



## KÍSÉRLETI TOJÓTYÚK ÁLLOMÁNYOK ELHULLÁSI ARÁNYÁNAK ÉS TESTTÖMEGÉNEK ALAKULÁSA KIFUTÓS ÉS ZÁRT MÉLYALMOS TARTÁSMÓDBAN

SZABÓ-SÁRVÁRI LORETTA CSILLA – TEMPFLI KÁROLY – SZALAI  
KLAUDIA – ZSÉDELY ESZTER – BALI PAPP ÁGNES

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Állattudományi  
Tanszék, Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen vizsgálatban mélyalmos zárt, és kifutóval ellátott tartásmód hatását értékeltük négy különböző genotípusú tojótyúk állomány elhullási arányára és testtömegére. A négy vizsgált állomány fehér (anyai vonal) és vörös (apai vonal) rhode island vonalakból és keresztezéseiből (végtermék 1 és 2 csoport) származott. A testtömeg alakulására a tartásmód nem volt szignifikáns ( $p > 0,05$ ) hatással, bár a kifutóval ellátott állományokban mind a négy csoport súlya kisebb volt a kísérleti időszak átlagát tekintve. A 30. élethéten a mélyalmos, zárt rendszerben az elhullás 0,5 és 31,6% között, a 60. héten 4,5 és 66,3%, míg a 72. héten 5,5 és 72,4% között alakult a vizsgált négy genotípus ( $n=1200$ ) esetében. A mélyalmos, kifutóval rendelkező istállók esetében ( $n=750$ ) ugyanezekben az időpontokban 0,0-3,0%, 1,7-23,6%, valamint 5,3-34,4% közötti elhullást rögzítettünk a csoportokban. Tehát a kifutós tartás a zárt tartáshoz képest kisebb elhullási arányt eredményezett. A különbség a két, különböző tartásmód között szignifikáns ( $p < 0,05$ ) az apai és végtermék 1 vonalak esetében. Az – alapvetően szociális agresszióból fakadó – elhullási arány szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) különbözött a genotípus csoportok között, ami a társas agresszió genetikai meghatározottságára utal.

### MORTALITY RATE AND BODY WEIGHT OF EXPERIMENTAL LAYING HYBRIDS UNDER DIFFERENT HOUSING CONDITIONS

#### ABSTRACT

In the present study, we evaluated the effect of deep confinement and pen housing on mortality rates and body weights of four flocks of laying hens of different genotypes. The four flocks studied were derived from white (maternal line) and red (paternal line) rhode island lines and their crosses (end-product groups 1 and 2). There was no significant

( $p > 0.05$ ) effect of housing type on body weight, although all four groups had lower weights in the herds with a run, averaged over the experimental period. At 30 weeks of age, mortality ranged from 0.5 to 31.6% in the deep confined system, from 4.5 to 66.3% at 60 weeks and from 5.5 to 72.4% at 72 weeks for the four genotypes ( $n=1200$ ) tested. In the case of deep sheds with paddocks ( $n=750$ ), mortality rates ranging from 0.0-3.0%, 1.7-23.6% and 5.3-34.4% were recorded in the groups at the same time points. Thus, housing with pens resulted in lower mortality rates compared to confined housing. The difference between the two different housing regimes was significant ( $p < 0.05$ ) for paternal and terminal 1 lines. The mortality rate, which is mainly due to social aggression, was significantly different ( $p < 0.05$ ) between genotype groups, indicating a genetic determination of social aggression.

