

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI
SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR

Doktori Iskola vezető:
Prof. Dr. Varga László DSc
egyetemi tanár

Programvezető:
Prof. Dr. Szabó Ferenc DSc
egyetemi Tanár

Témavezető:
Kovácsné Prof. Dr. Gaál Katalin CSc
professor emerita

A MECHANIKAI HATÁS VIZSGÁLATA A
KELTETHETŐSÉGRE

készítette:

TORMA TÍMEA ÁGNES

MOSONMAGYARÓVÁR

2024

1. BEVEZETÉS

Egyre szélesebb körben elterjedt gyakorlat a keltető tojások műanyag- vagy előkeltető-tálcán történő beszállítása a keltetőbe, de az ezeken történő szállítás tojástörést és keléscsökkenést okozhatnak. A piezoérzékelők lehetővé teszik a mechanikai hatások mérését, azonban a határértékre és a keléscsökkenésre gyakorolt hatásukra vonatkozó szakirodalom korlátozott.

A szerző különböző genetikai háttérű szülőpár tojásokkal, tálcátípusokkal és modellezéssel vizsgálta meg a tojásokra gyakorolt mechanikus hatást és a mechanikai kártétel enyhítésére irányuló technológia lépést is bevont a vizsgálatba.

2. CÉLKITŰZÉS

2.1. CFM gép alkalmasságának ellenőrzése a szállítás modellezésére

A bevezető kísérletekben arra a kérdésre kereste a szerző a választ, hogy a CFM gép alkalmas-e a szállítási körülmények modellezésére, illetve, hogy a gép által közölt mechanikai hatás milyen mértékben

rontja a kelést és melyek lesznek a keléscsökkenés fő okai.

2.2. Különböző behatási (kezelési) idők, tálcátípusok és vonalak vizsgálata

Ebben a kísérletsorozatban a szerző az anyai vonalon kívül az apai vonal bevonásával bővítette a vizsgált paramétereket, mivel a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy az apai vonalak érzékenyebben reagálnak a környezeti körülményekre. A papírtálca mellett műanyag tálcán is megismételte a különböző behatási idejű vibrációs kezeléseket annak bizonyítására, hogy a csomagolóanyag is befolyásolhatja a mechanikai hatás kártételét.

2.3. Tárolás alatti rövid idejű keltetés (SPIDES) bevezetése a mechanikai hatással kiváltott károsodás enyhítésére

A bevezető kísérletek során a szerző azt tapasztalta, ha a mechanikai hatás és a keltetés megkezdése között rövid idő telik el, akkor szignifikánsan megemelkedik a fejlődési rendellenesség tünetét mutató, valamint a korai elhalt embriók aránya. Ugyanakkor a SPIDES

technika növelheti a csírákorong életképességét.

Ettől a gondolattól vezérelve került bevonásra ebbe a kísérletsorozatba a SPIDES-el kezelt tojások vizsgálatát.

2.4. Különböző mértékű és különböző időben közölt mechanikai hatások és a SPIDES vizsgálata

Arra a kérdésre kereste a választ a szerző, hogy hogyan befolyásolja a kelés eredményét és minőségét a keltetést megelőző, illetve a keltetés alatti (18 napos) tojásszállítás, a CFM gépen modellezett mechanikai hatás, és a károsodás enyhítésére használt SPIDES.

A 18 napos, előkeltetett tojások szállításának vizsgálata, azért aktuális, mivel egyre nagyobb tért nyer Magyarországon is az istállóban történő keltetés, amelynek során az előkeltetett tojásokat szállítják ki az istállókba, és ott kialakított rendszerben keltetik ki azért, hogy a víz és takarmányfogyasztást rögtön kelés után lehetővé tegyék, ezzel maximálisan kihasználva a korai táplálékfelvétel jótékony hatását a korai

testtömeg-gyarapodásra, és a genetikai potenciál minél jobb kihasználására.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. CFM gép alkalmazásának ellenőrzése a szállítás modellezésére

Crazy Fit Massager vibrációs gép (továbbiakban: CFM gép) két dimenzióban elmozduló vibrációs platformját 1500 watt teljesítményű motor mozgatja, ami lehetővé teszi a gép 0-30 Hz közötti mozgását, maximálisan 12 mm vibrációs amplitúdóval.

