

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 15

Issue 2

Gödöllő
2019

A MECHANIKAI HATÁSOK BEFOLYÁSOLÓ SZEREPE HÚSHIBRID TENYÉSZTOJÁSOK SÉRÜLÉSÉRE ÉS A KELÉSI EREDMÉNYEKRE KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ TOJÁSTÁLCÁKON

Torma Tímea¹, Kovácsné Gaál Katalin²

¹Iknoweverythingabouthatcheries, 2943 Bábolna Mérleg u. 20.

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

Received – Érkezett: 30. 07. 2019.

Accepted – Elfogadva: 17. 12. 2019.

Összefoglalás

Egyre szélesebb körben elterjedt gyakorlat, a keltető tojások műanyag- vagy előkeltető-tálcán történő beszállítása a keltetőbe. Azonban azzal tisztában kell lennünk, hogy ez milyen mértékű károsító hatással lehet a keltető tojásokra és a keltethetőségre. A ma rendelkezésre álló piezo-érzékelők és adatrögzítők lehetővé teszik a mechanikai hatások ellenőrzését. A jelen kísérletek célja a mechanikai hatások mértékének számszerűsítése és annak bemutatása, hogy különböző mértékű hatások milyen befolyással vannak a keltethetőségre. A szerzők modellezéssel vizsgálták meg a tojásokra gyakorolt mechanikus hatást különböző típusú tojástálcákon. Az RSM-et (x, y, z) (a mért gyorsulási értékek négyzetes középértékek összegek négyzetgyöke) és az RSS-t (mindhárom irányban mért, gyorsulási értékek négyzetének összegének négyzetgyöke) az adatrögzítő értékeiből számították ki a mechanikai hatás meghatározására, amely felhasználható a hatás típusa és iránya, valamint mértékének számszerűsítésére. A kikelés után a tálcán maradt tojások *post mortem* vizsgálatával meghatározták az embrionális elhalás napját és a különféle tüneteket. A 10–30 Hz-es mechanikai hatás 10 percig és a 20 Hz-es 5 perces kezelés műanyag tálcán jelentősen csökkentette a keltethetőséget ($P < 0,05$). Azt is bebizonyították, hogy az mechanikai hatás időtartama másodlagos tényező annak mértéke mellett, mivel 5 perces kezelés 20 Hz-en és műanyag tálcán jelentősen csökkentette a keltethetőséget. Ez a negatív hatás műanyag tálcán fordult elő, 12,26 m / s² maximális gyorsulással az x tengely irányában és 10,02 m / s² RSS mellett. A keltető tojás szállítás során a cél a mechanikai hatások gyakoriságának csökkentése, de ez, az időtényező, a mechanikai hatás mértéke és a használt tálcák típusa után következik. Fontos, hogy tisztában legyünk a mechanikai hatás keltethetőségre gyakorolt negatív befolyásával, és ne csak az így okozott keltetőtojás veszteséggel (törött, repedt tojáshéj) számoljunk. Az embrionális elhalások az inkubáció korai vagy késői szakaszában, valamint az degenerált embriók előfordulása a durva tojáskezelés jele lehet.

Kulcsszavak: mechanikai hatások, ellenőrzés, keltethetőségi eredmények, tojástálca típusok

The influence of mechanical effects on the damages of broiler breeder hatching eggs and hatchability results different types of egg trays