## BEVEZETÉS

Az állatjólét és a megfelelő gyakorlatok alkalmazása kulcsfontosságú az állattenyésztésben és az állati eredetű élelmiszerek előállításában. Az állatok megfelelő kezelése nemcsak etikai szempontból fontos, hanem hozzájárul a termelés hatékonyságához és a minőségi termékek előállításához is. Az állatjólét iránti elkötelezettség és a megfelelő gyakorlatok alkalmazása egyaránt fontos a pozitív fogyasztói megítélés eléréséhez és a hatékony állati termék előállítás fenntartásához (*Welfare Quality, 2009; Sherwin et al., 2010; Nicol et al., 2011*). A fogyasztók egyre tudatosabbak az élelmiszerek forrásával és előállítási módjával kapcsolatban (*Martelli, 2009*). A fenntartható és etikus termelési gyakorlatok iránti igény növekedik, és az állatjólét fontossága az élelmiszervásárlók döntéseiben is egyre fontosabb szempont (*Alm et al., 2016*). Az állatvédelmi előírások a tyúkok stresszének minimalizálására és az állatok általános jólétének előmozdítására is összpontosítanak. A hagyományos ketreceket 2012 óta tiltják Európában (1999/74/EK EU-irányelv). Bár világszerte elterjedt a rendszer, a tyúkok hagyományos ketrecekben való tartásától való elmozdulás Európán kívül olyan országokra is kiterjed, mint Ausztrália, Új-Zéland, Kanada és az Egyesült Államok. Egyre több tojótyúkot kell nem ketreces rendszerben tartani, ahol gyakran ebből eredendően magasabb a kapcsolódó mortalitás. Ennek negatív következményei nemcsak a madarak egészségére és jóllétére (*Steenfeldt és Nielsen, 2015*), hanem az élelmezésbiztonságra és a fenntarthatóságra is vonatkoznak. Továbbá a fészken kívül lerakott tojások problémásak lehetnek a nem ketreces rendszerekben, mivel a munkaidő ezzel összefüggő növekedése és a tojások minőségének romlása miatt (*Appleby, 1984*). A modern házityúkok normális vagy természetes viselkedési repertoárja az ősi viselkedésmintákat foglalja magában, amelyeket akkor mutatnak, ha a tyúkok megfelelő helyet kapnak és különböző környezeti feltételekhez, takarmány forrásokhoz férnek hozzá. Az, hogy milyen mértékben fejezik ki ezeket a viselkedési mintákat a felnőtt tyúkok, nem csak a tartási körülményektől függ, hanem a genetikai alapjuktól, a nevelési környezetben szerzett korábbi tapasztalatoktól, az embrionális fejlődés során kialakult környezeti feltételektől, és az epigenetikai hatásoktól egyaránt (*Janczak et al.,*

2007; Lindqvist et al., 2007). Egyes tanulmányok rávilágítottak, hogy a ketrec nélküli tartás csökkentette az ilyen állományok termelékenységét. A szakirodalomban a hagyományos tojóketrecekben biztosított helykínálatra gyakorolt hatásai azt mutatják, hogy általában tyúkonként 300 és 650 cm<sup>2</sup> közötti tartományon belül, az alapterület csökkenésével nő a mortalitás, a tojástermelés, a testtömeg és a takarmányhasznosítás hatékonysága csökken (Barnett és Hemsworth, 2003; Widowski et al., 2016). A tudományos vizsgálatok bemutatták a viselkedést hagyományos, egyszintű rendszerekben (Nicol et al., 2006; Zimmerman et al., 2006) és kültéri területekhez való hozzáférés nélkül (Carmichael et al., 1999; Moesta et al., 2008a és 2008b), ahol a mortalitás magasabb volt az alternatív tartási rendszerekben (pl. ketrec nélküli, kifutós, szabadtartású), mint a ketrecekben.