Az 1. és 2. kísérletben periodikusosan változó 10-30 Hz-en, a 3. kísérletben 20 illetve 30 Hz-en kezelte a dolgozat készítője a kísérleti tojásokat 10 percen keresztül

TGP-0605 piezo elektronikus érzékelővel ellátott adatrögzítő loggerrel történt a gyakorlati körülmények, valamint a CFM gépen a mechanikai hatás ellenőrzése. Az érzékelők a gyorsulást mérik, mértékegysége: m/s^2 , ami a gravitációs gyorsulás $\sim 9,81$ -szeresének felel meg.

A loggerek adataiból az adat-transzformáció minden

egy-egy kísérletben a

$$\text{RMS}_j = \left(\frac{\sum_i a(t_j)^2}{N} \right)^{1/2}$$

és

$$\text{RSS} = (\text{RMS}_x^2 + \text{RMS}_y^2 + \text{RMS}_z^2)^{1/2}$$

képletek segítségével történt a mechanikai hatások kifejezésére és annak megállapítására, hogy a CFM gép megfelelően modellezi-e a gyakorlati körülményeket.

Ahol a x, y és z tengely irányában számított RMS - a mért gyorsulási értékek négyzetes középértékek összegek négyzetgyöke. Az ebből számított RSS a mindhárom irányban mért, gyorsulási értékék négyzetének összegének négyzetgyöke.

Minden egyes kísérletben a kezelések hatásának ellenőrzésére a szerző ellenőrizte és megszámlálta a csibéket keléskor, és tojástörést hajtott végre a terméketlen tojások és a keltetés különböző szakaszaiban elhalt embriók arányának megállapítása.

A kezelések papírtálcán történtek, fiatal anyai vonalú állományok tojásaival. Az eredmények statisztikai

elemzését független T-próba teszttel és ANOVA statisztikai módszerrel, Tuckey teszttel végezte.

3.2. Különböző behatási (kezelési) idők, tálcátípusok és vonalak vizsgálata

A 4. és 6. kísérletben 10 és 20 Hz állandó, az 5. kísérletben 10-20 Hz között periodikusan változó vibrációval történt a tojásvizsgálat a CFM gépen. Az apaivonal vizsgálatba vonásával bővült a 4. kísérlet, míg műanyag tálcák használatával az 5. és 6. kísérletek. A behatási idő 5 illetve 10 perc volt a kísérletekben.

Ebben a kísérletsorozatban Onset HOBO Pendant G gyorsulásérzékelőt használt a doktorandus, amely három dimenzióban méri egyidejűleg a gravitációs gyorsulást és lassulást.

Az eredmények statisztikai elemzését ANOVA statisztikai módszerrel, Tuckey teszttel végezte.

3.3. Tárolás alatti rövid keltetés (SPIDES) bevezetése a mechanikai hatással kiváltott károsodás enyhítésére

A 7. kísérletben a szerző a két különböző genetikai hátterű vonal tojásait műanyag tálcákon, 5 percen

keresztül kezelte a CFM gép 10 Hz-es fokozatán. Az adatgyűjtést Onset HOBO Pendant G gyorsulásérzékelővel végezte. A kísérleti csoportok egy része közvetlenül a mechanikai behatást megelőzően SPIDES kezelésben részesült 32 °C fölötti héjhőmérséklet biztosításával 3 órán keresztül, ezt Tinytag TK-4023 hőmérséklet rögzítő loggerrel ellenőrizte.

Az eredmények statisztikai elemzését MANOVA analízissel végezte.

3.4. Különböző mértékű és különböző időben közölt mechanikai hatások és a SPIDES vizsgálata

A 8. kísérletben a dolgozat készítője a vibrációs csoport tojásait 5,5 és 4,5 órás közúti szállításnak tette ki az előkeltető tálcán. Az első közúti szállítás a keltetés megkezdése előtt megtörtént, míg a második közúti szállításra a keltetés 18. napján került sor. Két vonal eltérő tárolási idejű tojásai szerepeltek a vizsgálatban. Az egy hétnél rövidebb ideig tárolt tojások egyszeri, az egy hétnél hosszabb ideig tárolt tojások kétszeri SPIDES kezelésben részesültek.

