üzleti elemzések során, illetve a többféle formában létező adatokat egy felületen érhetjük el. Az adatgyűjtés és –feldolgozás további előnye, hogy tetszőleges variációk szerint össze is vethetjük az adatokat.

Megoldásunkban erre példa a tejhozam adat beolvasása. Az adatok jelenleg, a felhasználói igényektől és lehetőségektől függően, kétféle formában érkehetnek: a gazdaság munkatársai által

egy felhőalapú táblázatba rögzített adatbázisból, vagy a fejőgép által gyűjtött adatok időszakos (online) letöltésével.

Az összefüggések feltárása segítségünkre lehet a gazdaságban, az állományban zajló folyamatok jobb megértésében, a problémák felismerésében, megragadásában és különösen is abban, hogy döntési helyzetekben a lehető legtöbb és leginkább hasznos információ birtokában lépünk tovább. Például a hosszabb távú adatgyűjtés segíthet annak alátámasztásában, hogy a magas légnyomás tejhozamra gyakorolt negatív hatása, valóban ellensúlyozható-e a megfelelő páratartalom elérésével, amire az alábbi hőterképes ábra enged következtetni (10. ábra). A gazdákkal való egyeztetések során gyakori igényként merül föl a mérések alkalmazása a különböző telepfejlesztési elképzelések megalapozásánál, tervezésénél is. A rendszer a helyspecifikus mérések biztosításával és ezek, szükség szerint, historikus összeállításával segítheti a tartási körülmények optimalizálását.

10. ábra: Összetettebb elemzés a gyűjtött adatok alapján
(Egyedi, hőterképes elemzés az adatok alapján)

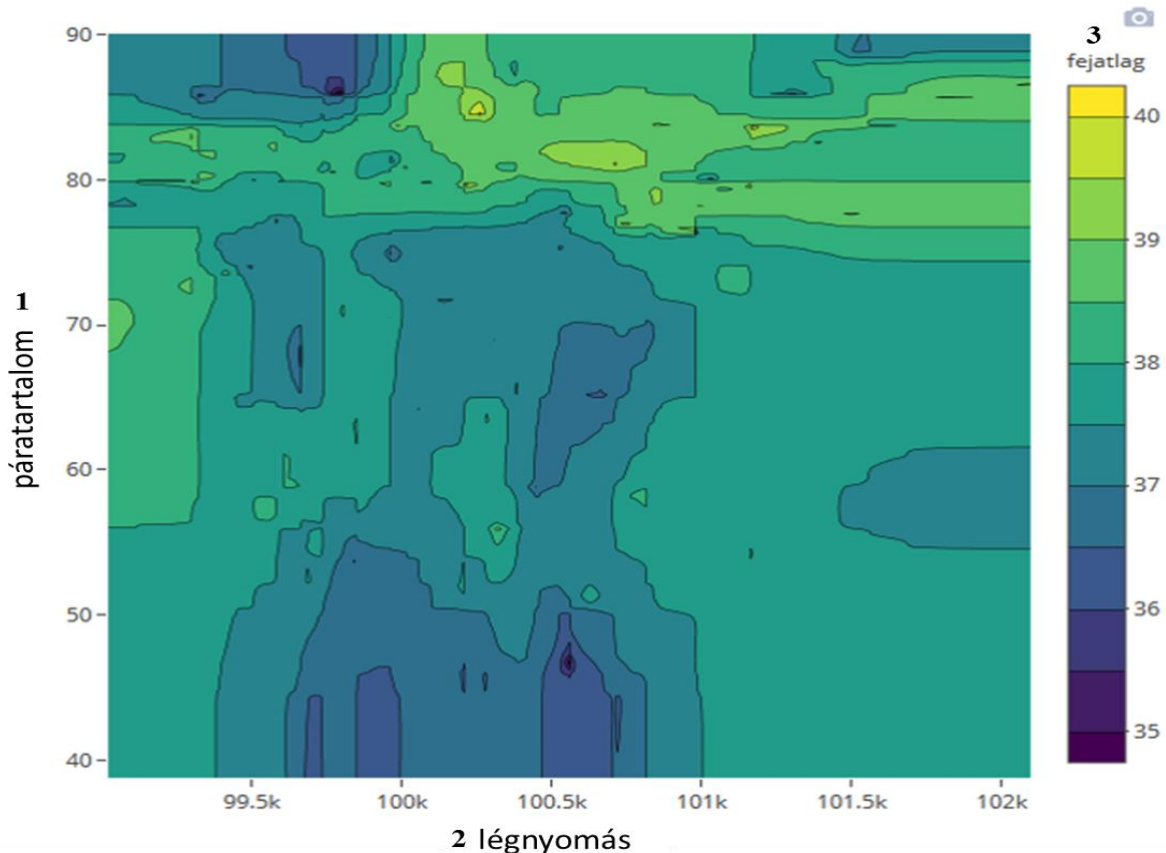


Figure 10. More complex analysis based on the data collected

Relationship between humidity and barometric pressure in milk production over a period of time. It can be seen that high humidity at relatively high air pressure has a beneficial effect on milk yield. At lower humidity, high air pressure leads to low yields.
humidity (1); air pressure (2); average milk production (3)

A felmérés és beavatkozás vezérlésén túl a megoldás további képessége, hogy a begyűjtött információk alapján a rendszer az adott istállóra, sőt, annak egy-egy kisebb területére vonatkozó, előrejelzésre is képes, így támogatva a felkészülést a várható klimatikus változásokra. Az előrejelzés pontossága a gyűjtött és feldolgozott adatok mennyiségével növekszik. A rendszer lényege ugyanis, hogy az egyszer begyűjtött adatokat „nem felejtí”, azokat a későbbi számításokhoz is felhasználja és számítási módszereit folyamatosan finomítja.

Összegzés

Megállapítható, hogy a tehenek közvetlen környezetének vizsgálata és elemzése segíthet abban, hogy célzott megoldásokkal tudjunk állataink állapotán javítani, és az állatjóléti szempontok érvényesítésével a nagyüzemi állattartás termelékenységét tovább emelni. Adatgyűjtő és –elemző megoldásunk télen-nyáron segítheti az állatok tartási körülményeinek pontosabb megismerését, a megfelelő beavatkozások végrehajtását és a rendelkezésre álló információk alapján a gazdálkodással összefüggő döntések meghozatalát. A bemutatott kezdeményezés ígéretes eredményekkel kecsegtet már a megvalósítás jelenlegi szakaszában is. Valószínűsíthető, hogy az adatgyűjtésen és -elemzésen alapuló, fokozatosan terjedő, technológia alkalmazása, jelentősen hozzájárul majd hazánkban is a gazdálkodás minőségének és hatékonyságának növeléséhez.

Irodalomjegyzék

- Cheong, P.S., Bergs, J., Hawinkel, C., Famaey, J.* (2017): Comparison of LoRaWAN Classes and their Power Consumption. 10.1109/SCVT.2017.8240313.
- de Carvalho Silva, J. - Rodrigues, J. - Alberti, A. - Šolić, P. - Aquino, A.* (2017): LoRaWAN - A Low Power WAN Protocol for Internet of Things: a Review and Opportunities. Proc. Internat. Multidisciplinary Conf. Computer and Energy Science (SpliTech 2017), Split, Croatia.
- Depuyd, J.* (2016): LoRaWAN simply explained, in Jensd's I/O buffer, <http://jensd.be/755/network/lorawan-simply-explained> (letöltve: 2019. 06.30.)
- Exadaktylos, V., Silva, M., Aerts, J.M., Taylor, C.J., Berckmans, D.* (2008): Real-time recognition of sick pig cough sounds. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63. 207-214
- Ferrari S, Piccinini R, Silva M, Exadaktylos V, Berckmans D, Guarino M.* (2010): Cough sound description in relation to respiratory diseases in dairy calves. *Preventive Veterinary Medicine*, 96. 276-280.
- Kearney AT.* (2017): Technology and Innovation for the Future of Production: Accelerating Value Creation. http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Technology_Innovation_Future_of_Production_2017.pdf
- Mekkie, K. Bajica, E., Chaxela, F., Meyer, F.* (2019): A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment, *ICT Express* 5. 1-7.
- Naumann, H.* (2018): NB-IoT versus SIGFOX, LoRaWAN, and Weightless – power / energy the inconvenient truth. <http://www.gsm-modem.de/M2M/iot-university/nb-iot-power-consumption/> (letöltve: 2019.07.12.)
- Rainard P, Riollet C.* (2006): Innate immunity of the bovine mammary gland. *Veterinary Research*, 37. 3. 369-400

- Rutter, M. (2011): What sensors work for livestock now and where might we go? Harper Adams University, The National Centre for Precision Farming.
- Solymosi, N., Torma, C., Kern, A., Maróti-Agóts, Á., Barcza, Z., Könyves, L., Reiczigel, J., (2010): Az évenkénti hőstresszes napok számának változása Magyarországon a klímaváltozás függvényében. In 36. Meteorológiai Tudományos napok: Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében, Budapest
- Sordillo LM, Shafer-Weaver K, DeRosa D. (1997): Immunobiology of the mammary gland. Journal of Dairy Science, 80. 1851-1865.
- Thornton PK. (2010): Livestock production: Recent trends, future prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society, B: Biological Sciences, 365. 1554. 2853-2867.
- http_1 <https://smartmakers.io/en/lorawan-range-part-1-the-most-important-factors-for-a-good-lorawan-signal-range/>
- http_2 <https://www.soselectronic.hu/articles/sos-supplier-of-solution/internet-of-things-2-resz-vezetek-nelkuli-adatviteli-technologiak-2043>
- http_3 <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora> ; <https://lora-alliance.org/about-lorawan>
- http_4 <https://www.sigfox.com/en/sigfox-iot-technology-overview>
- http_5 https://prohardver.hu/teszt/narrowband_iot/a_narrowband-iot.html
- http_6 <https://smartmakers.io/en/lorawan-range-part-2-range-and-coverage-of-lorawan-in-practice/>
- http_7 <https://blog.st.com/lora-iot-network-nucleo-lrwan1/>
- http_8 <http://wizzilab.com/product/sh2050-nucleo32-usb>
- <http://www.nrn-lcee.ac.uk/documents/8.MarkRutterLivestockSensors.pdf> (letöltve 2019.06.27.)

A ZAGYVA FOLYÓ KEREKUDVARI KÍMÉLETI SZAKASZÁRÓL SZÁRMAZÓ ÜLEDÉKMINTÁK TOXIKOLÓGIAI VIZSGÁLATA KLASSZIKUS ÉS ALTERNATÍV HALMODELLEKKEL

Bock Illés, Csorbai Balázs, Bokor Zoltán, Garai Edina, Vásárhelyi Erna, Kerekes Flóra, Urbányi Béla, Csenki-Bakos Katalin, Csenki-Bakos Zsolt

Szent István Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék
bock.illes@mkk.szie.hu

Received – Érkezett: 15.11.2019.
Accepted – Elfogadva: 17.12.2020.

Összefoglalás

Kutatásunk során a Zagyva folyó kerekudvari kíméleti szakaszáról, három mintavételi pontról származó üledékmintákat vizsgáltunk több különböző halmodellen. Vizsgálatainkat a modellszervezet zebra-dánióban (*Danio rerio*), illetve az adott folyószakaszon természetes módon megtalálható jász (*Leuciscus idus*) és domolykó (*Squalius cephalus*) fajokban végeztük. Két különböző embriótoxicitási tesztet végeztünk, egyrészt üledék kontakt tesztet másrészt az üledékmintákból készült szerves kivonattal akut toxicitási tesztet. A jász embriók az üledék kontakt teszt során a legalacsonyabb vizsgálati koncentráción is 100%-os mortalitást mutattak, így ez a faj nem használható ilyen típusú tesztben. A zebra-dánió és a domolykó esetében szignifikáns különbségeket tapasztaltunk mindhárom mintavételi ponton és a legalacsonyabbat kivéve az összes vizsgálati koncentráción. A szerves kivonattal végzett teszt esetében is a jász embriók mutatták a legmagasabb mortalitást, míg a másik két faj esetében a pusztulás egyik vizsgálati koncentráción sem érte el az 50%-ot. Mivel jelentős különbségeket tapasztaltunk a laboratóriumi modell és az alternatív modellek eredményei között mindkét alkalmazott teszt esetében, így következtetésünk szerint javasolt az üledéktoxikológiai felmérések során az alternatív modell fajok bevonásának megfontolása.

Kulcsszavak: ökotoxikológia, üledék toxikológia, toxicitási teszt, zebra-dánió

Toxicological assessment of sediment samples from the protected Kerekudvar section of the Zagyva River using classic and alternative fish models

Abstract

In the course of our research, we tested sediment samples from the protected Kerekudvar section of the Zagyva River at three sampling points on different fish models. Our experiments were performed in the model organism zebrafish (*Danio rerio*) and in two species naturally found in the given river section, the orfe (*Leuciscus idus*) and the chub (*Squalius cephalus*). Two different embryo toxicity tests were performed, a sediment contact assay and an acute toxicity test with organic extract from sediment samples. The orfe embryos showed 100% mortality even at the lowest test concentration during the sediment contact assay, so this species cannot be used in this type of test. For zebrafish and chub, significant differences were observed at all three sampling points and at all but the lowest test concentrations. In the case of the organic extract test, the orfe

embryos showed the highest mortality again, while in the case of the other two species, the mortality did not reach 50% at any of the test concentrations. Because we found significant differences between the results of the laboratory model and the alternative models for both tests used, we concluded that it is recommended to consider the inclusion of alternative model species in sediment toxicology surveys.

Keywords: ecotoxicology, sediment toxicology, toxicity test, zebrafish

Bevezetés

Az antropogén eredetű vegyszerek például a peszticidek (Carazo-Rojas et al. 2018), a policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) (Sogbanmu et al. 2016) és a klórozott szénhidrogének (Ankley et al. 2011) illetve nehézfémek (Dhanakumar et al. 2015) kibocsátása a tengeri és édesvízi rendszerek természeti erőforrásainak növekvő szennyeződését eredményezi világszerte (Zhang et al. 2016). A legtöbb vegyi anyag molekulái adszorbeálódnak, és végül felhalmozódnak az élővizek üledékében (Bellucci et al. 2016). Az üledékek fontos szerves és szervetlen anyagok (például szén, nitrogén, foszfor és kén) forrásai lehetnek, viszont a bioakkumuláció révén akár olyan szennyező anyagok forrásai is, amelyek az táplálékláncba is bekerülhetnek (Mac & Schmitt 1992). Speciális kémiai, fizikai vagy biológiai körülmények között az üledékszemcsékhez kötött anyagok kioldódhatnak, majd a pórus vagy felszíni vizekbe újra bejuthatnak (Schulze-Sylvester et al. 2016). Ebből kifolyólag az üledékszennyezések hosszú távú ökotoxikológiai hatásokat eredményezhetnek (Li et al. 2019). Következésképpen a vízi ökoszisztémák szennyezettségének jellemzésére a vízfázis toxicitásának meghatározása nem elegendő (Roig et al. 2015). Egy átfogó ökotoxikológiai értékeléshez az üledékek toxicitásának meghatározása is szükséges (Patel et al. 2018).

A vizes területek toxikológiai felmérésekor különböző módszereket alkalmazhatunk a toxikológiai minősítési eljárás során. Elterjedt módszer a halembrióval végzett akut toxikológiai teszt (Embry et al. 2010), melyhez különböző laboratóriumi modellállatokat használnak, mint amilyen például a zebradánió (*Danio rerio*) (Strähle et al. 2012). A zebradánió, mint modellállat, alkalmazása széles körben elterjedt, mivel ismert a faj egyedfejlődése és teljes genomja, illetve tartása és szaporítása egyszerűen kivitelezhető (Braunbeck et al. 2005). Mindezek mellett a zebradánió bizonyítottan jól alkalmazható a szennyező anyagok hatásmechanizmusainak tanulmányozására (Kosmehl et al. 2006).

Kutatásunk során a Zagyva folyó kerekudvari kíméleti szakaszáról származó üledékmintákat vizsgáltunk több különböző halmodellen. Egyrészt üledék kontakt tesztet másrészt az üledékmintákból készült szerves kivonattal akut toxicitási tesztet végeztünk. A zebradánió embriókkal végzett üledék kontakt teszt alkalmas az üledékekből származó szennyező anyagok potenciális toxicitásának vizsgálatára (Hollert et al. 2003). A hagyományos zebradánió modell mellett két olyan fajt vontunk be a vizsgálatokba, melyek az érintett folyószakaszon természetes körülmények között is szaporodnak. Ezek a jász (*Leuciscus idus*), mely vízi növényekre helyezi az ikráit, illetve a domolykó (*Squalius cephalus*), mely az aljzatra ívik. A különböző tesztek eredményeinek összehasonlításával meg kívántuk vizsgálni, hogy a laboratóriumi modellállattal végzett tesztek mennyire képesek reprezentálni az adott élőhelyen ténylegesen előforduló fajokra ható toxikus hatásokat.

A program eredményeként közelebbi képet kaptunk a szabványos akut toxicitási tesztek validitását illetve felhasználhatóságát illetően. Ez hozzásegít minket ahhoz, hogy pontosabb, specifikusabb tesztek tudjunk tervezni a jövőben, és ahhoz, hogy megfelelően tudjuk az eredményeinket kiértékelni és értelmezni. A komplex tesztek elvégzéséből kapott eredmények

felhasználhatóak lehetnek egy adott élőhely vagy ívóhely védelmének és javításának hatékonyabbá tételében.

Anyag és módszer

Teszthalak eredete, fenntartása, szaporítása, ikragyűjtés és ikraválogatás

Zebradánió: A szaporításra kijelölt zebradániók a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén üzemeltetett zebradánió laboratóriumából származnak, ahol ZebTec Multilinking haltartó rendszer (Tecniplast) működik, amely biztosítja a halak számára megfelelő mikrokörnyezeti feltételeket. A vizsgálataink során felhasznált mesterséges víz a haltartó rendszerből származik, melyet a rendszer a gödöllői vezetékes vízből állít elő reverz ozmózis által. A szaporításra kijelölt halakat a szaporítást megelőző nap délután válaszfalal ellátott szaporító medencékbe helyeztük. A szaporítás napján a válaszfalakat eltávolítottuk, az ikrákat összegyűjtöttük és sztereomikroszkóp (Leica) alatt a termékenyült ikrákat leválogattuk.

Jász és domolykó: A szaporítani kívánt jászok a Felsőtárkányi Horgásztóból, míg a domolykók a Budapesten található Hosszúréti-patakból származtak. Az anyahalakat a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékének recirkulációs rendszerében tartottuk folyamatosan ellenőrzött körülmények között. Az indukált szaporítást követően az ikrák 7 literes Zuger-üvegekbe kerültek, majd a termékenyült ikrákat szabad szemmel leválogattuk.

Üledék minták vétele, feldolgozása és tárolása

A Zagyva folyó kerekudvari kíméleti szakaszáról, három mintavételi ponton vettünk üledék mintákat (Híd felett, Híd és Híd alatt). A mintákat az üledékréteg felső 5 cm-éből vettük. A nedves mintákat a beszállítást követően szobahőmérsékleten teljesen kiszáritottuk majd egy 1 mm lyukátmérőjű szitán átszitáltuk a nagyméretű növényi és egyéb hulladékok eltávolítása érdekében. A szárított mintákat ezután -20 °C -on tároltuk.

Szerves kivonat készítése

A szerves kivonatok elkészítése *Hollert et al.* (2003) leírása szerint történt. 20 g szárított üledékmintából acetonos (Sigma-Aldrich) kivonatot készítettünk Soxhlet-extraktor használatával (24 óra, 6 ciklus/óra). Ezután zárt rendszerű mintabepárló (Turbovap 500, Biotage) segítségével az acetonos kivonatot majdnem teljes száradásig töményítettük, majd az oldószert DMSO-ra (Sigma-Aldrich) cseréltük. Az így kapott törzsoldat 20000 mg szárított üledékből származó anyag volt 1 ml DMSO-ban feloldva (20000 mg/ml). Az elkészült kivonatokot -20 °C -on tároltuk.

Üledék kontakt teszt

Az üledék kontakt teszt *Hollert et al.* (2003) leírása alapján történt. A vizsgálat nyolc különböző üledék koncentrációban zajlott, melyek minta tartalmi a következők voltak: 3 g, 2,5 g, 2 g, 1,5 g, 1 g, 0,5 g, 0,25 g, 0,1 g. Minden vizsgálat 3 g mintával történt, így az üledékmintákat minden vizsgált koncentráción kiegészítettük 3 g-ra kvarchomokkal (Sigma-Aldrich). A mintákat a kvarchomokkal dörzsmozsárban homogenizáltuk, majd a zebradánió esetében 6-lyukas szövettenyésztő plate-ekbe (Biofil), a másik két faj esetében 5 cm-es petri-csészékbe (Biofil) töltöttük őket. Ezután minden mintára 7 ml mesterséges vizet (ZebTec haltartó rendszerből származó víz) mértünk. A negatív kontroll 3 g kvarchomok volt 7 ml vízzel feltöltve három ismétlésben. A pozitív kontroll 3 g kvarchomok volt 7 ml 3,7 $\mu\text{g/ml}$ 3,4-diklóranilin (Sigma-Aldrich) oldattal feltöltve három ismétlésben. Hogy elkerüljük a mintákban keletkező oxigénhiányból származó problémákat, a feltöltött vizsgálati plate-eket a vizsgálat megkezdése

előtt 72 órán át inkubáltuk, így lehetővé téve az oxigéncserét az üledék és a víz között (Strecker et al. 2011). Az elő-inkubációs időszak leteltével történt az embriók hozzáadása. A zebraadanió esetében minden vizsgálati plate minden lyukába 10 embrió került (4-32 sejtjes állapotban), és minden koncentrációt három ismétlésben vizsgáltunk (n=30). A jáasz és domolykó esetében minden petri-csészébe 5 embrió került négy ismétlésben (n=20). A vizsgálati plate-eket és petri-csészéket 120 órán át inkubáltuk a zebraadanió esetében 26 ± 1 °C-on, a jáasz és domolykó esetében szobahőmérsékleten 20 ± 1 °C-on. A mortalitásokat 24, 48, 72, 96 és 120 óra elteltével rögzítettük, az eredményeket 120 órás túlélési százaléokban ábrázoltuk.

Szerves kivonat teszt

A legmagasabb vizsgált koncentráció 60 mg/ml, amit a 20000 mg/ml-es törzsoldatból készítettünk el hígítással. A hígítóvíz a ZebTec haltartó rendszerből származó víz volt. A 60 mg/ml-es oldat megfelelt 0,30 %-os DMSO oldatnak, ami az oldószer maximális alkalmazható koncentrációja embriótesztekben. A vizsgált koncentrációk a következők voltak: 60 mg/ml, 30 mg/ml, 15 mg/ml, 7,5 mg/ml, 3,75 mg/ml (Hallare et al. 2005). Két különböző negatív kontrollt alkalmaztunk a vizsgálat során (mesterséges víz és 0,30 % DMSO oldat) valamint egy pozitív kontrollt (3,7 µg/ml 3,4-diklóranilin oldat). Minden vizsgálati koncentrációból és a kontroll oldatokból 2-2 ml-t töltöttünk egy 24 lyukas szövettenyésztő plate (Biofil) lyukaiba (zebraadanió) illetve 10-10 ml-t 5 cm-es petri-csészékbe (jász és domolykó) 4 ismétlésben. A felhasznált oldatokat az oxigén-telítettség elérése érdekében a vizsgálat megkezdése előtt 24 órán át szellőztettük. A vizsgálati plate minden lyukába és minden petri-csészébe 5 embrió került (n=20). A vizsgálati plate-eket 120 órán át inkubáltuk 26 ± 1 °C-on (zebraadanió), illetve 20 ± 1 °C-on (jász és domolykó). A mortalitásokat rögzítettük 24, 48, 72, 96 és 120 óra elteltével, az eredményeket túlélési százaléokban ábrázoltuk. A vizsgálati időszak leteltével a rögzített mortalitási értékek alapján LC50 értékeket számoltunk, ahol ez lehetséges volt.

Statisztikai értékelés

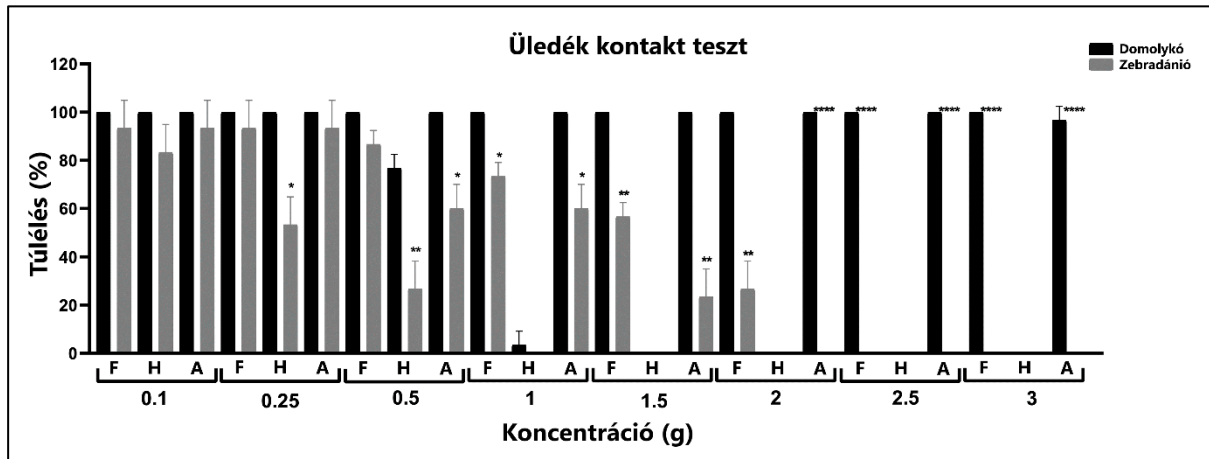
A statisztikai értékelést a GraphPad Prism 6.01 (GraphPad Software) szoftver segítségével hajtottuk végre. Az LC értékek számítását a nem lineáris regressziós modellel készítettük el. A két faj eredményeinek összehasonlításához Mann-Whitney próbát alkalmaztunk.

Eredmények

Üledék kontakt teszt

A jáasz embriók az üledék kontakt teszt során a legalacsonyabb vizsgálati koncentráción is 100%-os mortalitást mutattak, ugyanakkor a kvarchomokkal végzett kontroll esetében elhanyagolható volt a pusztulás. Következtetésünk szerint a jáasz túlérzékenysége miatt nem használható ilyen típusú tesztben. A zebraadanió és a domolykó esetében tapasztaltunk különbségeket a túlélési százalékokban mindhárom mintavételi pontra vonatkozóan. A 120 órás túlélési eredmények a két fajra együtt, mindhárom mintavételi pontra megadva láthatók (1. ábra).

1. ábra: Az üledék kontakt teszt túlélési eredményei a három mintavételi pontra vonatkozóan



(F – Híd felett, H – Híd, A – Híd alatt) a különböző koncentrációkon, három ismétlés átlagában a szórás feltüntetésével, 120 órás expozíció után. A két faj túlélési eredményeit egymáshoz hasonlítottuk az egyes koncentrációkon és mintavételi pontokon, a szignifikáns különbségeket csillagokkal jelöltük.

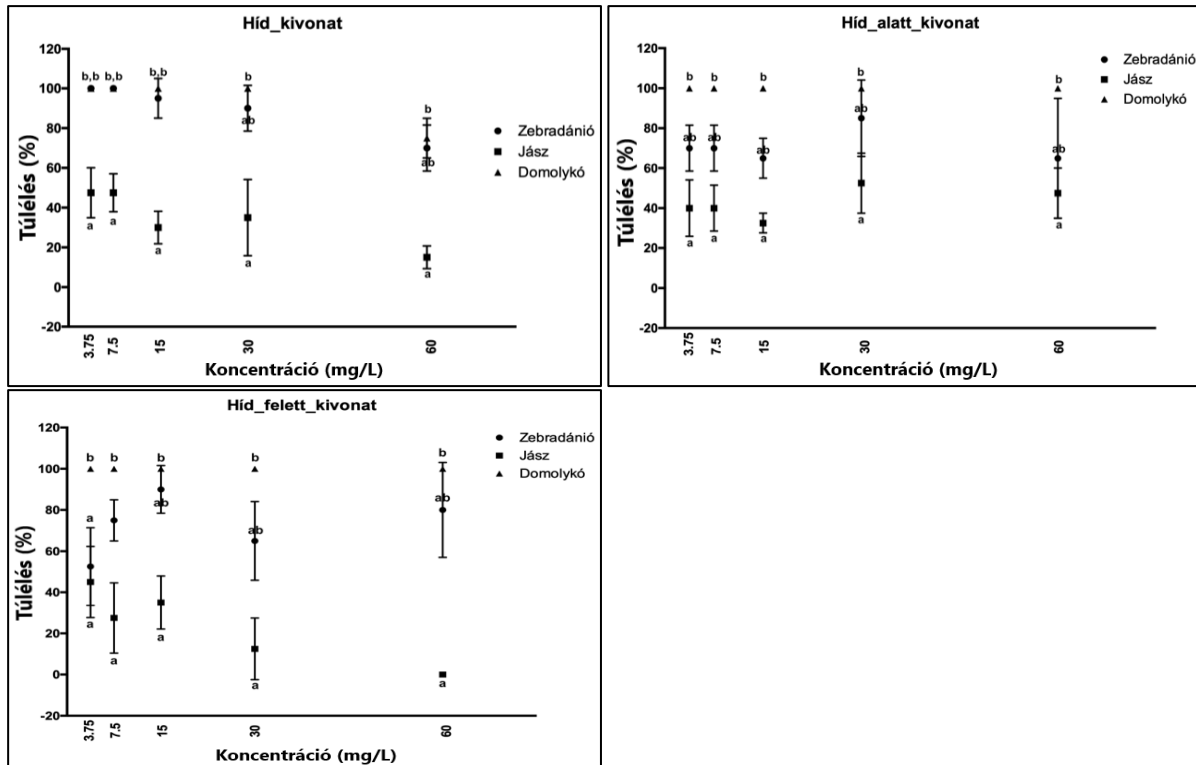
Szignifikáns különbségeket tapasztaltunk 0,25 g koncentráción a két Híd eredmény között ($p < 0,05$), 0,5 g koncentráción a két Híd eredmény ($p < 0,01$) és a két Híd alatt eredmény ($p < 0,05$) között, 1 g koncentráción a két Híd felett ($p < 0,05$) és a két Híd alatt eredmény között ($p < 0,05$), 1,5 g koncentráción a két Híd felett ($p < 0,01$) és a két Híd alatt eredmény között ($p < 0,01$), 2 g koncentráción a két Híd felett ($p < 0,01$) és a két Híd alatt eredmény között ($p < 0,0001$), 2,5 g koncentráción a két Híd felett ($p < 0,0001$) és a két Híd alatt eredmény között ($p < 0,0001$) valamint 3 g koncentráción a két Híd felett ($p < 0,0001$) és a két Híd alatt kapott között ($p < 0,0001$).

Szerves kivonat teszt

A szerves kivonattal végzett toxicitási tesztekben mindhárom vizsgált faj eredményei között tapasztaltunk szignifikáns különbségeket is. A 120 órás LC50 értékek a jász esetében a Híd felett mintában 4,00 mg/ml, a Híd mintában 1,29 mg/ml és a Híd alatt mintában 16,60 mg/ml voltak. A domolykó és a zebradánio esetében a pusztulás egyik vizsgálati koncentráción sem érte el az 50 %-ot. A 120 órás koncentráció-hatás görbék mindhárom fajra együtt, mindhárom mintavételi pontra megadva láthatók (2. ábra). Mivel a pusztulási százalékok mindhárom faj esetében egyértelmű különbségeket mutattak, így ez is megerősíti az alternatív modellállatok használatának szükségességét.

2. **ábra: A szerves kivonat teszt túlélési eredményei a három mintavételi pontra vonatkozóan a különböző koncentrációkon, négy ismétlés átlagában a szórás feltüntetésével, 120 órás expozíció után**

/Az egymáshoz viszonyított szignifikáns különbségeket betűkkel jelöltük (a, b)/



Mint az az ábrákból is látható, tapasztaltunk különbséget a laboratóriumi modell és a vizsgálati helyszínen természetes körülmények között szaporodó faj eredményei között, ami igazolja, hogy szükséges lehet alternatív modellállatokat felhasználni az üledéktoxikológiai felmérések során. Az eredményeink alapján a domolykó alkalmas faj erre a célra, mivel az általunk alkalmazott tesztekben statisztikailag értékelhető eredményeket adott.

Eredmények értékelése

Az eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az üledéktoxikológiai vizsgálatok során javasolt a toxicitási tesztekbe a hagyományos laboratóriumi modellek mellett alternatív modell fajokat is bevonni, amennyiben ez lehetséges. A vizsgálataink alapján a két alternatív modell faj közül elsősorban a domolykó alkalmas erre, mivel természetes körülmények között is az aljzatra ívik, így különösen alkalmas az üledék kontakt tesztben való alkalmazásra.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a MAHOP-2.1.1-2016-2017-00002, EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008, NVKP_16-1-2016-0003 és a FEKUT2019: TUDFO/47138/2019-ITM pályázatok támogatták.

Irodalomjegyzék

- Ankley, G. T., Cook, P. M., Carlson, A. R., Call, D. J., Swenson, J. A., Corcoran, H. F., Hoke, R. A. (2011): Bioaccumulation of PCBs from Sediments by Oligochaetes and Fishes: Comparison of Laboratory and Field Studies. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49.10. 2080-2085.
- Bellucci, L. G., Cassin, D., Giuliani, S., Botter, M., Zonta, R. (2016): Sediment pollution and dynamic in the Mar Piccolo of Taranto (southern Italy): insights from bottom sediment traps and surficial sediments. *Environmental Science and Pollution Research*, 23. 13. 12554-12565.
- Braunbeck, T., Boettcher, M., Hollert, H., Kosmehl, T., Lammer, E., Leist, E., Rudolf, M., Seitz, N. (2005): Towards an alternative for the acute fish LC50 test in chemical assessment: the fish embryo toxicity test goes multi-species – an update. *Altex*, 22. 87-102.
- Carazo-Rojas, E., Pérez-Rojas, G., Pérez-Villanueva, M., Chinchilla-Soto, C., Chin-Pampillo, J. S., Aguilar-Mora, P., Alpizar-Marín, M., Masís-Mora, M., Rodríguez-Rodríguez, C. E., Vryzas, Z. (2018): Pesticide monitoring and ecotoxicological risk assessment in surface water bodies and sediments of a tropical agro-ecosystem. *Environmental Pollution*, 241. 800-809.
- Dhanakumar, S., Solaraj, G., Mohanraj, R. (2015): Heavy metal partitioning in sediments and bioaccumulation in commercial fish species of three major reservoirs of river Cauvery delta region, India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113. 145-151.
- Embry, M. R., Belanger, S. E., Braunbeck, T. A., Galay-Burgos, M., Halder, M., Hinton, D. E., Léonard, M. A., Lillicrap, A., Norberg-King, T., Whale, G. (2010): The fish embryo toxicity test as an animal alternative method in hazard and risk assessment and scientific research. *Aquatic Toxicology*, 97. 79-87.
- Hallare, A. V., Kosmehl, T., Schulze, T., Hollert, H., Köhler, H-R., Triebkorn, R. (2005): Assessing contamination of Laguna Lake sediments (Philippines) using a contact assay with zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Science of the Total Environment*, 347. 254-271.
- Hollert, H., Keiter, S., König, N., Rudolf, M., Ulrich, M., Braunbeck, T. (2003): A new sediment contact assay to assess particle-bound pollutants using zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Journal of Soils and Sediments*, 3. 197-207.
- Kosmehl, T., Hallare, A. V., Reifferscheid, G., Manz, W., Braunbeck, T., Hollert, H. (2006): A novel contact assay for testing genotoxicity of chemicals and whole sediments in zebrafish embryos. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25. 2097-2106.
- Li, R., Hua, P., Zhang, J., Krebs, P. (2019): A decline in the concentration of PAHs in Elbe River suspended sediments in response to a source change. *Science of the Total Environment*, 663. 438-446.
- Mac M. J., Schmitt C. J. (1992): Sediment bioaccumulation testing with fish. In: Burton Jr. G. A. szerk. (1992): *Sediment Toxicity Assessment*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 479 pp., 295-308.
- Patel, P., Raju, N. J., Reddy, S. R., Suresh, U., Sankar, D. B., Reddy, T. V. K. (2018): Heavy metal contamination in river water and sediments of the Swarnamukhi River Basin, India: risk assessment and environmental implications. *Environmental Geochemistry and Health*, 40. 2. 609-623.
- Roig, N., Sierra, J., Nadal, M., Moreno-Garrido, I., Nieto, E., Hampel, M., Gallego, E. P., Schuhmacher, M., Blasco, J. (2015): Assessment of sediment ecotoxicological status as a

complementary tool for the evaluation of surface water quality: the Ebro river basin case study. *Science of the Total Environment*, 503-504. 269-278.