Jelen vizsgálat célja két, ketrec nélküli, tartástechnológiai rendszer (zárt mélyalmos, valamint kifutós) összehasonlítása 4 genotípusú tojótyúkok testtömegére, valamint a mortalitására vonatkozóan.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet összesen 1950 madár adatait dolgozza fel. A jércék a kísérlethez csőrkurtyítás nélkül érkeztek, az állományt a Bábolna TETRA Kft. biztosította. A négy vizsgált állomány fehér (anyai vonal) és vörös (apai vonal) rhode island vonalakból és keresztezéseiből (végtermék 1 és 2 csoport) származott. Az előnevelést a Bábolna TETRA Kft. végezte. A kísérletben részt vevő jércék 17 hetesen érkeztek, a tojástermelés a telepítés utáni hetekben kezdődött, ettől az időszaktól már tojótyúkoknak tekinthetők. A telepítés utáni egy-két héten belül megindult a tojástermelés - a 90%-os tojástermelési intenzitást már 23 hetesen elérték. A két kísérleti helyszín (zárt és kifutós) két külön telepet jelent. Az új hibrid kialakításakor ugyanis az is cél volt, hogy a jövőbeni állatjóléti előírásoknak is megfeleljen.

### *A madarak elhelyezése*

A zárt mélyalmos rendszerű telepre érkezett 1200 tyúkot az alábbi feltételekkel helyeztük el:

- 12 mélyalmos fülke
- fülke mérete 16,8 m<sup>2</sup> (1680 cm<sup>2</sup>/tyúk)
- apai és anyai vonal 2 ismétlésben került elhelyezésre (98 tyúk/fülke)
- VT1, VT2 genotípus 4 ismétlésben került elhelyezésre (100 tyúk/fülke)
- 24 tojófészek/fülke (4,2 tyúk/fészek)
- búzaszalma alom, fészkekben forgács
- 14 órás mesterséges megvilágítás (6:00-20:00)
- félautomata szellőztető rendszer
- vizsgálat ideje: 2020 május – 2021 június

A kifutóval ellátott telepre érkezett 750 tyúkot az alábbi feltételekkel helyeztük el:

- 8 mélyalmos fülke kifutóval

- fülke mérete: 17 m<sup>2</sup>; kifutó mérete: 34 m<sup>2</sup>(1700 cm<sup>2</sup>/tyúk és 3400 cm<sup>2</sup>/tyúk kifutóterület)
- apai genotípus 3 ismétlésben (100, 75, 75 tyúk)
- anyai genotípus 3 ismétlésben (3 x 100 tyúk)
- VT1 és VT2 1-1 fülkében (100 tyúk/fülke)
- 24 tojófészek/fülke (4,2 tyúk/fészek)
- búzaszalma alom, fészkekben forgács
- nincs mesterséges megvilágítás
- vizsgálat ideje: 2020 május – 2021 június

#### *A tyúkok takarmányozása*

A takarmányozás valamennyi telepen és fülkében azonos volt. Betelepítéstől a 19. élethétig tojó előkészítő táp kaptak a madarak, majd 5 napos átmenettel áttértünk a tojótápra, amelyet a kísérlet befejezéséig kaptak. Az etetés naponta kétszer 7:00 és 13:00 órakor volt. A Ca-kiegészítést mészkőgríz formájában valamennyi fülkében alkalmaztuk, 52 hetes életkort követően havonta egy hétig helyeztük ki a tyúkok elé. Ebben az egy hetes időszakban a madarak ad libitum fogyaszthatták a mészkőgrízt.

#### *Adatgyűjtés*

A naponta gyűjtött adatokhoz tartozott az állományváltozás/elhullás, az elhullás oka állatorvosi szakvélemény alapján, jegyzőkönyvvel került rögzítésre. A madarak testtömeg-alakulását havi rendszerességű testtömeg méréssel tudtuk nyomon követni, ami lehetőséget adott arra, hogy a madarak kondíciójáról is legyen információnk.

#### *Adatfeldolgozási módszerek*

A testtömeg adatok értékeléséhez a genotípusok közötti különbséget varianciaanalízissel értékeltük. A biometriai elemzéshez az SPSS 20.0 for Windows programot használtuk, a különbségeket  $p < 0,05$  szinten tekintettük szignifikánsnak.