A 9. kísérletben az egyes kísérleti csoportokat a a közúti szállítás mellett a CFM gépen 10, 20 illetve 30 Hz –es mechanikai hatású kezelésnek is kitették. SPIDES kezelésre minden esetben a mechanikai behatást követően került sor.

A kísérlet kiegészült még a tárolás alatti forgatás hatásának vizsgálatával.

Az adatgyűjtést minden esetben Onset HOB0 Pendant G gyorsulásérzékelővel történt. A tojáshéj hőmérséklet ellenőrzése Tinytag TK-4023 hőmérsékletregisztráló loggerrel folyt, mind a SPIDES, mind az előkeltetett tojások szállítása alatt.

Az eredmények statisztikai elemzését a jelölt MANOVA analízissel végezte és regresszió számítást is végzett a függvényszerű kapcsolatok feltárására.

4. EREDMÉNYEK

4.1. CFM gép alkalmasságának ellenőrzése a szállítás modellezésére

A kísérletek megerősítették, hogy a CFM gép alkalmas olyan mechanikai hatás közlésére, amely a szállítási körülményeket modellezi, emellett a hatások

megismételhetők. Fokozatosan emelhető a behatás mértéke és statisztikailag megbízható különbséget ad a CFM gépen végzett kezelés.

A keltethetőség szignifikánsan csökkent a 3. kísérletben ($80,75^a \pm 1,39$ vs. $76,8^b \pm 2,97$ vs. $64,89^c \pm 4,27$), ami annyit jelent, hogy papírtálcán közölt maximum x $29,4 \text{ m/s}^2$ és $3,74 \text{ m/s}^2$ RSMx már szignifikáns keltethetőség romlást váltott ki (a platformra erősített Tinytag logger adataiból számítva).

A keltethetőség csökkenés főként a korai embrionális elhalás szintemelkedésének tulajdonítható. Ez a jelenség megegyezik a gyakorlati tapasztalatokkal. A korai elhalt embriók arányában észlelt különbség szignifikáns a 2. kísérletben ($9,00^a \pm 2,97$ vs. $21,68^b \pm 5,29$) és a 3. kísérlet 30 Hz –en rázott tojásainak eredményeiben ($0,55^a \pm 0,59$ vs. $1,85^{bc} \pm 0,77$). Ez az x -tengely irányában maximum $15,77$ és 49 m/s^2 és $3,65$ és $45,68 \text{ m/s}^2$ RSMx által kiváltott hatás (a platformra erősített Tinytag logger adataiból számolva).

A középidős elhalt embriók arányában megfigyelt szignifikáns különbség a 3. kísérlet kontroll és 30 Hz-en rázott tojásai közt ($0,56^a \pm 0,7$ vs. $1,68^c \pm 0,88$), ugyan

nem tükrözi a gyakorlatban tapasztaltakat, de az, hogy egyik kísérletben sem tapasztalható szignifikáns eltérés a késői elhalt embrióknak arányában sem, megegyezik a nagyüzemi megfigyelésekkel.

A torzképződmények, fejlődési rendellenességek szignifikánsabb magasabb ($1,12^a \pm 0,63$ vs. $2,28^b \pm 0,97$) előfordulása az 1. kísérletben kapcsolatban állhat a kezelés és a keltetés beindulása között eltelt rövid időtartammal.

A 2. kísérletben szignifikánsan ($2,22^a \pm 1,12$ vs. $4,21^b \pm 1,51$) magasabb volt a rendellenes fekvések aránya.

A modellezett vibráció által kiváltott „pókhálós” töréskép megegyezik a több napos szállítás során megfigyelttekkel.

