

# Utjecaj načina držanja na oštećenje prsne kosti kokoši nesilica

Zlatko Janječić<sup>1\*</sup>, Zlata Kralik<sup>2</sup>, Zdravko Banovec<sup>3</sup>, Dalibor Bedeković<sup>1</sup>

## Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi pojavnost oštećenja prsne kosti kod kokoši nesilica držanih u obogaćenim kavezima, štalskom višeetažnom sustavu te slobodnom sustavu držanja. Istraživanje je provedeno od strane 4 palpatora kojima je slučajnim odabirom nesilica iz svakog od tri sustava držanja bilo dodijeljeno 16 istih kokoši nesilica, ukupno 48 kokoši po svakom palpatoru. Pojavnost lomova prsne kosti bila je u volijerama 81,25 %, kod slobodnog sustava 57,75 %, a kod obogaćenih kaveza 17,19 %. Devijacije prsnih kosti su bile najizraženije kod držanja u obogaćenim kavezima (78,13 %), zatim kod držanja u volijerama (65,63 %) te kod slobodnog sustava držanja (57,81 %). Rezultati pokazuju da su u prosjeku mjesta loma kod obogaćenih kaveza i slobodnog sustava pozicionirana u zadnjoj trećini prsne kosti, dok su kod štalskog višeetažnog sustava lomovi u prosjeku bili locirani u središnjem dijelu prsne kosti. Devijacije su kod sva tri sustava držanja kokoši nesilica bile prisutne na prijelazu iz prednje u srednju trećinu prsne kosti. Dobiveni rezultati u provedenom istraživanju potvrđuju dosadašnje spoznaje o smanjenoj dobrobiti kokoši nesilica u obogaćenim kavezima glede devijacije i lomova prsne kosti u alternativnim sustavima držanja. Potrebno je provesti daljnja istraživanja koja bi uključila i utjecaj ovih oštećenja na proizvodnost kokoši nesilica.

**Ključne riječi:** kokoši nesilice, oštećenja prsne kosti, alternativni uzgoj, obogaćeni kavezi

## Uvod

S ciljem poboljšanja dobrobiti kokoši nesilica još devedesetih godina prošloga stoljeća donesene su preporuke o napuštanju njihova držanja u klasičnim kavezima. Na temelju tih preporuka donesena je Direktiva 1999/74/EZ koja donosi odredbe o minimalnim uvjetima za zaštitu kokoši nesilica. Očekivalo se da će primjenom te direktive dobrobit kokoši nesilica biti poboljšana te da više neće trpjeti nelagodno držanjem velikog broja životinja u skučenom prostoru klasičnog kaveza. No, u prvim je istraži-

vanjima iz tog doba bilo prikazano da je smrtnost nesilica znatno povećana u alternativnim sustavima držanja u odnosu na držanje u klasičnim kavezima. Jedan od najvećih izazova s kojim se suočavaju proizvođači konzumnih kokošjih jaja je pojavnost oštećenja prsnih kostiju (FAWC, 2010.; 2013.). U posljednjem desetljeću brojne studije, koje su uglavnom provedene u zemljama EU, bilježe devijacije i lomove prsnih kostiju koje se kreću od 5 % pa do čak 97 %. Stvarni raspon broja zahvaćenih kokoši jako varira i vjerojat-

<sup>1</sup> Prof. dr. sc. Zlatko Janječić; izv. prof. dr. sc. Dalibor Bedeković, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> prof. dr. sc. Zlata Kralik, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek, Hrvatska

<sup>3</sup> Zdravko Banovec, dr. med. vet.; Perfa-bio d.o.o., Donja Stubica, Hrvatska