### **EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK**

#### *Testtömeg*

A tyúkok egyedi testtömegét 13 alkalommal mértük a kísérletben, a varianciaanalízis szerint az anyai vonal átlagos testtömege kifutós tartásnál szignifikánsan kisebb az apai vonalánál, illetve a VT2-nél. A genotípusok között más eltérés nem volt (*1. táblázat*).

1. táblázat: A testtömeg változás az életkor előrehaladásával kifutós tartásmódban (adatok kg-ban)

Genotípus/Élethét	17.	30.	60.	72.	Kísérlet átlagában
apai vonal	1,51±0,10	1,86±0,13	2,00±0,20	1,99±0,19	<b>1,89<sup>a</sup></b>
anyai vonal	1,37±0,11	1,76±0,13	1,92±0,17	1,87±0,19	<b>1,78<sup>b</sup></b>
VT1	1,45±0,12	1,81±0,14	1,98±0,18	1,98±0,17	<b>1,87<sup>ab</sup></b>
VT2	1,52±0,13	1,92±0,15	2,05±0,18	2,01±0,21	<b>1,93<sup>a</sup></b>

a,b: a különböző betűvel jelölt értékek min  $p < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek

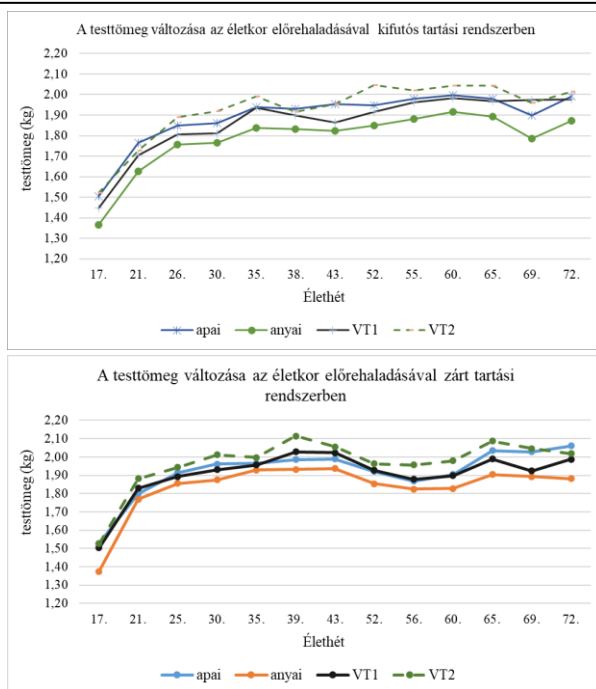
A 35. élethét után az apai vonal tömege alig változik, az anyai vonalnál még van egy enyhe növekedés a 43-60. élethét között, majd egy rövid csökkenő periódus. Az apai vonalnál az 52-60. élethét között van némi növekedés. A két végterméknél azt találtuk, hogy október- novemberben (35-43. élethét) kicsit csökkent a testtömeg, de utána növekedett és a VT1 2kg alatt, a VT2 2 kg fölött alakult.

2. táblázat: A testtömeg változás az életkor előrehaladásával zárt, mélyalmos tartásmódban (adatok kg-ban)

Élethét	17.	30.	60.	72.	Kísérlet átlagában
apai vonal	1,53±0,10	1,96±0,16	1,90±0,30	2,06±0,25	<b>1,92<sup>ab</sup></b>
anyai vonal	1,37±0,10	1,87±0,16	1,83±0,18	1,88±0,19	<b>1,84<sup>b</sup></b>
VT1	1,50±0,33	1,93±0,17	1,90±0,24	1,99±0,20	<b>1,91<sup>ab</sup></b>
VT2	1,53±0,12	2,01±0,18	1,98±0,22	2,02±0,23	<b>1,96<sup>a</sup></b>

a,b: a különböző betűvel jelölt értékek min.  $p < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek

A 2. táblázat adatai azt mutatják a zárt, mélyalmos tartásmódban, a 4 genotípus összehasonlításakor, hogy mindkét végtermék testtömege az apai vonallal mutat hasonlóságot, az anyai vonal kb. 100 g-mal kisebb a vizsgált időszakban és szignifikánsan kisebb, a VT2-höz képest. A genotípus\*életkor nem volt szignifikáns hatással.