1.-2. kép Pókhálós töréskép szabadszemmel és lámpával



4.2. Különböző behatási (kezelési) idők, tálcátípusok és vonalak vizsgálata

A legkíméletesebb csomagolóanyagon (papírtálca) történő 5 perces rázás az apai vonalban szignifikánsan emelte a korai elhalt embriók arányát ($P < 0,05$), amikor kevesebb, mint 24 óra telt el a mechanikai behatás és a keltetés megkezdése előtt. A papír tálcán történő kezeléshez viszonyítva a műanyag tálcán történő kezelés szignifikánsan ($P < 0,05$) rontotta a keltethetőséget főként a korai elhalt embriók arányának emelésén keresztül.

A behatás mértékének időtartama másodlagos tényező a behatási erő mögött, hiszen 5 perc kezelés 20 Hz-en és műanyag tálcán szignifikánsan ($P < 0,05$) emelte a törött tojások arányát és a megmaradt tojások keltethetőségét. Ezt a negatív hatást műanyag tálcán x tengely irányban mért, maximális $12,26 \text{ m/s}^2$ gyorsulás és $10,02 \text{ m/s}^2$ RSS mellett érte el a szerző.

Ebben a kísérletsorozatban a vonalak eltérő érzékenységet mutattak, de nem érték el a szignifikáns szintet.

4.3. Tárolás alatti rövid idejű keltetés (SPIDES) bevezetése a mechanikai hatással kiváltott károsodás enyhítésére

Ez volt az első olyan alkalom az eddigi kísérletek során, ahol a késői elhalt embriók először mutattak szignifikáns (Vibráció x vonal, SPIDES x vonal; $P < 0,05$) és szignifikánshoz közeli eltérést (Vibráció x Vonal x SPIDES; $P = 0,058$). A vibráció x SPIDES interakció mind a középideős elhaltak, mind a torz embriók arányát szignifikánsan megemelte, ami megegyezik a 3. kísérletben tapasztaltakkal, ahol 30 Hz-es kezelést követően a tojások keltetését 24 órán belül megkezdték. Ez azt támasztja alá, hogy ha a mechanikai hatás és a sejtosztódás beindulása között nem telik el elég idő, az rendellenes fejlődést, torzképződmények kialakulását okozhatja.

Ebben a kísérletben érvényesült a különböző vonalak eltérő érzékenysége a keltetés késői szakaszában elhalt embriók arányában ($P = 0,024$).

Az anyai vonal vibrációnak kitett csoport jobb kelési eredményt mutatott, mint a kontroll. Ezzel felmerült a kérdés, hogy lehet – e a mérsékelt (10 Hz) vibrációnak

jótékony hatása, főként a korai elhalt embriók arányának csökkentésében. Mivel tárolás alatt a tojásokat nem forgatták, felmerül a kérdés, hogy a forgatást helyettesítő funkció (mérsékelt vibráció) okozta –e ezt a kedvező irányultságot.

10 Hz-en maximum $14,22 \text{ m/s}^2$ x tengely irányában mért maximális gyorsulás és $9,55 \text{ m/s}^2$ RMSx volt elérhető a 60-as műanyag tálcán, ami magasabb maximális értéket jelentett, mint a 30-as műanyag tálcán tapasztaltak ugyanezen a vibrációs szinten ($10,79 \text{ m/s}^2$), míg a számított RSMx megegyezik.

Ez felhívta a szerző figyelmét arra, hogy adattranszformációkor a lényeges információ egy része elveszhet, ha a részeredmények elemzését figyelmen kívül hagyjuk.

4.4. Különböző mértékű és különböző időben között mechanikai hatások és a SPIDES vizsgálata

A különböző tenyésztési vonalak eltérő mértékben profitálnak a SPIDES kezelésből, a tárolást nehezebben viselő, - azaz magasabb korai elhalt embrió aránnyal reagáló - vonal esetén a SPIDES kelés javító hatása

nagyobb mértékű volt, különösen többszöri kezelés esetén.

Amikor csupán a közúti szállítás által váltott ki a szerző mechanikai hatást (RSMx 9,11 m/s², 26,48 m/s² x tengely irányába mért maximális gyorsulás, RSS: 9,9 m/s²), az nem volt statisztikailag igazolható hatással a kelésre. A SPIDES ellensúlyozta viszont az idősebb tojáskor hatását.