Abstract

It is more and more common practice to transport hatching eggs to a hatchery on a plastic or setter tray. However, we need to be aware of the scale of damage can be done to the hatching eggs and hatchability. Piezo sensors and data loggers available nowadays make it possible to monitor the mechanical impact. The aim of the experiments to express in numbers scale of mechanical impacts and present different scale of impacts effect on hatchability. The authors investigated the effect of mechanical impact modelling on eggs in different types of trays. $RSM_{(x, y, z)}$ (root mean square of the resultant acceleration) and RSS (square root of the sum of the squares of the resultant acceleration in all three direction) were calculated from logger data to determine mechanical effect, which can be used to determine the type and direction of impact and to express in number. With dead in shell post mortem technique the day of mortality and different symptoms were determined. The mechanical impact of 10 to 30 Hz for 10 minutes and a 20 Hz exposure of 5 minutes on a plastic tray significantly reduced hatchability ($P < 0.05$). It has also been proved that the duration of the impact is a secondary factor behind the impact force, as 5 minutes of treatment at 20 Hz and on a plastic tray significantly reduced hatchability. This negative effect occurred on a plastic tray with a maximum acceleration in the x axis direction of 12.26 m/s^2 and 10.02 m/s^2 RSS. The aim during hatching egg delivery to reduce the frequency of impacts, but the time factor is behind the degree of impact and the type of trays used. It is important to be aware of the damage of the mechanical impact on hatchability not only the loss in hatching eggs (broken, cracked eggshell). Embryonic mortality in early or late stage of incubation and occurrence of malformed embryos can be the sign of rough egg handling.

Keywords: mechanical effects, monitoring, hatchability results, egg tray types

Irodalmi áttekintés

Carter már 1970-ben leírta, hogy a tojás összetörik, ha a tojáshéj erőssége kisebb, mint az azt érő hatás. Munkájában hangsúlyozta, hogy a mechanikai hatások gyakoriságát és erősségét csökkenteni szükséges a tojás sérülésének elkerülése érdekében. Az árutojás termelésben ez a vizsgálódás újra előtérbe került az alternatív tartási rendszerek bevezetésével. A tojást érő mechanikai hatások vizsgálatai elsősorban az étkezési tojástermelésben terjedtek el. Ennek oka, hogy az értékesíthető tojások arányát és minőségét nagyban befolyásolják a szállítás és kezelés alatti károsodások, ami komoly anyagi veszteséget jelent, ugyanakkor a tenyésztójások ilyen irányú vizsgálatai a gyakorlatban nem megszokottak, pedig a tenyésztójások még értékesebbek.

Nethercote és mtsai már 1974-ben kijelentették, hogy számos tényezője van annak, hogy egy tojásszállítás mennyire mondható sikeresnek. Meghatározza és befolyásolja a szállítójármű felfüggesztése, a forgalom az utakon, a szállítmány elhelyezése a hátsó tengelytől, a sofőr vezetési stílusa, és a rakodók kíméletessége.

Anderson és mtsai (1969) azt állapították meg, hogy a szállítás során a dobozok alján és a tálca sarkán lévő tojások gyakrabban sérülnek. Ez a megállapítás megegyezik a gyakorlatban tapasztaltakkal, különösen akkor, ha nem megfelelő méretű raklapot használnak, és a dobozok leelőznek a raklapról.

Seydim és Dawson (1999) kísérletei arra sarkalltak, hogy a különböző anyagból készült tálcák hatását vizsgáljam. Ők is azt a következtetést vonták le *Anderson és mtsai*hoz (1969)

hasonlóan, hogy a csomagolás alján lévő tojások jobban károsodtak, mint az oszlop tetején vagy az oldalán. Kísérletükben a habosított polisztirol tálca műanyag dobozba helyezve okozta a legmagasabb törést. A törött tojások aránya a hatás hosszával nőtt.

Berardinelli és mtsai (2003) kísérletükben a vibrációs asztalon modellezéssel tesztelték a vibráció hatását a tojás különböző belső paramétereire. Átfogó felmérést készítettek különböző szállító járművekről, ami kiterjedt a tengelynyomás, keréknyomás mérésére, a jármű rugózásának típusára. Az adatgyűjtéshez Piezo-elektromos gyorsulásmérőt helyeztek a gépjármű padozatának több pontjára. Ebben az esetben 5-80 Hz közötti vibrációs hatást mértek attól függően, hogy hol helyezkedett el a mérőeszköz a rakományban, milyen sebességgel történt a szállítás, és milyenek voltak az útviszonyok. A padozatra helyezett érzékelő azonban arról nem ad információt, hogy a különböző típusú tálcára helyezett tojás milyen mértékű mechanikai hatást érzékel.