1. ábra A testtömeg alakulása az életkor előrehaladásával a két tartási rendszerben (kifutós és zárt, mélyalmos)

Az 1. ábra azt szemlélteti, hogy az életkorral együtt hogyan változott a testtömeg. Az átlagos testtömeg minden genotípus esetén a zárt, mélyalmos tartásmódnál volt nagyobb. A tojástermelés megkezdése után még a testtömeg-gyarapodás is jelentős, és kb. a 39. élethétre éri el mind a 4 genotípus a kifejlített kori testtömeget, ezután már egyik genotípusnál sem nő tovább és a továbbiakban a változás is azonos tendenciát mutatott a zárt, mélyalmos rendszerben. A 43-56. élethét között csökkent a tyúkok testtömege a zárt rendszerben kb. 100 g-mal, majd kb. a 65. élethétre vissza is nyerik ezt a tömeget.

### Elhullási arány

#### Kifutós tartásmód

A 30. élethétig a végtermék genotípus madaraknál nem volt kieső (3. táblázat). A 60. élethétre már mindenhol előfordult elhullás, elsődlegesen kannibalizmusból adódóan. Az anyai vonalnál nem jelentkezett a csipkedés, ott egyéb ok (pl. begyeltömődés) állt a háttérben. Azonban mind az apai vonalnál, mind a végtermékeknél elindult a kannibalizmus, és így a 60. élethétre már az apai csoport közel negyede elhullott, míg a végtermékeknél is elérte a 14%-ot az elhullás.

3. táblázat. Elhullási adatok a kísérlet során

Genotípus		30. élethétig	60. élethétig	72. élethétig
<b>Apai</b> (n=250)	egyed	9	59	86
	%	3,0	23,6	34,4
<b>Anyai</b> (n=300)	egyed	3	5	16
	%	1,0	1,7	5,3
<b>VT1</b> (n=100)	egyed	0	14	21
	%	0,0	14,0	21,0
<b>VT2</b> (n=100)	egyed	0	14	29
	%	0,0	14,0	29,0

A VT1 csoportban a 47-49. élethét közötti időszak volt kritikus, ekkor 11 tyúk hullott el, de utána megáll a csipkedés és 1-1 madár esik ki. Ugyanakkor a VT2-nél a 41. élethétől folyamatosan volt elhullás, és ennek eredményeként megduplázódott a kiesések száma a kísérlet végére a 60. élethehez képest.

#### Zárt, mélyalmos tartásmód

A 30. élethétig az elhullási arány az anyai vonalnál, a VT1-nél, illetve a VT2-nél egyaránt 3% alatt maradt (4. táblázat). Az apai vonalnál már a kezdeti időszaktól megindult a kannibalizmus és a 30. élethez 31,6%-os volt az elhullás.

4. táblázat. Elhullási adatok a kísérlet során

Genotípus		30. élethétig	60. élethétig	72. élethétig
<b>Apai</b> (n=200)	egyed	62	130	142
	%	31,6	66,3	72,4
<b>Anyai</b> (n=200)	egyed	1	9	11
	%	0,5	4,5	5,5
<b>VT1</b> (n=400)	egyed	9	61	91
	%	2,3	15,3	22,8
<b>VT2</b> (n=400)	egyed	3	180	237
	%	0,8	45,0	59,3