A kísérlet eredményei alapján nem szükséges várni a mechanikai behatás és a SPIDES kezelés között, viszont a SPIDES és a keltetés megkezdése között legalább 24 órának el kell telni.

A CFM gépen közölt mechanikai behatás legnagyobb kártétel a törött/hajszálrepedt tojások aránya (CR), ami a kelési eredményeket legjobban befolyásolta és szoros korrelációt ($P < 0,001$) és regressziós összefüggést mutatott a vibrációs kezeléssel ($CR = 0,146 \times \text{VIBRÁCIÓ} + 0,124$ ($R^2 = 0,64$)). A számított RSMx értékek, amik ezt a hatást kiváltották 20 és 30 Hz-en: 10,85; 13,58 m/s², míg az x-tengely irányában történt maximális gyorsulási értékeik: 18,64 és 30,9 m/s².

A megfigyelésben használt közúti szállítási körülmények nem befolyásolták negatívan a keltethetőséget, de a rendellenes fekvések arányának emelkedése korrelációt mutat a 18 napos keltetőtojás szállítással. Ezért feltételezhető, hogy esetleg diszkomfort érzete volt az embrióknak, mivel azonos szállítójármű, azonos levegőhőmérséklete mellett is, a szállítás utolsó órájában, 40-40,6 °C-ig emelkedett a héjhőmérséklet.

A számított Pearson-féle korrelációs együtthatók alapján az alábbi lineáris kapcsolatok állnak fenn: magas korreláció, markáns pozitív kapcsolat áll fenn a vibrációs kezelés és a törött tojások aránya (CR) között ($P < 0,001$), míg negatív irányú, de szintén markáns a kapcsolat a korai elhalt embriók aránya és a berakott tojásra, illetve a termékeny tojásra vetített keltethetőség között ($P < 0,001$).

Ez a két utóbbi összefüggés azért jelentős, mivel a vibrációs kezelés és a korai elhalt embriók, továbbá a korai elhalt embriók és a törött tojások és a korai elhalt embriók és a repedt szikhártya között viszont közepes, jelentős pozitív összefüggés áll fenn ($P < 0,001$). Ebből

adódóan, főként ezeken a paramétereken keresztül, csökkenti a keltethetőséget a vibrációs kezelés.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A kísérletek során megerősítést nyert, hogy a disszertációban használt vibrációs modellező eszköz alkalmas a szállítási és tojáskezelési körülmények szimulálására
2. A vizsgálatok során a vibráció okozta tojáshéj töréseképek egyértelmű beazonosítása megtörtént. Ebből kifolyólag üzemi körülmények között is beazonosítható a vibráció okozta tenyésztojás kiesés.
3. Megállapításra került, hogy a mechanikai hatás mértéke nagyobb jelentőséggel bír, mint tojástálca anyaga vagy a behatás időtartama. Mivel már 5 perc alatt is kiváltható olyan mértékű hatás - $10,02 \text{ m/s}^2$ RSS műanyag; és $10,85 \text{ m/s}^2$ RSS, papírtalcán-, ami szignifikánsan magasabb keltetőtojás kiesést (törött és hajszáltrepedt) és kelési eredmény csökkenést okozott.

4. A kísérletek során a mechanikai hatás mértéke szoros korrelációt ($r= 0,72$) és regressziós összefüggést mutatott ($R^2= 0,64$) a törött és hajszálrepedt tojások, és a keltetés korai szakaszában elhalt embriók arányával ($r= 0,715$), és elsősorban ezen keresztül negatívan befolyásolta a keltetés sikerességét.
5. Megállapításra került, hogy a fiatal, eltérő genetikai háttérű állományok tojásain $10,85 \text{ m/s}^2$ számított RSS mechanikai hatás szignifikánsan emelte a törött és hajszálrepedt tojások arányát, míg $13,58 \text{ m/s}^2$ RSS mechanikai hatás szignifikáns negatív hatással van a termékeny tojásra vetített keltethetőségre.
6. A kísérletek alapján elmondható, hogy a tárolás alatti rövid idejű keltetés (SPIDES), megfelelő időpontban alkalmazva, a mechanikai hatáshoz viszonyítva ellensúlyozhatja a mechanikai hatás negatív következményét, amennyiben a mechanikai hatást követően végezzük a SPIDES kezelést, majd a keltetés beindításával legalább 24 órát várunk. Várakozási idő nélkül a Vibráció x SPIDES

interakció a keltetés középső szakaszában elhalt embriók és a torzképződmények tekintetében is szignifikánsan ($P < 0,05$) negatív hatású.