Köztudott tény, hogy a szállítás alatti rázkódás negatívan befolyásolja a keltethetőséget, azonban kevés vizsgálat irányult ennek pontosabb megállapítására. A legelső ilyen irányú megfigyelés a teratológiai tanulmányokban gyökerezik, mivel a csirkeembrió már a 19. század elején kedvelt vizsgálati alanya volt a tudósoknak. A modern kísérleti teratológia egyik szülő atyja a 19. század elején *Saint-Hilaire*, aki torz csirke embriókat hozott létre azzal, hogy különböző környezeti hatásoknak, közte fizikai traumának, rázás, szúrás, megfordítás- és toxikus anyagoknak tette ki a tojásokat.

Sabo és mtsai (1982) kísérlet sorozatukban azt vizsgálták, hogy a japánfürg tojások keltethetőségére milyen hatással van a keltetés előtti vibráció. Az összes alkalmazott vibráció (5, 10, 20, 30, 50, 80, 100 Hz) megnövelte az embrionális elhalást, de érdekes módon, a 30 Hz-en kezelt tojások embrióinál érte el a legnagyobb hatást (48,50 % volt az elhalt embrió ebben a kísérleti csoportban, a 10,87 % kontrollhoz képest). *Donofre és mtsai* 2017-ben közzétett munkájukban két különböző szintű vibrációt és hatás időt (60 és 180 perc) alkalmaztak, négyes blokk elrendezésben. A kísérletben az alacsony ($RSS = 2,5 \text{ m/s}^2$) és magas ($RSS = 7,5 \text{ m/s}^2$) vibráció szint beállításakor más szerzők (*Randall és mtsai*, 1993 és *Nazareno és mtsai*, 2014) által már megállapított referencia értéket használták, hogy hasonló eredményeket reprodukáljanak saját vizsgálatuk keretén belül. A legmagasabb fokú vibráción és a leghosszabb időn át kezelt tojások rosszabb kelési eredménnyel keltek és magasabb középideős embrionális elhalást mutattak a kontroll csoporthoz viszonyítva.

A napjainkban rendelkezésre álló érzékelők és adatrögzítő loggerek lehetővé teszik a mechanikai hatás mérését és az itt bemutatott számítások és az eredmények értékelése iránymutatást adhat különböző tálcatípusoknál az okozott kártétel függvényében határértékek felállítására.

Saját vizsgálat

A rázás, vibráció, keltetésre gyakorolt hatása, ahogy az irodalmi részben is ismertetésre került, közzismert, de határértékek felállítására történő törekvés még nem történt meg. A bemutatott adatrögzítő eszközökkel és számítással lehetővé válik a szállítási körülmények számszerűsítése és annak bizonyítása, hogy a tálca típusa is nagyban hozzájárul, hogy a közölt mechanikai hatásból mekkora arány hat a tojásba/ra.

A vizsgálat célja továbbá, hogy felhívja a figyelmet a mechanikai hatások embrióra gyakorolt kedvezőtlen hatásaira.

Anyag és módszer

A tojásszállítást ezekben a kísérletekben *Crazy Fit Massager* vibrációs gépen (CFM gép) modellezték. A gép két dimenzióban elmozduló vibrációs platformját 1500 watt teljesítményű motor mozgatja, ami lehetővé teszi – beállítástól függően – 0-30 Hz közötti hatás kifejtését (1. kép)

1. kép: Kezelési beállítások CFM gépen, különböző típusú tojástálcákkal



Picture 1: Handling setting on a CFM machine with different types of egg trays

1. kísérlet: a mechanikai hatásnak kitett tojások papír illetve műanyag tálcákon, 10 percen keresztül, 10-20 Hz közötti, periodikusan változó vibrációban részesültek.