Mivel a másik tartásmódban is elhullással indult az apai genotípus, azt feltételezzük, hogy minden körülmények ellenére mégis valami olyan stressz alakult ki a letelepítés után, ami ezt kiválthatta. Pedig a jércék fogadásakor a körülmények azonosak voltak, sőt a kifutós tartásban kisebb is volt a telepítési sűrűség. A 60. élethez csak az anyai vonalnál maradt meg a kedvező érték, ott nem tapasztaltuk a kannibalizmust. A VT1-nél volt még viszonylag kedvezőbb, de ott is elérte a 15%-ot. Az apai vonalnál, illetve a VT2-nél pedig drasztikus mértékű volt. A helyzet a 72. életheten is hasonló volt, összességében jelentős volt az istállóban a kiesés az anyai vonal kivételével. Az apai vonalnál a kezdeti nagy elhullási csúcs csökkent, de végig jelen volt a kísérletben. A VT2-nél a 30. élethét körül elindult az elhullás és a december-márciusi időszakban különösen felerősödött, ami később csak kisebb mértékben csökkent.

A két, különböző tartásmód közötti különbség szignifikáns ( $p < 0,05$ ) az apai és a VT1 vonalak esetében.

Egy európai adatokat feldolgozó tanulmányban (*Weeks et al.*, 2016) 45 millió tojótyúk mortalitását vizsgálták. A kumulatív átlagos mortalitás 7,89% volt, amelynek szélső értékei 0-69,3% közötti tartományban alakultak. Az eredményeinket összehasonlítva *Weeks et al.* (2016) tanulmányában leírtakkal megállapíthatjuk, hogy az átlagos elhullás egy genotípus (anyai) esetében volt alacsonyabb, míg a tartományon felüli értéket az apai vonal zárt tartásrendszerű csoportnál figyeltük meg. A többi vonal és tartásrendszer mind a *Weeks et al.* (2016) alapján közölt tartományba esett.

## **KÖVETKEZTETÉSEK**

Vizsgálati eredményeink hozzájárulnak a természetszerű, ketrec nélküli tartásmód értékeléséhez. Az eredmények alapján a kifutós tartás kedvezőbb lehet az állatok számára az állatvédelmi követelmények teljesítése és túlélési arányuk szempontjából, összehasonlítva a zárt tartási módszerrel. Az elhullási adatok értékelése alapvető jelentőséggel bír az állatvédelmi irányelvek és gyakorlatok kidolgozásában, így hozzájárulhat ahhoz, hogy jobb feltételeket biztosítsanak a termelő állományok számára. Az azonos tartásmód keretein belül is megmutatkozó, jelentős populációk közötti változatosságot mutató elhullási arány alapján arra következtethetünk, hogy a tojótyúkok környezeti igényei és technológia-tűrése nagymértékben genetikailag befolyásolt; bizonyos fajták, vonalak jobban képesek alkalmazkodni a környezeti stresszhatásokhoz és a ketrec nélküli rendszerekhez, mint mások. Mindez fontos információ lehet a tenyésztési és szelektálási folyamatok során, mivel lehetőséget adhat a stressztűrőbb vonalak kiválasztására és tenyésztésére a jövőben.

A ketrec nélküli tartásmódot preferáló fogyasztói szemlélet terjedésével a tojótyúkok társas viselkedésének és technológiai adaptációs képességeinek vizsgálata fokozott jelentőséggel jelenik meg a korszerű állattenyésztési kutatásokban.

A ketrec nélkül, nagy csoportméretben tartott tojótyúkoknak lehetőségük van természetes szociális viselkedésformáik gyakorlására, de a lehető legkisebb elhullási arány elérése érdekében a választott fajta/hibrid genetikailag jelentős mértékben meghatározott tűrőképességére feltétlenül tekintettel kell lennünk. A magas állatjóléti státusz kialakítása érdekében a fajta-, vonalválasztás mellett természetesen nagy jelentősége van a takarmányozási háttérnek és az alkalmazott környezetgazdagítási módszereknek is.

## **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A kutatás a 2018-1.3.1-VKE-2018-00042 projekt keretében valósult meg.