\*Autor za korespondenciju: zjanjecic@agr.hr

no ovisi o nizu čimbenika, uključujući dob, hranidbu, genetsku liniju i sustav držanja. Iako ptice s prijelomom ili bez njega mogu izgledati slično, prijelomi se obično mogu lako identificirati palpacijom. Prijelomi, pogotovo kada su svježi i u stanju u kojem kosti nisu imobilizirane već su u zasebnim komadima, kod kokoši sigurno uzrokuju bolove i smanjuju živahnost i proizvodnost (Nasr i sur., 2013.). Prema NFU (2003.) smrtnost kokoši nesilica je iznosila 3 % i 12 % kod kokoši držanih u klasičnim kavezima, odnosno u slobodnom uzgoju. Smrtnost na farmama u UK iznosila je 5,4 % u kavezima, dok je u štalskom višetažnom i slobodnom uzgoju bila 9,4 % (Weeks i sur., 2011.). U Nizozemskoj je smrtnost kokoši nesilica u obogaćenim kavezima iznosila 2,8 %, dok je u volijerama iznosila 8% (Rodenberg i sur., 2008.). Isti autori navode da su primarni razlozi smrtnosti u nekaveznim sustavima bili ključanje perja i kani-balizam, pojava tekuti i gušenje. Razine prašine i amonijaka također mogu biti veće u nekaveznim sustavima zbog korištenja prostirke i veće aktivnosti ptica (David i sur., 2015.a, b). Genetski odabir hibrida za povećanu proizvodnju jaja rezultirao je znatno slabijim kostima u usporedbi s tradicionalnim pasminama (Budgell i Silversides, 2004.). Jedan od značajnih selekcijskih odabira je bio i održavanje kvalitete ljuske jajeta na račun čvrstoće i gustoće kostiju (Hocking i sur., 2003.). Osteoporoza prevladava kod kokoši u kavezima zbog nedostatka aktivnosti i čini 20 % do 35 % ukupne smrtnosti (Lay i sur., 2011.). Unatoč tome što su kosti krila i prsna kost (ali ne i kosti nogu) jače kod kokoši iz nekaveznih sustava (Rodenberg i sur., 2008.), češći su prijelomi prsne kosti u alternativnim sustavima (Sherwin i sur., 2010.). Učestalost od 5 % do 10 % starih prijeloma je zabilježena kod izlučenih kokoši iz obogaćenih kaveza (Richards i sur., 2011.), dok je učestalost prijeloma od 49 % do 67 % zabilježena kod držanja u volijerama (Nicol i sur., 2006.) i od 50 % do 78 % u jatima u slobodnom uzgoju (Wilkins i sur., 2004.). Prijelomi prsnih kostiju negativno utječu na proizvodnju i kvalitetu kokošjih jaja (Nasr i sur., 2012.), dok su zacijeljeni prijelomi i dalje izvor kronične boli (Nasr i sur., 2013.). Smatra se da kokoši lome anatomski izloženu prsnu kost u sudaru s prečkom za sjedenje ili drugim preprekama dok skaču i lete između redova na različitim visinama. Veća pojavnost prijeloma je povezana s proizvodnjom jaja, više je novih prijeloma kada je stopa nesivosti najveća (Gebhardt-Henrich i Frohlich, 2015.). Genetska selekcija na čvrstoću kostiju i poboljšani dizajn prečki su potreb-

ni za poboljšanje dobrobiti kokoši nesilica, osobito u alternativnim sustavima (Sandilands i sur., 2009.; Wilkins i sur., 2011.).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi pojavnost oštećenja prsnih kostiju kod kokoši nesilica držanih u obogaćenim kavezima, štalskom višetažnom sustavu te slobodnom sustavu držanja.