2. kísérlet: a mechanikai hatásnak kitett tojások műanyag tálcákon, 5 percen keresztül, 10 -20 Hz közötti állandó vibrációban részesültek.

A kísérlet fiatal nagyszülőpár-állományoktól származó (27 élethét alatti), a tojásrakás elején lerakott, összesen 8249 tojás vizsgálatával folyt.

A szerzők a mechanikai hatás mértékét *HOBO Pendant® G Data loggerekkel* monitorozták, ami a pillanatnyi gyorsulást méri és rögzíti.

A pillanatnyi gyorsulás ($a_j(t)$) egy vektor, ami meghatározza a sebesség változást egy adott t – időpillanatban az „ a_j ” tengely irányába, ami megfelel a koordináta-rendszer x , y , z tengelyeinek.

A gyorsulás értékét mérhetjük m/s^2 -ben vagy nehézségi gyorsulás egyenértékben (g), aminek értéke: $9,81 m/s^2$.

Az alábbi képletek alapján (Gebresenbet és mtsai, 2011, Nazareno és mtsai., 2014) kifejezhető az

$$RMS_j = \left(\frac{\sum_t a_j(t)^2}{N} \right)^{1/2}$$

ahol,

$a_j(t)$ a megfigyelt pillanatnyi gyorsulás j tengely (x , y és z) irányába és

t az idő ($t=1, 2, \dots, N$); míg N a megfigyelések száma az adott tengely irányában;

ebből pedig az

$$RSS = (RMS_x^2 + RMS_y^2 + RMS_z^2)^{1/2}$$

A RMS négyzetes középértékek összege minden irányban: gyakran használatos érték a mechanikai vibráció egy számmal történő kifejezésére, amit a vibráció során, minden irányba mért négyzetes középértékek összegének négyzetgyökvonásával számítunk ($RMS; m/s^2$). Az előzetes mérések kimutatták, hogy az CFM gépen közölt hatás hasonló a közúti tojásszállítások mérési eredményeivel.

A fizikai hatás kifejtését követően a tojások Petersime keltető tálcára kerültek, a továbbiakban ezek voltak az adatgyűjtési egységek. A kísérletben papír- és műanyag tálcákon is elvégeztem a vizsgálatot, hiszen a behatás mértékét a csomagolás módja nagymértékben befolyásolja.

A gyakorlatban, hosszú idejű tojásszállítások esetén (pl. export) papírtálcákat használnak. Ez a bevett gyakorlat több szempontból hasznos, hiszen egyrészt a papírtálca jobban védi a tojásokat a sérülésektől, másrészt a műanyag tálcán történő szállítás dupla annyi idővel jár (meg kell várni az autónak a tojások át-tálcázását) és külön dokumentációt igényel a szállításra használt műanyag tálcák visszajuttatása a küldő országba, aminek biosecurity szempontból is vannak kockázatai (*Seydim és Dawson, 1999*).

A papírtálca 20 librás, darabonként 30 db tojás tárolására, szállítására alkalmas. Mivel a felhasznált göngyöleg is költséget jelent, a göngyöleget terhelő termékdíj, és a környezettudatosság miatt egyre nagyobb mértékben elterjedt a műanyag tálcákon történő tojásszállítás. A mérleg másik serpenyőjébe viszont az így esetlegesen elveszíthető tojásszállítás, a műanyag tálcák fertőtlenítését terhelő költség és a nem megfelelő fertőtlenítésre, szárításra visszavezethető bakteriális eredetű veszteségek kerülnek.

Mivel mindkét tálcátípusnak vannak előnyei és hátrányai, azt kell mérlegelni, hogy az adott körülmények (útviszony, szállítójármű) és a tojás sajátosságai (méret, tojáshéj) melyik használatát teszik gazdaságosabbá.