7. A vizsgálatok során az is bizonyítást nyert, hogy különböző genetikai háttérrel rendelkező húshibrid szülőpár vonalak szignifikánsan ($P < 0,05$) eltérő érzékenységgel reagálnak a mechanikai hatásra és szoros interakciót mutatnak mind a mechanikai, mind a SPIDES kezeléssel.

6. GYAKORLATI ALKALMAZÁS

Lényeges, hogy a tenyésztőjét előállító cégek saját tojáskezelési eljárásaikat és a tojásszállítás körülményeit monitorozzák, hogy a műveletek során mi az a maximális behatás, amit a tojás elszenved, az melyik technológiai lépésnek tulajdonítható, és ez mekkora anyagi kárt okoz az ágazatnak.

Tojásgyűjtés, - kezelés automatizálásával, tojásszállító járművek gyártásával foglalkozó cégek szintén alkalmazhatják a disszertációban leírtakat, minél kíméletesebb berendezések, járművek tervezésénél, ellenőrzésénél.

Ebben támpontot nyújtanak az itt leírt, a kísérletek során megfigyelt tünetegyüttesek és a megállapított irányadó értékek.

Gazdaságossági elemzések alapján, lehetőséget nyújt annak megállapítására, hogy a tojástörések miatt elszenvedett gazdasági veszteség mennyi idő alatt fedezné a célzott technológiamódosítást vagy új, kíméletesebb technológia bevezetését.

7. PUBLIKÁCIÓK LISTÁJA

Az értekezés témakörében megjelent tudományos közlemények:

Tudományos közlemény, külföldi, idegen nyelvű lektorált folyóiratban:

T.Á. Torma and K.G. Kovácsné (2024): Induced and field mechanical effects on the hatchability of broiler breeder hatching eggs

Europ.Poult.Sci., 88. 2024, ISSN 1612-9199, © Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. DOI: 10.1399/eps.2024.397,

Tudományos közlemény, magyar nyelvű, lektorált folyóiratban:

Torma, Tímea Ágnes, Kovácsné, Gaál Katalin (2019):
Különböző indukált mechanikai hatások
alkalmazhatósága a gyakorlatban húshibrid
tenyészállományok tojásainál
Állattenyésztés és Takarmányozás 67: 2 pp. 99-107, 9
p. (idézetek száma:1)

Torma, T. Á.; Kovácsné, Gaál K. (2023): A
tojáskezelés és tojáskeltetés monitoringja különböző
típusú adatrögzítő loggerekkel
Acta Agronomica Óváriensis - Vol. 64. Különszám 1.
(2023): 112-118

***Idegen nyelvű konferenciaközlemény, folyóiratban
vagy konferenciakötetben***

Torma, T; Kovácsné, G. K. (2017)

Handle with care – controlling loss of hatching eggs
and hatchability of broiler breeders due to mechanical
impact

European Poultry Science 81 pp. 13-14., 2 p.

Torma, Tímea; Kovácsné, Gaál Katalin (2013)

Effects of mechanical impacts on hatchability of
Broiler breeders

In: Proceedings of Incubation and Fertility Research
(IFRG) meeting conference
pp. 12-13., 2 p.

***Idegen nyelvű konferenciaközlemény, folyóiratban
vagy konferenciakötetben (teljes terjedelemben
megjelent):***

Torma, T; Kovácsné, K. G. (2012)

Effects of mechanical impacts on hatchability of broiler
breeders

In: Petr, Skarpa (szerk.) MendelNet 2012: Proceedings
of International Ph.D. Students Conference

Brno, Csehország: Mendelova univerzita v Brne (2012)
pp. 359-367., 9 p. (Idézetek száma: 9)