## Materijal i metode

Istraživanje o pojavnosti oštećenja prsnih kostiju kod kokoši nesilica držanih u obogaćenim kavezima, štalskom višetažnom sustavu te slobodnom sustavu držanja provedeno je na farmi u vlasništvu Perfa-bio d.o.o. u Donjoj Stubici. Objekt s obogaćenim kavezima bio je kapaciteta 71.440 Lohman brown kokoši nesilica u dobi od 85 tjedana, objekt sa štalskim višetažnim sustavom bio je kapaciteta 15.040 Lohman brown kokoši nesilica u dobi od 44 tjedna, dok je objekt za slobodni sustav držanja bio kapaciteta 6.000 Lohman brown kokoši nesilica u dobi od 85 tjedana. Istraživanje su provela 4 palpatora od kojih su dvoje prošli prijašnju obuku, dok su dvojica drugih palpatora obuku prošli prije samog ispitivanja. Njima je prije palpacije kostiju na živim životinjama teoretski objašnjeno načelo otkrivanja oštećenja prsnih kostiju palpacijom i to u obliku devijacije i loma prsne kosti. Nakon toga su na 3-D modelima prsnih kostiju isto tako mogli uočiti razlike između prsnih kostiju bez oštećenja i prsnih kostiju s devijacijama i lomovima (slika 1.).

Slučajnim je izborom iz svakog proizvodnog sustava izuzeto 16 kokoši nesilica. Svaka je kokoš nesilica bila označena nožnim prstenom radi lakšeg praćenja.

Palpator je upisao broj kokoši u obrazac, kokoš uhvatio za noge i okrenuo glavom prema dolje. Fiksacija kokoši i prikaz provedbe palpacije je prikazan na slici 2. (Casey-Trott i sur., 2015.).

Svaki je istraživač nakon završene palpacije prsne kosti svoja zapažanja upisivao u obrazac prikazan na slici 3.

Svi dobiveni podaci su uneseni u proračunsku tablicu (Microsoft® Excel® 2016, Microsoft Cooperation) te su statistički obrađeni (deskriptivna statistika, t-test).

## Rezultati i rasprava

Rezultati dobiveni provedbom ovog istraživanja, prema našim spoznajama, prva su anal-



**Slika 1.** 3-D modeli prsnih kostiju kokoši s devijacijama i lomovima (izvor: Z. Janječić).  
**Figure 1.** 3-D models of hen sternum with deviations and fractures (source: Z. Janječić).



**Slika 2.** Način provedbe palpacije prsne kosti kokoši nesilica (izvor: Z. Janječić).  
**Figure 2.** Method of palpation of the laying hen sternum (source: Z. Janječić).

Datum - Date:	Ime i prezime – First name and family name:										
	1			2				3			
Kokoš broj:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 cm
Lom - Fracture:	Ne – No	Vrh – Top (1)			Sredina – Middle (2)			Kraj – End (3)			
Devijacija - Deviation:	Ne – No	Vrh – Top (1)			Sredina – Middle (2)			Kraj – End (3)			
Bilješka - Note:											

**Slika 3.** Obrazac za unos podataka o oštećenjima prsne kosti (izvor: Z. Janječić).  
**Figure 3.** Keel bone damage data entry form (source: Z. Janječić).

iza oštećenja prsnih kostiju u proizvodnji kokošjih jaja u Hrvatskoj. Palpacija je u počecima bila najčešće primijenjena dijagnostička metoda za identifikaciju oštećenja prsnih kostiju kod kokoši nesilica na farmama. Neke nove metode koje se rabe u identifikaciji, poput radiološkog i ultrazvučnog pregleda, mogu

dati pouzdanije rezultate o stvarnom oštećenju u jatuu (Casey-Trott i sur., 2015.; Tracy i sur., 2019.).