A kísérletben kétféle műanyag tálcát, a 30x30x5.5 cm-es, darabonként 30 db tojás tárolására, szállítására alkalmas, raklapozható tálcát, és a Petersime által forgalmazott B14279 jelölésű, 60 db tojás tárolására, szállítására, előkeltetésére alkalmas, önhordó előkeltető tálcát alkalmaztam.

Az élő embriók arányának megállapítása a keltetés 10. napján végzett lámpázással, valamint az eltávolított tojások feltörései vizsgálata alapján történt (*Hamburger és Hamilton, 1951*).

Az embrionális elhalások idejének megállapítása szintén tojástörései vizsgálattal került megállapításra a lámpázáskor eltávolított és a kelés után a bújtató tálcán maradt tojásokból. A kikelés napján sor került a csibék számolására és minőségi vizsgálatára is.

A fenti adatok alapján számított értékek:

HOF% - termékeny tojásra vetített keltethetőség (hatch of fertile eggs %)

EDoF % termékeny tojásra vetített korai elhalt embriók (early dead embryos of fertile eggs %)

LDoF % - termékeny tojásra vetített késői elhalt embriók aránya (late dead embryos of fertile eggs %)

MALFoF - torzképződmények, fejlődési rendellenesség tüneteit mutató embriók aránya termékeny tojásra vetítve (malformed embryos of fertile eggs, %).

Az adatok feldolgozásához a *Statistica Software ANOVA* programmal történt

Eredmények és értékelésük

Az 1. kísérletben az egytényezős variancia-analízis Tukey tesztje statisztikailag megbízható ($P < 0,05$) eltéréseket mutatott. (1. táblázat)

A termékeny tojásra vetített keltethetőségben (HOF%) a kontroll csoport és a műanyag tálcán rázott tojások közt szignifikáns volt a különbség. Azaz papír tálcán ugyanaz a hatás nem rontotta szignifikánsan a keltethetőséget.

A termékeny tojásra vetített korai elhalt embriók (EDoF%) arányában szintén szignifikáns az eltérés a műanyag tálcán rázott és a kontroll csoport, továbbá a különböző tálcákon rázott csoportok között.

A termékeny tojásra vetített torzképződmények (MALFoF%) arányában a különböző tálcákon rázott csoport közt a papírtálcán rázott tojások esetében volt magasabb a torzképződmények aránya. Mivel a korai elhalt embriók aránya szignifikánsan alacsonyabb volt a papír tálcán kezelt tojások esetében, a termékeny tojásra vetített keltethetőség még így is 4,1 % -kal magasabb volt, mint a műanyag tálcán rázott tojásoké (1. táblázat)

1. táblázat: A 10-30 Hz közötti vibráció hatása papír és műanyag tálcán elhelyezett tenyésztojások kelési eredményeire (n=4199)

Csoportok ¹	HOF% ²	EDoF% ³	LDoF% ⁴	MALFoF% ⁵
Kontroll ⁶	91.06 ^a ±4.59	1.58 ^a ±1.19	4.73 ^a ±4.61	0.23 ^a ±0.47
Papír tálca ⁷	86.90 ^{ab} ±4.44	2.86 ^{bc} ±1.92	6.85 ^a ±3.68	0.72 ^{ab} ±0.68
Műanyag tálca ⁸	82.81 ^b ±5.32	5.53 ^{ac} ±2.73	6.34 ^a ±5.01	0.11 ^{ac} ±0.34

^{a, b, c} = $P < 0.05$

Table 1. Results of vibration between 10-30 Hz on hatchability of hatching eggs placed on paper and plastic trays (n= 4199)

groups(1), hatch of fertile eggs % (2), early dead embryos of fertile eggs% (3),late dead embryos of fertile eggs % (4), malformed embryos of fertile eggs, % (5), control (6), paper tray (7), plastic tray (8)

A mechanikai hatás kárteléről elmondható, hogy leginkább a korai elhalt embriók arányának emelésén keresztül rontja a keltethetőséget.