## IRODALOMJEGYZÉK

- Alm, M. – Tauson, R. – Holm, L. – Wichman, A. – Kalliokoski, O. – Wall, H.* (2016) Welfare indicators in laying hens in relation to nest exclusion. *Poultry Science* (95) 1238–1247
- Appleby, M.C. – Hughes, B.O. – Hogarth, G.S.* (1989) Behaviour of laying hens in a deep litter house. *British Poultry Science* (30) 545–553.
- Barnett, J. L. és Hemsworth, P. H.* (2003) Science and its application in assessing the welfare of laying hens in the egg industry. *Australian Veterinary Journal* (81) 10. 615–624.
- Carmichael, N.L. – Walker, A.W. – Hughes, B.O.* (1999) Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. *British Poultry Science* (40) 165–176.
- Janczak, A. M. – Torjesen, P. – Palme, R. – Bakken, M.* (2007) Effects of stress in hens on the behaviour of their offspring. *Applied Animal Behaviour Science* (107) 66–77.
- Lay Jr., D. C. – Fulton, R. M. – Hester, P. Y. – Karcher, D. M. – Kjaer, J. B. – Mench, J. A. – Mullens, B. A. – Newberry, R. C. – Nicol, C. J. – O’Sullivan, N. P. – Porter, R. E.* (2011) Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science* (90) 278–294.
- Lindqvist, C. – Janczak, A. M. – Nätt, D. – Baranowska, I. – Lindqvist, N. – Wichman, A. – Lundeborg, J. – Lindberg, J. – Torjesen, P. A. – Jensen, P.* (2007) Transmission of stress-induced learning impairment and associated brain gene expression from parents to offspring in chickens. *PLoS ONE* (2) 364.
- Martelli, G.* (2009) Consumers’ perception of farm animal welfare: an Italian and European perspective. *Italian Journal of Animal Science* (8) 31–41.
- Moesta, A. – Briese, A. – Knierim, U. – Hartung, J.* (2008a) Behaviour of laying hens in aviaries – review Part 1: Social and resting behaviour of hens. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* (114) 444–453.
- Moesta, A. – Briese, A. – Knierim, U. – Hartung, J.* (2008b) Behaviour of laying hens in aviaries – review Part 2: Feeding behaviour, reproductive and dust bathing behaviour. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* (115) 4–14.
- Nicol, C. – Caplen, G. – Edgar, J. – Richards G. – Browne, W.* (2011) Relationships between multiple welfare indicators measured in individual chickens across different time periods and environments. *Animal Welfare* (20) 133–143.
- Nicol, C.J. – Brown, S.N. – Glen, E. – Pope, S.J. – Short, F.J. – Warriss, P.D. – Zimmerman, P.H. – Wilkins, L.J.* (2006) Effects of stocking density, flock size and management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science* (47) 135–146.
- Sherwin, C. M. – Richards, G. J. – Nicol, C. J.* (2010) Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. *Brit Poultry Science* (51) 488–499.
- Steenfeldt, S. és Nielsen, B. L.* (2015) Welfare of organic laying hens kept at different indoor stocking densities in a multi-tier aviary system. II: live weight, health measures and perching. *Animal* (9:9) pp 1518–1528

*Weeks, C.A. – Lambton, S.L. – Williams, A.W. (2016) Implications for welfare, productivity and sustainability of the variation in reported levels of mortality for laying hen flocks kept in different housing systems: A meta-analysis of ten studies. PLoS ONE 11(1)*

*Welfare Quality (2009) Welfare quality assesment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality Consortium, Lelystad, Netherlands.*

*Widowski, T. M. – Hemsworth, P. H. – Barnett, J. L. – Rault, J. L. (2016) Laying hen welfare I. Social environment and space. World's poultry science journal, 72(2), 333-342.*

*Zimmerman, P. H. – Lindberg, A. C. – Pope, S. J. – Glen, E. – Bolhuis, J. E. – Nicol, C. J. (2006) The effect of stocking density, flock size and modified management on laying hen behaviour and welfare in a non-cage system. Applied Animal Behaviour Science (101) 111–124.*