- Schulze-Sylvester, M., Heimann, W., Maletz, S., Seiler, T-B., Brinkmann, M., Zielke, H., Schulz, R., Hollert, H.* (2016): Are sediments a risk? An ecotoxicological assessment of sediments from a quarry pond of the Upper Rhine River. *Journal of Soils and Sediments*, 16. 3. 1069-1080.
- Sogbanmu, T. O., Nagy, E., Philips, D. H., Arlt, V. M., Otitoloju, A. A., Bury, N. R.* (2016): Lagos lagoon sediment organic extracts and polycyclic aromatic hydrocarbons induce embryotoxic, teratogenic and genotoxic effects in *Danio rerio* (zebrafish) embryos. *Environmental Science and Pollution Research*, 23. 14. 14489-14501.
- Strähle, U., Scholz, S., Geisler, R., Greiner, P., Hollert, H., Rastegar, S., Schumacher, A., Selderslaghs, I., Weiss, C., Witters, H., Braunbeck, T.* (2012): Zebrafish embryos as an alternative to animal experiments – A commentary on the definition of the onset of protected life stages in animal welfare regulations. *Reproductive Toxicology*, 33. 128-132.
- Strecker, R., Seiler, T-B., Hollert, H., Braunbeck, T.* (2011): Oxygen requirements of zebrafish (*Danio rerio*) embryos in embryo toxicity tests with environmental samples. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 153. 318-327.
- Zhang, F., Zhang, R., Guan, M., Shu, Y., Shen, L., Chen, X., Li, T.* (2016): Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and Pb isotopic ratios in a sediment core from Shilianghe Reservoir, eastern China: Implying pollution sources. *Applied Geochemistry*, 66. 140-148.

AZ ERDEI LEGELTETÉS LEHETŐSÉGE MAGYARORSZÁGON NAPJAINKBAN

Halász András, Tőzsér János

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Állattenyésztés-tudományi Intézet 2103 Gödöllő, Páter K. út 1.
halasz.andras@szie.hu

Received – Érkezett: 14.05.2020.

Accepted – Elfogadva: 15.07.2020

Összefoglalás

A tanulmány célja, hogy napirenden tartsa az erdei legeltetés témakörét. Az egyre gyakoribb aszályok komolyan veszélyeztetik a legeltető gazdaságok működését, ezért minden megoldás üdvözlendő, ami segíti az alkalmazkodást. A módosított erőtörvény lehetővé teszi az erdei legeltetést, ezért megfelelő odafigyeléssel, hetekkel kitolható a legeltetési idő. Az őszi eleji időszakban, még a napi súlygyarapodásban is szerepet játszhat a hullott termékek takarmányként való hasznosítása. A crowd sourcing típusú mezőgazdasági vállalkozás egyre népszerűbb hazánkban is. A népszerűség növelése a marketing folyamat része, amibe jól illeszthetők az agrárerdészeti rendszer megoldásai. A városok közelében működő, kombinált állattartó gazdaságok fenntarthatók lehetnek. Kis létszámú állattal, magas hozzáadott értékű termékekkel és fizetőképes vásárlókkal működhet igazán hatékonyan.

Kulcsszavak: erdőgazdálkodás, gyepgazdálkodás, akác, száraz termőhely, hőstressz

Possibility of forest grazing system in Hungary

Abstract

The aim of this study was to report about current status of agroforestry in Hungary. Regular droughts endanger pasture based farming therefore all adaptive methods are welcome. The latest modification of Forestry Act opened forest grazing, gives extra weeks on pastures. During autumn the critical daily weight gain can be achieved on fallen fruits and nuts only. Crowd sourced farming is getting popular around larger towns and cities. Agroforestry is a good add in marketing procedures, popularity keep growing. Complex livestock farming is sustainable in a close proximity of urban environment. Small number of animals with high added value combined with solvent demand are the corner stones in this kind of model.

Key words: forestry, grassland management, black locust, dry habitat, heat stress

Bevezetés

Hazánk legelőterületei és erdei

A legelőn olyan területet értünk, amelyről az állatok a táplálásukra szükséges növényeket, saját maguk legeltetés útján szerzik meg. Természetesen több féle legelőt ismerünk. Tartamuk szerint állandó és ideiglenes legelőket különböztetnek meg. Elsőkhöz, rendszerint természetes legelő területek tartoznak, melyek egyéb használatra nem alkalmasak s azért feltétlen legelőknak is nevezik. Az állandó legelők fekvésük szerint vagy hegyi vagy lapályi legelők, használhatóságuk szerint pedig marha-, juh- és sertéslegelőket szokás megkülönböztetni. Az ideiglenes legelők sorába egyrészt a szántóföldön mesterségesen létesített legelők tartoznak, másrészt a legeltetésre csak mellékesen használt területek, melyek az ugar, a tarló és az erdei legelők. Jogi értelemben, a legelő a termőföld egyik művelési ága.

Magyarországon az 1890-es években az állandó legelők kiterjedése 4.317.000.ha volt, a szűkebb értelemben vett Magyarországon 3.708.883.ha, vagyis az összes akkori termőterület 14, illetve 13,9%-a (Bokor, 1998).

A *Magyar Statisztikai Zsebkönyv* szerint (2018), az összes területen (9303,4 ezer ha) ezen belül a termőterület 7365,4 ezer ha-t tett ki, amelyből 1912,9 ezer ha volt az erdő. A mezőgazdasági területen összesen 5342,7 ezer ha-nak adódott. Ebből a szántó, ill. a gyep területek aránya 4322,1 ha, ill. a 762,6 ha voltak.

Az Eurostat 2015-os adatbázisait (Csurgó és Szémann, 2018), hogy hazánk területének pontosan 43,7 %-át borítják szántók és egyéb földek, ahol növényeket termesztünk. Ez nemzetközi összehasonlításban is nagyon soknak számít, az EU tagállamai közül csak Dániát borítják nagyobb arányban, 50,6 %-át mezőgazdasági területek.

A legelők, a háborítatlan pusztával, mezőkkel, rétekkel együtt, összesen 18 486 négyzetkilométernyit tesz ki az országban. A „füves területek” aránya az országban 19,9 % körüli (Csurgó és Szémann, 2018).

A fás legelők, fás kaszálók és legelőerdők alatt az emberi használat, legeltetéssel vagy kaszálással kialakított, fás-gyepes élőhelyek értjük.

Varga (2014) szerint, Magyarország élőhely-térképezési adatbázisa szerint körülbelül 5500 hektár fás legelő található ma az országban.

Az *Arcaum Kézikönyvtár* adatai szerin (2020) Baranya megye, Bosod-Abaúj-Zemplén megye, Heves megye, Nógrád megye, Somogy megye, Szabolcs-Szatmár-Bereg megye és Veszprém megye összes fás-legelő területének nagysága, mintegy 6040 ha, 171 területen, megjelölve a terület védettségi állapotát, használják-e vagy sem és milyen az állapota.

Csurgó és Szémann, (2018) úgy véli, hogy hazánk területének 24 százalékát borítja erdő, ezek fedik le a legnagyobb területet az országban a szántók után.

A régiókénti eloszlást, azt mutatja, hogy Északkelet-Magyarország mellett a Dél-Dunántúlon van a legtöbb erdő, mindkettőben 4200 négyzetkilométer fölött. Szántóból és kopár pusztaságból is az Észak- és Dél-Alföldön van a legtöbb, mesterséges területből pedig nem túl meglepő módon Közép-Magyarországon (Csurgó és Szémann, 2018).

Andrásfalvy (2016) szerint, a legeltetéssel kialakított fás legelőkön a gyep mellett az eredeti erdő ligetesen, távol álló fái is jelen vannak. A magánosan álló fáknak nem kell a fényért versengeniük, ezért alacsonyan elágazók, ágaik vaskosak, koronájuk terebélyes. A fás kaszálók ehhez hasonlóak, de a legeltetés megszűntével kaszálással tartják fent. Ha a fák borítása meghaladja a 25 százalékot, legelőerdőről van szó.

Magyarországon a fás legelők többsége az alföldi vagy a medenceperemi nagy folyók mentén, azok hullámterében vagy a korábbi ártereken jött létre, de léteznek homoki, dombvidéki

és középhegységi fáslegelők is. Számuk az intenzív gazdálkodási formák terjedésével egyre csökken. Az élőhely tipikus idős fái: tölgyek, gyertyán, bükk, vadkörte, mezei juhar, magyar kőris, fehér fűz (Andrásfalvy, 2016).

Varga és mtsai. (2017) hiánypótló tanulmányában részletesen bemutatja a fás legelők és legelőerdők használatát hazánkban, a pásztorok és gazdálkodók tudására alapozva. Számos eredmény azt bizonyítja, hogy hazánkban még ma is gazdag és élő a hagyományos ökológiai tudás, mely azonban a tájhasználat felhagyásával és az életmód átalakulásával eltűnhet (Rotherham 2007, Babai D., Molnár Zs. 2009). Számos olyan élőhelytípusunk van, melyek hatékony és hosszú távú megőrzése érdekében a hagyományos ökológiai tudásra is szükség van (Csizi és Molnár 2015, Szigetvári 2015). Az agrár-erdészeti rendszerek közé tartozó, kiemelkedő természeti és kulturális értékkel bíró fás legelők és legelőerdők egykori kialakulásának megértéséhez és jövőbeni fenntartásához egyaránt nélkülözhetetlen a hagyományos ökológiai tudás megismerése és gyakorlati alkalmazása (Rackham 1998, Berkes és mtsai. 2000, Drew és Henne 2006).

Nemrég több tanulmány is megjelent az európai fás legelőkre vonatkozóan, melyek közül meghatározó a Hartel és Plieninger (2014) által szerkesztett, a témát részletesen áttekintő könyv és Hartel és mtsai. (2015) tájörténeti összefoglaló tanulmánya. Mindkettő kiemelte, hogy a fás legelők természeti és kulturális értékeit meghatározzák a mindenkori társadalmi viszonyok. Érdekes megállapítás, hogy a közép- és keleteurópai fás legelők természeti jellege és tájhasználatja számos esetben mutat párhuzamot a magyarországi fás legelőkkel, mint például a tölgy- és vadgyümölcsfajok dominanciája (Hartel és mtsai. 2013) és a gyepek kezelése módszerei (Oellerer 2014). A magyarországi fás legelők és legelőerdők használatára vonatkozóan jellemzően az 1900-as évek első feléből származó erdészeti és mezőgazdasági írásokon (Varga és Bölöni 2009, Halász és mtsai. 2015) túl, az utóbbi években jelent meg több olyan írás, amely egy-egy terület tájörténetét mutatja be (pl. Saláta 2009).

Összefoglalóan megállapítható, hogy hazánk környezeti- és ökológiai jellemzői lehetővé tennék a fás-legelők és erdők további szakszerű használatát a gyakorlatban. Jelezzük, hogy ennek magvalósulásának számos feltétele van, úgy mint a szakismeret meglét, átgondolt földhasználat, az organikus gazdálkodást támogató ár-érték arány stb.

Legeltetési gyakorlat hazánkban

A magas fűvet termő legelők marha-, illetve lólegelőknél, a sovány, apró fűvet termő juh-, a mocsaras legelőket sertés- vagy bivalylegelőknek tekintik. Az állandó legelők egyoldalú használatuk miatt rendszerint csekélyebb jövedelmet szolgáltatnak ugyan, mint a rétek, és különösen a szántóföld, mindazonáltal nagy előny, ha a birtoknak jó legelői vannak, egyrészt mert a legelők kezelése nagyon egyszerű, csekély költséggel járó, és a jövedelmük aránylag nagy, másrészt mert állattenyésztés, nevezetesen állatok fölnevelése legelők nélkül sikerrel nem is folytatható (Bokor, 1998).

Bár Bokor (1998) a költség-jövedelem vonzatot extenzív, alacsony ráfordítással magyarázza, azért hozzá kell tenni, hogy a 21-ik századi legeltető állattartásnak feltétlenül az optimalizált ráfordítású gazdálkodást kell szem előtt tartania. Ehhez illeszkedik még a pásztorló, szabad legeltetés felülbírálat is. A családi gazdaságok szintjén nem fenntartható a főfoglalkozású pásztor alkalmazása. A gyepegzálkodási szempontokon (visszalegelés elkerülése, tápanyagutánpótlás) túlmenően, gazdaság szervezésileg is csak a szakaszos legeltetés – magas beruházás igénye ellenére – lehet költséghatékony. Az erdei legeltetés, illetve a delelő erdők, ligetek létesítése pontosan tervezhető és illeszthető a rotációs rendszerhez. Fontos figyelembe venni legelő fekvését és a nagyobb gépek mozgását a fák ültetésekor. A sudaras lombkoronájú fák (pl. nyár), soliter módon ugyan kevesebb árnyékot adnak, de sorokban, illetve csoportosan

ligetesítve, már hatékonyan árnyékolnak nagyobb állatcsoportot is. Nem elhanyagolható szempont a lombkorona vetület kérdése sem, ami a legelők utáni támogatások kalkulációjánál fontos. Ideális esetben – állatfajtól függetlenül- minden szakaszban (legelőkertben) van egy árnyékosabb rész, ahol tudnak delelni a jószágok. Gyepfelújításnál figyelembe kell venni az árnyékhatást, a fák közelébe más fűfajokat (veres csenkesz, csomós ebír) érdemes telepíteni. A mai klimatikus viszonyokat figyelembe véve, akár egy teljes hónappal kinyújtható (Halász, 2020) a legeltetési időny, ha sikerül telepített erdőben legeltetni. A lombtakarmány, termés (makk) komoly szénhidrát forrás az állatoknak.

Az erdei legeltetés megítélése történeti szemléletben

Tudott, hogy a XIX-XX. század fordulóján egyre nagyobb gondot jelentett előteremteni a gazdasági állatok számára a megfelelő mennyiségű takarmányt. Az állatállomány növekedése miatt a legelőterületek bővülésére lett volna szükség, azonban a terjedő földgazdasági tevékenység (gabonatermelés) ezt nem tette lehetővé.

A legelőterületek csökkenéséhez az 1879. évi (XXXI. t. cz.) Erdőtörvényben megfogalmazott rendelkezések is hozzájárultak, mert erdőkímélés céljából bizonyos erdőrészeket a legelő jószágok elől elzártak. Ezért az a kérdés merült fel, hogy milyen módon lehetne a gazdasági művelés alatt álló területek egy részét legeltetésre alkalmassá tenni?

Földes (1895) véleménye szerint a legelőerdő olyan gazdálkodási mód, melynek célja nem annyira az értékes fanevelés, hanem a legeltetés. A legelő termőképessége a fák segítségével tartható fenn. A rendszeresen kezelt legelőerdő nem az egyszerű erdőirtás révén létrejött fás legelő, nem legeltetésre használt erdőmaradvány, továbbá nem azonos a cseprentésekkel (bokros csalit, fiatal erdő) sem.

A legelőerdőnek használatának előnyeit - a nyílt legelőkhöz képest - az alábbiakban foglalta össze Földes (1895): „A sertés és a baromfi sok fehérjében gazdag, értékes tápanyagot jelentő rovarot gyűjthet össze. Az erdei cserebogár, illetve pajorjának pusztítása erdővédelmi szempontból is kifejezetten hasznos. Vízpartokon szívesen fogyasztják a sertések a sulyom – mely az álló- és lassú folyóvizek vízfelszínét borító vadvövény – termését, ez különleges alakú, ízletes és tápdús. Lisztes belsejéből inséges időkben kenyeret is készítettek. Ezen kívül az erdei gyümölcsök, a tölgy- és bükkmakk is kiváló takarmányforrás. A fák enyhet adó árnyéka minden legelő állat számára felüdülést jelent a nyári forróságban”.

Közismert, hogy a legeltetési állattartás a terület degradációját is okozhatja, amennyiben hiányzik a kellő szaktudás. Földes (1895) szerint „A túl nagy létszámú állatállomány meggátolhatja a gyepergenerálódását, bizonyos taposást tűrő gyomfajok elszaporodhatnak. A növényzet csökkenése miatt az erózió veszélye nő, szélsőséges esetben a terület kopárosodásához is vezethet (pl. Fiume feletti karsztvidék)”.

Fontos utalni arra, hogy az erdei legelők használatának káros hatásairól jóval korábban Láng (1780) már részletesen beszámolt, kifejtette, hogy „A midőn a fentebbiekben az erdei legelő használatának káros következményeit kiemelni iparkodtam, nem volt céлом egyszersmind azt állítani: hogy a felujulás alatt lévő területek kizárása mellett nagy kiterjedésű erdőségben csekély számú szarvas marhát, völgyeken s kopárokon, sőt az állabok-ban is legeltetni szabad ne legyen; mert ámbátor a csekély számú marha sem tesz az erdőben hasznót, még sem okoz oly érezhető kárt, hogy a legeltetés teljes megszüntetését vele indokolni lehetne. De a legelőt juhnyájak, csordák és ménések által használtatni az erdők érzékeny megkárosítása és elpusztítása nélkül nem lehet”.

Hazánkban a fás legelők és azok használata mindig is részei voltak a tájhasználatnak. Ez a táji adottságokhoz igazodó gazdálkodási mód több ezer éves múltra tekint vissza. Magyarország jelentős része az erdős klímába tartozik, ezért az erdősült vidékeken az állattartás mindig is egyfajta fás legelő, legelőerdős rendszerben folyt. Igazából az iparosodás hatására kezdődött el a fás legelő rendszerek használatának csökkenése egész Európában, így Magyarországon is. Nagymértékben befolyásolta az, hogy az 1800-as évek közepén megtörtént az erdő és a legelőterületek elkülönítése, vagyis megszűnt a jobbágyoknak az erdei legeltetéshez való joguk. Később a mezőgazdaság és az erdőszet intenzifikációja következtében a XX. század végére jelentős mértékben visszaszorult ez a tájhasználati mód és ennek következtében a fás legelő élőhelytípus is. Csak néhány térségben maradt meg Magyarországon, így például a dél-dunántúli részen és az ország néhány másik helyszínén elszórtan. Mindenképpen meg kell említeni, hogy a fás legelők egykori és jelenlegi helyzetében kulcsfontosságúak azok a pásztorok és gazdálkodók, akik hagyományos legeltető állattartással foglalkoznak (Varga, 2014).

Saláta és mtsai, (2009) tanulmányában felhívja a figyelmet arra, hogy az elmúlt 200 évben a változások eredményeként számos, egykor nagyon elterjedt gazdasági tevékenység és területhasználat tűnt el mára, pl. a makkoltatás, az erdei legeltetés, legelőerdők és fás legelők használata. Az erdőkben való legeltetés tárgyában utalnak arra, hogy ez az eljárás helyenként egészen a XX. század derekáig fennmaradt. Az erdők jelentőségét az állattartásban kiemeli az, hogy már egészen a korai időktől kezdve szabályozták ezt. A tanulmány jelentőség éppen abban van, hogy a törvénykezés változását mutatja be 1791-től, egészen 1961-ig.

Az erdőben történő legeltetést a hazai jogszabályok már rég óta megtiltották, azonban napjainkban – az erdőtelepítési programmal összefüggésben – lehetőség nyílik majd erre.

Egy hazai példa bemutatása és értékelése

Figyelembe véve a hazai legeltetés lehetőségeit és körülményeit fontos megvizsgálni azt, hogy milyen módon lehetne még egyre több területet a legeltetéses gazdálkodásba bevonni hazánkban.

A *Silvapasture*-nek nevezett módszer, átmenet képez a fátlan gyepek és az erdők között, tehát egy átmeneti állapotot jelent valójában. Az a lényege ennek, hogy ugyanazon a területen valósul meg az erdőgazdálkodás, a növénytermesztés és az állattenyésztés. Ennek az ősi mezőgazdasági módszernek évezredek óta vezető szerepe volt, azonban az ipari forradalomtól kezdve egyre inkább kiszorult a gyakorlatból, a nagybirtokok felé való elmozdulás, valamint a modern mezőgazdasági gépek és a vegyszerek elterjedése miatt.

Lengyel Zoltán gazdálkodóval 2020 januárjában készült egy riport (<http-1>), amely alapján be kívánjuk bemutatni az által használt legeltetési és tartási rendszert.

A gazdálkodást, 2013-ban 30 ha-os családi birtokán kezdte, Polgár község területén. A gazdálkodást 13 sárga magyar tyúk, extenzív tartásával indította el. Napjainkban az állománya az alábbiakból áll: 200 tyúk, 20 mangalica, 30-30 juh és szarvasmarha. A környezet különleges, mert olyan fás legelőn élnek az állatok, amelyet mesterségesen hoztak létre és még a mai napig is továbbfejlesztik azt, több ezer fa ültetése van tervbe véve.

A természeti erőforrások hatékonyabb kihasználása miatt a különböző gazdasági haszonállatfajokat külön-külön, jellemzően egymást követve terelik rá egy adott legelőre. A cél az, hogy „minden növénybe egyszer harapjanak bele az állatok”. „A tehén mindig a legfinomabb növényeket keresi. Ha azt megette, akkor a második, majd a harmadik legfinomabb növényt fogyasztja el. Mire azzal is végzett, újra kinő a legfinomabb, így újra indul a körfolyamat. Így viszont egy csomó, általa kevésbé kedvelt növény megmarad, a finomabbakat viszont azonnal lelegeli” A szarvasmarha után a juh, majd a baromfi következik, ugyanazon a területen. A gulyát

két óránként terelik másik területre, villanypásztor alkalmazása mellett. A területen lévő növényállomány hasznosítása miatt fontos, hogy a juh az aljfüveket szereti, s így nem versenytársa a szarvasmarhának a legelés során. A tyúkok jelenléte azt eredményezi, hogy széttúrják a tehénlepényt, betemetik a vakondtúrásokat, tehát erre nem kell gépet használni a farmon. A tyúkok egy kereken guruló, saját fejlesztésű ún. „tyúkbusszal” követik a marhákat és a birkákat. A farmon a csirkék háromszor négyméteres rácsdobozokban élnek, azért, hogy ne vigye el őket a sas vagy a róka, és egy nap háromszor-négyszer teszik őket arrébb.

A területen van egy nagy mocsár is, a kacsák ennek a partján szoktak mozogni. Természetesen a sertések is itt találhatók. Fontos jellemzője a technológiának, hogy a sertések csak egyszer járják végig a területet, mert a túrás az egy természetes viselkedése a fajnak.

A talajminőség szempontjából fontosak a növények elő gyökerei, illetve a legeléskor elhaló gyökerek és az általuk táplált talajlakó élőlények. A letaposott fűből, az „*állatok szájából kieső növényekből*” és az állatok trágyájából folyamatosan természetes komposzt képződik. Kellően hosszú idő elteltével remélhető a talaj humusztartalma növekedhet ebben a gazdálkodási rendszerben. Lengyel Zoltán szerin gazdaságában „*a talaj humusztartalma 1,5 %-ról 4,5 %-re növekedett hat év alatt*”. Ennek megállapítására reprezentatív talajmintavételre és szakszerű elemzésre van szükség. Abban nincsen szakmai vita, hogy a magasabb minőségű talajnak jobb a vízmegtartó képessége, azaz egy nagy eső után több vizet tud elnyelni.

Ebben a gazdálkodási rendszerben a fák szerepe nagyon fontos. A fákat egymástól 5-10 méteres távolságban ültetik el, a tanya közelében gyümölcsfákat, messzebb pedig tölgy, dió, vadkörte fákat helyeznek el. A fák a nap és a szél ellen védik az állatokat, élelemmel látják el azokat, emellett megtelepedhetnek rajtuk a kártevőket evő madarak is, így hozzá járulhatnak a tájra jellemző fauna kialakulásához. A tapasztalatok alapján az akác jó tűrőképességű és karámok építésére alkalmas fa, a nyárfa viszont gyors növésű, így hamar ad majd nap- és szélárnyékot az állatoknak.

Hazánkban több olyan gazdálkodó van, akik az erdei legeltetést a gyakorlatban alkalmazzák, azonban közülük kevés olyan van, aki egy új gazdálkodási közösséget épített ki az évek során. Ez a megoldás, egy olyan saját közösségi mezőgazdaság üzemeltetését jelent, ahol a közösség tagjai - egy adott évre - előre elkötelezhetik magukat, ennél fogva a gazdálkodóval a termelés kockázatán és eredményén is osztoznak. A közösséget alkotók így hozzá tudnak férni az extenzív viszonyok között - nyomon követhetőség biztosítása mellett - minőségi állati termékekhez pl. tojás, félsertés stb.

Összegzés

Tekintettel hazánk természeti lehetőségeire, mindent érdemes elkövetni annak érdekében, hogy a legeltetésre alkalmas területeket tovább növeljük, a legeltetéses állattartás további fejlesztése érdekében. A bemutatott gyakorlat jó példa, több gazdasági haszonállat faj egymás utáni legeltetésére, extenzív viszonyok között. A Silvapasture rendszer hazai jövőbeni elterjedésének kedvező lehetőséget biztosíthat az országos erdőtelepítési program folyamata. Fontos utalni arra, hogy ennek a rendszernek a gyakorlati megvalósításához számos feltételnek teljesülnie kell pl. elegendő nagyságú terület, egészségügyileg megfelelő állatállomány, a gazdálkodó szakismerete, érdemi kapcsolat a potenciális fogyasztókkal, gazdasági likviditás és tőke tartalék stb.

Az új gazdálkodási közösség építése közelebb hozhatja a termelés folyamatának megismeréséhez a fogyasztót és egyben elősegítheti a tudatos és kritikus potenciális vásárlási

szokások megerősödését hazánkban. Mindez növelheti a legeltetési állattartási körülmények között megtermelt élelmiszer-alapanyagok társadalmi elfogadottságát.

Irodalomjegyzék

- Andrásfalvy B.* (2016): Az ember együttműködése a természettel II. Életgazdagság / biodiverzitás a magyar kultúrában (PDF). (2016. március 4-i dátummal az eredetiből archiválva)
- Arcanum Kézikönyvtár* (2020): Fás legelők Magyarországon, <https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/TenyekKonyve-tenyek-konyve-1/zold-19B21/termeszetvedelem-magyarorszag-1A3D7/fas-legelok-1A7AF/a-fas-legelok-termeszeti-ertekei-1A7C2/fas-legelok-magyarorszag-1A7E7/>
- Berkes F., Colding J., Folke C.* (2000): Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecol. Appl.* 10. 1251–1262.
- Babai D., Molnár Zs.* (2009): Népi növényzetismeret Gyimesben II.: termőhely- és élőhelyismeret. *Botanikai Közlem.* 96. 145–173.
- Bokor József (szerk.).* A Pallas nagy lexikona. Arcanum: FolioNET (1893–1897, 1998.). ISBN 963 85923 2 X
- Drew J. A., Henne A. P.* (2006): Conservation biology and traditional ecological knowledge: integrating academic disciplines for better conservation practice. *Ecol. Soc.* 11: 34. (Letölthető: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art34/>)
- Csizi, I., Molnár, Zs.* (2015): Természetkímélő gazdálkodás szikesen. – MTKH, MTA ÖK, Csákvár – Vácrátót, 92
- Csurgó D., Szémán T.* (2018): Mi is van a magyar földön? https://index.hu/chart/2018/11/30/magyarorszag_foldtakaro_terkep (2018.11.30)
- Földes J.* (1895): A legelő-erdők. A legeltetés kérdése Magyarországon s annak megoldása erdőgazdasági úton. Budapest, <http://www.mezogazdasagikonyvtar.hu/assets/Hirvilag/AH2013/1/legeloerdok.htm>
- [https://g7.hu/elet/20200104/besokallt-a-munkajatos-lenyult-13-tyukot-az-anyjatos-es-mara-ove-az-egyik-legkulonlegesebb-magyar-gazdasag/](https://g7.hu/elet/20200104/besokallt-a-munkajatul-lenyult-13-tyukot-az-anyjatos-es-mara-ove-az-egyik-legkulonlegesebb-magyar-gazdasag/) 2020.01.20
- Halász A (szerk.)* (2020): Legeltetés: így lehet meghosszabbítani a legeltetési szezont. Magyar Állattenyésztők Lapja 25. 3. 34-35.
- Halász A., Tasi J., Rásó, J.* (2015): Fás legelők, legelőerdők, erdősávok és fasorok használata ökológiai gazdálkodási rendszerben. *Növénytermelés*, 64. 77–8.
- Hartel T., Dorresteyn I., Klein C., Máthé O., Moga C. I., Öllerer K., Roellig M., Wehrden H., Fischer J.* (2013): Wood-pastures in a traditional rural region of Eastern Europe: Characteristics, 166, management and status. *Biol. Conserv.*, 166. 267–275.
- Hartel T. és Plieninger T.* (2014): European wood-pastures in transition: A social-ecological approach. London and New York: Routledge. 303 p.
- Hartel T., Plieninger T., Varga, A.* (2015): Wood-pastures in Europe. – In: Kirby, K., Watkins, C. (szerk.): Europe's Changing Woods and Forests: From Wildwood to Managed Landscapes. CAB International, pp. 61–76.
- Láng G.* (1870): Az erdei legelő használatának káros következményeiről, *Erdészeti Lapok*, 9.évf. 4. füzet 142-146 http://erdeszetilapok.oszk.hu/00529/pdf/00529_142-146.pdf
- Magyar Statisztikai Zsebkönyv* (2018): Földterület 2010 május 31-én, Központi Statisztikai Hivatal, 1919, Budapest, 147.

- Oellerer K.* (2014): The ground vegetation management of wood-pastures in Romania Insights in the past for conservation management in the future. *Appl. Ecol. Env. Res.* 12. 549–562.
- Rackham, O.* (1998): Savannah in Europe. – In: Kirby, K. J. & Watkins C. (szerk.): *The Ecological History of European Forests.* – CAB International, New York, pp. 1–24.
- Rotherham, I.* (2007): The implications of perceptions and cultural knowledge loss for the management of wooded landscapes: A UK case-study. – *Forest Ecol. Manag.*, 249. 100–115.
- Saláta D.* (2009): Legelőerdők egykor és ma, A fás legelők és legelőerdők kialakulásának és hasznosításának emlékei egy öreg-bakonyi (Pénzesgyőr-Hárskúti) fás legelő tájtörténeti feltárásnak példáján keresztül, – *Erdészettörténeti Közlem.* 79. OEE, Budapest, 80 p.
- Saláta D., Horváth S., Varga A.* (2009): Az erdei legeltetésre, a fás legelők és legelőerdők használatára vonatkozó 1791 és 1961 közötti törvények. *Tájökológiai Lapok*, 7. 387–401
- Szigetvári Cs.* (2015): Legeltetés, gyepré alapozott állattartás természetvédelmi szempontú értékelése. *Emisszió Természet- és Környezetvédelmi Egyesület.* Nyíregyháza, 100 p.
- Varga A., Bölöni J.* (2009): Erdei legeltetés, fáslegelők, legelőerdők tájtörténeti kutatása. *Természetvédelmi Közlemények*, 15. 68–79.
- Varga A.* (2014): Kevés fás legelő maradt fenn mára. (interjú: Bajomi Bálint, 2014.11.26.), *Élet és Tudomány*, https://www.eletestudomany.hu/keves_fas_legelo_maradt_fenn_mara,
- Varga A., Samu ZT., Molnár Zs.* (2017): A fás legelők és legelőerdők használata magyarországi pásztorok és gazdálkodók tudása alapján. *Természetvédelmi Közlemények*, 23. 242–258, DOI: 10.17779/tvk-jnatconserv

MONITORING OF VITAL ACTIVITIES IN FATTENING BULLS AS AN INNOVATIVE ELEMENT OF FEEDLOTS

*Jeník David, Falta Daniel, Navrátil Stanislav, Večeřa Milan, Polák Ondřej,
Chládek Gustav*

Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Faculty of Agronomy
Department of animal breeding
613 00 Brno (CZ), Zemedelska 1
xjenik@mendelu.cz

Received – Érkezett: 14.11.2019.

Accepted – Elfogadva: 15.07.2020.

Abstract

Monitoring of vital activities of cattle is increasingly used for welfare assessment. The situation is relatively complex for growing cattle populations as the performance response is usually manifested in months and there is practically no routine opportunity to assess it rapidly. Therefore it is important to monitor vital activities and quantify their relationship with body weight gain during fattening. It can be assumed that the positive trends between the vital activity performance and welfare of the animals described in dairy cows can also be monitored in fattened bulls. There are several systems in precision livestock farming which can monitor the actual health and activity levels of the animals. One of these is the SCR HR tag.

The experiment was carried out on 14 bulls of the Czech Fleckvieh Simmental breed and lasted 84 days. We can conclude that there was a positive relationship between vital activities (eating and rumination) and daily weight gain of bulls between age 259 and 343. Activity „eating“ had an average value of 263.4 min ($s_x = \pm 46,2$ min, $V_x = 17.5\%$) while average „rumination“ lasted 508.6 min. The value of the correlation coefficients ($r = 0.378$ for „eating“ and $r = 0.336$ for „rumination“) together with the high variability especially in the „eating“ indicates the need for further experiments in this area.

Keywords: meat production, Czech Fleckvieh Simmental, fattening bulls, neck responders

Introduction

The monitoring of vital activities of cattle is increasingly used for welfare assessment. Most applications are focused on dairy cows reporting significant changes in their activities (heat, fitness) in the order of tens of percent. The advantage of monitoring of dairy cattle is the rapid changes in milk production. For growing cattle categories it is more complicated to assess production traits as the changes in performance is not as immediate (in the order of months) and there is practically no routine possibility to detect it rapidly. Therefore monitoring of vital activities is important for these categories and quantifying their relationship with gain bodyweight. We assumed that the positive trends between vital activities, performance and welfare of the animals described in dairy cows could also be found in fattened bulls.

Material and methodology

The experiment was carried out on Czech bovine spotted breed ($n = 14$) housed loosely in a pen with straw bedding and lasted 84 days, during which the weight and age of the animals at the beginning and end of the experiment were measured. The private farm where the experiment took place is located in the village of Katov (49.332693N, 16.278761E) in the district of Brno-venkov in the South Moravian Region. Also daily vital activities represented by eating (State Animal Daily Eating) and rumination (State Animal Daily Ruminatoion) were monitored with the SCR system (SCR Global, Netanya, Israel). The feed ration was composed of feed common in the area (corn silage, meadow hay, alfalfa silage, bean silage, pressed barley and wheat grain, etc.) and a mineral premix was also included. The amount was optimized for the nutrient conservation need plus for a daily gain of 1400 g and the feed ration was administered in the form of TMR. (Zeman L., 2006). The results were evaluated according to common mathematical-statistical methods in MS Excel and Unistat and multi-factorial ANOVA was used.