A torzképződmények jelzés értékűek a keltethetőséget illetően, tehát megjelenésük, mint tünet, feltétlenül nyomon követhető (3. kép).

3. kép: Különböző típusú torzképződmények késői stádiumban elhalt csirkeembriónál



Picture 3: Different type of malformations in late dead embryos

Ezzel együtt feltételezhető, hogy voltak olyan torzképződmények, amelyek még szabad szemmel nem láthatóak és a membrános (24-28 órás elhalt) illetve a vérgyűrűs szakaszban haltak el, illetve a műanyag tálcán kifejtett mechanikai hatás egyszerűen megölte az embriót és nem volt alkalma torz alakban tovább fejlődni.

A papír tálcán történő kezeléshez viszonyítva a műanyag tálcán történő kezelés szignifikánsan rontotta a keltethetőséget, főként a korai elhalt embriók arányának emelésén keresztül.

Ugyan a torzképződmények aránya a műanyag tálcán kezelt csoportban alacsonyabb, de a szignifikánsan magasabb korai elhalt embriók aránya rosszabb kelési %-ot eredményezett, mint a kontroll és a papírtálcán kezelt tojásoké.

A 2. kísérletben a kezelési idő 5 percre csökkentése azt hivatott bizonyítani, hogy 5 perc alatt is ki lehet váltani negatív hatást.

Ez sorrendben 9,76 és 10,02 m/s² RSS értéket és 10,79, 12,26 m/s² maximum-gyorsulást jelent, x tengely irányában.

Az 2. kísérletben az egytényezős variancia analízis, Tukey tesztje statisztikailag megbízható (P < 0,05) eltéréseket mutatott:

- a termékeny tojásra vetített keltethetőségben (HOF%) a kontroll csoport és a 20 Hz-en rázott tojások és a két kísérleti csoport között,
- a termékeny tojásra vetített késői elhalt embriók (LDoF%) arányában: a két kísérleti csoport között (2. táblázat)

2. táblázat: A 10 és 20 Hz vibráció hatása papír tálcán elhelyezett tenyészttojások kelési eredményeire (n= 4050)

Csoportok	HOF%	EDoF%	LDoF%	MALFoF%
Kontroll	77.4 ^a ±5.6	11.03 ^a ±3.3	12.46 ^{ab} ±4.41	0.35 ^a ±0.42
10 Hz	80.20 ^{ab} ±5.01	11.37 ^a ±3.89	9.02 ^a ±5.77	0.00 ^a
20 Hz	69.3 ^b ±4.7	15.14 ^c ±4.74	14.92 ^b ±4.00	0.26 ^a ±0.55

^{a, b, c} = P < 0.05

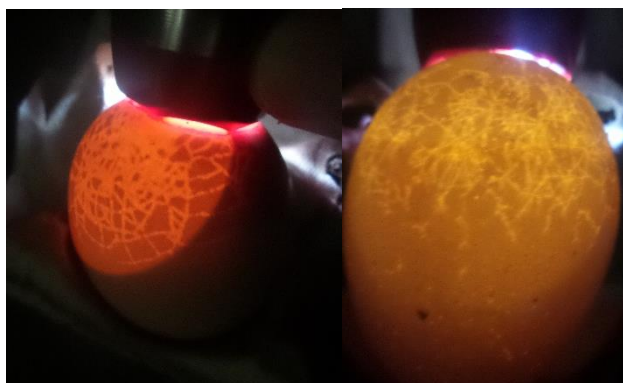
Table 2: Results of treatment on 10 and 20 Hz on paper tray on the hatchability of hatching eggs (n=4050)

groups(1), hatch of fertile eggs % (2), early dead embryos of fertile eggs% (3),late dead embryos of fertile eggs % (4), malformed embryos of fertile eggs, % (5), control (6),

Mivel fiatal állományok tojásai szerepeltek a vizsgálatban a hajszálrepedt, török tojások aránya nem mutatott szignifikáns eltérést, de a tojánhéjon található „pókhálós” töréskép nagyon jellegzetes volt (2. kép).