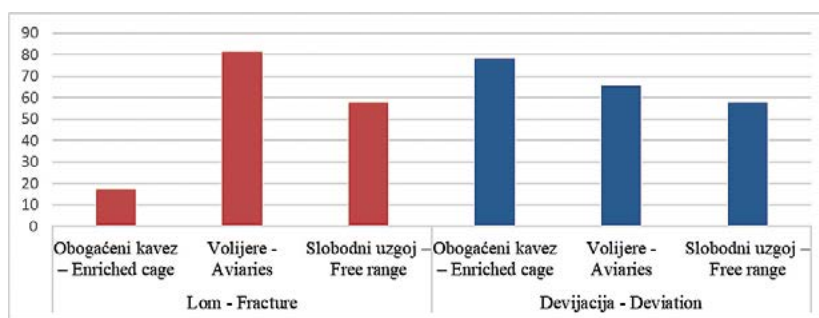
U tablici 1. i grafikonu 1. je dan prikaz pojavnosti lomova i devijacija prsnih kosti kod kokoši nesilica držanih u obogaćenim kavezima, štalskom višeetažnom sustavu te slobodnom sustavu držanja.

**Tablica 1.** Pojavnost lomova i devijacija prsnih kostiju, %  
**Table 1** Occurrence of keel bone fractures and deviations, %

Oštećenje / Damage	Lom / Fracture			Devijacija / Deviation		
Način držanja / Housing system	Obogaćeni kavez / Enriched cage	Štalski višeetažni sustav / Aviary	Slobodni sustav držanja / Free range	Obogaćeni kavez / Enriched cage	Štalski višeetažni sustav / Aviary	Slobodni sustav držanja / Free range
Srednja vrijednost / Mean	17,19 <sup>c</sup>	81,25 <sup>a</sup>	57,75 <sup>b</sup>	78,13 <sup>a</sup>	65,63 <sup>b</sup>	57,81 <sup>c</sup>
Standardna greška / Standard error	1,56	2,55	2,96	3,13	5,41	1,56
Standardna devijacija / Standard deviation	3,13	5,10	5,92	6,25	10,83	3,13
Koeficijent varijacije / Coefficient of variation	18,18	6,28	10,25	8,00	16,50	5,41

<sup>a,b,c</sup> Vrijednosti u istom redu označene različitim slovom statistički se značajno razlikuju na razini  $p < 0,05$

<sup>a,b,c</sup> Values in the same row marked with a different letter differ statistically significantly at the level of  $p < 0.05$



**Grafikon 1.** Prikaz pojavnosti lomova i devijacija prsnih kostiju, %  
**Graph 1** Occurrence of keel bone fractures and deviations, %

Uz podatke objavljene u tablici 1. i grafikonu 1. treba spomenuti da je kod 50 % kokoši držanih u volijerima zabilježen prijelom prsne kosti na dva mjesta. U istraživanju koje su proveli Thofner i sur. (2021.) je zabilježeno da gotovo polovica kokoši držanih u volijerima te u slobodnom uzgoju ima i do 4 prijeloma na kraju ciklusa nesivosti. Kako je kod kokoši koje su u našem istraživanju držane u volijerima već u 44.

tjednu zabilježeno 81,25 % prijeloma, može se pretpostaviti da bi broj prijeloma do kraja nesivosti mogao biti isto tako velik.

Rezultati dobiveni u našem istraživanju sukladni su onima koje su objavili Rodenburg i sur. (2008.). Oni su proveli istraživanje koje je za cilj imalo usporedbu dobrobiti kokoši nesilica u obogaćenim kavezima i držanju na dubokoj prostirci. U dobi

kokoši od 60 tjedana kokoši držane u obogaćenim kavezima imale su uz smanjenu smrtnost i znatno nižu učestalost prijeloma prsnih kostiju. Cilj istraživanja koji su proveli Wilkins i sur. (2011.) bio je između ostalog procijeniti oštećenost prsnih kostiju kod kokoši nesilica držanih u obogaćenim kavezima i volijerima. Na kraju proizvodnog razdoblja procijenjeno je da je u obogaćenim kavezima 36 % kokoši nesilica imalo oštećenja prsnih kostiju, dok je kod volijera ta vrijed-

nost iznosila više od 80 %, a to je gotovo identično našim rezultatima. Do istih zaključaka dolaze i Kappel i sur. (2011.), koji iznose da je pojavnost oštećenja prsnih kostiju na švicarskim farmama iznosila i do 83% u višeetažnim sustavima uzgoja - volijerima.