Results and discussion

The results of the observed vital activities (eating, rumination) and meat production are shown in Table 1. Regarding the adequacy of age and weight, we can consider that weight as common for this age. The finding corresponds to a daily weight gain of 966 g, calf average weight was 40 kg. This level of body weight gain is considered adequate in these conditions, as shown by Kvapilik et al. (2018). The results suggest that during the experiment the animals reached an average daily gain of 1.558 kg. This performance can clearly be considered to be top, but in the highly developed countries, as commonly achieved, according to Geuder et al. (2012). This high level of weight gain is clearly positive; however, carries the risk of compensatory growth as a result of lower growth rates during rearing. Regarding the monitored activities, we found that the bulls monitored chewed on average 508.6 minutes a day and spent 263.4 minutes with eating on average. While variability in eating was unambiguously highest ($s_x = \pm 46.2$ min., $V_x = 17.5\%$), variability in rumination was lower ($s_x = \pm 55.6$ min., $V_x = 10.9\%$) and corresponded to the variability of other parameters such as weight at the beginning or end of the experiment, or body weight gain. To evaluate the observed activities of individuals and their body weight gain, data were sorted in ascending order of activity (graphs 1 and 2). In both cases, there are positive trends where longer eating and ruminating times were associated with higher daily body weight gain. This positive trend is also supported by the weak positive correlation coefficient values of $r = 0.378$ for eating and $r = 0.336$ for ruminating.

From the practical point of view of the breeder the SRC system is applicable for growing categories of cattle, especially from the perspective of early diagnosis or prediction of upcoming health problems. For example, the system can detect. Sometimes, rapidly increased eating activity may not result in increased feed intake (length of feed intake was measured, the amount of feed received was not measured). Sick animals standing with the head down, which may be false positive eating behavior, though it is not. This is also revealed by the reduced rumination value.

Conclusion

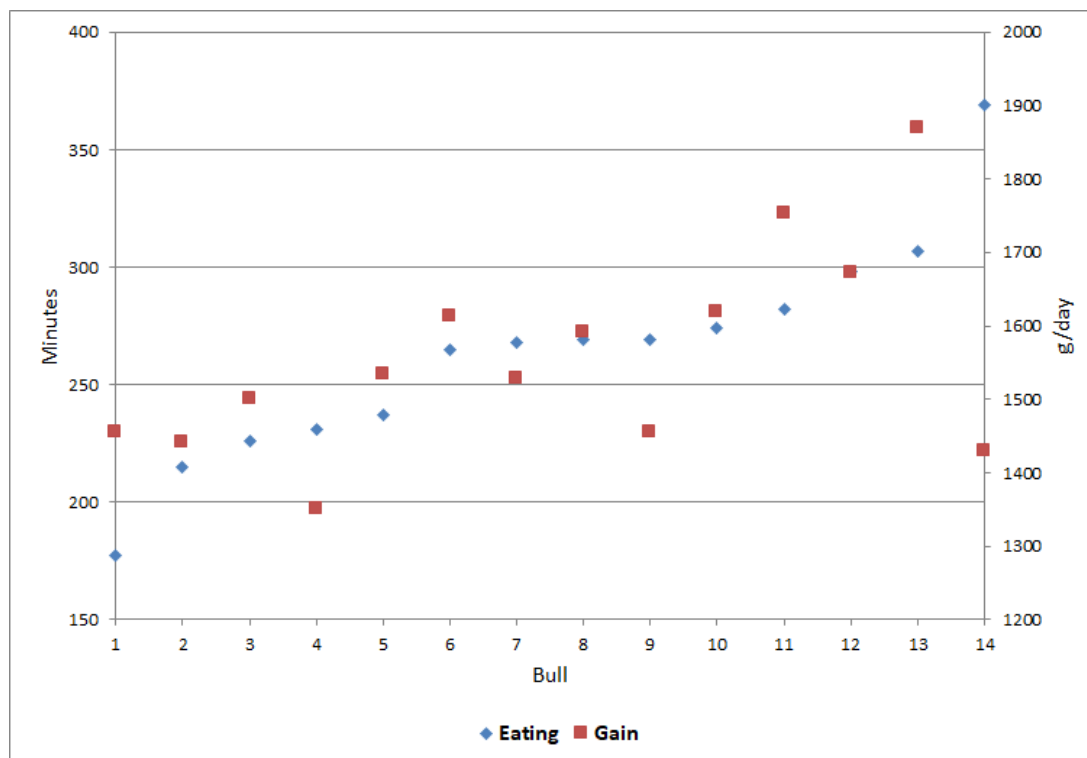
We can conclude that during the intensive growth and age, there is potential for upgrading the fattening by monitoring vital activities in bulls. Positive results were found both in relationship of daily body weight gain to the monitored length of eating and to the monitored length of

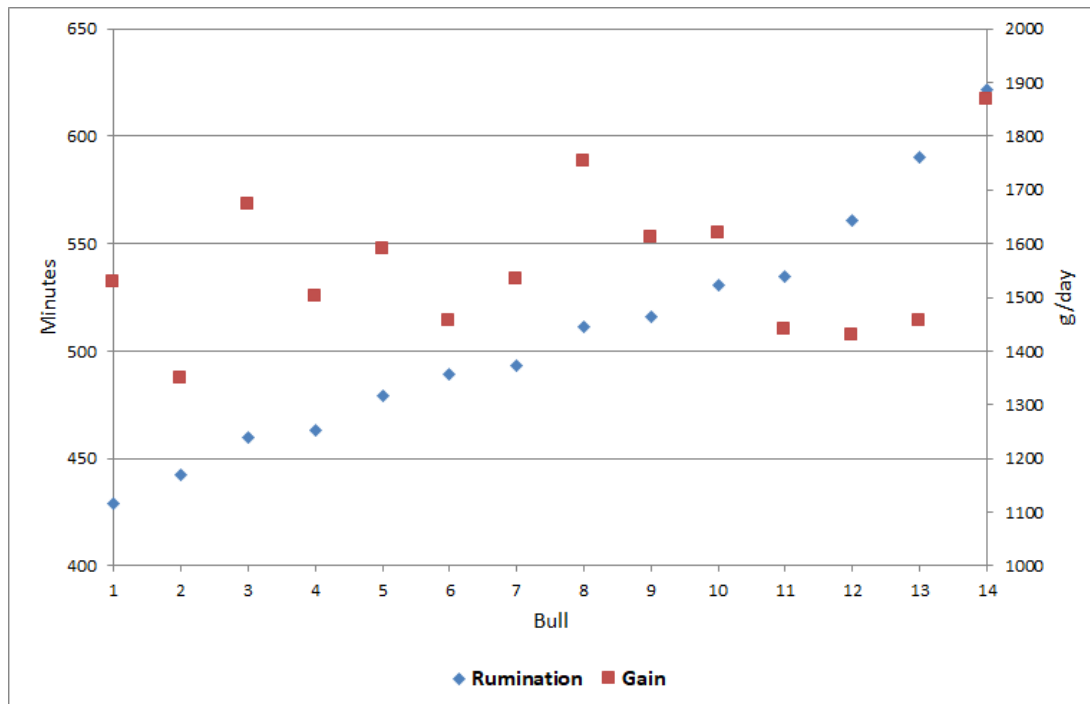
ruminating. The correlation coefficients were only at an intermediate level which together with high variability especially for eating activity suggests the need for additional experimental monitoring aimed to expand our knowledge in the production system of stable fattening bulls.

Table 1: Mean values of "eating" and „rumination" activities and fattening characteristics

	Number of animal (n)	The weight at the beginning (kg / head)	Age at start (days)	The weight at the end (kg / head)	Age at the end (days)	Eating (min)	Rumi nation (min)	Weight gain (during the experiment) (kg / head day)
Total / average	14	290.4	259.1	421.3,	343.1	263.4	508.6	1.558
Sx	14	30.9	10.6	32.5	10.6	46.2	55.6	0.140
Vx (%)	14	10.6	4.1	7.7	3.1	17.5	10.9	9.000
SEM	14	8.3	2.8	8.7	2.8	12.4	14.9	0.037

Graph 1: Increase in live weight of bulls in dependence on the eating indicator



Graph 2: Live weight gain of bulls depending on ruminant index

References

- Beauchemin, K. A.*, 1991: Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. *Veterinary Clinic of North America - Food Animal Practice*, 7. 2. 439-463.
- Brehme, U., Stollberg, U., Holz, R., Schleusener, T.*, 2008: ALT pedometer- A new sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 62. 1. 73-80.
- Couderc, J. J., Rearte, D. H., Schroeder, G. F., Ronchi, J. I., Santini, F. J.*, 2006: Silage chop length and hay supplementation on milk yield, chewing activity, and ruminal digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89. 9. 3599-3608.
- De Ondarza, M. B.*, 2015: Prežúvanie je oknom k zdraviu kravy. *Slovenská hoštajnská asociácia - Maxi info*, August, 18-19.
- Doležal O. ed.*, 1996, *Technologie a technika chovu skotu*, Praha: SCHČSS, 184 s.
- Du-Ming, T., Ching-Ying, H.*, 2014: A motion and image analysis method for automatic detection of estrus and mating behavior in cattle. *Computers and Electronics Agriculture*, 104. 25-31.
- Geuder, U., Pickl, M., Scheidler, M., Schuster, M., Götz, K.-U.* 2012. Mast-, Schlachtleistung und Fleischqualität bayerischer Rinderrassen. *Züchtungskunde*. 84. 6. 485-499.
- Grafenau, P., Pivko, J., Grafenau P.* 2005: Starostlivosť netreba nechávať na náhodu. *Slovenský chov*, 10. 10. 46-47.
- Chládek, G., Falta, D.*: Beef performance of Holstein calves slaughtered at 300 kg of live weight. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 54. 4. 13-20.

- Chládek, G., Ingr, I.:* Meat production and quality of Holstein bulls fattened to 405 – 480 kg of live weight. *Czech J. Anim. Sci.*, 46. 8. 370-374.
- Chládek, G., Soutor, J., Ingr, I., Krása, A.:* Meat Efficiency of bullocks of the Black Pied breed Fattened to a lower slaughter weight. *Czech J. Anim. Sci.*, 43. 10. 537-540.
- Kvapilík J. ed.,* 2017, Ročenka „Chov skotu v České republice, Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2017, Praha 2018, 91s.
- Matsui, K., Okubo, T.,* 1991: A method for quantification of jaw movements suitable for use on free ranging cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 32. 2-3. 107-116..
- Soriani, N., Trevisi, E., Calamari, L.,* 2012: Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 90. 12. 4544-4554.
- Strapák, P., Tančín, V., Vavrišínová, K., Graneu, P., Bulla, J., Chrenek, P., Šimko, M., Juráček, M., Polák, P., Ryba Š., Juhás, P., Huba, J., Krupová, Z.,* 2013: Chov hovädzieho dobytká. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 607 s. ISBN 978-80-552-0994-4.
- Zeman, L.* Výživa a krmení hospodářských zvířat. Praha: Profi Press, c2006. ISBN 80-86726-17-7.

A CIKTA JUH PRIONGENOTÍPUSAINAK ELŐFORDULÁSI GYAKORISÁGA

*Kovács Endre¹, Tempfli Károly², Zenke Petra¹, Maróti-Agóts Ákos¹,
Sáfár László³, Gáspárdy András¹*

¹Állatorvostudományi Egyetem, Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszék, 1078 Budapest, István utca 2.

²Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Tanszék, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

³Magyar Juh- és Kecsketenyésztők Szövetsége, 1134 Budapest, Lőportár 16.
Kovacsdr.endre@gmail.com

Received – Érkezett: 15. 10. 2019.
Accepted – Elfogadva: 05.10.2020.

Összefoglalás

A szerzők a magyar cikta juhállományt vizsgálták meg a genetikailag meghatározott surlókor-rezisztencia szempontjából. Célul tűzték ki egyrészt a prion haplo- és a genotípusok, másrészt a kockázati csoportok relatív gyakoriságának, másrészt a scrapie elleni genetikai megelőzés 10 éves programja hatékonyságának megállapítását.

Nagyobb mintaszámon megerősítették a korábbi ismereteket, miszerint a cikta surlókorral szembeni genetikai ellenálló-képessége továbbra is alacsony. Az ARQ haplotípus és a 3. kockázati csoport magas gyakoriságát fajtaspecifikusnak kell tekinteni. A faji sokféleség megőrzése érdekében ezeket figyelmesen indokolt tenyészteni a cikta juhállomány más értékes tulajdonságainak megőrzésével egyidejűleg.

Kulcsszavak: surlókor rezisztencia, cikta, Zaupel, fajtavédelem

Frequency of prion genotypes in Cikta sheep

Abstract

The authors study the current status of Hungarian Cikta Sheep based on genetic background of scrapie resistance. The aim of this investigation was to estimate the relative frequency of prion haplotypes, -genotypes, and risk categories as well as to reveal the efficiency of scrapie eradication program achieved over the last decade.

The authors confirmed based on larger sample size the previous knowledge, that the resistance against scrapie of Cikta breed is considered as low, and the classification of this breed according to risk category has not been improved. However, the frequent haplotype ARQ and risk category 3 can also be considered for breed specificity. The careful breeding of them is permitted and will contribute to the maintenance of breed diversity according to other aspects.

Keywords: scrapie resistance, Cikta, Zaupel, breed conservation

Irodalmi áttekintés

Vizsgálatunkba a rég elfeledett „Zaupelschaf” fajta (Korth, 1825; Bohm, 1878; Adlung, 1912) egyik mai leszármazottját, a cikta juhott vontuk be. Itt vizsgáltuk a kiskérődzők egész világon előforduló és az állategészségügyben fontos jelentőséggel bíró surlókor fogékonyság genetikai meghatározottságát.

A surlókor fertőző, halálos kimenetelű és bejelentési kötelezettség alá eső betegség (Dexler, 1931; Rabenau, 2009), amelyet kóros prionváltozat okoz, és az agy állományának degeneratív változásában nyilvánul meg (Selbitz és Bisbing, 1995; Bostedt és Dedié, 1996). A prion az idegsejtek felszínén található fehérje, egészséges változatát PrPC-ként jelöljük. Patogén izoformját, a PrPSc-t a proteináz K enzim a sejtmembránon nem bontja le, mint a normál (PrPC) változatot, ezért ezek felhalmozódnak, és a sejt pusztulásához vezetnek (Foster és Hunter, 1998; Kang és mtsai., 2017).

Az 999/2001/EK európai parlamenti rendelet (EC, 2001) többek között a juh esetében is meghatározza a fertőző szivacsos agyvelőbántalmak (TSE) megelőzésének, ellenőrzésének és felszámolásának szabályait. Mentésítő programok keretében a surlókor-rezisztencia genotipizálását el kell végezni az őshonos fajtákban is. A scrapie első ismert esetét Magyarországon 1964-ben diagnosztizálták (Áldásy és Süveges, 1964), azóta csak szórványosan fordul elő.

Célunk volt, hogy meghatározzuk a prion haplo- és genotípusok, és rizikó csoportok gyakoriságát, továbbá összehasonlítsuk napjaink adatait a tíz évvel ezelőtti eredményekkel, a mentésítő program hatékonyságát igazolandó.

Anyag és módszer

A cikta juh (tolna-baranyai sváb juh) vagy német nevén Zaupel sváb telepeseikkel együtt érkezett hazánkba 1720-tól kezdődően. A fajta feledésbe merült volna, ha az őshonos haszonállatok iránti érdeklődés, illetőleg megmentésükért érzett aggodalom nem éled fel. A még meglévő cikta juhokat az országon belül összegyűjtötték és 1974-ben Nagydorogon (a Bezzeg-pusztai OTÁF juhtenyésztő telepén) helyezték el. Azóta az állam támogatja a cikta fennmaradását Magyarországon.

Az MJKSZ munkatársai biológiai mintákat (fül porcszövet) gyűjtöttek a bárányok azonosítása során a TypiFix™ segítségével (Agrobiogen, 2016). Ezután a mintákat az Agrobiogen GmbH laboratóriumba küldték a prion-fehérje gén változatának molekuláris genetikai megállapítása céljából. A feldolgozási adatállományt a 2013 és 2015 közötti évek 10 nyájának összesen 1145 (kosok $n = 336$ és anyák $n = 809$) egyedének genotípusa tette ki, ami gyakorlatilag kiterjedt a teljes cikta juhállományra.

Eredmények és értékelésük

Az 1. táblázat mutatja a haplotípusok eloszlását az aktuális évekből (2013-2015), ahol a leggyakoribb (74,93%) az ARQ haplotípus, azt köve-ti az ARR (14,19%) és az AHQ (10,70%). Az ARH és VRQ haplotípusok előfordulása elhanyagolható. A jelenlegi analízisben, akár-csak a korábbiiban az ARR legrezisztensebb haplotípus a kívánatosnál jóval alacsonyabb előfordulási értékeket mutat. A χ^2 -teszt nem ad szignifikáns különbséget ($p=0,519$) a haplotípusok jelenlegi és korábbi gyakoriságai között. Meg kell azonban említeni, hogy a korábbi vizsgálatban (Fésüs és

mtsai, 2004 és 2008) hiányoztak az ARH és VRQ haplotípusok.

1. táblázat: A cikta juh prion haplo- és –genotípus gyakoriságai, valamint surlókór rizikó csoportok megoszlása

Csoportok	2004 %	2013-15 %
Haplotípusok: $\chi^2=3,235$; $df=4$; $p=0,519$	(n=138)	(n=2290)
ARR	20,29	14,19
AHQ	9,42	10,70
ARH	0,00	0,13
ARQ	70,29	74,93
VRQ	0,00	0,04
Genotípusok: $\chi^2=12,564$; $df=7$; $p=0,083$	(n=69)	(n=1145)
ARR/ARR	1,45	2,45
ARR/AHQ	4,35	2,79
ARR/ARH	-	-
ARR/ARQ	33,33	20,70
AHQ/AHQ	0,00	1,31
AHQ/ARH	-	-
AHQ/ARQ	14,49	15,98
ARH/ARH	-	-
ARH/ARQ	0,00	0,26
ARQ/ARQ	46,38	56,42
ARR/VRQ	-	-
AHQ/VRQ	-	-
ARH/VRQ	-	-
ARQ/VRQ	0,00	0,09
VRQ/VRQ	-	-
Rizikó csoportok: $\chi^2=8,846$; $df=4$; $p=0,031$	(n=69)	(n=1145)
R1	1,45	2,45
R2	37,68	23,49
R3	60,87	73,97
R4	0,00	0,00
R5	0,00	0,09

Table 1. Frequencies of prion haplo- and genotypes, and risk groups as well in Cikta sheep

A lehetséges 15-ből csak nyolc prion genotípus volt kimutatható. A leggyakoribb genotípusok a kevésbé kedvező ARQ-hordozó genotípusok voltak, amelyek az ARQ haplotípus legmagasabb frekvenciájából adódik. Ezeket követik a kedvezőbb ARR- és AHQ-hordozó genotípusok. A legérzékenyebb homozigóta VRQ/VRQ nem fordult elő. A genotípusok tekintetében az eltérő időben értékelt populációk között nem voltak szignifikáns különbségek ($p=0,083$), annak ellenére, hogy a legkevésbé kedvező genotípus 10%-kal nőtt. A χ^2 -teszt bizonyította, hogy a cikta juh jelenlegi populációja teljes Hardy-Weinberg genetikai egyensúlyban

van ($\text{Chi}^2 = 0,269$, $\text{df} = 14$, $P=1,000$, a várt frekvenciák itt nincsenek bemutatva).

A kockázati csoportok az 1. táblázat alsó részében találhatóak. A legfontosabb megjegyezni, hogy az R4 hiányzik, és az R5-öt csak egy juh képviseli. Az ARQ magas frekvenciája miatt az R3 csaknem 74%-kal van jelen, és tenyésztésre leginkább alkalmas egyedek rizikó csoportja (R1) csak körülbelül 2,5%-a a teljes állománynak. A két értékelés között statisztikailag bizonyított ($p=0,031$), hogy a cikta juh a kockázati besorolás szempontjából változott; az R1 létszám növekedése mellett inkább az R3 létszám növekedése a figyelemreméltó.

Következtetések és javaslatok

Nagyszámú minta jelenlegi feldolgozása megerősítette a korábbi eredményt, miszerint a cikta juhállomány genetikai ellenálló képessége a sűrűlőkór fertőzéssel szemben alacsonynak tekinthető. Meg kell jegyezni, hogy a cikta juh ARR haplotípusának aránya sem javult. Ennek lehetséges magyarázata az, hogy a kiválasztás a tenyészkosok esetében volt mérvadó, illetve, hogy a 10 esztendő viszonylag kevés idő lehet átütőbb változás eléréséhez.

Mivel Magyarországon sűrűlőkórt az elmúlt 10 évben nem diagnosztizáltak a kérődző fajok egyikében sem, így a sűrűlőkór kockázatának becslése különösen a külterjesen tartott legelő állatokra nézve meglehetősen bizonytalan.

Mindemellett, a fogékony állatokat (VRQ alléllal) ki kell zárni a tenyésztésből, és lehetőség szerint R1-es és R2-es kosokat felhasználni apaállatként. A még mindig gyakori ARQ haplotípust és a 3. kockázati csoportot fajta specifikusnak kell tekintenünk. Tenyésztésük megengedett, és genetikai anyaguk összességét tekintve a fajta sokszínűségének megőrzésére szolgálnak.

Baylis és munkatársai (2004) erősen feltételezik, hogy a homozigóta ARQ/ARQ genotípusú egyedek sűrűlőkór kockázata nagyobb, mint másik két, VRQ-hordozó genotípus (ARR/VRQ és AHQ/VRQ) esetében (noha egyikben sem tudták vélelmüket statisztikailag igazolni). Ugyanakkor, megnyugtató az a tény, hogy az ARQ/ARQ genotípusban sokkal kisebb a sűrűlőkór kockázata, mint az ARQ/VRQ vagy VRQ/VRQ genotípusban. Utóbbi vezethetett szigorúbb kiválasztási szempontokhoz a cseh sűrűlőkór mentesítési programban, amelyben már csak az ARQ-hordozó genotípusú kosok használatát engedélyezik (a homozigóta ARQ/ARQ kosokat nem; *Stepanek and Horin*, 2017).

A jövőben is cél, hogy elkerüljük a sűrűlőkór megjelenését a VRQ haplotípust nem hordozó kosok használatának növelése, illetőleg a VRQ-hordozó egyedeket kiszűrése. A VRQ-tól mentes cikta juh populáció nagymértékben ellenállna a sűrűlőkórnak, amely időnként megfertőzheti. Az AHQ, ARH és ARQ allélok hosszú ideig maradhatnak a tenyésztésben.

A mentesítési programnak köszönhetően a sűrűlőkór rezisztens juhok aránya világszerte megnőtt (főként intenzív fajtákban, *Drögemüller és mtsai*, 2001), amit az ARR haplotípus gyakoriságának általános növekedése is bizonyít. Ugyanakkor, még rosszabb és nem kielégítő eredményeket is tapasztalhatunk, mint a ciktaé. Például *Cameron és munkatársai* (2014) felfedték, hogy a kanadai arcott fajtában magasabb volt a fogékony juhok aránya és a VRQ allél gyakorisága (15% VRQ egy 183 egyedből álló populációban), és a hátrányos R4 és R5 csoport részesedése (mind-kettő 10%-nál gyakoribb).

Másfelől, a szelekció során a termelés és a genetikai sokféleség fenntartását is figyelembe kell venni. *Nagy és munkatársai* (2009) megállapították, hogy az ARR haplotípust hordozó húshasznú juhok gyengébb gyarapodásúak voltak az ARR haplotípust nem hordozó társaiknál.

Álvarez és munkatársai (2007 és 2009) arra a következtetésre jutottak, hogy a fajtamegőrzési program megkezdése előtt az ARR-hordozó egyedeket előnybe kell részesíteni, viszont nem szabad minden surlókór genotípusában kedvezőtlen (R4 és R5) egyedről sem azonnal megválni a veszélyeztetett fajták genetikai diverzitásának csökkenésének elkerülése céljából.

Ezek érvek az integrált mentesítési programok folytatásához, mint például a Magyarországon alkalmazott Nemzeti Surlókór Terv, amely több tulajdonság együttes figyelembe vételével dönthet a veszélyeztetett fajták továbbtenyésztésében.

További célkitűzés lehet a prion genotípusok összehasonlítása más őshonos magyar fajtákkal és más Zaupelschaf rokonokkal, amelyekben az ARQ haplotípus hasonlóan magas (*Brem és mtsai*, 1982; *Feldmann és mtsai*, 2005).

Köszönetnyilvánítás

A szerzők szeretnék köszönetüket kifejezni, mert a vizsgálatok az MVH „Genetikai erőforrások megőrzése intézkedés keretében a védett őshonos és veszélyeztetett mezőgazdasági állatfajták megőrzése (1547262485)” c. pályázat támogatásával valósultak meg.

Irodalomjegyzék

- Adlung, R.* (1912): Die Schafhaltung in Württemberg. Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung (Berlin) 450-453.
- Agrobiogen* (2016): Scrapie Resistenz. Agrobiogen GmbH Biotechnologie. URL: <http://www.agrobiogen.de>. Accessed: 25 March 2016
- Áldásy P., Süveges T.* (1964): A juhok surlókórjának hazai előfordulása. Magyar Állatorvosok Lapja 19. 463-465
- Álvarez, I., és mtsai* (2007): Genetic diversity loss due to selection for scrapie resistance in the rare Spanish Xalda sheep breed. Livest Sci., 111. 204-212.
- Álvarez, I., és mtsai* (2009): Quantifying diversity losses due to selection for scrapie resistance in three endangered Spanish sheep breeds using microsatellite information. Prev Vet Med., 91. 172-178.
- Baylis, M., és mtsai* (2004): Risk of scrapie in British sheep of different prion protein genotype. J Gen Virol, 85. 2735-2470.
- Bohm, J.* (1878): Die Schafzucht nach ihrem jetzigen rationellen Standpunkt. 2er Teil: Die Züchtung des Schafes. Verlag von Wiegandt, Hempel & Baren, Berlin
- Bostedt, H., Dedié, K.* (1996): Infektionsbedingte Erkrankungen des Gesamtorganismus. Viruskrankheiten. Traberkrankheit. In: Bostedt H, Dedié K (eds) Schaf- und Ziegenkrankheiten Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, pp. 73-75
- Brem, G., Graf, F., Kräußlich, H.* (1982): Möglichkeiten der Anlage von Genreserven - genetische Probleme und Kosten. Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch, München, Bodenkultur, 59. 380-383
- Cameron, C., és mtsai* (2014): Prion protein genotypes of sheep as determined from 3343 samples submitted from Ontario and other provinces of Canada from 2005 to 2012. Can J Vet Res, 78. 260-266
- Dexler, H.* (1931): Traberkrankheit. In: Stang V, Wirth D (eds) Tierheilkunde und Tierzucht. Eine

- Enzyklopädie der praktischen Nutztierkunde. Urban & Schwarzenberg, Berlin, Wien, p. 807
- Drögemüller, C., Leeb, T., Distl, O.* (2001): PrP genotype frequencies in German breeding sheep and the potential to breed for resistance to scrapie. *Vet Rec*, 149. 349-352
- EC* (2001): Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council of 22 May 2001 laying down rules for the prevention, control and eradication of certain transmissible spongiform encephalopathies
- Feldmann, A., Bietzker, U., Mendel, C.* (2005): Schafrassen in den Alpen. Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen, Witzenhausen, Deutschland
- Fésüs, L., Zsolnai, A., Horogh, G., Anton I.* (2004): A juhok surlókórja 2. Prion genotípus gyakoriságok hazai őshonos állományainkban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 126. 670-675.
- Fésüs, L., Zsolnai, A., Anton, I., Sáfár, L.* (2008): Breeding for scrapie resistance in Hungarian sheep population. *Acta Vet Hung*, 56. 173-180.
- Foster, J., Hunter, N.* (1998): Transmissible spongiform encephalopathies: transmission, mechanism of disease, and persistence. *Curr Opin Microbiol*, 1. 442-447.
- Kang, H.E., Mo, Y., Abd Rahim, R., Lee, H.M., Ryou, C.* (2017): Prion Diagnosis: Application of Real-Time Quaking-Induced Conversion. Review Article. *Biomed Res Int*, Article ID 5413936, 8 pages
- Korth, J.C.E.D.* (1825): Das Schaf und die Schafzucht in allen ihren Zweigen. Paulische Buchhandlung, Berlin
- Nagy, B., és mtsai* (2009): Association between PrP genotypes and selected growth traits of Hungarian Merino and German Mutton Merino rams. *Archives of Animal Breeding*, 52. 613-617.
- Rabenau, H.F.* (2009): Teil III. Spezielle Mikrobiologische Diagnostik, 2 Prionen: 28 Diagnostik prionbedingter Erkrankungen, TSE-Erreger, Übertragungswege bei Tieren. In: Neumeister B, Geiss HK, Braun RW, Kimmig P (eds) *Mikrobiologische Diagnostik – Bakteriologie – Mykologie – Virologie – Parasitologie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, pp. 635-639
- Selbitz, H.J., Bisping, W.* (1995): Tierseuchen und Zoonosen: alte und neue Herausforderungen, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart
- Stepanek, O., Horin, P.* (2017): Genetic diversity of the prion protein gene (PRNP) coding sequence in Czech sheep and evaluation of the national breeding programme for resistance to scrapie in the Czech Republic. *J Appl Genetics*, 58. 111–121

DIGESTIBILITY AND PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS FED DIETS WITH HUMIC SUBSTANCES

Marcin Andrej, Nad' Pavel, Bujňák Lukáš, Skalická Magdaléna

University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice,
Department of Nutrition and Animal Breeding
041 81 Košice (SK), Komenského 73
andrej.marcin@uvlf.sk

Received – Érkezett: 15. 11. 2019.
Accepted – Elfogadva: 19.10.2020.

Abstract

The objective of the study was to investigate the effects of dietary intake of humic substances (HS) on the ileal digestibility of dry matter (DM) and crude protein (CP). One-day-old broiler chickens (Cobb 500, n=120, average weight 50 g) were divided at random into 4 equal groups (A, B, C / negative control). Chickens were fed with mixtures with the content of CP - BR1 230.20, BR2 222.20, BR3 209.40 g.kg⁻¹ DM for 37 days. The applied additives HN/HNM (Humac Ltd., Slovak Republic) contained humic acids (HA) min. 650/570 and fulvic acids (FA) min. 50/50 g.kg⁻¹. The humic substances were added into diets of experimental groups according to the content of HA/FA in the feed additives A 4.55/0.35, B 3.99/0.35, C 2.85/0.25 g.kg⁻¹. The body weights (BW) and feed consumption were assessed once a week. The average daily weight gains (ADWG), average daily feed intake (ADFI) and the feed conversion ratio (FCR) were calculated. The ileal chymus, sampled from 48 birds after slaughter, was used for the quantification of DM, CP, ash and ash insoluble in HCl on day 37. The production parameters of chickens were from day 1 – 37 as follows. The average finishing body weights were A 2506.67 ± 160.47, B 2490.25 ± 166.39, C 2377.75 ± 133.19 and control 2319.42 ± 92.55 g. The average weight gains achieved the values A 66.39 ± 16.85, B 65.95 ± 17.77, C 62.91 ± 18.06 and control 61.34 ± 17.31 g.day⁻¹. The average daily feed intakes were A 108.97 ± 50.11, B 116.91 ± 55.35, C 108.85 ± 51.44 and control 106.83 ± 46.97 g.day⁻¹ from day 1 – 37. The addition of humic substances caused the increase of ileal digestibility in B group compared to control: DM 38.32 ± 0.18 / 30.94 ± 2.41% (p < 0.05) and CP 40.39 ± 0.05 / 34.29 ± 0.26% (p < 0.05). The dietary intake of feed additives containing HS seems to have a positive effect on finishing BW and the ileal digestibility of DM and CP in the case of the minimal inclusion level of HA/FA 3.99/0.35 g.kg⁻¹.

Keywords: gut of poultry, humates, dry matter, crude protein, ileum

Introduction

The feed additives with the antimicrobial characteristics were used for the improvement of production parameters of livestock and poultry (*Dibner and Buttin, 2002*). The antibiotic growth promoters were banned in the EU with the Regulation 1831/2003 (*Castanon, 2007*) because of the negative residual effects of animal products used in human nutrition on health and the increased bacterial resistance.

The alternative growth promoters to antimicrobials which are used nowadays are organic acids (*Ur Rehman et al., 2016*), plant extracts (*Abd El-Hack and Alagawany, 2015; Dhama et al., 2015*), probiotics and prebiotics (*Alagawany et al., 2018*) and enzymes (*Griggs and Jacob, 2005*). As far as the essential oils are concerned, these are important as growth promoters of poultry (*Levkut et al., 2010, 2011*).

The additional feed additives with a positive effect on the production parameters of animals are could be the humic substances (HS) too. The enhancement of growth ability of animal depends on the sources of humic acids (HA) and fulvic acids (FA) present in HS. According to already published results, the improvements were observed in the case of production of broiler chickens in various parameters such as body weight, feed conversion, the retention of ashes, nitrogen, and energy as well as reduced crypt depth and increased length of the villi of the jejunal mucosa (*Gomez-Rosales and Angeles, 2015; Arif, M. et al., 2019*).

According to the International Humic Substances Society (2007), HS are major components of the natural organic matter (NOM) in soil, water and in geological organic deposits such as lake sediments, peats, brown coals and shales. These are responsible for the characteristic brown colour of decaying plant debris and contribute to the brown or black colour in surface soils. As for formation, HS are complex and heterogeneous mixtures of polydispersed materials created by biochemical and chemical reactions during the decay and transformation of plant and microbial remains in the process called humification. The important components of this process are plant lignin, its transformation products, polysaccharides, melanin, cutin, proteins, lipids, nucleic acids and fine char particles. HS in soils and sediments are divided into following fractions: HA, FA and humin. The strong base (NaOH or KOH) are used for the extraction of HA and FA from the soil and other solid phase sources. Because of the insolubility of HA at low pH, they are precipitated by adding strong acid.

According to the results of *Marcin et al. (2020)*, the addition of HS combined with urea had a positive effect on the amylolytic and cellulolytic activities in the rumen fluid of sheep. Higher activities of digestive enzymes (amylase, lipase, protease) were observed after feeding of broiler chickens with FA (*Mao, Y., 2019*). It is in agreement with the length of the mucosal villi of the jejunum and the increased gut length due to dietary inclusions of HS into broiler feed (*Vašková et al., 2018; Taklimi et al., 2012*).

The scientific hypothesis for the performed experiment was based on the positive effects of HS on the enzymatic activities in the gastrointestinal apparatus which have potential to improve digestion of proteins, starch and cellulose in the gut of poultry.

Therefore, the study aimed to investigate the effects of dietary intake of a preparation containing HS on the basic production parameters and the ileal digestibility of the dry matter (DM) and the crude protein (CP) of broiler chickens.

Materials and methods

Chickens and diets

One hundred and twenty one-day-old broiler chickens of hybrid COBB 500 (Mach Drubež, a.s., Litomyšl, Czech Republic) (average weight 50 g), were delivered from a commercial hatchery. Birds were divided into 4 groups of 30 animals (A, B, C / negative control). They were housed in four-floor pens located in one experimental hall of the University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice (Slovak Republic) with constant access to feed and water. The pens were identical concerning the same direction and the same area (0.12 m² per broiler chicken).

All groups were fed with mash diets (Agrocass plus, Ltd., Slovak Republic) with CP content: BR1 – 230.20, BR2 – 222.20, BR3 – 209.40 g.kg⁻¹ DM) for 37 days. The methionine was used as the first limiting amino acid. The diets were prepared and formulated without antibiotics and growth promoters. The anticoccidial agents were added into the starter and grower feed mixtures. The calculations of diets were performed according to the nutrient requirements and nutrient value of feeds for poultry (Kočič et al., 1994).