Ezzel az is igazolást nyert, hogy a mechanikai hatás mértékének időtartama másodlagos tényező a ráhatási erő mögött, hiszen 5 perc kezelés 20 Hz-en és műanyag tálcán szignifikánsan rontotta a keltethetőségét. Ez a negatív hatás műanyag tálcán, x tengely irányban mért, maximális 12,26 m/s² gyorsulás, és 10,02 m/s² x –tengely irányába mért, maximum-gyorsulás mellett jelentkezett.

2. kép: Élő embriót tartalmazó és terméketlen tojás „pókhálós” törésképe lámpázáskor



Picture 2: „Spider-web” fracture image of a live embryo-bearing and an infertile egg during lightening

Ez részben megegyezik *Randall* (1993) és *Nazareno* (2014) megállapításával, miszerint a kíméletes szállítás érdekében mérsékelni kell a mechanikai hatások gyakoriságát, valamint a mechanikai hatások sűrűségét. Az adatokból kitűnik, hogy a vibráció időtartama, a hatás mértéke (Hz), és a használt tálcátípus (papír, műanyag) meghatározza a keltetés eredményességét.

Lényeges, hogy tisztában legyenek a tenyésztótojást előállító baromfitelepeken dolgozók, hogy a mechanikai hatás kártételének nem csak szemmel látható (törött, repedt tojánhéj) kártételei lehetnek, hanem az embriófejlődés korai szakaszában komoly kiesést okozhatnak az elhalt és torz embriók révén a keltetéskor, így a kelési eredményeket negatívan befolyásolják.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti az Aviagen Kft.-t, hogy biztosították a kísérleti feltételeket, továbbá a Hegyhát Br. Kft. vezetőit és dolgozóit, akik a kísérletek kivitelezésében segítséget nyújtottak.

Irodalomjegyzék

- Anderson, G. B., Carter, T. C., Jones, R. M.* (1969): Some factors affecting downgrading in eggs, especially damage in transit. *Br. Poult. Sci.*, 10. 45-52.
- Berardinelli, A., Donati, V., Giunchi, A., Guarnieri, A., Ragni L.* (2003): Effects of Transport Vibrations on Quality Indices of Shell Eggs. *Biosystems Engineering*, 86. 495-502.
- Carter, T.C.* (1970): Why do eggshells crack? *World's Poultry Science Journal*, 26. 549–561.

- Donofre, A. C., Silva, I. J. O., Nazareno, A.C. (2017): Mechanical Vibrations in the Transport of Hatching Eggs and the Losses Caused in the Hatch and Quality of Broiler Chick. Journal of Agricultural Engineering, 48. 36-42.*
- Hamburger, V., Hamilton, H.L. (1951): A Series of Normal Stages in the Development of the Chick Embryo. Journal of Morphology, 88. 49-92.*
- Nazareno, A.C., Silva, I.J.O., Vieira, A. M. C., Vieira, F.M.C., Miranda, K.O.S (2014): Transporte de ovos férteis: Influência das idades das matrizes, tempos de estocagem e das estradas, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18. 3. 338-343.*
- Nethercote, C., Boivenu, C., Fletcher, D. (1974): Egg carton tests. Poultry Science, 53. 311–325.*
- Randall, J.M., Streader, W.V., Meehan, A.M. (1993): Vibration on poultry transporters, British Poultry Science, 34. 635-642.*
- Sabo, V., Boda K., Peter, V. (1982) Effect of vibration on the hatchability and mortality of embryos of Japanese Quails. Polnohospodarstvo, 28. 6.*
- Seydim, A.C., Dawson, P.L. (1999): Packaging Effects on Shell Egg Breakage Rates During Simulated Transportation. Poultry Science, 78. 148–151*