HS (Humac Ltd., Slovak Republic) were added into feeds of three experimental groups of chickens - Humac natur (HN) for A and Humac natur monogastric (HNM) for B and C group. These additives were absent in the feeds for the control group. The characteristics of the applied preparations HN/HNM were the following: the size of particles up to 100 μm, max. moisture 15%, the content of humic acids (HA) min. 650/570, fulvic acids (FA) min. 50/50 g.kg⁻¹, macroelements Ca 42.28/51.1, Mg 5.11/4.86, Fe 19.05/18.09 g.kg⁻¹ and microelements Cu 15/14.25, Zn 37/35.15, Mn 142/135, Co 1.24/1.18, Se 1.67/1.59 as well as Mo 2.7/2.57, V 42.1/40 mg.kg⁻¹ DM. The inclusion level of the additives in the diets of experimental groups was measured according to the content of HA/FA in the feed additives: A 4.55/0.35, B 3.99/0.35, C 2.85/0.25 g.kg⁻¹. The body weights (BW) of chickens and the feed consumption were evaluated once a week. The average daily weight gains (ADWG), the average daily feed intake (ADFI) and feed conversion ratio (FCR) were calculated.

Feed analysis

The samples of diets were analysed (Table 1) according to the official methods of the Association of Official Analytical Chemists (Cunniff, 1995). There were performed the analyses of DM, CP, crude fat, starch and ash. The fibre was determined with the method by Van Soest et al. (1991). The mineral composition of the feed was analysed by atomic absorption spectrophotometry (AAS) (Van Loon, 1980). The quantitative determination of phosphorus was performed spectrophotometrically (Carvalho et al. 1998). The insoluble portion of ash in HCl was determined in the feed mixture as the residue of ash, after dissolving ash in diluted hydrochloric acid by weighing (Daněk et al. 2005). The metabolisable energy value of diets was calculated with the formula from the Commission Regulation (EC) No 152/2009 (European commission, 2009) according to the method of calculation and expression of energy value.

Check of digestibility

The ileal digestibility was checked after the slaughter of 48 birds on day 37. The samples of ileal chymus from each slaughtered chicken were applied into sterile glass containers. Subsequently, each 30 g sample was pooled from the ileal chymus of two chickens. Therefore the resulting total number of analysed samples was 24. The quantifications of DM, CP, ash and ash insoluble in HCl were performed by the above-mentioned methods.

The ileal digestibility was calculated according to the method of *Kadim and Moughan* (1997). The content of the insoluble portion of ash was used as the indicator. The digestibility was determined by calculating the analysed content of nutrients in feed and ileal chymus according to the formula:

$$\text{Nutrient digestibility (\%)} = \frac{\text{nutrient content in diet/indicator in diet} - \text{nutrient output in ileum/indicator in ileum}}{\text{nutrient content in diet/indicator in diet}} * 100$$

Table 1: Composition of the experimental diets

Analysed nutrients (g.kg ⁻¹)	Diets		
	BR1	BR2	BR3
Dry mater	100.00	100.00	100.00
Crude protein	230,20	222.20	209.40
Crude fat	31.30	83.80	67.70
ND fibre	112.60	122.10	128.80
AD fibre	54.60	62.50	68.10
Ash	57.30	60.60	52.10
Ash insoluble in HCl	2.10	1.80	2.40
Starch	485.60	446.80	448.60
Calcium	4.93	6.00	7.41
Phosphorus	5.73	7.93	5.13
Sodium	2.98	1.93	1.60
Magnesium	2.86	3.06	3.11
Potassium	9.03	8.83	8.49
Copper	0.0275	0.0578	0.0594
Zinc	0.0229	0.0294	0.1336
Manganese	0.0789	0.1472	0.1437
Metabolizable energy (MJ.kg ⁻¹)*	13.27	14.30	13.58

*Calculation based on Commission Regulation (EC) 152/2009

Ingredients in diets	
BR1 / BR2 / BR3	maize, wheat, soybean meal GMO, vegetable oil, limestone, amino acids and their salts, monocalcium phosphate, mineral-vitamin premix
BR1	the dried derivative of pig blood
BR2 / BR3	sunflower extracted meal, salt

Statistical analysis

The data are expressed as means ± standard deviation (SD) of single values (IBM SPSS Statistics, Version 24). Means of the results from the treatments were compared by one-way analysis of variance. Treatment means were statistically compared by Tukey-Kramer multiple comparison test. Significance was declared at $P < 0.05$.

Results and discussion

The considerable interest has been in the use of HS as a feed additive to enhance performance and nutrient digestibility of poultry (Domínguez-Negrete et al., 2019).

The present results indicate that the dietary intake of HS is effective in the enhancement of the performance of broilers. The values of BW and ADWG are shown in Table 2. ADWG was improved by the higher amount of the added HS 0.7% into feed, or the inclusion level of HA/FA in the feed additives A 4.55/0.35 and B 3.99/0.35 by 7.61% in A and by 6.99% in B groups compared to control at day 1 – 37. In the case of individual BW, there were observed the only one significant decrease on day 7 when this parameter was lower in A group by 9.7 g ($p < 0.05$) in comparison to the negative control. The finishing BW was higher in A or B groups compared to control by 187.25 and 170.83 g, respectively.

Table 2: Impact of feeding of humic substances on the growth parameters of broiler chickens

Group	BW (g)							ADWG (g.day ⁻¹)
	d 1	d 7	d 14	d 21	d 28	d 35	d 37	d 1 – d 37
A	50.0 ^a ± 3.75	182.07 ^b ± 4.66	488.97 ^a ± 65.44	963.07 ^a ± 120.89	1571.48 ^a ± 280.39	2311.92 ^a ± 367.72	2506.67 ^b ± 160.47	66.39 ^a ± 16.85
B	50.0 ^a ± 2.65	188.82 ^{ab} ± 5.85	512.75 ^a ± 67.64	986.37 ^a ± 116.20	1636.63 ^a ± 210.66	2326.56 ^a ± 292.20	2490.25 ^b ± 166.39	65.95 ^a ± 17.77
C	50.0 ^a ± 3.35	192.27 ^{ab} ± 7.18	521.5 ^a ± 45.87	989.33 ^a ± 102.5	1585.17 ^a ± 286.5	2281.93 ^a ± 326.51	2377.75 ^{ab} ± 133.19	62.91 ^a ± 18.06
Control	50.0 ^a ± 4.15	191.73 ^a ± 8.41	514.86 ^a ± 54.30	985.57 ^a ± 100.03	1633.0 ^a ± 193.26	2291.79 ^a ± 320.88	2319.42 ^a ± 92.55	61.34 ^a ± 17.31

Means with different superscript letters differ significantly ^{a, b} $P < 0.05$ (mean ± SD), BW – body weight, ADWG – average daily weight gain, d – day

The similar improvement of weight gains was observed by Arif et al. (2016). They determined the increase of this parameter of broilers fed HA at 2.25 g.kg⁻¹ diet as a result of the improved feed conversion. Their dosage of HA was approximately one half compared to our inclusion levels. On the other hand, the statistical insignificance of ADWG could be partially supported by the findings of

Karaoğlu et al. (2004). They observed that supplementation of HS and HA in the diet of broiler chickens did not influence the body weight gains.

ADFI and FCR are presented in *Table 3*. There were not observed significant differences in FCR during the experiment. The improvement of ADFI was evaluated in the experimental groups: A and C on day 7 (by 0.6% and 4.02%), B on day 14 and 21 (by 4.39% and 5.39%), A and B on day 28 (by 4.26% and 7.59%), A, B and C on day 35 (by 6.64%, 17.13% and 12.22%) as well as in B and C on day 37 (by 5.38% and 2.10%).

The positive results of feed utilization are in coincidence with the partial improvement of nutrient digestibility and the protection of commensal gut microflora caused by HS (*Windisch et al.*, 2008). However, gut health is a very important factor in the utilization and conversion of nutrients of growing chickens (*Islam et al.*, 2008).

Table 3: Impact of feeding of humic substances on the feed consumption and conversion of broiler chickens

Group	ADFI (g.day ⁻¹ .chicken ⁻¹)						FCR (kg.kg ⁻¹)
	d 7	d 14	d 21	d 28	d 35	d 37	d 1 – d 37
A	28.11	60.39	105.82	147.09	167.20	145.18	1.65 ^a ± 0.29
B	27.29	66.54	112.17	152.38	188.36	154.71	1.64 ^a ± 0.19
C	29.11	60.42	100.95	135.24	177.83	149.52	1.53 ^a ± 0.26
Control	27.94	63.62	106.12	140.82	156.10	146.38	1.51 ^a ± 0.17

Means with different superscript letters differ significantly ^{a, b} P < 0.05 (mean ± SD), ADFI – average daily feed intake, FCR – feed conversion ratio, d – day

The addition of HS had a positive effect on the increase of ileal digestibility of DM or CP at the inclusion level of HA/FA into diets at minimum 3.99/0.35 g.kg⁻¹ feed (*Table 4*) on day 37. As for DM digestibility, there was observed the higher value in the B group compared to control by 7.38%. The significant difference was observed between groups B and C by 14.66% (P < 0.05).

Similarly, in the case of the CP digestibility, the higher value was determined in the B group compared to control by 6.1% and the significant difference was observed between groups B and C (P < 0.05) by 7.60% too. The digestibility of nutrients present in the chymus depends on the enzymatic activities in the small intestine which could be positively influenced by HS.

This statement can be confirmed by the observation of *Terry et al.* (2018) when HS had a positive effect on the apparent total tract digestibility. HS are can improve the digestibility of energy in the ileum which is dose-dependent but on the contrary, the ileal digestibility of N was not affected (*Gomez-Rosales and Angeles*, 2015).

Table 4: Ileal digestibility of DM and CP analysed in ileal chymus after intake of HS sampled from 48 broiler chickens on 37 day (samples were pooled to n = 6, mean ± SD)

Group	DM (%)	CP (%)
A	33.27 ^{ab} ± 5.26	37.99 ^{ab} ± 1.42
B	38.32 ^a ± 0.18	40.39 ^a ± 0.05
C	23.66 ^b ± 0.56	32.79 ^b ± 0.66
Control	30.94 ^{ab} ± 2.41	34.29 ^b ± 0.26

Means with different superscript letters differed significantly: ^{a,b} P < 0.05, DM – dry matter, CP – crude protein, HS – humic substances

Conclusion

The dietary intake of HS seems to have a positive effect on the ileal digestibility at the inclusion level HA/FA at minimum 3.99/0.35 g.kg⁻¹. There were observed the increased digestibility of DM by 7.38% (p < 0.05) and CP by 6.1% (p < 0.05) compared to negative control. The finishing individual BW of experimental groups were positively influenced in A by 187.25 (p < 0.05) and in B groups by 170.83 g (p < 0.05).

Acknowledgement

This study was supported by the grant from the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education of the Slovak Republic for the project VEGA-1/0402/20 - Effect of additives in the nutrition of monogastric animals on production health, production parameters, products quality and environment.

References

- Abd El-Hack, M.E., Alagawany, M.* (2015): Performance, egg quality, blood profile, immune function, and antioxidant enzyme activities in laying hens fed diets with thyme powder. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 24. 127-133.
- Alagawany, M., Abd El-Hack, M.E., Farag, M.R., Sachan, S., Karthik, K., Khama, K.* (2018): The use of probiotics as eco-friendly alternatives for antibiotics in poultry nutrition. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25. 10611-10618.
- Arif, M., Rehman, A., Saeed, M., Abd El-Hack, M.E., Arain, M.A., Haseebarsad, M., Zakria, H.M., Abbasi, I.H.* (2016): Impacts of dietary humic acid supplementation on growth performance, some blood metabolites and carcass traits of broiler chicks. *Indian Journal of Animal Sciences*, 86. 1073-1078.
- Arif, M., Alagawany, M., Abd El-Hack, M.E., Saeed, M., Arain, M.A., Elnesr, S.S.* (2019): Humic Acid as a Feed Additive in Poultry Diets: A Review. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 20. 167–172.
- Carvalho, L. H. M., De Koe, T., Tavares, P. B.* (1998): An improved molybdenum blue method for simultaneous determination of inorganic phosphate and arsenate. *Ecotoxicology and*

- Environmental Restoration, 1. 13–19.
- Castanon, J.I.R. (2007): History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, 86. 2466–2471.
- Cunniff, P. (1995): *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 16th edn., AOAC International, Arlington, Va, USA.
- Daněk, P., Paseka, A., Smola, J., Ondráček, J., Bečková, R., Rozkot, M., (2005): Influence of lecithin emulsifier on the utilisation of nutrients and growth of piglets after weaning. *Czech Journal of Animal Science*, 50. 459–465.
- Dhama, K., Latheef, S.K., Mani, S., Abdul Samad, H., Karthik, K., Tiwari, R., Khan, R.U., Alagawany, M., Mayada, R.F., Alam, G.M., Laudadio, V., Tufarelli, V. (2015); Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production. A review. *International Journal of Pharmacology*, 11. 152-176.
- Dibner, J.J., Buttin, P. (2002): Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *Journal of Applied Poultry Research*, 11. 453-463.
- Domínguez-Negrete, A., Gómez-Rosales, S., a de Lourdes Angeles, M., Humberto López-Hernández, L., Cesaria Reis-de Souza, T., López-García, Y., Zavala-Franco, A., Téllez-Isaias, G. (2019): Effect of the addition of humic substances as growth promoter in broiler chickens under two Feeding Regimens. *Animals*, 9. 1101
- European Commission (2009): Commission Regulation (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed. *Official Journal of European Union*., 54. 1–130.
- Griggs, J.P., Jacob, J.P. (2005): Alternatives to antibiotics for organic poultry production. *Journal of Applied Poultry Research*, 14. 750-756.
- Gomez-Rosales, S., Angeles, M.D. (2015): Addition of a worm leachate as source of humic substances in the drinking water of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28. 215-222.
- International Humic Substances Society (IHSS) (2007): What are humic substances ? Newsletter, IHSS, Number 38. 2.
http://humic-substances.org/wp-content/uploads/NL_38_2007.pdf
- Islam, K., Schuhmacher, A., Aupperle, H., Gropp, J. (2008): Fumaric acid in broiler nutrition: a dose titration study and safety aspects. *International Journal of Poultry Science*, 7. 903-907.
- Kadim, I.T., Moughan, P.J. (1997): Development of an ileal amino acid digestibility assay for the growing chicken – effects of time after feeding and site of sampling. *British Poultry Science*, 38, 89-95. 1997.
- Karaoğlu, M., Macit, M., Esenbuğa, N., Durdağ, H., Bilgin, Ö.C. (2004): Effect of dietary humate on performance, slaughter, carcass and meat quality parameters of broilers. *International Journal of Poultry Science*, 6. 406-410.
- Carvalho, L. H. M., De Koe, T., Tavares, P. B. (1998): An improved molybdenum blue method for simultaneous determination of inorganic phosphate and arsenate. *Ecotoxicology and Environmental Restoration*, 1. 13–19.
- Kočí, Š., Kočiová, Z., Zelenka, J., Zeman, L. (1994): *The nutrient requirements and nutrient value of feeds for poultry*. Ed.1, Nitra: Research institute of animal production, 46 pp. ISBN 80-967057-3-3.
- Levkut, M., Marcin, A., Lenhardt, L., Porvaz, P., Revajová, V., Šoltysová, B., Blanár, J., Ševčíková, Z., Pistl, J. (2010): Effect of Sage Extract on Alkaline Phosphatase, Enterocyte Proliferative Activity and Growth Performance in Chickens. *Acta Veterinaria Brno*, 79. 177 – 183.

- Levkut, M., Marcin, A., Revajová, V., Lenhardt, L., Danielovič, I., Hecl, J., Blanár, J., Levkutová, M., Pistl, J. (2011): Influence of oregano extract on the intestine, some plasma parameters and growth performance in Dickens. *Acta Veterinaria (Beograd)*, 61. 215-225.
- Mao, Y. (2019): Modulation of the Growth Performance, Meat Composition, Oxidative Status, and Immunity of Broilers by Dietary Fulvic Acids. *Poultry Science*, 10. 4509–4513.
- Marcin, A., Bujňák, L., Mihok, T., Nad', P. (2020): Effects of humic substances with urea on protozoal population and fermentation in the rumen of sheep. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 23. 60-69.
- Taklimi, S.M.S.M., Ghahri, H., Isakan, M.A. (2012): Influence of different levels of humic acid and esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. *Agricultural Sciences*, 3. 663-668.
- Terry, S.A., de Oliveira Ribeiro, G., Gruninger, R.J., Hunerberg, M., Ping, S., Chaves, A.V., Bulet, J., Beauchemin, K.A., McAllister, T.A. (2018): Effect of humic substances on rumen fermentation, nutrient digestibility, methane emissions and rumen microbiota in beef heifers. *Journal of Animal Sciences*, 96. 3863-3877.
- Ur Rehman, Z., Haq, A.U., Akram, N., Abd El-Hack, M.E., Saeed, M., Ur Rehman, S., Meng, C., Alagawany, M., Sayab, M., Dhama, K., Ding, C. (2016). Growth performance, intestinal histomorphology, blood hematology and serum metabolites of broilers chickens fed diet supplemented with graded levels of acetic acid. *International Journal of Pharmacology*, 12. 874-883.
- Van Loon, J. C., (1980): *Analytical Atomic Absorption Spectroscopy, Selected methods*. Academic press, New York, 337 pp.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A., (1991): Methods for dietary fiber, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74. 3583–3597.
- Vaskova, J., Patlevič, P., Žatko, D., Marcinčák, S., Vaško, L., Krempaská, K., Nagy, J. (2018): Effects of Humic Acids on Poultry Under Stress Conditions. *Slovenian Veterinary Research*, 55. 245–253.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A. (2008): Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86. E140-E148.

MÉLYHÚTOTT CSUKA (*ESOX LUCIUS*) SPERMÁBÓL SZÁRMAZÓ LÁRVÁK KÜLÖNBÖZŐ NÖVEKEDÉSI ÉS MORFOLÓGIAI PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA RÖVIDTÁVÚ LÁRVANEVELÉS SORÁN

Molnár József¹, Várkonyi Levente¹, Füzes-Solymosi Enikő², Birkó-Sulyok Zita
Katalin¹, Izsák Tibor¹, Láng Levente Zete¹, Csenki-Bakos Zsolt¹, Staszny Ádám¹,
Urbányi Béla¹, Bernáth Gergely¹, Bokor Zoltán¹

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Természeti Erőforrások
Megőrzése Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

²Szegedfish Kft., 6728 Szeged, Nádvasút út 2.
molnar.jozsef@szie.hu

Received – Érkezett: 12. 11. 2019.
Accepted – Elfogadva: 23.11.2020.

Összefoglalás

Kísérletünkben csukaszaporítást végeztünk friss és három különböző módszerrel fagyasztott sperma [(polisztirol dobozban (p. doboz) 5 ml-es műszalma, valamint programozható fagyasztó berendezésben (CRF) 5 ml-es műszalma és 10 ml-es kriocső)] alkalmazásával. Keltetést követően közvetlen kelés után (kikelt), a nem táplálkozó lárvaszakasz végén és 5. napos táplálkozó lárvaszakaszban vizsgáltuk a lárvákat különböző fejlődési és növekedési paraméterek alapján. A testtömeg adatok elemzése során a kikelt p. doboz 5 ml ($8,45 \pm 0,89$ mg) és 10 ml-es kriocső $8,39 \pm 1,49$ mg csoportja szignifikánsan magasabb értéket mutatott a kontroll ($8,11 \pm 1,26$ mg) és CRF 5 ml ($7,87 \pm 0,85$ mg) csoportnál. A testhossz adatok vizsgálata során a kikelt lárvastádiumban a kontroll ($8,22 \pm 0,86$ mm) és a p. doboz 5 ml ($8,37 \pm 0,68$ mm) csoportok szignifikánsan eltértek a CRF 5 ml ($8,49 \pm 0,67$ mm), valamint a kriocső ($8,54 \pm 0,66$ mm) csoporttól. Az 5 napos táplálkozó lárvastádiumban a testtömeg és testhossz adatok alapján egyaránt magasabb értéket jegyeztünk fel a p. doboz 5 ml ($17,38 \pm 2,25$ mg; $14,83 \pm 0,88$ mm); CRF 5 ml ($17,58 \pm 2,18$ mg; $14,71 \pm 0,69$ mm) kriocső esetében ($17,28 \pm 1,95$ mg; $14,86 \pm 0,79$ mm) a kontroll csoporthoz ($16,48 \pm 2,04$ mg; $14,52 \pm 0,82$ mm) képest. A lárvaemmaradás vizsgálata során nem rögzítettünk szignifikáns eltérést a kontroll (69%) és a mélyhűtött csoportok (CRF 5 ml: 74%, kriocső 74%, p. doboz. 5 ml: 80%) között. A morfológia adatok elemzése során nem találtunk igazolható eltérést a lárvastádiumok kontroll és három mélyhűtött csoportjai között

Kulcsszavak: csuka, spermamélyhűtés, lárwanevelés, lárvaformitás

The investigation of different growth and morphological parameters of larvae obtained from cryopreserved northern pike (*Esox lucius*) sperm

Abstract

Northern pike propagation was performed using fresh and frozen sperm using three different methods (5 ml straw in polystyrene box (P. box) and 5 ml straw, and 10 ml cryotube in a Controlled Rate-Freezer (CRF)). The larvae rearing experiment was maintained for 10 days following hatching. Growth and morphological parameters were recorded at immediately after hatching, at the end of the non-feeding larvae stage and 5 days of feeding larvae stage. Polystyrene box 5 ml ($8,45 \pm 0,89$ mg) and 10 ml cryotube ($8,39 \pm 1,49$ mg) groups showed significantly higher body weight than control ($8,11 \pm 1,26$ mg) and CRF 5 ml ($7,87 \pm 0,85$ mg) group at the immediately after hatching larvae stage. Body length in control ($8,22 \pm 0,86$ mm) and P. box 5 ml ($8,37 \pm 0,68$ mm) significantly differed from CRF 5 ml ($8,49 \pm 0,67$ mm) and from cryotube ($8,54 \pm 0,66$) group at the immediately after hatching larvae stages. A significantly higher Body weight and body length values were recorded in P. box 5 ml ($17,38 \pm 2,25$ mg; $14,83 \pm 0,88$ mm), CRF 5 ml ($17,58 \pm 2,18$ mg; $14,71 \pm 0,69$ mm) and cryotube ($17,28 \pm 1,95$ mg; $14,86 \pm 0,79$ mm) compared to the control group ($16,48 \pm 2,04$ mg; $14,52 \pm 0,82$ mm) at 5 days of feeding larvae stage. No significant difference was recorded between the control and the cryopreserved groups (CRF 5 ml: 74%, cryotube 74%, P. box. 5 ml: 80%) in larvae survival rate. No significant difference in larvae malformation rate was observed between the control and cryopreserved groups at the different larvae developmental stages.

Keywords: northern pike, sperm cryopreservation, larvae rearing, larvae malformation

Irodalmi áttekintés

A halsperma mélyhütésének módszere segítségével növelhető a halgazdaságokban a mesterséges szaporítás hatékonysága. A mélyhűtött sperma (-196 °C) akár évek múlva is felhasználható (Ashwood-Smith, 1980; Stoss, 1983). Fontos lehet génbankok létrehozása a veszélyeztetett fajok megőrzése esetében is. A szaporodási időszak során a tejes és ikrás egyedekben gyakran eltérő időpontban van jelen a legjobb minőségben kinyerhető ivartermék, mely hatására a szaporítás hatékonyságának kockázata növekszik a szinkronizációs problémák okán. A sperma mélyhütése megoldást nyújthat a folyamat elkerülésére (Bobe és Labbé, 2009; Cabrera és mtsai, 2010; Martínez-Páramo és mtsai, 2017), ami kulcsfontosságú lehet megannyi halfaj szaporítása esetén (Bernáth és mtsai, 2016; Migaud és mtsai, 2002). Csuka fajnál a sperma minősége a szaporodási időszak előrehaladtával változik (Bondarenko és mtsai, 2018). A mélyhűtés során szükséges a spermához hozzáadni egy sok esetben fajspecifikus, különböző sókat és cukrokat tartalmazó hígítót, valamint sejtkárosodást megakadályozó védőanyagot (Hoar és mtsai, 1983; Horváth és mtsai, 2003; Várkonyi és mtsai, 2019a). A mélyhűtés előtt és felolvasztása után a sperma motilitás ellenőrzése elengedhetetlen, amit általánosságban számítógépes spermavizsgáló rendszer segítségével (CASA, Computer-assisted Sperm Analysis) végeznek (Fauvel és mtsai, 2010). A csuka spermát (tudomásunk szerint) először 1994-ben mélyhűtötték sikeresen (Babiak és mtsai, 1995). Az elmúlt évtizedekben a csuka szaporítási módszerének és sperma mélyhűtési technikájának fejlesztése tekintetében számos kutatást végeztek (Alavi és mtsai, 2009; Bondarenko és mtsai, 2018; Cejko és mtsai, 2020; Dietrich és mtsai, 2016; Hulak és mtsai, 2008; Szabó, 2016; Zhang és mtsai, 2011). A halsperma mélyhűtés hatására bekövetkező

sejtkárosodás és lárva fejlődési rendellenességek feltárása érdekében egyaránt készültek tanulmányok (Bernáth és mtsai, 2018; Bobe és Labbé, 2010; Horváth és mtsai, 2000) más halfajok esetében, csuka fajban (tudomásunk szerint) viszont jelenleg még a témában nem állnak rendelkezésre adatok.

Anyag és módszer

A csuka anyaállomány a Szegedfish Kft. halgazdaságából származott. A hormonális indukciót megelőző napon került be a kísérlethez felhasznált 5 db ikrás (átlagos testtömeg: 6340 ± 1260 g) és 5 db tejes (átlagos testtömeg: 1365 ± 172 g) a gazdaság keltetőházába, ivaronként elkülönítve, átfolyóvízes medencébe. A keltetőházban természetes megvilágítás mellett történt az egyedek beérlelése. A hormonális indukció a fejés előtt 48 órával történt $3,5$ mg/testtömeg kg ponty hipofízissel. A beérlelés során a vízhőmérséklet hozzávetőlegesen 14 °C volt. A halak bódítását 60 ml/100 l rendszervíz koncentrációjú etilén-glikol-monofeniléter oldattal végeztük. Az ikra kinyerésére a klasszikus fejési technikát alkalmaztuk. A tej kinyerése a here kioperálásával kezdődött, majd azt követte a boncolás.

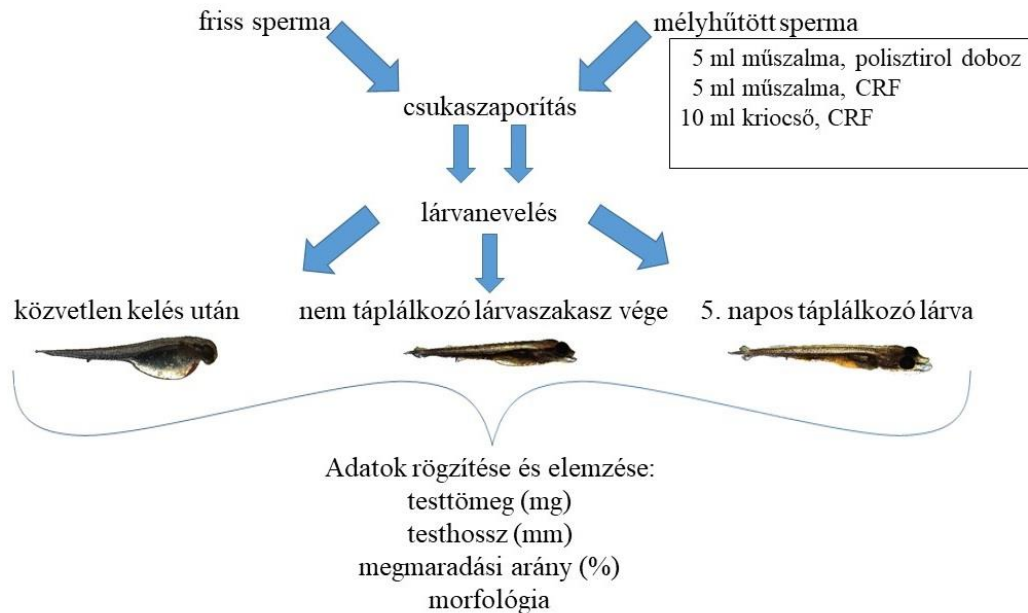
A sperma mélyhűtéséhez specifikusan a csuka fajra kifejlesztett hígítónkat alkalmaztuk (150 mM glükóz, 75 mM NaCl, 30 mM KCl, 1 mM $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 1 mM $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 1 mM $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 20 mM Tris, és 0.5% BSA, pH: 8 (Bernáth és mtsai, 2017)), majd hozzáadtunk 10% metanolt (sejten belüli védőanyag). A mélyhűtés során $1:9$ sperma-hígító arányt alkalmaztunk. Keltetőházi körülmények között végeztük el a csuka sperma fagyasztását az alábbi három mélyhűtési eljárással: Programozható fagyasztó berendezésben (CRF, Controlled-Rate Freezer) 10 ml-es kriocsövet és 5 ml-es műszalmát (Várkonyi és mtsai, 2019b) valamint polisztirol dobozban 5 ml-es műszalmát mélyhűtöttünk (Bokor és mtsai, 2010).

Üzemi körülmények között hajtottuk végre a csukaszaporítást friss és három különböző módszerrel fagyasztott sperma alkalmazásával (1. ábra). Meghatároztunk egy termékenyítési egységet. A termékenyítés során 250 gramm ikrához a kontroll és a mélyhűtött csoportokban egyaránt 2112 μl mennyiségű spermát adtunk (Lahnsteiner, 2000). A vizsgálat során a termékenyítéshez felhasznált sperma alapján egy friss és a három különböző módszerrel mélyhűtött csoportot alakítottunk ki. Csoportonként 5 tejes mintájával dolgoztunk, melyeket véletlenszerű sorrendben, külön Zuger-üvegbe, helyeztünk el. A termékenyítést rendszervízzel végeztük 20 másodperc aktiválási időt alkalmazva, majd a 10 perces duzzasztás módosított Woynarovich-oldat (15 g karbamid, 20 g konyható/10 l víz) (Woynarovich és Woynarovich, 1980) segítségével történt. Az ikra érlelése során naponta egy alkalommal az ikra penészesedésének megelőzése érdekében Zuger-üvegenként 250 ml mennyiségű DETOX ($4,5\%$ perecetsav és 20% hidrogén-peroxid oldat, 10 ml/10 l rendszervíz) kezelést alkalmaztunk.

Keltetést követően a négy csoport egyedeit átfolyóvízes anyahaltartó medencékbe épített ketrecekbe helyeztük ki két ismétlésben, véletlenszerű elrendezésben 1100 db lárva/ketrec mennyiségben. Összesen 8800 db lárvaival végeztük kísérletünket. A vizsgálat során rövidtávú, 10 napos lárvanevelési kísérletet végeztünk a kelés időpontjától az 5 napos táplálkozó lárvaszakaszig. A kísérlet ideje alatt három különböző lárvafejlődési stádiumban (közvetlen kelés után, majd a nem táplálkozó lárvaszakasz végén, illetve a táplálkozó lárvaszakasz 5 . napján) elvégzett mintavételek során feljegyeztük mind a nyolc lárvanevelési egységben 50 egyed testhosszát és nedves testtömegét, valamint 50 lárva morfológiai vizsgálatát végeztünk el. A kísérlet végén feljegyeztük a lárva megmaradást. A testhosszt milliméter, a nedves testtömeget analitikai mérlegen (AB204-S, Mettler-Toledo Kft., Budapest, Magyarország) $0,1$ mg pontossággal jegyeztük fel. A lárvákat sztereomikroszkóp alatt vizsgáltuk és fényképeztük (Leica M205 FA sztereomikroszkóp Biomarker

Kft., Gödöllő, Magyarország; Leica DFC 425C kamera, Bright Field 15*-30* Biomarker Kft., Gödöllő, Magyarország). A lárvák fejlődési rendellenességeinek vizsgálatát az alábbi főbb kategóriák megfigyelésével végeztük: test görbülése, faroktorzulás (hiány, rövidülés), szem deformitás (alak, lencse), eltérés a szik alakjában, kraniofaciális deformitás, ödéma (szik és szív), szomita eltérés (alak, szám) és hematóma.

1. ábra: A kutatás során alkalmazott kísérleti terv.

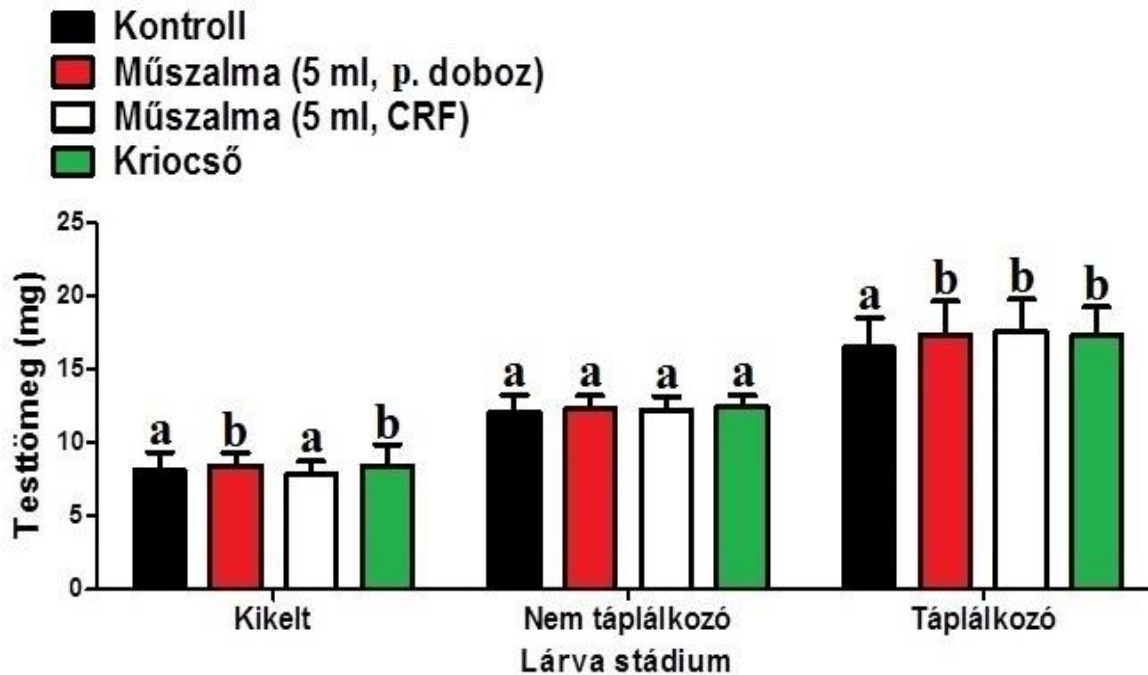


Az adatok rögzítéséhez és kiértékeléséhez Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA 98052, Egyesült Államok) szoftvert alkalmaztunk. Az adatokat GraphPad Prism 5.0 for windows (GraphPad Software, La Jolla, California, Egyesült Államok) és SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, Egyesült Államok) statisztikai programmal elemeztük. A normál eloszlás vizsgálatát Kolmogorov-Szmirnov teszttel végeztük, ahol a nem normál eloszlású adatsorokat arkusz-színusz négyzetgyök és logaritmus függvényekkel transzformáltuk. A testtömeg és testhossz adatok elemzése és összehasonlítása kétszemponos varianciaanalízissel (two-way ANOVA) és páronkénti összehasonlítás Bonferroni „post hoc” teszttel történt. A megmaradás kiértékelését a csoportok esélyhányadosának („Odds ratio”) összehasonlításával végeztük. A morfológiai adatokat Kruskal-Wallis nem paraméteres próba (páronkénti összehasonlítás Dunn „post hoc” teszt), valamint egyszemponos varianciaanalízis (one-way ANOVA, páronkénti összehasonlítás Tukey „post hoc” teszt) módszerével értékeltük ki. Minden teszt esetében $p < 0,05$ szignifikancia szintet alkalmaztunk (Reiczigel és mtsai, 2007).

Eredmények és értékelésük

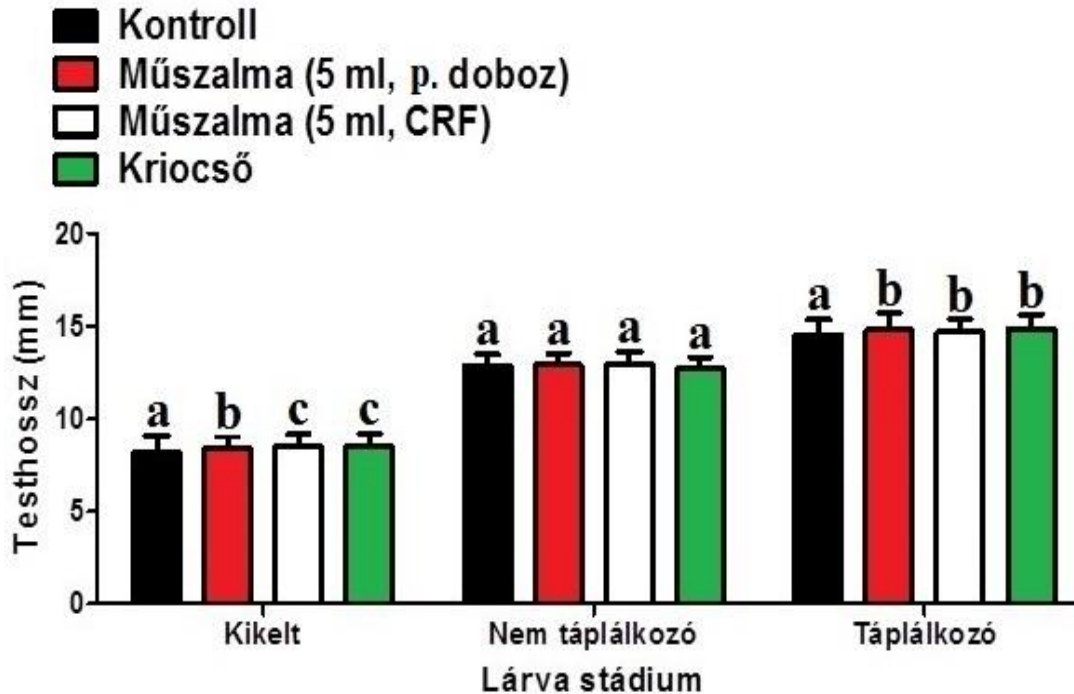
A kontroll csoport közvetlen kelés után (továbbiakban: kikelt) ($8,11 \pm 1,26$ mg) és a táplálkozó lárvaszakasz esetén ($16,48 \pm 2,04$ mg) statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb értéket tapasztaltunk a p. dobozhoz (5 ml, kikelt lárva: $8,45 \pm 0,89$ mg, táplálkozó lárva: $17,38 \pm 2,25$ mg) és a kriocsőhöz (kikelt lárva: $8,39 \pm 1,49$ mg, táplálkozó lárva: $17,28 \pm 1,95$ mg) képest. A testtömeg adatok elemzése során a CRF (5 ml) csoportban a kikelt lárvastádiumban szignifikánsan alacsonyabb értékeket rögzítettünk ($7,87 \pm 0,85$ mg) a p. dobozhoz (5 ml) és a kriocsőhöz viszonyítva. A testtömeg szignifikánsan magasabb volt a CRF (5 ml) táplálkozó lárvastádiumban ($17,58 \pm 2,18$ mg), mint a kontroll csoportban *2. ábra*).

2. ábra: Friss és három különböző módszerrel fagyasztott spermából származó lárvák testtömeg adatai három lárvafejlődési stádiumban. A különböző betűk a lárvastádiumon belüli szignifikáns eltéréseket jelölik ($P < 0,05$). Az ábra az átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat mutatja ($N=1200$).



Az elemzés során a mélyhűtött csoportokban a kikelt és táplálkozó lárvastádiumban szignifikánsan magasabb értékeket tapasztaltunk (p. doboz 5 ml-kikelt lárva: $8,37 \pm 0,68$ mm, táplálkozó lárva: $14,83 \pm 0,88$ mm, CRF 5 ml-kikelt lárva: $8,49 \pm 0,67$ mm, táplálkozó lárva: $14,71 \pm 0,69$ mm, kriocső-kikelt lárva: $8,54 \pm 0,66$ mm, táplálkozó lárva: $14,86 \pm 0,79$ mm) a kontroll csoporthoz (kikelt lárva: $8,22 \pm 0,86$ mm, táplálkozó lárva: $14,52 \pm 0,82$ mm) képest (*3. ábra*).

3. ábra: Friss és három különböző módszerrel fagyasztott spermából származó lárvák testhossz adatai három lárvafejlődési stádiumban. A különböző betűk a lárvastádiumon belüli szignifikáns eltéréseket jelölik ($P < 0,05$). Az ábra az átlagértékeket és a hozzájuk tartozó szórásokat mutatja ($N=1200$).



A kikelt lárvastádiumban szignifikánsan alacsonyabb volt az egyedek testhossza a p. doboz (5 ml) csoportban a CRF (5 ml) és kriocső alkalmazásához képest. A nem táplálkozó lárvaszakasz végén nem találtunk statisztikailag igazolható eltérést a testtömeg és testhossz adatokra vonatkozóan.

A lárva megmaradás vizsgálata során nem rögzítettünk szignifikáns eltérést a kontroll (69%) és a mélyhűtött csoportok (CRF 5 ml: 74%, kriocső 74%, p. doboz 5 ml: 80%) között.

A morfológiai vizsgálat során a kontroll és három mélyhűtött csoport között nem tapasztaltunk statisztikailag igazolható eltérést a különböző lárvastádiumokban. A közvetlen kelés utáni lárvastádium eredményei szignifikánsan magasabbak voltak a nem táplálkozó és az 5 napos táplálkozó lárvaszakaszánál, ahol számottevően kevesebb torz lárva-t fedeztünk fel. Közvetlen kelés után a táplálkozni nem képes és egyéb morfológiai rendellenességgel rendelkező egyedek többsége feltételezhetően elhullott, így csökkent a torz halak aránya. Új torzulás csekély mértékben alakult ki a p. doboz, CRF (5 ml) és kriocső kezelési csoportban (1. táblázat).

1. táblázat: Friss és három különböző módszerrel fagyasztott spermából származó lárvák morfológiai vizsgálata (N=1151)

2.

		Kontroll	5 ml műszalma, p. doboz	5 ml műszalma, CRF	10 ml kriocső
kikelt:	összes egyed (db)	101	102	99	99
	torzult egyedek száma (db)	27	19	13	10
	torz egyedek aránya (%)	26,73	18,63	13,13	10,10
nem táplálkozó lárvaszakasz vége:	összes egyed (db)	100	100	100	100
	torzult egyedek száma (db)	5	4	5	5
	torz egyedek aránya	5	4	5	5
5 napos táplálkozó lárva:	összes egyed (db)	50	100	100	100
	torzult egyedek száma (db)	3	4	7	6
	torz egyedek aránya (%)	6	4	7	6
10 napos lárva összesen:	összes egyed (db)	251	302	299	299
	torzult egyedek száma (db)	35	27	25	21
	torz egyedek aránya (%)	13,94	8,94	8,36	7,02

Bokor és mtsai (2019) harcán (*Silurus glanis*) végzett nagy mennyiségű mélyhűtött spermával történő termékenyítési módszere alkalmazhatónak bizonyult a csuka mesterséges szaporítása esetében is. A kísérletünkben használt fagyasztási módszerek és hígító eredményes alkalmazhatóságáról már *Várkonyi és mtsai (2019a)* is beszámoltak ponty (*Cyprinus carpio*) spermamélyhűtési vizsgálataikban.

Az általunk vizsgált 10 napos lárvafejlődési periódusban *Bokor és mtsai (2015)* harcán végzett kísérletéhez (CRF, 5 ml-es műszalma; polisztirol doboz, 5 ml-es műszalma) hasonlóan a friss és mélyhűtésből származó lárvák növekedés és megmaradás eredményeiben nem tapasztaltunk a sperma fagyasztására visszavezethető negatív hatást. A lárva deformitás tekintetében *Horváth és Urbányi (2000)*, valamint *Miskolczi és mtsai (2005)* afrikai harcán végzett (*Clarias gariepinus*) vizsgálataik során friss és mélyhűtött spermából származó, kikelt lárvák deformitási aránya szignifikánsan magasabb volt a mélyhűtött csoportokban, míg *Bernáth és mtsai (2018)* jász keszegen (*Leuciscus idus*) és *Horváth és mtsai (2007)* pontyon végzett kísérletében nem.

Következtetések és javaslatok

Friss és különböző technikával fagyasztott spermából származó csukalárvák rövidtávú lárwanevelése során az általunk vizsgált lárvafejlődési periódusban a nevelt lárvák növekedése, morfológiai elváltozásai és megmaradása tekintetében nem tapasztaltunk a fagyasztásra visszavezethető negatív hatást. Mélyhűtött sperma keltetőházi alkalmazása hozzájárulhat a csukaszaporítás fejlesztéséhez és az eredményesebb termeléshez. Javasoljuk a hosszútávú lárwanevelési vizsgálatok elvégzését is.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az Európai Halászati Alap, Halászati Operatív Program III. tengelye (“Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért”- az Európai Unió és Magyarország támogatásával), a GINOP-2.1.1-15-2015-00645 pályázat, Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4 és ÚNKP-19-2-II-SZIE-20 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült, valamint Bernáth Gergely Bolyai János Kutatási (BO/00508/18/4) Ösztöndíja támogatta.

Irodalomjegyzék

- Alavi S. M. H., Rodina M., Viveiros A. T. M., Cosson J., Gela D., Boryshpolets S., Linhart O. (2009): Effects of osmolality on sperm morphology, motility and flagellar wave parameters in Northern pike (*Esox lucius* L.). *Theriogenology*, 72. 32-43.
- Ashwood-Smith, M. J. (1980): Low temperature preservation of cells, tissues and organs. [In: Ashwood-Smith and Farrant (eds.) *Low Temperature Preservation in Medicine and Biology*.] Pitman Medical Ltd. Tunbridge Wells. Kent. England. 19–44.
- Babiak I., Glogowski J., Luczynski M. J., Kucharczky D., Luczynski M. (1995): Cryopreservation of the milt of the northern pike. *Journal of Fish Biology*, 46. 819-828.
- Bernáth, G., Bokor, Z., Żarski, D., Várkonyi, L., Hegyi, Á., Staszny, Á., Urbányi, B., Ifj. Radóczy, J., Horváth, Á. (2016): Commercial-scale out-of-season cryopreservation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) sperm and its application for fertilization. *Animal Reproduction Science*, 170. 170–177.
- Bernáth G., Várkonyi L., Szanati E., Molnár J., Kajtár A., Solymosi E., Urbányi B., Bokor Z. (2017): Practical improvement of pike (*Esox lucius*) sperm cryopreservation. *Aquaculture Europe*, Dubrovnik, Croatia, 17-20 in October, 2017. Abstract book 101-102.
- Bernáth G., Csenki, Zs., Bokor, Z., Várkonyi L., Molnár, J., Szabó, T., Staszny, Á., Ferincz, Á., Szabó, K., Urbányi, B., Pap, L. O., Csorbai, B. (2018): The effects of different preservation methods on ide (*Leuciscus idus*) sperm and the longevity of sperm movement. *Cryobiology*, 81. 125–131.
- Bokor, Z., Urbányi, B., Horváth, L., Horváth, Á. (2010): Commercial-scale cryopreservation of wels catfish (*Silurus glanis*) semen. *Aquaculture Research*, 41. 1549–1551.
- Bokor, Z., Ittész, I., Mosonyi, G., Kotrik, L., Müller, T., Urbányi, B., Horváth, Á. (2015): Survival and growth rates of wels catfish (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758) larvae originating from fertilization with cryopreserved or fresh sperm. *Journal of Applied Ichthyology*, 31. 164-168.
- Bokor, Z., Bernáth, G., Levente, V., Molnár, J., Láng, L. Z., Tarnai-Király, Zs., Solymosi, E., Urbányi, B. (2019): The applicability of large-scale sperm cryopreservation in wels catfish (*Silurus glanis*) optimized for hatchery practice. *Aquaculture*, 506. 337-340.
- Bobe, J., Labbé, C. (2009): Chilled storage of sperm and eggs, in: E. Cabrita, V. Robles, P. Herráez (Eds.), *Methods in Reproductive Aquaculture: Marine and Freshwater Species*, CRC Press, New York, USA, 219–231.
- Bobe, J., Labbé, C. (2010): Egg and sperm quality in fish, *General and Comparative Endocrinology*, 165. 3. 535–548.

- Bondarenko, V., Blecha M., Policar T. (2018): Changes of sperm morphology, volume, density, and motility parameters in northern pike during the spawning period. *Fish Physiology Biochemistry*, 44. 2.
- Cabrera E., Sarasquete C., Martínez-Páramo S., Robles V., Beirão J., Pérez-Cereales S., Herráez M.P. (2010): Cryopreservation of fish sperm: applications and perspectives. *Journal of Applied Ichthyology*, 26. 623–635.
- Cejko, B. I., Sarosiek, B., Dryl, K., Judycka, S., Szczepkowska, B., Szczepkowski, M., Kowalski, R. K. (2020): The effect of cryopreservation extender on sperm motility and hatch success in northern pike (*Esox lucius*). *Aquaculture*, 514
- Dietrich G. J., Nynca J., Szepekowski M., Dobosz S., Szczepkowska B., Ciereszko A. (2016): The effect of cryopreservation of semen from whitefish (*Coregonus lavaretus*) and northern pike (*Esox lucius*) using a glucose-methanol extender on sperm motility parameters and fertilizing ability. *Aquaculture*, 464. 60-64.
- Fauvel C., Suquet, M., and Cosson, J. (2010): Evaluation of fish sperm quality. *Journal of Applied Ichthyology*, 26. 636–643.
- Hoar W., Randall D., Donaldson, E.M. (1983): *Fish physiology*, Volume IX B, Academic press, 477.
- Horváth, Á., Urbányi, B. (2000): The effect of cryoprotectants on the motility and fertilizing capacity of cryopreserved African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) sperm, *Aquaculture Research*, 31. 317–324.
- Horváth, Á., Miskolczi, E., Urbányi, B. (2003): Cryopreservation of common carp sperm. *Aquatic Living Resources*, 16. 457–460.
- Horváth, Á., Miskolczi, E., Mihálffy, Sz., Ósz, K., Szabó, K., Urbányi, B. (2007): Cryopreservation of common carp (*Ciprinus carpio*) sperm in 1.2 and 5 ml straws and occurrence of haploids among larvae produced with cryopreserved sperm. *Cryobiology*, 54. 241-257.
- Hulak M., Rodina M., Otomar L. (2008): Characteristics of stripped and testicular Northern pike (*Esox lucius*) sperm: spermatozoa motility and velocity. *Aquatic Living Resources*, 21. 207-212.
- Lahnsteiner, F. (2000): Semen cryopreservation in the Salmonidae and in the Northern pike. *Aquaculture Research* 31. 245–258.
- Martínez-Páramo S., Horváth Á., Labbé C., Zhang T., Robles V., Herráez P., Suquet M., Adams S., Viveiros A., Tiersch T. R., Cabrera E. (2017): Cryobanking of aquatic species. *Aquaculture*, 472. 156-177.
- Migaud, H., Fontaine, P., Sulistyó, I., Kestemont, P., Gardeur, J. N. (2002): Induction of out-of-season spawning in Eurasian perch *Perca fluviatilis*: Effects of rates of cooling and cooling durations on female gametogenesis and spawning. *Aquaculture*, 205. 253–267.
- Miskolczi, E., Mihálffy, Sz., Patakiné Várkonyi, E., Urbányi, B., Horváth, Á. (2005): Examination of larval malformation in African catfish *Clarias gariepinus* following fertilization with cryopreserved sperm. *Aquaculture*, 247. 119-125.
- Szabó, T. (2016): A csuka biológiája és tenyésztése. Szent István Egyetem Kiadó. Gödöllő. 188.
- Stoss, J. (1983): Fish gamete preservation and spermatozoan physiology 9. [In: Hoar et al. (eds.) *Fish Physiology*.] Academic Press. New York. New York. USA. 305–350.
- Reiczigel, J. Harnos, A., Solymosi, N. (2007): *Biostatistika: nem statisztikusoknak*. Pars Kft. Nagykovácsi. 455.
- Várkonyi, L., Bokor, Z., Molnár, J., Fodor, F., Szári, Z., Ferincz, Á., Staszny, Á., Láng, L.Z., Csorbai, B., Urbányi, B., Bernáth, G. (2019a): The comparison of two different extenders

for the improvement of large-scale sperm cryopreservation in common carp (*Cyprinus carpio*). *Reproduction Domestic Animals*, 54. 639–645.

Várkonyi, L., Bokor, Z., Ferincz, Á., Staszny, Á., Fodor, F., Szári, Zs., Urbányi, B., Molnár, J., Bernáth G. (2019b): The applicability of 10 ml cryotubes for sperm cryopreservation in a Hungarian carp landrace (*Cyprinus carpio carpio morpha accuminatus*), *Agrártudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis*, 2018/75. 5. 93-97.

Woynarovich, E., Woynarovich, A. (1980): Modified technology for elimination of stickiness of common carp *Cyprinus carpio* eggs. *Aquaculture Hungarica*, 2. 19-21.

Zhang J. J., Li S. Z., Tulake K., Yan, Q. P., Li, W. J. (2011): The effects of extenders and sperm-egg ratios on fertilizing ability of cryopreserved testicular sperm of northern pike (*Esox lucius* L.). *Applied Ichthyology*, 2. 1037-1040.

EFFECT OF DIETARY SUPPLEMENTATION OF HUMIC SUBSTANCES ON PRODUCTION PERFORMANCE AND SLAUGHTER VALUE OF BROILER CHICKEN

Nad' Pavel, Marcin Andrej, Bujňák Lukáš, Skalická Magdalena, Marcinčák Slavomír

University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice,
Department of Animal Nutrition and Husbandry
041 81 Košice, Komenského 73
pavel.nad@uvlf.sk

Received – Érkezett: 22.11.2019.
Accepted – Elfogadva: 19.10.2020.

Abstract

The effects of dietary supplementation with preparation of humic substances (HS) on production parameters were monitored in the experiment with the broiler chickens (n=90). The experimental groups were fed with the complete feed mixture for broiler chicken with the addition of 0.5% and 0.7% humic substances, respectively. The control group received the complete feed mixture without HS. The average live body weight of chickens was 2291.7 g in the control group and 2281.9 g (HS 0.5%) respectively 2326.6 g (HS 0.7%) in the experimental groups on day 35 of the experimental period. The average daily gain in the last week of the experiment was higher by 4.45 g in the group received 0.7% HS and lower by 2.38 g in the group received 0.5% HS compared to the control group. In the present study, the lower feed conversion ratio was observed in the control group (1.51 kg/kg) compared to experimental groups where feed conversion ratio was 1.53 (0.5% HS) and 1.63 (0.7% HS) kg/kg, respectively. Carcass weight of broilers at autopsy on day 37 in the experimental group (HS 0.7%) was significantly higher ($P<0.05$) than in the group of control broilers. We did not determine any statistically significant differences of the other observed production parameters in the experiment with broiler chickens after the application of humic substances preparation added into the feed mixture at the concentration of 0.5 and 0.7%.

Keywords: nutrition, humic substances, production, poultry

Introduction

Humic substances are organic compounds found in high quantity in peat, lignite and oxihumolite as the final degradation product of plant and animal residues (*Skokanová and Dercová, 2008*). Humic substances are natural compounds that have been used in agriculture for many years. They include humus, humic acid, fulvic acid, ulmic acid and some macro and microelements. Humates or humic substances have been shown to induce rates of seed germination, transfer microelements from soil to plants, improve water retention and enhance microbial counts in soil. They are being utilized in industry, in veterinary and human medicine, pharmacology and environmental protection as well (*Veselá et al., 2005*). The use of humic acids in animal nutrition

has been a topic of study of several authors. There were performed experiments with ruminants (*Majewska et al.*, 2017; *El-Zaiat et al.*, 2018; *Terry et al.*, 2018), pigs (*Chang et al.*, 2014), rabbits (*Rzasa et al.*, 2014) as well as experiments with using of humic substances in combination with plant extracts or probiotics in poultry (*Yoruk et al.*, 2004; *Pistová et al.*, 2016; *Arpašová et al.*, 2018). Although the positive effects were not demonstrated in some parameters after dietary intake of humic acids to laying hens, the significant effects such as yolk colour and egg grading (*Arafat et al.*, 2015), eggshell strength (*Ergin et al.*, 2009), higher hatchability (*Sopoliga et al.*, 2016) and in the case of laying hens to cope with social stresses (*Cetin et al.*, 2011) were observed. Numerous studies have been devoted to the investigation of the effect of humic substances on production parameters, blood metabolites, immunity and carcass trait in broilers (*Nagaraju et al.*, 2014; *Salah et al.*, 2015; *Arif et al.*, 2016, *Jad'uttová et al.*, 2019, *Mudroňová et al.*, 2020).

This work was undertaken to study the efficacy of humic substances on production parameters in broiler chicken.

Material and methods

Ninety of one-day-old chickens of the Cobb 500 breed were used in the experiment. The broilers were randomly divided into one control and two experimental groups, each group consisting of 30 chickens, The chickens were fed with the commercial feed mixtures BR1 (starter), BR2 (grower), BR3 (finisher). Diets were formulated according to the recommended nutrient content for poultry (*Zelenka et al.*, 2007). The chemical compositions of diets were determined for dry matter, crude protein, crude fat, crude fibre, starch, calcium and total phosphorus according to the EC Commission Regulation 152/2009. The metabolisable energy value of diets was calculated with the formula according to the EC Commission Regulation (2009). The nutrient contents of the control and two experimental feed mixtures are shown in *Table 1*.

Table 1: Nutrient contents of the complete feed mixtures in the control group and in the experimental groups (dry matter basis)

	BR1	BR1+ HS0,5	BR1+ HS0,7	BR2	BR2+ HS0,5	BR2+ HS0,7	BR3	BR3+ HS0,5	BR3+ HS0,7
CP g.kg ⁻¹	230.0	225.3	225.1	222.0	219.7	218.3	207.0	207.2	207.1
Ash g.kg ⁻¹	57.3	61.7	68.8	60.6	63.0	63.2	40.7	50.6	51.8
EE g.kg ⁻¹	31.3	32.0	33.2	83.8	80.0	84.1	52.2	51.8	52.8
CF g.kg ⁻¹	35.3	37.7	37.1	39.5	43.9	55.0	49.8	46.6	49.1
Ca g.kg ⁻¹	5.9	5.8	5.9	6.0	6.4	8.5	7.6	8.4	8.8
P g.kg ⁻¹	5.7	6.0	6.6	7.9	8.4	9.0	5.1	5.1	6.3
ME MJ.kg ⁻¹	13.26	13.09	12.96	14.29	14.00	14.18	13.21	13.43	13.58

HS – humic substances; CP – crude protein, EE – ether extract, CF – crude fiber, Ca – Calcium, P – phosphorus, ME – metabolizable energy

The characteristics of the applied HS preparation (HUMAC®Natur AFM Monogastric; Humac s.r.o., Slovak Republic) were the following: 60% humic acids, 5% fulvic acids and 3.2% formic acid in the dry matter. The control group (C) received the feed mixture without HS. The

experimental group (H1) was fed with the feed mixture with the addition of 0.5% humic substances. As for the second experimental group (H2), the humic substances were added into the feed mixture at the concentration of 0.7%. The broilers were housed in conditions according to the standard for the fattening of chickens. The feeding was *ad libitum* with free access to water. The feed consumption and the live weights were evaluated at weekly intervals. The weight gain, the average daily feed consumption and the total weight were determined as well as the feed conversion ratio was calculated.

The human slaughter act of broilers on day 37 terminated the experiment. 12 broiler chickens from each group were weighed before slaughter, subsequently cleaned, gutted and after removal of the head and runners weighed (carcass yield). After portioning was performed the individual weighting of boneless breasts, thighs with bones, wings and hulls to determine the percentage of recovery and the percentage of the individual parts.

The data are expressed as means \pm standard deviation (SD) of single values (IBM SPSS Statistics, Version 24). Results were statistically compared by Tukey-Kramer multiple comparison test. Significance had been declared at levels below $P < 0.05$.

Results and discussion

The effect of humic substances on the selected production parameters was observed in the experiment with broiler chickens.

The mortality of one chicken in the control group and two chickens in the group with the addition of 0.7% HS were registered in the first week of the experiment. There was not observed any mortality in the experimental group with the addition of 0.5% HS during the all experimental period. As a result of a significant lag in growth, one chicken from the H1 group and one chicken from the H2 group were discarded. The reduction of mortality in the case of the application of humic substances in broiler fattening was confirmed by *Vaško et al.* (2012) and in the breeding of laying hens by *Arafat et al.* (2015). In our experiment, the application of humic substances had no effect on mortality. Correspondingly *Kocagabli et al.* (2002) observed in an experiment with broilers supplemented with humates in the groups from day 1 to 21, from day 22 to 42 and for the entire duration of the experiment from day 1 to 42 that mortality was not significant for any dietary regime.

The total consumption of the feed mixture used in the control group was 97.35 kg. The broilers from the experimental group H1 consumed 104.06 kg and the total feed consumption in the group H2 was 103.96 kg in the experiment till day 35. The lowest average live body weight of 2281.9 kg/bird was observed in the experimental group H1. The average live body weight of the broiler chickens in the control group was by 9.98 g higher compared group H1. The highest live body weight of broilers on day 35 was ascertained in the experimental group H2 (2326.6 g/bird). The feed conversion ratio in the control group was 1.51 kg/kg. The values of this parameter were 1.53 kg/kg in the group H1 group and the highest was in the H2 group (1.63 kg/kg). The differences in the live body weights and the average feed conversion ratio during the experimental period were not statistically significant (*Table 2*).

Karaoglu et al. (2004) reported average feed conversion ratio (1.81 – 1.87 kg/kg) in the experiment with broiler chicks after addition of humates added at concentrations of 0.0, 0.1, 0.2 and 0.3%.

A higher average feed conversion ratio (1.99, 1.95, 1.89 and 1.92 kg/kg, respectively) compared to the results from our experiment was demonstrated by *Kocagabli et al.* (2002) without

any statistically significant difference in individual groups during different feeding periods with the addition of 0.25% humate in the diet.

The better values of the feed conversion ratio parameter compared to the findings of mentioned authors were achieved in our experiment because of the better balanced diet with the higher concentration of protein and higher energy value as well as because the breed included in the experiment.

Table 2: Daily weight gain (g), live weight (g) feed consumption (g) and feed conversion ratios of broilers during experimental period

Group\Week	1.	2.	3.	4.	5.	Average
Average daily weight gain						
C	21.80	45.22	64.62	92.49	94.11	63.64
H1	21.89	47.03	66.83	85.12	91.73	62,52
H2	18.45	46.28	64.95	92.89	98.56	64.22
Average live weight						
C	191.7	514.8	985.5	1633.0	2291,7	
H1	192.3	521.5	989.3	1585.2	2281.9	
H2	188.8	512.8	986.4	1636.6	2326.6	
Average daily feed consumption						
C	27.9	63.6	106.1	140.8	156.6	
H1	29.1	60.4	100.9	135.2	177.8	
H2	27.3	66.5	112.2	152.4	188.4	
Feed conversion ratio						
C	1.281	1.407	1.642	1.523	1.713	1.513
H1	1.330	1.285	1.511	1.589	1.939	1.530
H2	1.480	1.438	1.727	1.640	1.911	1.639

C – control group (n=28); H1 – group 0.5% humic supplement (n=29); H2 – group 0.7% humic supplement (n=27)

The experiment was terminated by the human slaughter of broilers on day 37. The average live weight before slaughter was 2319.3 g / broiler in the control group, 2377.8 g / broiler in the experimental group H1 and in the H2 group the average weight was 2401.3 g / broiler. The carcass weights, weights of broilers at autopsy, the weights of the cut parts and slaughter yields are shown in *Table 3* Statistically significantly higher ($P < 0.05$) carcass weight of broilers at autopsy was found in the group H2 compared to the control group. The broiler pectoral muscle of the group H2 had the highest weight. The highest average weight of chicken thigh was observed in this group as well. The broilers in the control group had the highest weight of wings and the weight of the chicken body was the highest in the group H1. The determined weights of the individual body parts were not statistically different after portioning. Similar results were obtained by *Jad'uttová et al. (2019)* in an experiment with the same broiler breed and in the case of using the preparation of humic substances which were applied at higher concentration (0.8% and 1.0%, respectively) compared to our experiment. They observed a significantly higher percentage of pectoral muscles and thighs in both experimental groups compared to control group.

Naguraju et al. (2014) observed no significant differences in dressing percentage, breast meat yield, abdominal fat pad, weights of liver, heart, spleen and bursa among different treatments at the termination of the 42-day experiment with the supplementation of humic acids based product as a substitute for antibiotic in broilers.

Arpasova et al. (2016) did not observe statistically significant differences in carcass weights between the control group and the experimental groups with the dietary addition of humic substances. The highest percentage of breasts was in the control group, but not statistically significant. As for thighs, the highest percentage of the carcass was in the group where the humic substances were combined with the garlic extract.

Table 3: Comparison of carcass weights and carcass composition; weights of broilers at autopsy, weights of the cut parts and slaughter yield (on day 37; a day of slaughter)

	C (n=12)	H1 (n=12)	H2 (n=12)
Live body weight (g)	2319.3±92.6	2377.8±133.2	2401.3±154.8
Carcass weight (g)	1711.9±81.8 ^b	1793.7±158.5	1837.0±112.2 ^a
Carcass yield (%)	73.8±1.8	75.3±3.2	76.9±5.0
Breast without bone, (g)	522.1±50.4	512.1±67.1	561.3±67.1
Breast yield without bone, (%)	30.5±2.8	28.5±2.7	30.5±2.7
Thighs with bone (g)	484.6±43.7	522.9±62.1	534.3±55.5
Thighs yield with bone, (%)	28.3±2.6	29.2±2.8	29.1±2.2
Wings (g)	175.3±14.3	164.4±16.8	163.2±19.4
Wings (%)	10.2±0.7	9.2±0.5	8.9±1.1
Hull of a chicken (g)	454.3±51.8	496.2±72.4	457.2±42.0
Hull yield (%)	26.5±2.7	27.6±2.7	24.9±2.1

a,b – values with different superscripts in a row are significantly different at $P < 0.05$, mean ± SD (standard deviation), C – control group; H1 - experimental group with 0.5% humic supplement; H2 - experimental group with 0.7% humic supplement

Conclusion

There were studied the effects of preparation of humic substances added into feed mixture on production performance and slaughter value in the experiment with broiler chickens. In conclusion, the dietary addition of humic substances (in dose 5g and 7 g/kg feed mixture) had no significant effect on the production parameters such as the feed conversion ratio, the final live weight of broilers and the mortality. The statistically significant differences were found only in the parameter of carcass weight of broilers in the experimental group fed with 0.7 % HS. In the following studies, it is necessary to focus on the effect of the administration of humic substances on the nutritional value of broiler chicken meat.

Acknowledgement

This work was supported by VEGA project no. 1/0402/20 “Effect of additives in the nutrition of monogastric animals on production health, production parameters, products quality and environment”.

References

- Arafat, R.A., Khan, S. H., Abbas, G., Iqbal, J. (2015): Effect of dietary humic acid via drinking water on the performance and egg quality of commercial layers. *American Journal of Biology and Life Sciences*, 3. 2. 26-30
- Arif, M., Rehman, A., Saeed, M., Abd El-Hack, M.E., Arain, M.A., Haseebarsad, M., Zakria, H.M., Abbasi, I.H. (2016): Impacts of dietary humic acid supplementation on growth performance, some blood metabolites and carcass traits of broiler chicks. *Indian Journal of Animal Science*, 86. 1073-1078
- Arpašová, H., Kačaniová, M., Pistová, V., Gálik, B., Fik, M.M., Hleba, L. (2016): Effect of probiotic and humic acid on egg production and quality parameters of laying hens eggs. *Animal Science and Biotechnologies*, 49. 2. 1-9
- Arpašová, H., Pistová, V., Hrnčár, C., Fik, M., Haščík, P., Kačaniová, M., Gálik, B., Bučko, O. (2018): The impact of the humic acid and phytobiotics on performance and carcass parameters of broiler chickens. 21. 4. 173-178
- Cetin, E., Guclu, B. K., Cetin, N. (2011): Effect of dietary humate and organic acid supplementation on social stress induce by high stocking density in laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10. 18. 2402-2407
- El-Zaiat, H.M., Morsy A.S., El-Wakeel, E.A., Anwer M.M., Sallam, S.M. (2018): Impact of humic acid as an organic additive on ruminal fermentation constituents, blood parameters and milk production in goats and their kids growth rate, *Journal of Animal and Feed Science*, 27. 105-113
- Ergin, O., Isa, C., Nuh, O., Guray, E. (2009): Effects of dietary humic substances on egg production and eggshell quality of hens after peak laying period. *African Journal of Biotechnology*, 8. 6. 1155-1159
- European Commission. *Commission Regulation (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed*. Off. J. Eur. Union. 54, 1–130.
- Chang, Q., Lu, Z., He, M., Gao, R., Bai, H., Shi, B., Shan, A. (2014): Effects of dietary supplementation of fulvic acid on lipid metabolism of finishing pigs, *American Society of Animal Science*, 20. 4921–4926.
- Jad'uttová, I., Marcinčaková, D., Bartkovský, M., Semjon, B., Harčarová, M., Nagyová, A., Váczi, P., Marcinčák, S. (2019): The effect of dietary humic substances on the fattening performance, carcass yield, blood biochemistry parameters and bone mineral profile of broiler chickens. *ACTA Vet. Brno*, 88. 307-313
- Karaoglu, M., Macit, M., Esenbuga, N., Durdag, H., Turgut, L., Bilgin, O., C. (2004) Effect of supplementation humate at different levels on growth performance, slaughter and carcass traits of broilers. *International Journal of Poultry Science*, 3. 6. 406-410

- Kocabagli, N., Alp, M., Acar, N., Kahraman, R. (2002) The effect of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield. *Poultry Science*, 81. 227-230
- Majewska M.P., Miltko R., Skomial J., Kowalik B. (2017): Influence of humic acid supplemented to sheep diets on rumen enzymatic activity, *Med. Weter.*, 73. 12. 770-773
- Mudroňová, D., Karaffová, V., Pelušová, T., Koščová, J., Cingel'ová Maruščaková, I., Bartkovský M., Marcinčáková, D., Ševčíková, Z., Marcinčák, S. (2020): The effect of humic substances on gut microbiota and immune response of broilers. *Food and Agricultural Immunology*, 31. 1. 137-149
- Nagaraju, R., Reddy, B.S.V., Gloridoss, R., Suresh, B. N., Ramesh, C. (2014): Effect of dietary supplementation of humic acids on performance of broilers. *Indian Journal of Animal Science*, 84. 4. 447-452
- Pistová, V., Arpášová, H., Hrnčár, C., Weis, J. (2017) The effect of the humic substances, garlic (*Allium sativum* L.), wormwood (*Artemisia absinthium*) and walnut (*Juglans regia*) on carcass parameters of broiler chickens. 50. 1. 234-237
- Rzasa, A., Mista, D., Wincewicz, E., Zawadsku, W., Dobransku, Z., Gelles, A. (2014): Humic-fatty acid preparation in growing rabbits nutrition, *Journal of Polish Agricultural Universities*, 17. 3. 1 - 6
- Salah, H., Masour, E.S., Reham, R.R., El Hamid, E. S. (2015): study on the effect of humic acid on growth performance, immunological, some blood parameters and control intestinal clostridium in broiler chickens. *Zagazig Veterinary Journal*. 43. 1. 102-109
- Skokanová, M., Dercová, K. (2008): Humic acids. The origin and structure. *Chemické listy*, 102. 4. 262-268
- Sopoliga, I., Hreško Šamudovská, A., Demeterová, M., Nad', P., Marcin, A., Skalická, M. (2016): Effect of humic substances on the production parameters of pheasant hens. *Acta Fytofechnica and zootechnica*. 19. 1. 11-14
- Terry, S.A., Ribiero, G.O., Gruninger, R.J., Hunerberg, M., Ping, S., Chaves, A.V., Burlet, J., Beauchemin, K.A., McAllister, T.A. (2014): Effect of humic substances on rumen fermentation, nutrient digestibility, methane emissions and rumen microbiota in beef heifers, *Journal of Animal Science*, 265. 1-15
- Vaško, L., Vajda, V., Szanyi, G. (2012): Huminové kyseliny vo výžive a ich vplyv na metabolizmus a produkčné zdravie. *Slovenský Chov*, 5. 40-41
- Veselá, L., Kubal, M., Kozler, J., Innemanová, P. (2005): Structure and properties of natural humic substances type oxihumolite. *Chemické listy*, 99. 10. 711-717
- Yoruk, M.A., Gul, A., Hayirli, A., Macit, M. (2004): The effects of supplementation of humate and probiotic on egg production and quality parameters during the late laying period in hens. *Poultry Science*, 83. 84-88
- Zelenka, J., Heger, J., Zeman, L. (2007): Recommended Nutrient Content in Poultry Diets and Nutritive Value of Feeds for Poultry, 1st ed.; Mendel University in Brno: Brno, Czech Republic, pp. 1–78. (*In Czech*)

A BALATONI KŐSÜLLŐ (*SANDER VOLGENSIS*, GMELIN, 1788) ÁLLOMÁNY HÍMIVARSEJT MINŐSÉGÉNEK ÉS MÉLYHŰTÉSÉNEK VIZSGÁLATA AZ INDUKÁLT SZAPORÍTÁS FEJLESZTÉSE ÉS A GÉNBANKI MEGŐRZÉS CÉLJÁBÓL

Nagy Borbála¹, Várkonyi Levente¹, Fodor Ferenc², Koltai Tamás², Bodnár Ádám², Molnár József¹, Láng Levente Zete¹, Izsák Tibor¹, Staszny Ádám¹, Ferincz Árpád¹, Birkó-Sulyok Zita Katalin¹, Urbányi Béla¹, Szári Zsolt², Bokor Zoltán¹, Bernáth Gergely¹

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék
2100 Gödöllő, Páter Károly út 1./ 2484 Agárd

²Balaton Halgazdálkodási Nonprofit Zrt., 8600 Siófok, Horgony u.1.
nagy.borbala@mkk.szie.hu

Received – Érkezett: 16.11.2019.

Accepted – Elfogadva: 17.11.2020.

Összefoglalás

A kősüllő sperma mélyhűtése egyszerűbbé és gazdaságosabbá teheti a szaporítást, ezáltal elősegítheti a természetes populációk horgászati és természetvédelmi célú visszatelepítését egyaránt. Munkánk során 3 különböző kísérletet végeztünk sperma kinyerési (hagyományos fejés, katéter alkalmazása, fejés hígítóba és herepréselés) és mélyhűtési módszerek fejlesztésének céljából ($N=39$). A vizsgálatok során összehasonlítottunk 3 különböző hígítót (módosított Tanaka, csuka, glükóz), valamint két különböző méretű műszalmát (0,5 és 5 ml). A hímivarsejt progresszív motilitását a friss és a mélyhűtött mintákban egyaránt számítógépes spermavizsgáló rendszerrel (CASA) végeztük. Az eredmények alapján hatékony sperma kinyerési módszerek bizonyultak a hagyományos és a katéteres fejés, valamint a herepréselés egyaránt, azonban a legnagyobb minta mennyiséget az utóbbi módszer eredményezte. Keltetőházi körülmények között igazoltuk az általunk kidolgozott mélyhűtési módszerek (módosított Tanaka hígító, 0,5 illetve 5 ml-es műszalma) alkalmazhatóságát a kősüllő sperma fagyasztása során.

Kulcsszavak: kősüllő, spermamélyhűtés, CASA, keltetőházi körülmények

The improvement of the quality assessment and cryopreservation methods in Volga pikeperch (*Sander volgensis*) sperm obtained from the Lake Balaton for practical and conservation purposes

Abstract

Sperm cryopreservation in Volga pikeperch (*Sander volgensis*) can simplify the propagation process and reduce the costs of the broodstock management. The method can help also the reintroduction of the natural populations in Volga pikeperch. In our study, 3 different experiments

were carried out to improve the sperm sampling (regular stripping method, catheter, stripping into Pike extender and squeezing of the testis) and cryopreservation methods extenders (Extenders: modified Tanaka, Pike and Glucose, Straws: 0.5 and 5 mL) ($N=39$) in Volga pikeperch. The progressive motility in both fresh and the cryopreserved samples was recorded with Computer-assisted Sperm Analysis (CASA). According to our results, the regular, catheter stripping and squeezing testis can be effectively applied in Volga pikeperch. However, squeezed testis provides the highest volume of sperm. Both cryopreservation methods (0.5 and 5 mL straws) using modified Tanaka extender were efficiently used in hatchery conditions.

Keywords: Volga pikeperch, sperm cryopreservation, CASA, hatchery conditions

Irodalmi áttekintés

A kősüllő egy Közép- és Kelet-Európában fellelhető halfaj. Húsának minősége közeli rokonáéhoz, a fogassüllőéhoz (*Sander lucioperca*) hasonlóan kiváló. A kősüllő stresszérzékenysége alacsonyabb és jobban tolerálja a csökkent oxigénszintet, mint az említett rokonfaj, habár növekedési erélye elmarad a fogassüllőhöz képest (Szabó et al. 2009). Állománya Európa-szerte jelentős mértékben lecsökkent az utóbbi két évtizedben (Holcik 2003). A horgász- és halászfogások „vesztéseit” tenyésztésből származó kihelyezésekkel lehetne pótolni (Szabó et al. 2009). Mesterséges szaporítására vonatkozóan igen kevés irodalmi adat áll rendelkezésre, így annak további vizsgálata elengedhetetlen (Bokor et al. 2007). A spermamélyhűtés egyszerűbbé és költséghatékonyabbá teheti a szaporítási és nevelési folyamatokat (Bokor et al. 2019). A mélyhűtve történő tárolással kiküszöbölhető a spermáció és az ovuláció nem egy időben történő lezajlásából adódó probléma az ivási időszakban. Az ivarsejtek fagyasztása lehetővé teszi azok kiváló minőségű megőrzését, illetve génbankok létrehozását genetikai anyag megőrzésére akár veszélyeztetett fajok esetén is. A minták éveken keresztül tárolhatók rendkívül alacsony hőfokon ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) minőség romlás nélkül (Bernáth et al. 2018). Fajspecifikus mélyhűtési módszert, azonban csak néhány édesvízi faj esetén írtak le (Bernáth et al. 2015). A hímivartermék megfelelő minősége elengedhetetlen fontosságú a sikeres mélyhűtés és szaporítás elérése érdekében. A spermanyerés folyamán el kell kerülni annak vérrel, ürülékkel, vizelettel, vízzel és nyálkával történő szennyeződését, mert a sejtek aktiválódását okozhatják (Bozkurt 2019). A kősüllő mesterséges termékenyítésére nincsen kiforrott protokoll. A faj keltetőházi szaporításáról elenyésző mennyiségű adat áll rendelkezésünkre, a spermamélyhűtéséről pedig tudomásunk szerint csak egy tanulmányban írnak.

Anyag és módszer

A kísérleteinkhez a tejes állományt a Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. biztosította. A vizsgálatok egy részét a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékének telephelyén található haltartó infrastruktúrájában, másik részét a Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. buzsáki telephelyének keltetőházában végeztük. Munkánk során 3 különböző kísérletet hajtottunk végre sperma kinyerési és mélyhűtési módszerek fejlesztésének céljából ($N=39$). Az oltást megelőzően a halakat 2-fenoxi-etanol (99%, 0,4 ml/l) tartalmazó vízben bódítottuk. A spermáció indukálásához hipofízis kezelést alkalmaztunk. A kísérleti terv alapján kinyertük a hímivarterméket. A sejtek progresszív motilitását a friss és a mélyhűtött mintákban egyaránt számítógépes spermavizsgáló

rendszerrel (CASA, Computer-assisted spermanalysis, Sperm Vision™ v. 3.7.4., Minitube of America, Venture Court Verona, Egyesült Államok) végeztük. A sejtek aktiválásához egy 50 mM NaCl tartalmú, 30 mM Tris-sel pufferelt oldatot használtunk (pH: $8,0 \pm 0,2$) (Bokor et al. 2019). Az oldathoz 0,01 g/ml BSA-t (bovine serum albumin, szarvasmarha szérum albumin) adtunk, hogy megakadályozzuk a sejtek letapadását. Vizsgálataink során a mélyhűtéshez védőanyagként 10% metanolt alkalmaztunk. A fagyasztás minden esetben polisztirol dobozban történt, 3 cm-en a folyékony nitrogén gőzében. A folyamat 3, illetve 7 percig tartott a műszalmák méretétől függően (Bokor et al. 2019, Horváth et al. 2003). A sperma felolvasztását 40 °C-os vízfürdőben (Thermo Haake P5, Thermo Electron Corp, Waltham, Massachusetts, Egyesült Államok) végeztük. A 0,5 ml-es műszalmákat 13 másodpercig, az 5 ml-es műszalmákat 35 másodpercig olvasztottuk (Bokor et al. 2007 és 2019).

Az első vizsgálat során 4 féle módon nyertünk spermát 5-5 haltól, melyek a következők voltak, hagyományos fejés, katéter alkalmazása, hígítóba történő fejés és herepréselés. A következő vizsgálat során módosított Tanaka (137 mM NaCl, 76,2 mM NaHCO₃, Bernáth et al. 2015), csuka (150 mM glükóz, 75 mM NaCl, 30 mM KCl, 1 mM Na₂HPO₄ * 12H₂O, 1 mM MgCl₂ * 6H₂O, 1 mM CaCl₂ * 2H₂O, 20 mM Tris, és 0,5% BSA, pH: $8 \pm 0,2$, Bernáth et al. 2017) és glükóz (350 mM glükóz, 30 mM Tris, pH: $8,0 \pm 0,2$, Bokor et al. 2007) hígítókat hasonlítottunk össze. Az ivarterméket 7 egyed heréjének kioperálásával és préselésével nyertük ki. A mélyhűtés során 0,5 ml-es műszalmát használtunk. A spermáció indukálásához az első két vizsgálatban 3 mg/ttkg hipofízist alkalmaztunk a spermanyerést megelőzően 24 órával. Az utolsó kísérlet folyamán kétféle mintavételi módszert (hagyományos fejés és herepréselés), ill. 0,5 és 5 ml-es műszalmákat ($N=5$) hasonlítottunk össze keltetőházi körülmények között ($N=6-6$). A halakat 48 órával a vizsgálatokat megelőzően 3,5 mg/ttkg hipofízissel oltottuk.

Az adatsorok normálítás vizsgálatát Kolmogorov-Szmirnov teszttel végeztük. A nem normál eloszlást mutató értékeket arkusz-szinusz négyzetgyök függvényrel transzformáltuk. A csoportok közötti különbségeket Student féle egy mintás t-próbával, valamint egyszempontos varianciaanalízissel (one-way ANOVA, kiegészítve: Tukey féle post-hoc teszt) vizsgáltuk. A vizsgálatok során az alkalmazott szignifikancia szint minden esetben $P < 0,05$ volt.

Eredmények és értékelésük

Első kísérletünk során a legmagasabb motilitást a katéteres spermanyerés esetén ($92 \pm 5\%$) mértük. A hagyományosan ($5 \pm 7\%$) és a csuka hígítóba fejt ($8 \pm 11\%$) sperma szignifikánsan alacsonyabb értéket mutatott, mint a préseléssel ($63 \pm 12\%$) és a katéterrel nyert minta (1. ábra). A legnagyobb sperma mennyiséget a herepréselés módszerével kaptuk.

1. ábra: A négyféle mintavételi módszer összehasonlítása során mért progresszív motilitás ($N=20$). A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P<0,05$). Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók.

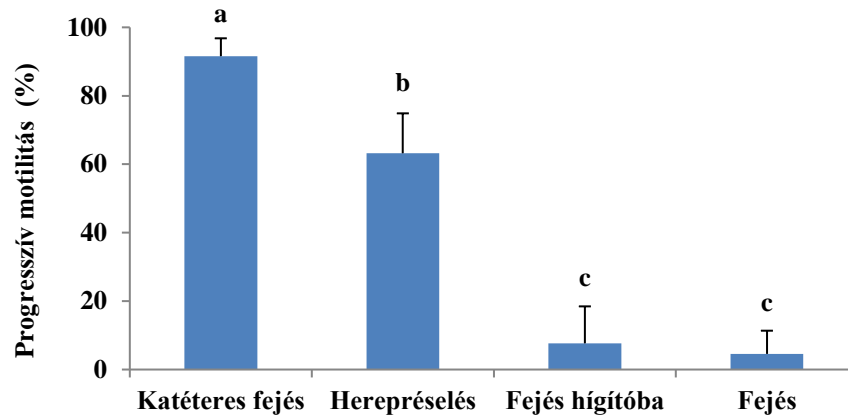


Figure 1: The progressive motility measured during the comparison of 4 different sampling methods ($N=20$). Different letters indicate statistically significant difference at the significance level of $P<0.05$. The columns represent mean and standard deviation.

A második vizsgálat folyamán hasonló progresszív motilitás értéket mértünk a friss sperma ($49\pm 9\%$) és a Tanaka hígító ($40\pm 15\%$) alkalmazása esetén. A friss sperma motilitását a csuka ($25\pm 16\%$) és glükóz ($2\pm 1\%$) hígítókkal összehasonlítva szignifikáns különbséget tapasztaltunk. A glükóz hígítónál rögzített progresszív motilitás szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a módosított Tanaka, vagy a csuka hígító alkalmazásával kapott érték (2. ábra).

2. ábra: A három különböző hígító összehasonlítása során mért progresszív motilitás ($N=7$). A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek ($P<0,05$). Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók.

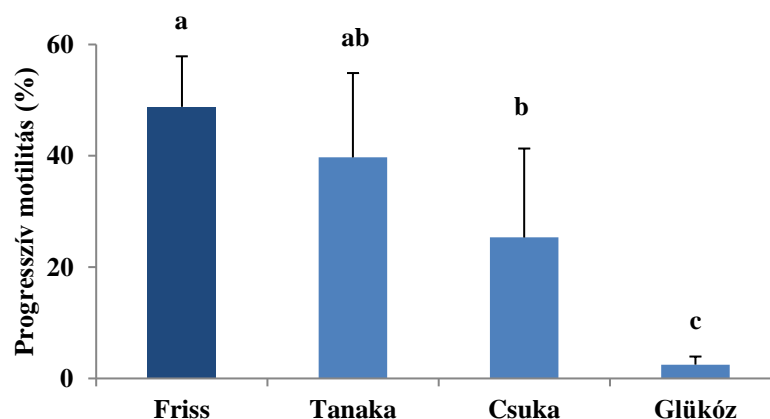


Figure 2: The progressive motility measured during the comparison of 3 different extenders ($N=7$). Different letters indicate statistically significant difference at the significance level of $P<0.05$. The columns represent mean and standard deviation.

A harmadik kísérletben a progresszív motilitás értéke mindkét spermavételi módszer (hagyományos fejés (65±35%), herepréselés (68±21%)) esetén hasonló volt (3. ábra). A minták progresszív motilitása között nem volt szignifikáns különbség a 0,5 (42±8%) és az 5 (28±12%) ml-es műszalmák összehasonlítása során. Mélyhűtést követően mindkét csoportnál szignifikáns csökkenés volt mérhető a progresszív motilitás esetén a friss spermához képest (73±19%) (4. ábra).

3. ábra: Kétféle mintavételi módszer összehasonlítása során, keltetőházi körülmények között mért progresszív motilitás (N=12). Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók.

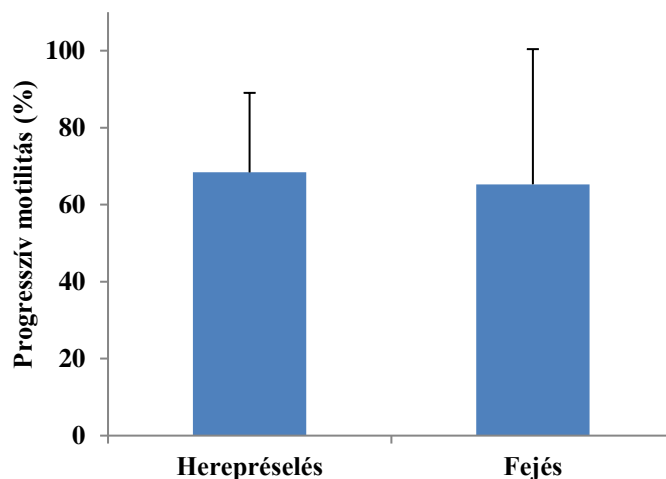


Figure 3: The progressive motility measured during the comparison of 2 different sampling methods at hatchery conditions (N=12). The columns represent mean and standard deviation.

4. ábra: A 0,5 ml-es és 5 ml-es műszalma összehasonlítása során, keltetőházi körülmények között mért progresszív motilitás (N=5). A különböző betűk statisztikailag szignifikáns különbséget jelölnek (P<0,05). Az ábrán átlagértékek és a hozzájuk tartozó szórások láthatók.

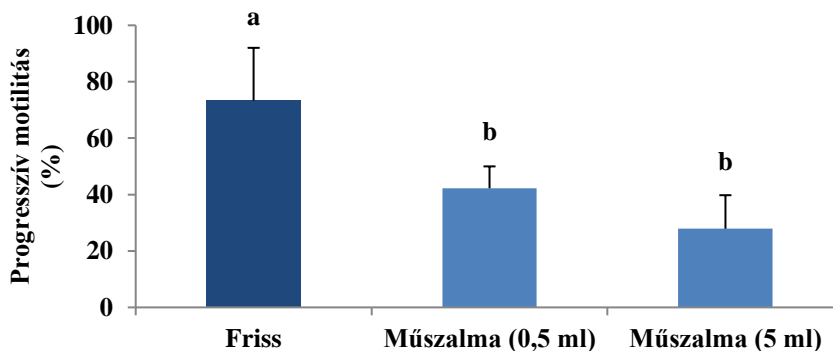


Figure 4: The progressive motility measured during the comparison of 0.5 and 5 mL straws at hatchery conditions (N=5). Different letters indicate statistically significant difference at the significance level of P<0.05. The columns represent mean and standard deviation.

Első kísérletünk folyamán a katéteres mintavételnél mértük a legmagasabb motilitást ($92\pm 5\%$), amihez hasonló értéket (90% felett) Glogowski et al. írt le 2000-ben szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) esetében. Hulak et al. 2008-ban a csuka (*Esox lucius*) sperma vizsgálata során két spermanyerési módszert hasonlított össze, a hagyományos fejest és a herepréselést. Kísérletünkkel ellentétben (hagyományos fejes ($5\pm 7\%$) és herepréselés ($63\pm 12\%$) nem találtak szignifikáns különbséget a két módszer között. A fejes hátrányának tulajdonították azonban, hogy a másik mintavételi módszerrel szemben kisebb mennyiségű, illetve szennyezettebb minta nyerhető ki, ami esetünkben is tapasztalható volt. Eredményeink és a korábbi irodalmi adatok alapján elmondható, hogy a különböző módszerek hatékonysága fajspecifikus lehet.

A korábban más fajoknál eredményesen tesztelt oldatok közül (Bernáth et al. 2015, Várkonyi et al. 2018), a módosított Tanaka hígító bizonyult optimálisnak a kősüllő sperma fagyasztása során. Az egyetlen kősüllő fajban megjelent spermamélyhűtési irodalmi adattal (Bokor et al. 2007, $30\pm 10\%$ -os motilitás) ellentétben a glükóz hígító alacsony eredményt mutatott a felolvasztást követően.

A hagyományos fejes és a herepréselése egyaránt nagy hatásfokkal működött a keltetőházi vizsgálatunkban. Bokor et al. (2019) szintén keltetőházi körülmények között herepréselés alkalmazásával végzett mintavételt európai harcsa (*Silurus glanis*) esetében. A sejtek progresszív motilitása ugyancsak magas, $89\pm 3\%$ volt. Bokor et al. 2007-ben fogassüllőben leírt tanulmányában $45\pm 30\%$ -os motilitást mért hagyományos fejes alkalmazásával keltetőházi körülmények között. Vizsgálatunk során magas $65\pm 35\%$ -os progresszív motilitást rögzítettünk a kősüllő sperma esetén, mely igazolta, hogy a két rokonfaj esetében egyaránt használható az említett módszer. A keltetőházi mélyhűtési kísérletünkben mindkét méretű műszalma egyaránt alkalmazhatónak bizonyult. Bokor et al. 2008-as 0,5 ml-s műszalmával végzett kutatása során a fogassüllő esetén $53\pm 5\%$ -os motilitást rögzített. A kősüllőnél kapott progresszív motilitás a 0,5 ml-es ürtartalom esetén szintén hasonló volt ($42\pm 8\%$).

Következtetések és javaslatok

Az eredmények alapján hatékony sperma kinyerési módszerek bizonyult a hagyományos, a katéteres fejes, valamint a herepréselés egyaránt, a legnagyobb ivarsejt mennyiséget azonban az utóbbi módszer eredményezte. A hagyományos fejes esetén az ivartermék könnyen szennyeződhet vizelettel vagy bélsárral, ami nagymértékben befolyásolja a sperma minőségét. A here préselését javaslom alkalmazásra a keltetőházi szaporítás során a megfelelő mennyiség és minőségű hím ivartermék kinyeréséhez. A 3 különféle hígító összehasonlítása során a módosított Tanaka bizonyult a legeredményesebbnek a kősüllő sperma mélyhűtéséhez. Keltetőházi körülmények között igazoltuk az általunk kidolgozott mélyhűtési módszerek alkalmazhatóságát a faj spermájának fagyasztása során.

Irodalomjegyzék

- Bernáth G., Csenki Zs., Bokor Z., Várkonyi L., Molnár J., Szabó T., Staszny Á., Ferincz Á., Szabó K., Urbányi B., Pap L.O., and Csorbai B. (2018): The effects of different preservation methods on ide (*Leuciscus idus*) sperm and the longevity of sperm movement. *Cryobiology*, 81. 125-131.
- Bernáth G., Żarski D., Krejszef S., Palińska-Żarska K., Bokor Z., Król J., Kollár T., Kucharczyk D., Urbányi B., and Horváth Á. (2015): Optimization of conditions for the cryopreservation of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) sperm. *Journal of Applied Ichthyology*, 31. 1. 94-98.
- Bernáth G., Várkonyi L., Szanati E., Molnár J., Kajtár A., Solymosi E., Urbányi B., and Bokor Z. (2017): Practical improvement of pike (*Esox lucius*) sperm cryopreservation. *Aquaculture Europe*, Dubrovnik, Croatia, Október 17-20
- Bokor Z., Bernáth G., Várkonyi L., Molnár J., Láng L.Z., Tarnai-Király Zs., Solymosi E., and Urbányi B. (2019): The applicability of large-scale sperm cryopreservation in wels catfish (*Silurus glanis*) optimized for hatchery practice. *Aquaculture*, 506. 337-340.
- Bokor Z., Horváth Á., Horváth L., and Urbányi B. (2008): Cryopreservation of pike perch sperm in hatchery conditions. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 60. 168-171.
- Bokor Z., Müller T., Bercsényi M., Horváth L., Urbányi B., and Horváth Á. (2007): Cryopreservation of sperm of two European percid species, the Pikeperch (*Sander lucioperca*) and the Volga pikeperch (*S. volgensis*). *Acta Biologica Hungarica*, 58. 199-207.
- Bozkurt Y. (Eds.) (2019): *Biological Research in Aquatic Science*, 11-36.
- Glogowski J., Kwasnik M., Piros B., Dabrowski K., Goryczko K., Dobosz S., Kuzminski H., and Ciereszko A. (2000): Characterization of rainbow trout milt collected with a catheter: semen parameters and cryopreservation success. *Aquaculture Research*, 31. 289-296.
- Holcik J. (2003): Changes in the fish fauna and fisheries in the Slovak section of the Danube River: a review. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 39. 3. 177-195.
- Horváth Á., Miskolci E., and Urbányi B. (2003): Cryopreservation of common carp sperm. *Aquatic Living Resources*, 16. 5. 457-460.
- Hulak M., Rodina M., and Linhart O. (2008): Characteristics of stripped and testicular northern pike (*Esox lucius*) sperm: spermatozoa motility and velocity. *Aquatic Living Resources*, 21. 2. 207-212.
- Szabó G., Müller T., Molnár T.G., Sudár G., Zake Z., Hancz Cs. (2009): Különböző takarmányadagok hatása a kösüllő (*Sander volgensis* Gmelin 1788) növekedésére és testösszetételére intenzív nevelés mellett. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 17. 1. 37-46.
- Várkonyi L., Bokor Z., Molnár J., Fodor F., Szári Zs., Ferincz Á., Staszny Á., Láng L.Z., Csorbai B., Urbányi B., and Bernáth G. (2018): The comparison of two different extenders for the improvement of large-scale sperm cryopreservation in common carp (*Cyprinus carpio*). *Reproduction in Domestic Animals*, 54. 3. 639-645.

NÉHÁNY TÉNYEZŐ HATÁSA CHAROLAIS NÖVENDÉKMARHÁK HÚSTERMELÉSI PARAMÉTEREIRE ULTRAHANGOS MÉRÉSEK ALAPJÁN

Polgár J. Péter¹, Török Márton², Kovács Ákos¹, Bene Szabolcs¹

¹Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi Tanszék

²Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete

polgar.jozsef.peter@szie.hu

Received – Érkezett: 26.08.2020.

Accepted – Elfogadva: 05.10.2020.

Összefoglalás

A húsmarhatenyésztés egyik állandó kihívása a piaci igényeknek megfelelő végtermék előállítás. Ahhoz, hogy ez a termelés gazdaságos is legyen, a tenyésztők számára elengedhetetlen az állományok folyamatos tesztelése. A sikeres tenyésztési munka egyik feltétele a megfelelő és megbízható adatrögzítés, amelyhez objektív mérési módszerekre van szükség. A charolais fajta az egyik legelterjedtebb nagytestű húsmarha, kiváló hústermelő képesség és hizodalmasság jellemzi. Mivel az elsődleges termék a vágott test, a csontos hús, célszerű a tenyészérték becslésének folyamatában a hústermelő képesség paramétereinek megjelenítése is. A korábbi gyakorlat során az ehhez szükséges információ elsősorban az utódok termelésének vizsgálatából származott, amely egy időigényes és a költséges eljárás (Williams, 2002). A technika fejlődésével azonban egyre inkább elérhetővé váltak azok az eszközök (UH, CT, MR) amikkel gyorsan, egyszerűen, nagy biztonsággal és precizitással rögzíthetünk adatokat. Az ultrahang alkalmazása nem invazív, és kellően megbízható módszer (Williams, 2002). Élő állaton, üzemi körülmények között az ultrahangos mérés alkalmazása valósítható meg (Tózsér és mtsai., 2005). A tesztelt paraméterek köre a rostélyos keresztmetszet, a bőr alatti faggyúvastagság a rostélyos tájékon és a faron. A BREEDPLAN tenyészérték becslési struktúrákban a P8 adatok felhasználásra kerülnek. A hazai gyakorlatban az üzemi alkalmazás csak kísérleti tevékenység kapcsán merült fel. A tenyészállatok felnevelése alatt a tesztelést az Egyesület folyamatosan végzi, az adatok értékelése folyamatban van.

Kulcsszavak: charolais, ultrahangos mérés, rostélyos keresztmetszet, faggyú vastagság

Effect of some factors on characteristics of charolais beef production in ultrasound measuring

Abstract

A constant challenge of the beef breeding is to produce an end-product that meets the market's needs. It is essential that breeders should continuously test herds in order to make this production economic. The proper and responsible data recording, which belong to one of the fundamental conditions for the success of breeding work, requires objective measurement methods. Charolais is one of the most widely-known large beef cattles with excellent meat-producing ability and the

ability to gain weight. The primary product is the cut body, the boned meat, so it is advisable to display the parameters of the meat production capacity in the process of estimating the breeding value. During previous practice the information needed for this came primarily from studying offspring production, which is a time-consuming and expensive process (Williams, 2002). However devices (UH, CT, MR)- which can record data quickly and simply with high security and precision- have become increasingly available with the advancement of technology. The use of ultrasound is a noninvasive and reliable method (Williams, 2002). Ultrasonic measurement can be performed on live animals under field conditions (Tózsér et al., 2005). The ribeye cross-section, the fat thickness under the skin on the rib eye area and the tail are among the tested parameters. P8 data is used in BREEDPLAN breeding value estimation structures. The use of the operating application only emerges in connection with experimental activities in domestic practice. The testing is performed by the Association during the rearing process of the breeding animals and the evaluation of the data is in progress.

Keywords: charolais, ultrasound measuring, ribeye area, fat thickness

Bevezetés

A húsmarhatenyésztés egyik állandó kihívása a piaci igényeknek megfelelő végtermék előállítás. Ahhoz, hogy ez a termelés gazdaságos is legyen, a tenyésztők számára elengedhetetlen az állományok folyamatos tesztelése. A sikeres tenyésztési munka egyik feltétele a megfelelő és megbízható adatrögzítés, amelyhez objektív mérési módszerekre van szükség. Ezen adatok segítségével becsülhető meg az egyes tenyészállatok tenyészértéke.

Mivel az elsődleges termék a vágott test, a csontos hús, célszerű a tenyészérték becsülésének folyamatában a hústermelő képesség paramétereinek megjelenítése is. A korábbi gyakorlat során az ehhez szükséges információkat elsősorban az utódok termelésének vizsgálatából származott, amely egy időigényes és a költséges eljárás (Williams, 2002). A technika fejlődésével azonban egyre inkább elérhetőek azok az eszközök (UH, CT, MR) amikkel gyorsan, egyszerűen, nagy biztonsággal és precizitással rögzíthetünk adatokat. Élő állaton, üzemi között körülmények között az ultrahangos mérés alkalmazása valósítható meg (Tózsér és mtsai., 2005). Az ultrahang alkalmazása nem invazív, és kellően megbízható módszer (Williams, 2002). Alkalmos az izomszövet és a faggyú szöveti területei kiterjedtségének mérésére is.

Irodalmi áttekintés

Magyarországon az ultrahangos technikát első sorban vemhességvizsgálatra alkalmazzák a tejelő tehenészetekben. Segítségével meghatározható, becsülhető a kondíció, mind tejelő mind pedig húsmarha állományokban (Tózsér és mtsai., 2005). Azonban alkalmas több hústermelési mutató mérésére is, ezen adatok segítségével nem csak a pillanatnyi termelés állapítható meg, hanem már fiatal korban prognosztizálható ezen paraméterek későbbi változása (Silva és mtsai., 2002; Greiner és mtsai., 2003). Mivel gyors és megbízható módszer, így a húsmarhatenyésztők számára alkalmas eszköz lehet a tenyészérték becsülésének folyamatához szükséges adatok rögzítésére, amelynek költségei így jelentősen csökkenthetőek (Reverter és mtsai., 2000; Williams, 2002; Tózsér és mtsai., 2004/b).

Az eszköz maga ultrahang hullámokat bocsát ki, amelyek egy piezoelektromos kristály segítségével jönnek létre. A hanghullámok kölcsönhatásba lépnek a szövetekkel, az így

visszaverődő hanghullámokat fogja fel a fejegység, amelyből létrejött kép aztán a képernyőn jelenik meg. A kép részletességében a ultrahang hullámhossza a legmeghatározóbb, az alacsonyabb frekvenciát használva a kép felbontása a kisebb frekvencia használatával javul. A hanghullámok szövetbe jutása azonban romlik a magasabb frekvencia használatakor, ezért élő állat carcass vizsgálatkor 3,5MHz-es frekvenciát használnak (Harangi, 2013). A leggyakrabban ultrahanggal mért paraméter a rostélyos keresztmetszet (REA), a bőr alatti faggyúvastagság a faron (P8), a bőr alatti faggyúvastagság a rostélyos tájékon (FT) (Williams, 2002). Ezen méretek felvétele viszonylag nagy pontossággal történik ultrahang segítségével. Silva et al. (2002) az ultrahangos méréseik és a vágási minősítés után kapott értékek közötti összefüggést vizsgálva a REA estében 0,90, a FT esetében pedig 0,85 korrelációs koefficienset kaptak. Greiner és mtsai. (2003) vizsgálataik során hasonló eredményeket kaptak, a REA esetében 0,86-os korrelációt állapítottak meg, azonban azt is kiemelték, hogy a carcass-on mért rostélyos átmérő erősebb összefüggést mutatott ($r=0,86$) a féltetek súlyával. Tőzsér et al. (2005) a P8 értékre vonatkozóan megállapította, hogy az a charolais fajta esetén szoros pozitív összefüggésben van az élősúllyal ($r=0,4, -0,7$). Azok a modellek, melyek az ultrahangos mérésekre alapozott vágási mutatók előrejelzésére tesznek kísérletet, nem egységesek. A különböző mérési pontokon rögzített adatok eltérő mértékű hatást eredményeztek. A legtöbb esetben a REA hatása bizonyult a leginkább azonos erősségűnek ($r=0,6-0,7$), azonban sem a az FT sem pedig a P8 értéket illetően nem egységesek az eredmények (Williams és mtsai., 1997; Silva és mtsai., 2002; Greiner és mtsai., 2003).

A termelési paraméterek előrejelzése mellett az ultrahang alkalmazása egyre jelentősebb eszköz lesz a tenyésztés kiválasztásában is, a méréseket általában az állatok 1 éves korában végzik ilyen céllal (Moser és mtsai. 1998; Reverter és mtsai., 2000; Williams, 2002; Harangi és mtsai., 2008). A charolais fajtában végzett haza kutatások azt mutatták, hogy ivar szerint azonos körülmények között és azonos életkorban (~540nap) nincs szignifikáns különbség a faggyúsodásban (Tőzsér és mtsai., 2004/a). Fontos kiemelni, hogy egyes tulajdonságok additív genetikai varianciái esetében azonban van eltérés a nemek között. Reverter és mtsai. (2000) angus marháknál az ultrahangos mérések eredményeinek örökölhetőségét vizsgálva azt tapasztalta, hogy a rostélyos területe és annak h^2 értéke magasabb volt üszők (0,46) esetében, mint a bikáknál (0,37), Hereford fajta esetében ennek az ellentétét tapasztalták (bika 0,41; üsző 0,34), tehát különböző fajták esetében is jelentős különbségek állhatnak fenn (Tőzsér és mtsai., 2009).

Anyag és módszer

A méréseket egy Falco-100 real-time ultrahanggal eszközzel végeztük, egy lineáris, 18cm-es 3,5MHz-es mérőfejjel. Az adatfelvétel során mért paraméterek a következők voltak: rostélyos keresztmetszet (REA), bőr alatti faggyúvastagság a faron (P8), és bőr alatti faggyúvastagság a rostélyos tájékon (FT). A mérések termelésellenőrzött charolais állományokban, 180 bikán és 190 üszőn történtek. A Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete által gyűjtött adatokat ivar és kor szerint is elemeztük. Az adatok feldolgozáshoz MS Excel és SPSS 9,0 statisztikai adatfeldolgozó szoftvereket használtunk, amelyekkel ANOVA és korrelációs elemzéseket végeztünk.

Eredmények

A rostélyos keresztmetszetre (REA) az ivari hatás gyakorolta a legnagyobb hatást 92,3%-al illetve az életkor 6,2%-al. Az általunk figyelembe vett tulajdonság közül az ivar ezt befolyásolta a

legnagyobb mértékben. A bőr alatti faggyúvastagság rostélyos tájékon (FT) volt a másik olyan paraméter amelyre nagy hatással volt az ivar (81%), illetve az apa hatása volt jelentős mértékű (12,3%). A bőr alatti faggyúvastagság esetében a rostélyos tájékon (P8) az életkor volt a legerősebb tényező, ellentétben a másik két tulajdonsággal ahol ez elhanyagolható illetve az FT esetében nem volt szignifikáns (REA 6,2%; FT 1,3%). Az apa hatása a P8-nál volt a legerősebb (14,8%), ami közel áll a FT-nál kapott hatás értékéhez.

1. táblázat: A vizsgált tényezők hatása az értékelt tulajdonságokra

Tényező (1)	Osztályok (2)	A tényező hatása és aránya a fenotípusban (3)					
		REA (N=370)		P8 (N=412)		FT (N=252)	
		p	%	p	%	p	%
Apa (A) (4)	101	<0,01	1,0	<0,01	14,8	<0,01	12,3
Ivar (I) (5)	2	<0,01	92,3	NS	0,0	<0,01	81,0
Életkor (É) (6)	3	<0,01	6,2	<0,01	79,4	NS	1,3
Hiba (7)	-	-	0,5	-	5,8	-	5,4
Összesen (8)	-	-	100,0	-	100,0	-	100,0

REA = rostélyos keresztmetszet (9); P8 = bőr alatti faggyúvastagság a faron (10); FT = bőr alatti faggyúvastagság a rostélyos tájékon (11);

Traits(1), Groups (2), Effects and relation of traits (3), Sire (4), Sex (5), Age (6), standard error (7), sum-total (8), ribeye area (9) fat thickness at rump (10) fat thickness at ribeye (11)

Table 1: Effect of the examined factors in the investigated traits

A vizsgált 3 tulajdonság örökölhetősége (2. táblázat) közel azonos, mindegyik közepesen jól örökölhető. A legjobb örökölhetőséget az FT mutatta ahol a $h^2_{FT}=0,65$, ezután következik a P8 ahol $h^2_{P8}=0,62$, a $h^2_{REA}=0,57$. A két zsírszövet beépülési vastagságát jellemző tulajdonság értéke áll közel egymáshoz.

2. táblázat: Populációgenetikai paraméterek

Tulajdonságok (1)	$h^2 \pm SE$
REA (2)	0,57±0,23
P8 (3)	0,62±0,22
FT (4)	0,65±0,29

Traits (1), ribeye area (2) fat thickness at rump (3) fat thickness at ribeye (4)

Table 2: Population genetics parameters

A 3. táblázatban láthatjuk, hogy a vizsgált tényezők közül a REA változik a legnagyobb mértékben a vizsgált hatások függvényében. A REA főátlagtól való eltérése a az apaállatoknál a legnagyobb különbség (-12,41 - +2,86 cm²). Azonban ha apák közötti eltérést, a legnagyobb és legkisebb érték közötti különbséget és a főátlag arányában mért eltérést nézzük, ez az FT-nél a legnagyobb mértékű (67%). Az ivari szerinti eltéréseket vizsgálva láthatjuk, hogy a REA esetén nagy eltérés van a bikák (N=180) és az üszők (190) között, az ivari hatás itt igazolt. A P8 és az FT esetében ez a különbség nem jelentős, ezekre a tulajdonságokra az ivar hatása nem volt igazolt vizsgálatunkban.

3. táblázat: Apa, ivar és életkor hatása a vizsgált tulajdonságokra

Tényezők (1)	Tulajdonságok (2)					
	REA (cm ²)		P8 (cm)		FT (cm)	
N	370		412		252	
Főátlag±SE (3)	83,09±0,67		0,52±0,01		0,46±0,01	
Létszám; eltérés a főátlagtól (4)	N	+ / -	N	+ / -	N	+ / -
Apa KLSZ (5)						
- 21841	7	-12,41	9	-0,24	-	-
- 22480	10	-3,22	11	+0,13	4	+0,01
- 22606	8	+2,86	9	+0,02	5	+0,08
- 22875	10	+0,94	10	+0,15	9	+0,13
- 23770	14	-0,14	17	+0,03	7	-0,02
- 23918	15	+0,70	17	+0,04	13	-0,01
- 24157	8	-3,75	8	-0,04	3	+0,00
- 24831	14	-11,48	18	-0,12	17	-0,09
- 24938	7	+0,93	7	+0,01	5	-0,05
- 25009	17	+2,05	17	+0,02	8	-0,05
- 25018	8	-3,37	9	+0,01	-	-
- 25035	8	-1,22	8	+0,07	7	-0,03
- 25898	7	+1,14	7	-0,07	7	-0,07
- 26906	7	+1,43	7	+0,11	7	+0,13
- 27284	9	-1,82	10	-0,13	3	-0,18
Ivar (6)						
- Bika (7)	180	+13,83	181	-0,00	164	+0,06
- Üsző (8)	190	-13,84	231	+0,00	88	-0,06
Életkor (nap) (9)						
- <400	98	-6,22	106	-0,09	41	-0,00
- 400-500	174	-0,41	178	-0,02	154	-0,01
- 500≤	98	+6,61	128	+0,11	57	+0,01

REA = rostélyos keresztmetszet (10); P8 = bőr alatti faggyúvastagság a faron (11); FT = bőr alatti faggyúvastagság a rostélyos tájékon (12);

Table 3. The effect of sire, sex and age in the investigated traits

Factors (1), Traits (2), sum-total (3), difference at sum-total (4), number of sire (5), sex (6), bull (7), heifer (8), age in day (9), ribeye area (10) fat thickness at rump (11) fat thickness at ribeye (12)

A kor tekintetében annak növekedésével a faggyúsodás hatása leginkább a P8 pontban mutatkozik meg, 500 nap felett a fő átlagtól való eltérés +0,11cm (N=98). A REA esetében is látjuk, hogy a főátlagtól való eltérés pozitív lesz 500 nap felett (+6,61cm²), a rostélyos keresztmetszete intenzíven növekszik. Az FT érték az ugyan ebben az időszakban már csak kis mértékben változik, főátlagtól való eltérés +0,01cm. Eredményeink azt mutatják, hogy a hízalási napok későbbi szakaszában, ahogy az állatok elkezdnek zsírdepókat létrehozni, azok elsősorban a fartájékon képződnek, a rostélyos tájékon csak kis mértékben épül be zsír. Ha az általunk vizsgált tulajdonságok közötti korrelációt vizsgálva láthatjuk, hogy az a REA és az FT között a legerősebb ($r=0,64$), az összefüggés itt a legerősebb. Ezzel szemben a REA és másik faggyúvastagságot jellemző mért tulajdonság a P8 viszonyában a korreláció igen gyenge ($r=0,27$), ám szintén bizonyított mértékű. A két faggyúvastagsági érték között is gyenge, csupán $r=0,35$ korrelációt tapasztalunk.

4. táblázat: A vizsgált tulajdonságok közti korrelációk

r	P8 (2)	FT (3)
REA (1)	0,27*	0,64*
P8		0,35*

* $p<0,01$; REA = rostélyos keresztmetszet (1); P8 = bőr alatti faggyúvastagság a faron (2); FT = bőr alatti faggyúvastagság a rostélyos tájékon (3);
ribeye area (1) fat thickness at rump (2) fat thickness at ribeye (3)

Table 4: Correlation between investigated traits

Az életkor és a vizsgált tulajdonságok korrelációját külön vizsgáltuk ivar szerint. Ennek eredményeként kiderült hogy korreláció az életkor és a REA, P8 és a FT bikák esetében nem szignifikáns. Egyedül az üszők esetében korreláltak ezek az adatok az életkorral, a legerősebb korrelációt a REA ($r=0,62$). A két különböző pontban mért faggyúvastagság összefüggése az életkorral közel azonos, de gyenge mértékű (FT $r=0,46$; P8 $r=0,48$).

Összefoglalás

A REA és a FT esetében közel azonos tényezők hatását látjuk azonban azoknak hatása eltérő mértékű a két tulajdonság tekintetében. A kapcsolatot a két tulajdonság között azok egymással való korrelációja is mutatja. A zsírszövet vastagságát értékelő két tulajdonság a P8 és az FT kapcsolata már gyengébb, több esetben eltérő a kapcsolatuk egyes hatásokkal, például az ivar és az életkor tekintetében.

Az örökölhetőség szempontjából elmondható, hogy a vizsgált tulajdonságok alapot adhatnak, a tenyészállatok kiválasztásához. Ez megegyezik a feldolgozott szakirodalmi források megállapításaival (Moser et al., 1998; Reverter et al., 2000; Williams, 2002). A szöveti gyarapodás, fejlődés és a kondíció paraméterei ebben az életszakaszban még részlegesen átfednek.

Irodalomjegyzék:

- Greiner, S.P., Rouse, G.H., Wilson, D.E., Cundiff, L.V., Wheeler, T.L.* (2003): Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle, *Journal of Animal Science*, 81. 7. 1736-1742.
- Harangi S* (2013): Ulthangos mérési technika alkalmazása szarvasmarhák hústermelő képességének és vágóértékének használatára, PhD. disszertáció, Debreceni Egyetem
- Harangi S., Béri B., Gazdóf K., Czeglédi L.* (2008): Különböző genotípusú növendékbikák sajátjeljesítményvizsgálat alatti teljesítményének értékelése, *Animal welfare, ethology and housing systems*, 4. 2. (Különszám) 128-136.
- Moser, D.W., Bertrand, J.K., Misztal, I., Kriese, L.A., Benyshek, L.L.* (1998): Genetic Parameter Estimates for Carcass and Yearling Ultrasound Measurements in Brangus Cattle, *Journal of Animal Science*, 76. 10. 2542-2548.
- Reverter, A., Johnston, D.J., Graser, H.U., Wolcott, M.L., Upton, W.H.* (2000): Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle, *Journal of Animal Science*, 78. 7. 1786-1795.
- Silva, S.L., Tarouco, J.U., Ferraz, J.B.S., Gomes, R.C., Leme, P.R., Navajas, E.A.* (2012): Prediction of retail beef yield, trim fat and proportion of high-valued cuts in Nellore cattle using ultrasound live measurements, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41. 9. 2025-2031.
- Tőzsér J., Domokos Z., Bujdosó M., Szentléleki A., Bakus G., Zándoki R., Minorics R.* (2004/a): Hosszú hátizom területének mérése real-time ultrahangkészülékkel a charolais fajtában. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 8. 2. 11-21.
- Tőzsér J., Domokos Z., Holló G., Holló I., Bujdosó M., Andrásy Z., Wolcott, M.L.* (2005): A fartájék bőralatti faggyúvastagságának (P8) mérése real-time ultrahangkészülékkel charolais, holstein-fríz és magyartarka fajtájú bikákon, *Acta Agraria Kaposváriensis*, 9. 2. 1-11.
- Tőzsér János, Domokos Zoltán, Szentléleki Andrea, Claudio Bottura, Alberto Massimiliano, Kovács Alfréd, Balogh Péter, Bundschuh Attila* (2009): Adatok aubrac és charolais hízóbikák ultrahanggal mért hosszú hátizom területéről és bőr alatti faggyúvastagságáról, *Acta Agronomia Óváriensis*, 51. 2. 53-61.
- Tőzsér J., Holló G., Holló I., Seregi J., Repa I.* (2004/b). A szarvasmarha hosszú hátizom területének mérése real-time ultrahangkészülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 6. 539-553.
- Williams, A.R.* (2002): Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management, *Journal of Animal Science*, 80. E-suppl2. 183-188.
- Williams, R.E., Bertrand, J.K., Williams, S.E., Benyshek, L.L.* (1997): Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *Journal of Animal Science*, 75. 1. 7-13.

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1.-16- 2016.-00015. számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

EVALUATION OF ANIMAL-BASED PARAMETERS OF WELFARE IN TWO HUNGARIAN DAIRY FARMS USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Tőzsér János¹, Kézér Fruzsina Luca¹, Kovács Levente², Fazekas Natasa¹

¹Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Institute of Animal Husbandry, Páter K. út 1, Gödöllő H-2103, Hungary

²National Agricultural Research and Innovation Center, Research Institute for Animal Breeding, Nutrition and Meat Science, Gesztenyés út 1, Herceghalom H-2053, Hungary
kovacs.levente@athk.naik.hu

Received – Érkezett: 20.07.2020.
Accepted – Elfogadva: 05.10.2020.

Abstract

The aim of this study was to give information about the characterization of parameters of heart rate variability (HRV) and some traditional parameters on two Holstein Friesian farms (farm 1, farm 2). Both were small-scale farms. The average daily milk yield, body condition of the animals, locomotion and temperament tests and cardiac activity measurements were made in autumn 2013. The physical activity of the animals was also recorded (lying, lying and ruminating, standing, standing and ruminating, feeding). Principal component analysis (PCA) was performed using the SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL) statistical software. Rotation of factors was done by the Oblimin method. The latent variables were calculated from the correlation matrix of the parameters. In the interpretation of PCs, only loadings greater than 0.6 were considered practically significant. The daily milk yield of cows was 25.5±4.41 kg and 23.5±8.29 kg on farm 1 and 2, respectively. Means for body condition score, temperament, heart rate, RMSSD, HF, LF/HF were recorded: farm 1: 3.1 score; 1.3 score; 73.42 beat/min; 14.19 ms; 23.52; 9.95 ratio; and farm 2: 2.7 score; 1.7 score; 74.05 beat/min; 18.75 ms; 28.53; 6.47 ratio respectively. Parameters recorded for the two farms were similar. On farm 1, the following four significant PCs (explain together over 80% of the total variance) were involved in the analysis: *traits of HRV (1)*, *body condition-temperament score (2)*, *daily milk production (3)*, *RMSDD (4)*. The first principal component (36.0% of total variance) can be interpreted as a linear combination of HF, HR and LF/HF examined parameters. On farm 2, the following four principal components (explain together 81.2% of the total variance) were defined: *traits of HRV (1)*, *body condition and daily milk production (2)*, *temperament (3)*, *RMSDD (4)*. The first principal component in the case of farm 2 corresponds to a group of three parameters: LF/HF, HF and HR. This principal component explained 29.5% of the all variance.

Keywords: Holstein Friesian cow, HRV parameters, milk production, body condition

Állatjóléti paraméterek értékelése két magyar tejelőfarmon főkomponens-elemzéssel

Összefoglalás

Ennek a tanulmánynak a célja a pulzusszám (HRV) paramétereinek és néhány hagyományos paraméterének jellemzése volt két holstein-fríz gazdaságban (1. farm, 2. farm). Mindkét gazdaság kisebb méretű volt. 2013 őszén megmérték az átlagos napi tejhozamot, az állatok kondícióját. Az állatok mozgását és temperamentumát megnézték és mérték szívritmusukat. A fizikai aktivitást is meghatározták (fekvő, fekvő és kérődző, álló, álló és kérődző, táplálkozási). A főkomponens elemzést (PCA) az SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL) statisztikai szoftver alkalmazásával végezték. Az Oblimin rotálási eljárás lett alkalmazva. A háttérváltozók kiszámítása a korrelációs mátrix alapján történt. A főkomponensek szakmai tartalmának meghatározásakor a 0.6-nél magasabb súlyértékeket tekintettük jelentősnek. A tehenek napi tejhozama az 1. és a 2. gazdaságban $25,5 \pm 4,41$ kg és $23,5 \pm 8,29$ kg volt. A kondíció pontszám, a temperamentum, a pulzusszám, az RMSSD, HF, LF/HF értékeket feljegyezték: farm 1: 3,1 pont; 1,3 pont; 73,42 ütem/perc; 14,19 ms; 23:52; 9,95 arány; és 2. farm: 2,7 pont; 1,7 pont; 74,05 ütem/perc; 18,75 ms; 28.53; 6,47 arány. A két gazdaság paraméterei hasonlóak voltak. Az 1. gazdaság esetében az első háromfőkomponens (a teljes variancia több mint 80%-át magyarázza meg együtt) bizonyult jelentősnek: a HRV tulajdonságai (1.), a kondíció és temperamentum pontszámai (2.), a tejtermelés (3.), valamint az RMSSD (4). Az első főkomponens (a teljes variancia 36.0%-a tömörül benne) a HF, HR és LF/HF paraméterek lineáris kombinációjaként értelmezhető. A 2. gazdaság esetében a következő négy főkomponens (magyarázott variancia: 81,2%) bizonyult jelentősnek: a HRV tulajdonságai (1.), a kondíció és a napi tejtermelés (2.), temperamentum (3.) és a RMSSD (4). Az első főkomponens a 2. gazdaság esetében a három paraméterből álló mutatócsoportnak felel meg: LF/HF, HF és HR. Ezen főkomponens 29,5%-ot magyaráz meg a teljes varianciából.

Kulcsszavak: holstein-fríz tehen, HRV paraméterek, tejtermelés, kondíció

Introduction

The importance of animal welfare and behavior in addition to the production level is getting noticed nowadays in dairy farming. It is important to emphasize that we can measure more and more parameters with special instruments, even in farm conditions.

Studies about heart rate variability

The first application of measuring heart rate variability (HRV) was used in human medicine (*ESC-NASPE Task Force*, 1996). The heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals was proven by *von Borell et al.*, 2007).

The heart rate (HR) and parasympathetic nervous system (PNS) indices of cardiac function are reliable measures of animal welfare in dairy cattle (*Kovács et al.*, 2014a). The root mean square of successive differences (RMSSD) between IBIs and high frequency (HF) component of HRV are used to detect tendencies in PNS activity. Poincaré measure standard deviation 1 (SD1) also represents vagal tone (*Tarvainen et al.*, 2014). The relative power of the

low frequency (LF) component and HF (LF/HF ratio) gives information about sympathetic nervous system (SNS) and the SNS/PNS balance (*van Ravenswaaij-Arts et al.*, 1993).

Earlier HRV studies in cattle reported the effects of pathological conditions of cardiac function, while current works are available on the physiological and behavioural aspects of pain evoking husbandry procedures (*Kovács et al.*, 2014b). Previous studies on short-term physiological and behavioural responses of animals in relation with breed and milking systems (*Hagen et al.*, 2005), milking technology (*Kézér et al.*, 2015), or as the effects of responsiveness towards humans (*Sutherland et al.*, 2012, *Kovács et al.*, 2015) were carried out on small-scale farms.

Importance of temperament

Temperament is defined as a behavioural reaction of animals when handled by humans. Temperament of cattle can be investigated in restrained (e.g. scale test and crush test) and non-restrained tests (e.g. flight speed test, open field test and pound test) (*Burrow*, 1997). It is not always possible to relate behaviours in a restrained situation to behaviours in a non-restrained situation because some of the animals that are difficult to handle in a paddock demonstrate a moveless response when restrained (*Burrow and Corbet*, 2000).

Cattle are not easy to be provoked, however, they can respond by flight and aggression to a novel situation. The reaction of animals can be trampling, pushing, kicking and flicking tail, but this can depend on their previous positive or aversive experience (*Boivin et al.*, 1998).

More factors are known to influence temperament to a certain extent. In Hungary *Czakó* (1978), *Tózsér et al.* (2003), *Holló et al.* (2004) as well as *Szentléleki et al.* (2005) have already reported the relatedness of cattle's temperament to some of their traits. Temperament between and within of some beef cattle breeds can be significantly different, as confirmed by several studies. *Morris et al.* (1994) proved the difference between Angus and Hereford breeds in temperament at weighing. Angus individuals were more nervous than Hereford. *Tózsér et al.* (2004) applied scale test and flight speed test to assess temperament of Hungarian Grey and Charolais cattle. Significant difference between the breeds was determined at 0.001 significance level: Hungarian Grey steers were calmer (mean score: 1.37, mean time: 4.81 sec) compared to Charolais steers (mean score: 2.0, mean time: 2.71 sec). However, *Holló et al.* (2004) could not show any difference between temperament of Holstein Friesian and Hungarian Grey fattening bulls kept under same conditions.

Human-animal relationship remarkably affects not only the behaviour of animals but their production and welfare, as well (*Seabrook*, 1994, *Le Neindre et al.*, 1996). Careful handling is necessary in animal housing systems, since safe treatment of animals is crucial during medical and pregnancy examinations, claw treatment, weighing etc. carried out in everyday farm practice (*Györkös and Kovács*, 2004). Accordingly, to handle an animal that has not got accustomed to humans presents a risk to the safe of farmer as well as animal welfare. In different housing technologies it is possible to improve temperament and treatment of calves by decreasing stress factors and increasing handling efficiency (*Boivin et al.*, 1994, *Burrow*, 1997, *Györkös and Kovács*, 2004).

Utilization of principle component analysis in cattle breeding

According to the literature, the most important fields where PCA was used in cattle breeding are the following ones.

- Tracing Cattle Breeds with PCA Ancestry Informative SNPs (*Lewis et al.*, 2011).
- Assessing footprints of natural selection through PCA analysis in cattle (*Moravčíková et al.*, 2017).
- PCA is capable of determination of the early detection of mastitis and lameness in dairy cows (*Meikley et al.*, 2013) and of the incidence of diseases in Norwegian Red Cattle (*Zarnecki et al.*, 1985).
- PCA can be utilized for productive and reproductive traits of Holstein cattle (*Castano et al.*, 2013) and of Red Sindhi dairy cattle breed (*Mello et al.*, 2019).
- PCA was performed on the standardized breeding values for growth and reproductive traits in beef cattle (*Boligon et al.*, 2016).
- Rear shape in 3 dimensions summarized by PCA is a good predictor of body condition score in Holstein dairy cows (*Fischer et al.*, 2015).
- *Tózsér et al.* (2000) used PCA for investigation of conformation traits of weaned Charolais calves in Hungary.
- PCA results of two analyses on Holstein-Friesian and Hungarian Fleckvieh cows (*Tózsér et al.*, 2001) clearly confirmed, that the variables for the deposition of fat and adipose tissue cellularity have to be included into the prediction model.
- PCA is important for describing the body measurements and body indices in the Pasundan cows (*Putra et al.*, 2020).
- Evaluation of the results of self-performance test in Limousin breeding candidates by PCA (*Tózsér et al.*, 1997).

There's no information about using PCA for parameters of HRV in cattle breeding in the literature.

The aim of our study was the characterization of the HRV and some traditional parameters using by principal component analyses (PCA) in two commercial dairy farms.

Materials and methods

Farms, animals and housing

Measurements were carried out in two commercial dairy farms (farm 1, farm 2) in Hungary on Holstein- Friesian cows produced more than one calf. Both farms were of smaller scale. Cow population, housing conditions, feeding regime and milking system of the farms are summarized in *Table 1*. According to the rule of ICAR, the average daily milk yield was measured. Focal animals were selected from clinically healthy cows. Cows that were in estrus were not involved in the study. Averages for focal animals were similar in age parity, days in milking and body condition score for both farms. Body condition of the animals was scored using the 5-point scoring system (from very lean to fat) (*Hady et al.*, 1994). Conventional temperament assessment was performed in this study.

In order to avoid any effects of high ambient temperature on cow's cardiac activity, measurements were made in autumn 2013. The study was ethically approved by the Department of Epidemiology and Animal Protection of the Directorate of Food Chain Safety and Animal Health at Central Agricultural Office.

Preparation of IBI data collection

IBIs were recorded using a mobile recording system, which included a Polar Equine T56H transmitter with electrodes a Polar H2 heart rate sensor and a Polar RS800 CX heart rate monitor (POLAR, Kempele, Finlande). After soaking the body surface under the electrodes with tap water, transmitters and the electrodes were positioned on the thoracic region, one electrode on the cardiac area, and one over the right scapula, as advised by *von Borell et al.*, (2007) in their review. Electrode site were covered with ultrasound transmission gel without shaving the skin. On each farm, devices were fitted to cows after the morning milking (between 8.00 and 8.45 a.m. according to the milking schedule of the different farms). IBI recording started after a 2-h acclimatization period and lasted until returning from the evening milking (between 19.30 and 21.00, depending on farm).

Behavioural observations

In parallel with IBI recordings, behaviour was continuously recorded by visual observation and classified with regard to posture. The following levels of physical activity were determined: lying, lying and ruminating, standing, standing and ruminating, feeding. We used the same protocol on each farm. After fixing the HR receivers, focal cows were released back to production groups. Animals were identified by the number on their hind legs and backs drawn on at the time of fixing the HR monitors. The cows were observed by a maximum of four persons at a time. A maximum of eight cows were observed at a time. Observers stood at least 6 m from the cows. They used watches, which were synchronized with the HR receivers to register the exact starting and points of the animal's actual behaviours or activity.

Processing of IBI data

The segments of IBI recordings matching the periods of uninterrupted display of the studied posture/activity were used for HRV analysis. A 2-min interval after any kind of disturbance or social interaction and a 5-min interval after changing posture were excluded from analysis. We examined periods of 5 min as recommended for analysis of HRV in earlier reviews. IBI samples for each level of physical activity were chosen balanced for morning and afternoon periods for individuals on both farms. Number of IBI samples was also balanced for levels of physical activity and for farm. Longer periods of recording were subdivided into several 5-min segments. The Kubios HRV software (2.2.) was used for HRV analysis. Besides time domain measures (HR, RMSSD) for computing frequency-domain HRV, IBI data were subjected to Fast Fourier Transformation of power spectrum analysis. The HRV spectrum was calculated with the Welch's periodogram. Spectral parameters included the normalized power of HF and LF/HF ratio.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using the SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL) statistical software. Principal component analysis (PCA) is a method of data reduction. Principal components are the linear combination of the original variables and in these kinds of analyses original group of variables is transformed into another group. The data set will be shortened by factor analysis and PCA, thus, it could be described in more accurate way. A large sample size was observed in our study: from 457 to 566. A value of Kaiser-Meyer-Olkin was more than 0.6 in all cases and the null hypothesis of Bartlett's test (an observed correlation

matrix is an identity matrix, in which all of the diagonal elements are 1 and all off diagonal elements are 0) was rejected in both farms. Rotation of factors was done as outlined by the Oblimin method ($\Delta=0$) with Kaiser normalization (Sváb, 1979). Background variables were calculated from the correlation matrix of the parameters.

Table 1: Characteristics of Farm No. 1 and 2 where the experiment was carried out

Farm No. (1)		1 (Nóráp)	2 (József Major)
Herd size (2)		75	80
Housing conditions (3)		Pasture (11)	Old freestall barn, for 100 cows (12)
Bedding (4)		Fold bedded with straw (13)	Rubber mattress (14)
Group size (5)		No grouping (15)	35–40
Average space allowance (m ² /cow) (6)	For the whole barn area, including feeding place (16)	55.0	14.6
	For bedded lying area (17)	27.6	6.2
Feeding regime (7)		TMR, twice a day, grazing (18)	TMR, twice a day (19)
Milking system (8)		2 × 4-stall herringbone milking parlor (20)	2 × 5-stall herringbone milking parlor (21)
Milking frequency (9)		Twice a day (22)	Twice a day (23)
Average daily milk yield (kg) (10)		24.3	23.2

1. Táblázat: A vizsgált két farm jellemzői telep (1), állomány méret (2), tartási körülmény (3), almozás módja (4), csoportméret (5), átlagos pihenőtér (m²/tehén) (6), takarmányozás rendszere (8), fejések száma (9), átlagos napi

tejtermelés, kg (10), legelő (11), régi kötetlen istálló 100 tehénre (12), pihenő box döngölt agyaggal (13), pihenő matrac (14), nincsen csoport (15), az egész istálló az etetőterrel együtt (16), az almozott pihenőterre vonatkoztatva (17), TMR, napi kétszer és legelés (18), TMR napi kétszer (19), 2x4- es halszálkás fejőház (20), 2x5 -ös halszálkás fejőház (21), kétszer egy nap (22, 23)

Results and discussion

Data of experimental animals is shown in *Table 2*. We could conclude that parameters of those traits are similar in the two farms.

Table 2: Characteristics of experimental animals (means ± SD) in the two farms

Farm No (1)	Farm 1 (N=566)	Farm 2 (N=457)
Characteristics (2)	Mean ± Std. Deviation	Mean ± Std. Deviation
Daily milk yield (3)	25.5±4.41	23.5±8.29
Body condition score ^b (4)	3.1±0.63	2.7±0.46
Temperament (5)	1.3±0.91	1.7±0.72
Heart rate, beat/min (6)	73.42±9.27	74.05± 1.05
RMSSD, ms (7)	14.19±12.10	18.75±25.34
HF (8)	23.52±20.16	28.53±20.01
LF/HF ratio (9)	9.95±11.70	6.47±8.33

^branking from 1 = very lean to 5 = fat (10)

2. Táblázat: A farmokon vizsgált állatok jellemző adatai (átlag±szórás)

telep (1), jellemzők (2), napi tejtermelés, kg (3), kondíció (4), temperamentum (5), szívritmus (6), RMSSD (7), HF (8), LF/HF arány (9), rangsorolás: 1= nagyon sovány, 5= kövér (10)

The coefficients of correlation were also calculated between the examined traits. Only the most important results of this study are presented here.

A medium strong correlations were found in farm 1 between body condition and temperament ($r= 0.66$, $p<0.001$). Negative tendency was observed for relationships between HR and HF ($r= -0.59$, $p<0.001$) as well as between HF and LF/HF ($r= -0.66$, $p<0.001$). In farm 2, milk production shows a moderate negative correlation with the body condition score ($r= -0.44$, $p<0.001$). The other traits didn't correlate strongly enough with milk production; their coefficient was less than 0.4.

The main results of principal component analysis (PCA) are summarized in *Tables 3-4*.

Table 3: Eigenvalues, explained variance, principal components structure (rotated loadings) in Farm 1

Traits (1)	Components (2)			
	1	2	3	4
Daily milk yield, kg (3)	0.005	-0.030	-0.999	0.011
Body condition score (4)	0.017	0.946	0.121	0.041
Temperament score (5)	-0.019	0.818	-0.186	0.104
Heart rate, beat/min (6)	-0.842	-0.282	0.124	0.178
RMSSD, ms (7)	0.045	0.131	-0.008	0.949
HF (8)	0.869	-0.042	0.068	0.125
LF/HF ratio (9)	-0.741	0.297	0.002	-0.181
<i>Eigenvalue</i> (10)	<i>2.523</i>	<i>1.839</i>	<i>1.090</i>	<i>0.533</i>
Variance of eigenvalue, % (11)	36.0	26.3	15.6	7.6

3. Táblázat: A sajátértékek, a sajátérték variancia, a faktorok és faktorsúlyok az első farmon jellemzők (1), komponensek (2), napi tejtermelés, kg (3), kondíció (4), temperamentum (5), szívritmus (6), RMSSD (7), HF (8), LF/HF arány (9), sajátérték (10), sajátérték variancia (11), teljes variancia (12)

On farm 1, four factors were determined as follows: *HRV parameters* (1), *body condition-temperament and temperament scores* (2), *milk production* (3) and *RMSSD* (4). In case of factor 1, the individual factor loadings (>0.6) involved in HF, HR and LF/HF played predominant roles (variance of eigenvalue: 36.0%). In the factor 2, the total variance was increased by the body condition (0.946) and the temperament (0.818) as well. In this case, we calculated a relatively high (26.3%) variance of eigenvalue. The factor 3 (variance of eigenvalue: 15.6%) was determined by only one parameter (daily milk yield: -0.999). In the last factor RMSSD involved with very good individual factor loading (0.949). In farm 1, we proved over 85.5% of the total variance.

In farm 2, we also observed four factors as follows: *traits of HRV* (1), *body condition and daily milk yield* (2), *temperament* (3) and *RMSSD* (4). In case of factor 1, three individual factor loadings (LF/HF, HF, heart rate) played important roles to the variance of eigenvalue: 29.5 %. In factor 2, the best individual factor loading was calculated for body condition (-0.869). The effects of the daily milk yield (0.824) and body condition in absolute value were similar to the variance. In this case, the variance of eigenvalue was 27.1 %. Factor 3 was determined by one parameter (temperament: -0.977). The variance of eigenvalue (13.6 %) of factor 3 was similar to the one measured for factor 3 in farm 1 (15.6%). In the factor 4 the individual factor loading (0.959) of RMSSD was very high. In this farm, the 81.2% of the total variance was proved.

Table 4: Eigenvalues, explained variance, principal components structure (rotated loadings) in Farm 2

Traits (1)	Components (2)			
	1	2	3	4
Daily milk yield, Kg (3)	0.022	0.824	0.168	0.079
Body condition, score (4)	0.068	-0.869	0.207	0.145
Temperament, score (5)	0.034	0.009	-0.977	0.057
Heart rate, bit/min (6)	0.681	0.312	-0.009	0.338
RMSSD, ms (7)	-0.110	-0.071	-0.050	0.959
HF (8)	-0.814	0.132	0.011	0.279
LF/HF ratio (9)	-0.860	-0.084	-0.034	-0.070
<i>Eigenvalue</i> (10)	2.068	1.897	0.950	0.776
Variance of eigenvalue, % (11)	29.5	27.1	13.6	11.0

4. Táblázat: A sajátértékek, a sajátérték variancia, a faktorok és faktorsúlyok a második farmon jellemzők (1), komponensek (2), napi tejtermelés, kg (3), kondíció (4), temperamentum (6), szívritmus (6), RMSSD (7), HF (8), LF/HF arány (9), sajátérték (10), sajátérték variancia (11), teljes variancia (12)

Conclusion

The following conclusions can be drawn from this study.

- In both farms with similar herds four factors explained a significant percentage of the total variance: 85% and 82%, respectively in Farm 1 and Farm 2.
- In both analyzes, different HRV characteristics were involved with the determinant factor weights in the first factor (0.7–0.9). The importance of the first factors is 36%, and 29% respectively.
- Analyzing the factor weights of the third and fourth background variables, it can be seen that the effect of daily milk yield and temperament is definitely separated and the determining role of RMSDD appears in another factor.

References

Boiligon, A.A., Vicente, I.S., Vaz, R.Z., Campos, G.S., Souza, F.R.P., Carneiro, R., Albuquerque, L.G. (2016): Principal component analysis of breeding values for growth and reproductive traits and genetic association with adult size in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 94. 12. 5014-5022.

- Boivin, X., Le Neindre, P., Garel, J.P., Chupin, J.M. (1994): Influence of breed and rearing management on cattle reactions during human handling. *Applied Animal Behaviour Science*, 39. 115-122.
- Boivin, X., Garel, J.P., Mante, A., Le Neindre, P. (1998): Beef calves react differently to different handlers according to the test situation and their previous interactions with their caretaker. *Applied Animal Behaviour Science*, 55. 245-257.
- Burrow, H.M. (1997): Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstract*, 65. 7. 477-495.
- Burrow, H.M., Corbet, N.J. (2000): Genetic and environmental factors affecting temperament of zebu and zebu-derived beef cattle grazed at pasture in the tropics. *Aust. J. Agric. Res.*, 51. 155-162.
- Castano, D.P., Sardinha, L.A., Maiorano, A.M., Venturini, G.C., Nogueira, C.S., Ospina, A.M.T., Zadra, L.E.L.F., Silva, J.A.V. (2013): Principal components analysis for productive and reproductive traits of Holstein cattle. *Proceeding of International Meeting of Advances in Animal Science*, 45139
- Czakó, J. (1978): Behavior of farm animals. *Mezőgazda Kiadó*, Bp. 13-84.
- ESC-NASPE Task Force (1996): Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, 93. 1043-1065.
- Fischer, A., Luginbühl, T., Delattre, L., Delourad, J.M., Faverdin, P. (2015): Rear shape in 3 dimensions summarized by principal component analysis is a good predictor of body condition score in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 98. 4465-4476.
- Györkös, I., Kovács, K. (2004): The influence of human care on behavioural traits in calves. *Review. Hungarian Journal of Animal Production*, 53. 4. 337-355.
- Hady, P.J., Domecq, J.J., Kaneene, J.B. (1994): Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 77. 1543-1547.
- Hagen, K., Langbein, J., Schmied, C., Lexer, D., Waiblinger, S. (2005): Heart rate variability in dairy cows – influences of breed and milking system. *Physiology and Behavior*, 85. 195-204.
- Holló, G., Seregi, J., Holló, I., Andrásy, Z. (2004): Evaluation of the temperament of Hungarian gray and Holstein-Friesian fattening bulls. *Acta Agraria Kaposváriensis* 8. 1. 25-31.
- Kézér, F.L., Kovács, L., Tózsér, J. (2015): Step behaviour and autonomic nervous system activity in multiparous dairy cows during milking in a herringbone milking system. *Animal: the International Journal of Animal Biosciences*, 9. 8. 1393-1396.
- Kovács, L., Jurkovich, V., Bakony, M., Póti, P., Szenci, O., Tózsér, J. (2014): Welfare implication of measuring heart rate and heart rate variability in dairy cattle - Literature review and conclusions for future research. *Animal: the International Journal of Animal Biosciences*, 8. 2. 316-330.
- Kovács, L., Tózsér, J., Szenci, O., Póti, P., Kézér, F.L., Ruff, F., Gabrielné, Tózsér, Gy., Hoffmann, D., Bakony, M., Jurkovich, V. (2014): Cardiac responses to palpation per rectum in lactating and non-lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97: 11, 6955-6963.
- Kovács, L., Kézér, F.L., Tózsér, J., Szenci, O., Póti, P., Pajor, F. (2015): Heart rate and heart rate variability in dairy cows with different temperament and behavioural reactivity to humans. *Plos One*, 10. 8. e0136294

- Le Neindre, P., Boivin, X., Boissy, A. (1996):* Handling of extensively kept animals. *Applied Animal Behaviour Science*, 49. 73-81.
- Lewis, J., Abas, Z., Dabousis, Ch., Lykidis, D., Paschou, P., Drineas, P. (2011):* Tracing cattle breeds with principal components analysis ancestry informative SNPs. *Plos One*, 6. 4. e18007
- Mello, R.R.C., Sinedino, L.Del-Penho., Ferreira, J.E., Sousa, S.L.G., Mello, M.R.B. (2019):* Principal component and cluster analyses of production and fertility traits in Red Sindhi dairy cattle breed in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 559.
- Miekley, B., Traulsen, I., Krieter, J. (2013):* Principal component analysis for the early detection of mastitis and lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 80. 3. 335-343.
- Moravčíková, N., Kukučková, V., Mészáros, M., Sölkner, J., Kadlečík, O., Kasarda, R. (2017):* Assessing footprints of natural selection through PCA analysis in cattle. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 2017-06-20
- Morris, S.T., Parker, W.J., Grant, D.A. (1994):* Herbage intake, liveweight gain, and grazing behaviour of Friesian, Piedmontese x Friesian, and Belgian Blue x Friesian bulls. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 36. 231-236.
- Putra, W.P., Said, S., Arifin, J. (2020):* Principal component analysis is important for describing the body measurements and body indices in the Pasundan cows. *Black Sea Journal of Agriculture* 3.,1., 49-55.
- Seabrook, M.F. (1994):* The psychological interaction between the stockman and his animals and its influence on performance of pigs and dairy cows. *Vet. Rec.*, 115. 84-87.
- Sutherland, M.A., Rogers, M., Verkerk, G.A. (2012):* The effect of temperament and responsiveness towards humans on the behaviour, physiology and milk production of multi-parous dairy cow in a familiar and novel milking environment. *Physiology and Behavior*, 107. 329-337.
- Sváb, J. (1979):* Multivariate methods in biometry (in Hungarian). *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest
- Szentléleki, A., Domokos, Z., Bottura, C., Massimiliano, A., Zándoki R., Tőzsér J. (2005):* Preliminary data about body formation and temperament of Aubrac cattle breed in a Hungarian herd. *Hungarian Journal of Animal Production*, 54.6.543-553.
- Tarvainen, M.P., Niskanen, J.P., Lipponen, J.A., Ranta-aho, P.O., Karjalainen, P.A. (2014):* Kubios HRV- heart-rate variability analysis software. *Computer Methods and Program in Biomedicine*, 113. 210-220.
- Tőzsér, J., Balika, S., Bedő, S., Kovács, A., Gábríelné, Tőzsér Gy., Mihályfi, I. (1997):* Evaluation of self performance test results in limousin young breeding bulls by factor analysis). *Hungarian Journal of Animal Production*, 46. 6. 493-498.
- Tőzsér, J., Domokos, Z., Alföldi, L. Sváb, L., Miliczki, L. (2000):* The relationship of body measurements and conformation traits in Charolais weaned bull calves., *Hungarian Journal of Animal Production*, 49. 4. 301-312.
- Tőzsér, J., Hidas, A., Holló, I., Holló, G., Szűcs, E., Bölcskey, K. (2001):* Estimation of lean meat content in carcasses of cow by half carcass weight, weight of kidney and trimmed fat, and adipocyte diameter. *Acta Agronomocva Óváriensis*, 43. 2. 135-142.
- Tőzsér, J., Maros, K., Szentléleki, A., Zándoki, R., Wittmann, M., Balázs, F., Bailo, A., Alföldi, L. (2003):* Application of a temperament test on an Angus and a Holstein-friesian farm in Hungary). *Hungarian Journal of Animal Production*, 52. 6. 517-525.

- Tőzsér, J., Szentléleki, A., Zándoki, R., Maros, K., Domokos, Z., Sváb, L., Kovács, T. (2004):* Comparative evaluation of the temperament of Charolais and Hungarian gray steers. *Acta Agraria Debreceniensis*, 14. 14-19.
- Zarnecki, A., Ronningen, K., Sobu, H. (1985):* The principal component analysis of the incidence of diseases in Norwegian Red Cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, January-December, 102. 1-5. 106-116.
- van Ravenswaaij-Arts, C.M.A., Kollée, I.A.A., Hopman, J.C.V., Stoelinga, G.B.A., Vangeijn, H.P. (1993):* Heart-rate-variability. *Annals of Internal Medicine*, 118. 436-447.
- von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant-Ford, J., Marchant-Ford, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., Veissier, I. (2007):* Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals. *Physiology and Behavior*, 92. 293-316.

REGRESSZIÓS ELEMZÉSEK A SZELEKCIÓS CÉLOK PONTOSÍTÁSÁRA A KÖZPONTI SAJÁTTELJESÍTMÉNY-VIZSGÁLATBAN A LIMOUSIN FAJTÁBAN (rövid közlemény)

Tőzsér János¹, Szűcs Márton²

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Állattenyésztés-tudományi Intézet 2103 Gödöllő, Páter K. út 1.

²Limousin és Blonde d' aquitaine Tenyésztők Egyesülte, 1134 Budapest, Lőportár utca 16, Tozser.Janos@mkk.szie.hu

Received – Érkezett: 07.09.2020.

Accepted – Elfogadva:

Összefoglalás

A szerzők elemezték a limousin (n = 40) fajtatiszta tenyészbika-jelöltek teljesítményeit (2018-2020). A tenyészbika-jelölteket kis csoportban (2-9) tartották a teszt állomáson, a takarmányozásuk ad libitum gyep szénára, vagy lucerna szénára és adagolt abraktakarmányra alapozódott. Az elemzett jellemzők a következők voltak: elősúly a vizsgálat végén, öt testméret (Pl. a marmagasság, far szélesség, cm stb.), és genomikai pontszámok (GP) 2 tulajdonságra (pl. izomoltság -, csontfinomságpontszám). Az adatokat az SPSS 25. programcsomaggal dolgozták fel: backward lépésenkénti regresszió-analízis. A regressziós vizsgálattal igazolták, hogy a bikák testtömegét (y) elsősorban a lapocka szélessége és a marmagasság határozza meg (R = 0,74, P≤0 0001, becslés standard hibája: 33,9 kg). A második vizsgálatban a marmagasságot (y) előre jelezték, a testtömeg mellett, a csontfinomságra vonatkozó genomikai pontszámmal (R = 0,62, P≤0 0001, a becslés standard hibája: 2,9 cm). A tenyésztők, ezeket az információkat felhasználhatják a tenyésztési célok kidolgozására a gyakorlatban.

Kulcsszavak: limousin tenyészbika-jelöltek, központi sajátjeljesítmény-vizsgáló állomás, backward lépésenkénti regressziós-analízis, testméretek, genomikai pontszámértékek

**Regression analyzes to determine the selection targets in the central self-performance test in Limousin cattle breed
(short communication)**

Abstract

The authors analysed the self performance test results of Limousin (n=40) pure bred sire candidates obtained between the years of 2018 and 2020. Sire candidates were kept in small group (2-9) in pen at the Self Performance Test Station and their feeding was based on ad libitum grass hay, or alfa-alfa hay and rationed bull's feed. Analyzed characteristics were as follows: finish live weight (FLW), five body measurements (eg: withers' height, pin with, width of shoulders, cm), and genomic scores (GS) for 2 traits (eg: muscularity -, size of bone score). Data were processed using

SPSS 25. program package: backward regression analysis was applied. Finally, it was verified by backward regression that FLW (y) of bulls is mainly determined by the width of shoulders and the withers height ($R= 0.74$, $P\leq 0.0001$, std. error of the estimate: 33.9 kg). In the second study the withers height (y) was predicted finish live weight and genomic score for size of bone ($R= 0.62$, $P\leq 0.0001$, std. error of the estimate: 2.9 cm). These information could be used the breeders to develop the breeding goals in the practice.

Key words: Limousin sire candidates, central self performance test station, stepwise regression analysis backward method, body measurements, genomic scores

Bevezetés

A termelés-ellenőrzés és a teljesítményvizsgálat meghatározó, fontos része a tenyésztő és nemesítő munkának a gyakorlatban. Az alkalmazott módszerek lényeges elve, hogy a termelésellenőrzést pontosan, gyorsan és szabványosított módszerekkel végezzük, mindazokban az értékmérő tulajdonságokban, amelyek fontosak számunkra.

A többlépcsős tenyészérték becslés rendszerében a sajátteljesítmény-vizsgálat (STV) szerepe, -üzemi és központos egyaránt - jelentősége és a vizsgálat módszertana ismert, ezért ezek taglalásától eltekintünk.

Az elmúlt időszakban közzé tette korrelációs -és regressziós eljárások eredményeit, az alábbiakban foglaljuk össze:

- *Tőzsér és mtsai*, (1987) tanulmányában a hízalás alatti tömeggyarapodás összefüggését határozták meg az átlagos, ill. a fajlagos tápfogyasztással charolais, hereford és limousin tenyészbika-jelöltek központi STV-je során. A limousin fajta esetében ($n=120$) a hízalás alatti tömeggyarapodás és az átlagos tápfogyasztás között $r=0,44$ -es ($P\leq 0,001$), a hízalás alatti tömeggyarapodás és a fajlagos tápfogyasztás tekintetében $r=-0,50$ -ös ($P\leq 0,001$) értékeket számítottak.
- A nemzetközi gyakorlatban *Neely és mtsai*, (1982), *Knights és mtsai*, (1984), *Boudron és Brinks* (1986), valamint *Anonym* (1989) vizsgálták a herekörméret és az elősúly közötti összefüggést, és a korrelációs együtthatók 0,44 és 0,59 között változtak. Magyartarka tenyészbika-jelöltek üzemi és központos STV-ben ($n= 30$, $n=80$) *Tőzsér és mtsai*, (1993) megállapították, hogy a vizsgálat végi elősúly a bikák herekörméretét nagyobb mértékben ($r=0,52-0,56$) befolyásolta, mint a vizsgálat végi életkor ($r=0,09-0,31$).
- *Tőzsér és mtsai*, (1997) holstein-fríz növendék bikákban ($n=31$) vizsgálták az életkor és az elősúly együttes összefüggését a zsírsejtek átmérőjével ($R= 0,64$).
- Charolais tehenek ($n=311$) testméreteit elemezte *Tőzsér és mtsai*, (2000/a). Vizsgálatukban a tehenek marmagasságát a ferde törzshossz és az övméret együtt $R=60$ -as ($P\leq 0,001$) értékkel jellemezte.
- Charolais választott bikaborjak ($n=83$) testméterének és küllemi tulajdonságainak vizsgálata során *Tőzsér és mtsai*, (2000/b) megállapították, hogy a marmagasság alakulására - a kilenc független változó közül - egyedül csak az övméret gyakorolt statisztikailag biztosított ($r=0,69$, $P\leq 0,001$) hatást.
- A herekörméret, a mellkasszélesség és a mélység, valamint az elősúly összefüggésének változását vizsgálták az életkor függvényében charolais fajtájú tenyészbika-jelölteknél (*Tőzsér és mtsai*, 1995). A herekörméret alakulására hatást gyakorolt az életkor, az elősúly, a marmagasság és a mellkasszélesség, ill. -mélység ($R^2\% =59-74$).

- Hazánkban kilenc húsmarha fajtában, 110 tehén abszolút és relatív testméreteit mérték meg és számították 1989-2002 között *Bene és mtsai* (2007). az élősúly és a testméretek között $r=0,40-0,83$ -as, míg az életkor és a testméretek relációiban kicsit lazább korrelációkat számítottak ($r=0,01-0,46$). A limousin tehének hosszabb testméreteket mutattak pl. farhosszúsága 47,4 cm. A farszélessége 58,3 cm volt.
- Marmagasság, övméret, testhossz, mellkasszélesség, farszélesség és farmagasság került megmérésre 140 holstein-fríz, svájci barna és keresztezett tehénekben (*Ozkaya és Bozkurt*, 2009). Azt állapították meg, hogy az összes magyarázó változó közül az övméret határozta meg legjobban az élősúlyt: svájci barna ($R^2=0,91$), keresztezett egyedek ($R^2=0,88$), holstein-fríz ($R^2=0,60$). Korábban, *Jeffery és Berg* (1972) 173 hereford, angus x galloway, és hibrid tehének vonatkozásában, ugyancsak az övméret meghatározó hatását mutatták ki az élősúlyra.
- Limousin tehének ($n=634$) testméreteit és medence méreteit állapították meg (*Przysucha és mtsai*, 2012). Elemezték a testméreteket, pozitív és statisztikailag igazolt korrelációkat számoltak a medenceméret index és az élősúly, a farmagasság és az övméret között.
- *Lukuju és mtsai*, (2016) a testméreteket használták az élősúly előre jelzésére, különböző fajtájú keresztezett tehének adatainak értékelése során. Az élősúly az alábbi korrelációkban voltak az övmérettel, a kondíció pontszámmal, a testhosszúsággal és a marmagassággal: 0,84, 0,70, 0,64, 0,61. Az övméret befolyása az élősúlyra $R^2 = 0,53-0,78$ volt, 18-40 kg-os hibával.
- *Sahu és mtsai*, (2017) szerint a Sahiwal fajtájú kifejlett tehének ($n=193$) élősúlya és marmagassággal, testhosszúsággal és az övmérettel az alábbi viszonyosságokban voltak: $r=0,58-0,73$, $r=0,56-0,76$, $r=0,57-0,80$.
- A legújabb közleményben *Weber és mtsai*, (2020), 32 girolando szarvasmarhában vizsgálták az élősúly becslésének lehetőségét. Több testméretet vettek fel: övméret, haskörméret, testhosszúság, marmagasság, csípő magasság. Ezen felül az állatok háti felületét és testének oldalirányú alakulását bemutató képeket is elemezték. A lépésenkénti regresszió-analízis végeredménye szerint, az élősúlyt a legjelentősebben az övméret és a háti terület képe határozta meg ($R^2=0,70$, becslés hibája: 42,5 kg).

Vizsgálatunk céljai az alábbiak voltak:

- A központos sajátteljesítmény-vizsgálat-ban (K-STV) a bikák zárósúlyát milyen tényezők határozzák meg?
- A K-STV-ben a bikák marmagasságát milyen tényezők határozzák meg?

Anyag és módszer

Vizsgálatunk adatbázisát, a 2018-2020 években az egyesület központi sajátteljesítmény-vizsgáló állomásán (Bos-Genetic Zrt., Martonvásár) ellenőrzött tenyészbika-jelöltek adták (hat indítás, $n=40$ egyed).

A központi teljesítményvizsgálat szabályait a *Tenyésztési Program tartalmazza* (LBTE, 2018/a), amelyeknek lényege az alábbi:

1.) Indítás és beszállítás:

- A választás időpontja 180-210 napos életkor.
- A beszállításnak a tenyészbika jelölt 240-250 napos életkoráig legkésőbb meg kell történnie.

- A beszállítás és az indítás között a tenyészbika jelöltek 30 napig a karantén istállóban tartózkodnak.

2.) Elhelyezés:

- Csoportfeltöltés szempontjai (2-9 egyed): azonos származási hely, azonos méret és 30 napnál nem nagyobb életkorkülönbség.
- A karámok, fakkok és bokszok etető-, és itató lehetőséggel ellátva, az állatok kezelésére alkalmas technológiával kell rendelkezzenek pl. egyedi nyakfogó berendezés. Padozat: beton és mélyalom.

3.) Takarmányozás:

- Ad libitum gyp, - vagy lucernaszénára alapozva, abrakkeveréket használva (15% fehérjetartalom), amely biztosítja a szükséges energiát, ásványi sókat, vitaminokat, zsírokat, olajokat, szénhidrátokat a szervezet számára. Az abraktakarmány adagot 1500 g/nap napi súlygyarapodáshoz igazítják, amelynek napi adagját a legutóbbi mért élősúly alapján állapítják meg.

4.) Mérések, bírálatok:

- Súlymérés: 30 naponként.
- Küllemi bírálat: a hivatalos bírálati rendszer szerint (16 tulajdonság, 1-9 pont)
- Testméretek felvétele: marmagasság, farmagasság, marszélesség, farszélesség I és II.
- Genomikai pontszámok (EvaLim[®] vizsgálati teszt, 54K-s Illumina chip az SNP meghatározáshoz, 12800 tenyészbika SNP adata és a hozzá tartozó teljesítményvizsgálati, illetve ivadékvizsgálati eredmények alkotják a referenciabázist; *Ingenomix*, 2020). Vizsgált tulajdonságok: izmoltság, súlygyarapodás, ráma, csontfinomság, könnyű ellés, tejtermelés, belső medence átmérője (1-12 pont). A francia referenciapopulációt teljesítménye alapján tulajdonságokként 10 részre osztják. A vizsgált bikákat az SNP adataik alapján abba az osztályba sorolják, amelyben a leginkább hasonló SNP mintázatú egyedek foglalnak helyet. Az 1-es ponthoz tartoznak azok a mintájú állatok, amelyek a legrosszabb 10% fenotípusos eredményt érték el az adott tulajdonságra nézve, míg a 10-es ponthoz a legjobb 10% értéket mutatók tartoznak. Ha a tenyészbika az adott tulajdonságra nézve a referenciapopuláció legjobb 5%, illetve legjobb 1% termelésű egyedeihez hasonlít leginkább DNS-SNP adatait tekintve, akkor 11, ill. 12 pontot kap (*Szűcs*, 2018).

5.) Zárás és minősítés:

- STV időtartama 150 nap.
- Minősítési életkor: 465-460 nap.
- Az azonos csoportokban induló egyedek azonos időpontban minősülnek.
- Minősítés: a szakhatósági jogszabályok és az egyesület tenyésztési programjában, illetve alapszabályában lefektetett irányelvek szerint történik.
- A nem minősült egyedek továbbtenyésztésre nem értékesíthetők.

Statistikai elemzés

Az adatink normál eloszlását ellenőriztük (Shapiro-Wilk próba) és ennek megfelelően, parametrikus módszereket használtunk: átlag és szórás. A vizsgált paraméterek közötti összefüggések feltárására többtényezős lineáris lépésenkénti regresszió-analízist alkalmaztunk a Backward módszer szerint, az SPSS 25.0. programcsomagot használva.

Eredmények és értékelés

A limousin tenyészbika-jelöltek K-STV adatainak elemzésének első lépéseként azt elemeztük, hogy a bikák zárósúlyát milyen testméretek és genomikai pontszámértékek határozzák meg.

A bikák alapadatait az 1. táblázat mutatja. A bikák élősúlya és marmagassága igazolja ennek a fajtának a jelentős ráámját. Az egyesület adatai szerint, a hízott bikák átlagos 566 kg volt, az értékesített tenyészbikáké pedig meghaladta a 700 kg-ot (LBTE, 2018). Felius (1985) szerint, a kifejlett bikák élősúlya 1200 kg-nál nem nagyobb, és 140 cm-es magassággal bírnak.

1. táblázat: Limousin tenyészbika-jelöltek alapadatai a K-STV-ben (n=40)

Megnevezés (1)	Átlag érték (2)	Szórás érték (3)
Zárósúly, kg (4)	560,1	48,76
Genomikai pontszám izmoltságra (5)	6,6	2,87
Ülőgumók szélessége, cm (6)	22,4	1,89
Csípőszélesség, cm (7)	26,5	3,72
Lapocka szélesség, cm (8)	20,4	2,66
Farmagasság, cm (9)	135,1	3,97
Marmagasság, cm (10)	126,5	3,74

Table 1: Performances of Limousin sire candidates in the self performance test station items (1), mean values (2), std deviation (3), finish live weight, kg (4), GS for musculatity (5) pin with, cm (6), width at hip bon, cm (7), width of shoulders, cm (8), stature: hip bon, cm (9), withers height, cm (10)

Mindegyik modell esetében az *R* érték magas szinten volt statisztikailag biztosított (2. táblázat). A többszörös determinációs együtthatók, 60%-ról, 54%-ra változtak, csökkentek. Az utolsó futtatáskor (5.) a független változók száma csak kettő volt: lapocka szélesség és marmagasság.

A két magyarázó változóval, a függő változó (zárósúly) teljes varianciájának 54%-át lehetett biometriailag igazolni (2. táblázat). Megállapítható, hogy a nagyobb zárósúly, szélesebb lapockával és nagyobb marmagassággal jár együtt. Több, korábban idézett közleményben, az övméret jelentős befolyását igazolták az élősúlyra vonatkozóan: $R^2 = 0,5-0,9$.

2. táblázat: Többszörös korrelációs együtthatók, ill. a többszörös determinációs együtthatók értékei modellenként (y=bikák zárósúlya, kg)

Modellek (1)	Többszörös korrelációs együttható, R (2)	Determinációs együttható, R² (3)	Becslés hibája (4)
1	0,78 ^a · P≤0,0001	0,60	33,4
2	0,77 ^b P≤0,0001	0,60	32,9
3	0,76 ^c P≤0,0001	0,59	33,1
4	0,75 ^d P≤0,0001	0,57	33,4
5	0,74 ^e P≤0,0001	0,54	33,9

Table 2: Multivariable correlation coefficients and determination coefficient by models (1), multivariable correlation coefficients (2), determination coefficient (3), std. error of the estimate (4)

a: y= zárósúly, kg, független változók (x): marmagasság, ülőgumó szélessége, lapocka szélessége, genomikai pontszám izmoltságra, csípőszélesség, farmagasság

b: y= zárósúly, kg, független változók (x): marmagasság, ülőgumó szélessége, lapocka szélessége, genomikai pontszám izmoltságra, farmagasság

c: y= zárósúly, kg, független változók (x): marmagasság, ülőgumó szélessége, lapocka szélessége, farmagasság

d: y= zárósúly, kg, független változók (x): marmagasság, lapocka szélessége, farmagasság

e: y= zárósúly, kg, független változók (x): marmagasság, lapocka szélessége

A regressziós egyenleteket a következő 3. táblázat foglalja össze. A regressziós együtthatókat (b) tekintve látható, hogy egyedül csak az első modellben található csípőszélességnek volt negatív hatása (-0,879, P≥0,05) az élősúlyra.

3. táblázat: Regressziós egyenletek modellenként

Modellek (1)	Egyenlet komponensei (2)	Nem standardizált együtthatók (3)	t	Sig.
1	Állandó (4)	-670,479	-2,780	0,009
	Genomikai pontszám izmoltságra (5)	2,262	1,013	0,318
	Ülőgumók szélessége, cm (6)	3,156	0,903	0,373
	Csípőszélesség, cm (7)	-0,879	-0,356	0,724
	Lapocka szélesség, cm (8)	8,195	2,502	0,017
	Farmagasság, cm (9)	4,327	1,759	0,088
	Marmagasság, cm (10)	3,289	1,330	0,193
2	Állandó (4)	-695,782	-3,059	0,004
	Genomikai pontszám izmoltságra (5)	2,424	1,123	0,269
	Ülőgumók szélessége, cm (6)	3,875	1,376	0,178
	Lapocka szélesség, cm (8)	7,351	3,294	0,002
	Farmagasság, cm (9)	4,065	1,754	0,088
	Marmagasság, cm (10)	3,586	1,560	0,128
	3	Állandó (4)	-591,537	-2,838
Ülőgumók szélessége, cm (6)		3,673	1,302	0,201
Lapocka szélesség, cm (8)		8,345	4,058	0,000
Farmagasság, cm (9)		3,151	1,447	0,157
Marmagasság, cm (10)		3,740	1,624	0,113
4	Állandó (4)	-481,406	-2,503	0,017
	Lapocka szélesség, cm (8)	8,417	4,056	0,000
	Farmagasság, cm (9)	3,128	1,423	0,163
	Marmagasság, cm (10)	3,534	1,523	0,136
5	Állandó (4)	-389,533	-2,121	0,041
	Lapocka szélesség, cm (8)	8,758	4,191	0,000
	Marmagasság, cm (10)	6,094	4,104	0,000

Table 3: Multivariable regression analysis by models (1), components of an equation (2), unstandardized coefficients (3), constant (4), GS for musculation (5) pin with, cm (6), width at hip bon, cm (7), width of shoulders, cm (8), stature: hip bon, cm (9), withers height, cm (10)

Az 5. modell egyenlete tehát a következő: $y = 8,758 x_1 + 6,094 x_2 - 389,533$

Ahol:

y = bikák zárósúlya az STV-ben, kg (finish live weight, kg)

x_1 = lapocka szélesség, cm, (width of shoulders, cm)

x_2 = marmagasság, cm, (withers height, cm)

$b_{1,2} = P \leq 0,0001$

Az egyenlet regressziós együtthatóiból ($b_{1,2}$) az látszik, hogy a lapocka szélességének, ill. a marmagasságnak az egységnyi növekedése a bikák záró súlyát 8,8 kg-mal, ill. 6,1 kg-mal növeli az adatok szerint. Megállapítható tehát, hogy a két testméret növelése érdemi hatással van az élősúly növekedésére. Ezt az összefüggést érdemes szem előtt tartani akkor, amikor a tenyészbikák testalakulását szeretnénk javítani anélkül, hogy élősúlyuk változzon.

Elemzésünk további részében a marmagasságot befolyásoló tényezőket számszerűsítettük. A második vizsgálat alapadatait a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat: Limousin bikák alapadatai a K-STV-ben (n=40)

Megnevezés (1)	Átlag érték (2)	Szórás érték (3)
Záró súly, kg (4)	560,1	48,76
Marmagasság, cm (5)	126,5	3,74
Ülógumók szélessége, cm (6)	22,4	1,89
Genomikai pontszám csontfinomságra (7)	6,7	2,42

Table 4: Performances of Limousin sire candidates in the self performance test station items (1), mean values (2), std deviation (3), finish live weight, kg (4), withers height, cm (5), pin with, cm (6), GS for size of bone (7)

A többszörös korrelációs együtthatók értékeiről modellenként az 5. táblázat ad áttekintést.

5. táblázat: Többszörös korrelációs együtthatók, ill. a többszörös determinációs együtthatók értékei modellenként (y= marmagasság, cm)

Modellek (1)	Többszörös korrelációs együttható, R (2)	Determinációs együttható, R ² (3)	Becslés hibája (4)
1	0,63 ^a P≤0,0001	0,40	3,0
2	0,62 ^b P≤0,0001	0,39	2,9

Table 5: Multivariable correlation coefficients and determination coefficient by models models (1), multivariable correlation coefficients (2), determination coefficient (3), std. error of the estimate (4)

a: y= marmagasság, cm, független változók (x): zárósúly, ülógumó szélessége, genomikai pontszám csontfinomságra

b: y= marmagasság, cm, független változók (x): zárósúly, genomikai pontszám csontfinomságra

Mindkét modell (1. és 2.) esetben az R értékek igen jelentős módon voltak statisztikailag biztosítottak (5. táblázat). A többszörös determinációs együtthatók, 40%-ról nem mozdultak el. Az utolsó futtatáskor (2.) a független változók az alábbiak voltak: zárósúly, genomikai pontszám a csontfinomságra (6. táblázat). Ebben az esetben a magyarázó változókkal, a függő változó (marmagasság) teljes varianciájának 40%-át lehetett biometriailag igazolni.

Ez az eredmény ismét felhívja a figyelmet arra, hogy érdemes kombinálni a genomikai pontszámokat az élősúllyal a gyakorlatban, különösen akkor, ha a marmagasságot kívánjuk növelni az állományunkban.

6. táblázat: Regressziós egyenletek modellenként

Modellek (1)	Egyenlet komponensei (2)	Nem standardizált együtthatók (3) b	t	Sig.
1	Állandó (4)	107,405	13,900	0,0001
	Záró súly, kg (5)	0,044	4,354	0,0001
	Ülógumók szélessége, cm (6)	-0,124	-0,438	0,664
	Genomikai pontszám csontfinomságra (7)	-0,368	-1,657	0,106
2	Állandó (4)	105,162	18,384	0,0001
	Záró súly, kg (5)	0,043	4,381	0,0001
	Genomikai pontszám csontfinomságra (7)	-0,409	-2,067	0,046

Table 3: Multivariable regression analysis by models (1), components of an equation (2), unstandardized coefficients (3), constant (4), finish live weight, kg (5), withers height, cm (6), pin with, cm (6), GS for size of bone (7)

A 2. modell egyenlete az alábbi:

$$\text{Egyenlet: } y = 0,043 x_1 - 0,409 x_2 + 105,162$$

Ahol:

y = marmagasság, cm, (withers height, cm)

x_1 = zárósúly, kg, (finish live weight, kg)

x_2 = genomikai pontszám csontfinomságra, (GS for size of bone)

$b_{1,2} = P \leq 0,001, P \leq 0,05$

Az egyenlet adatai szerint (b együtthatók), - a vizsgált adattartományban - a zárósúly növeli, míg a csontfinomság (genomikai pontszám) csökkenti a bikák marmagasságát. Szelekció a csontozat finomabbá tételére, valószínűleg nem jár együtt jelentős marmagasság növekedéssel. Ennek ismerete elősegítheti a tenyészetekben az eredményesen termelő egyed típusának megőrzését, a tenyészállatok előállításánál. A tehenek és a növendék bikák esetében korábban igazolódott az övméret érdemi hatása a marmagasság alakulására (Tőzsér és mtsai, 2000/a,b).

Következtetések

- A tenyészbika-jelöltek teljesítményvizsgálati eredményei (pl. vizsgálat végi súly, testmérete stb.) a fajtára jellemző szintet mutattak, igazolva a hazai limousin populáció kiváló értékét.
- Regressziós modellek használatával, jobban megismerhetjük az értékmérő tulajdonságok közötti viszonyosságokat és ezeket felhasználhatjuk a nemesítő munkában.
- Elsőként számszerűsítettük, a genomikai pontszámok összefüggéseit az élősúly, és a testméret adatok között, a K-STV adatok elemzése kapcsán a limousin fajtában.

Irodalomjegyzék

- Anonym (1989): Rapport des Test Hhiver, 1-24. Bibliothèque National du Quebec.
- Bene, S., Nagy, B., Nagy, L., Kiss, B., Polgár, J.P., Szabó, F. (2007). Comparison of body measurements of beef cows of different breeds. Archives Animal Breeding, 50. 4. 363-373.
- Boudron, R.M., Brinks, J.S. (1986): C54 Beef Program Report, Colorado State Univ. April. 52-57.
- Felius, M. (1985): Genus Bos: Cattle Breeds of the World. MSDAGVET, Division of Merck and Co. Inc. Rahway, NJ., USA. 231.
- Jeffery, H.B., Berg, R.T. (1972): An evaluation of several measurements of beef cow size as related to progeny performance. Can. J. Anim. Sci., 52. 23-37.
- Ingenomix, (2020): EvaLiM, l'outil idéal d'aide à la sélection. (<http://www.ingenomix.fr/evalim.html>)(letöltve: 2020.10.13.)
- Knights, S.A., Baker, R.L., Gianola, D., Gibb, J.B. (1984): Estimation of heritabilities and of genetic and phenotypic correlation among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. J. Anim. 58. 4. 887-893.
- Limousin és Blonde d' aquitaine Tenyésztők Egyesülte (2018): Kiadvány a limousin fajtáról. Budapest, 1-6.
- Lukuyu, M.N., Gibson, J.P., Savage, D.B., Duncan, A.J., Mujibi, F.D.N., Okeyo, A.M. (2016): Use of body linear measurements to estimate liveweight of crossbred dairy cattle in smallholder farms in Kenya. SpringerPlus, 5. 63.
- Neely, J.D., Johnson, B.H., Dillard, E.U., Robinson, O.W. (1982): Genetic parametres for testis size and sperm number in Hereford bulls. J. Anim. Sci., 55. 5. 1033-1040.
- Ozkaya S., Bozkurt Y. (2009). The accuracy of prediction of body weight from body measurements in beef cattle. Archiv Tierzucht, 52. 4, 371-377.
- Przysucha, T., Grodzki, H., Goacbiewski, M., Slosarz, J., Piotrowski, T. (2012): Analysis of body measurements and pelvis area index of Limousine cows. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Animal Science, 51, 107-112.
- Sahu, S.Sh., Choursia, S.K., Chaturvedani, A.K., Prakash, Om. (2017): Correlation between body weight and linear body measurements in adult female Sahiwal Cattle. Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology, 12. 3. 90-93.
- Tőzsér J., Ravasz T.-né, Nagy, N. (1987): Értékmérő tulajdonságok közötti összefüggések elemzések charolais, hereford és limousin fajtájú tenyészbika-jelöltek központi sajátjeljesítmény-vizsgálata során. Állattenyésztés és Takarmányozás, 39.2. 119-127.
- Tőzsér J., Nagy N., Póti P., Hamza L. (1993): Adatok a magyar tarka tenyészbika-jelöltek herekörméretének és hereborékjának értékeléséhez. Állattenyésztés és Takarmányozás, 42. 1. 25-32.
- Tőzsér J., Nagy A., Gerszi K., Mézes M., Domokos Z., Kertész I., Fekete T. (1995): A herekörméret, a mellkasszélesség és - mélység, valamint az elősúly fenotípusos összefüggésének változása az életkor függvényében charolais fajtájú tenyészbika-jelölteknél. Állattenyésztés és Takarmányozás, 44. 3. 203-210.
- Tőzsér J., Hidas A., Agabriel, J., Mézes M., Török M., Holló I., Mihályfi I. (1997): Az adipocytá morfometria alkalmazásának lehetőségei és előzetes eredményei a szarvasmarha-tenyésztésben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 46.4. 315-322.
- Tőzsér J., Domokos Z., Rusznák J., Szelényi L., Gábríelné Tőzsér Gy. (2000/a): Charolais fajtájú tehének testméreteinek alakulása. Állattenyésztés és Takarmányozás, 49. 3. 207-218.
- Tőzsér J., Domokos Z., Alföldi L., Sváb L. Miliczki L. (2006b): Charolais fajtájú választott bikaborjak testméretének és küllemi tulajdonságainak összefüggése. Állattenyésztés és

Takarmányozás, 49. 4. 301-312.

Szűcs M. (2020): A tenyésztérbecsülés jelentősége. <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalatas/mezogazdasagi-termeles/101266-a-tenyeszertekbecsles-jelentosege>

(megjelent: 2020.02.17. 10.17)(letöltve: 2020.09.030.)

Weber, V.A., Weber, F.A., Gomes, R.C., Oliveira, A.S., Menezs, G.V., Abreu, U.G. (2020): Prediction of Girolando cattle weight by means of body measurements extracted from images. Print version *ISSN 1516-3598* On-line –version