U tablici 2. i grafikonu 2. je dan prikaz pozicija lomova i devijacija prsnih kostiju kod kokoši nesilica držanih u obogaćenim kavezima, štalskom višeetažnom sustavu te slobodnom sustavu držanja.

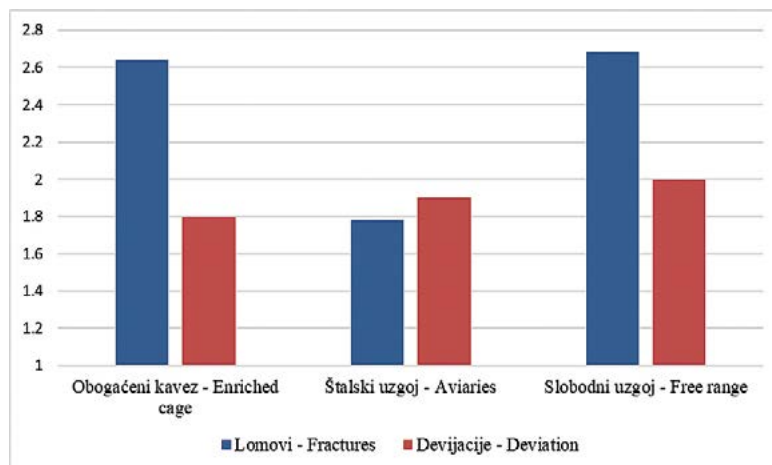
**Tablica 2.** Prikaz pozicija lomova i devijacija prsnih kostiju kod kokoši nesilica

**Table 2** Location of sternum fractures and deviations in laying hens

Način držanja / Housing	Lom / Fracture		Devijacija / Deviation	
	Duljina / Length, cm	*Pozicija / Location	Duljina / Length, cm	*Pozicija / Location
	x ± sd	x ± sd	x ± sd	x ± sd
Obogaćeni kavez / Enriched cage	7,82 ± 1,78	2,64 ± 0,81	4,32 ± 1,25	1,80 ± 0,41
Štalski višeetažni sustav / Aviary	4,32 ± 3,17	1,78 ± 0,97	4,38 ± 1,55	1,90 ± 0,48
Slobodni sustav držanja / Free range	7,14 ± 1,80	2,68 ± 0,47	5,11 ± 1,52	2,00 ± 0,53

*x ± sd = aritmetička sredina ± standardna devijacija / arithmetic mean ± standard deviation*

*\*Pozicija na prsnoj kosti - Location on sternum: 1 (Vrh-Top), 2 (Sredina - Middle), 3 (Kraj - End)*



**Grafikon 2.** Prikaz pojavnosti lomova i devijacija prsnih kostiju

**Graph 2** Overview of the occurrence of keel bone fractures and deviations

Vidljivo je da su u prosjeku mjesta loma kod obogaćenih kaveza i slobodnog sustava pozicionirana u zadnjoj trećini prsnih kostiju, što se podudara s rezultatima drugih istraživača (Wilkins i sur., 2011., Heerkens i sur., 2016.). Kod štalskog višeetažnog sustava lomovi su u prosjeku bili locirani u središnjem dijelu prsne kosti, što se može pripisati udaran-

ju u prečke za sjedenje prilikom slijetanja na više ili niže razine, a isto tako i prenatrpanosti na višim razinama noću (Brendler i Schrader, 2016.). Devijacije prsnih kostiju su kod kokoši nesilica iz sva tri proizvodna sustava bile locirane u središnjem dijelu prsne kosti što se također može pripisati sjedenju na prečki (Pickel i sur., 2011.), no ne treba isključiti i mogućnost

da do devijacija dolazi i zbog pritiskanja nesilice tim dijelom prsne kosti na rub hranilice prilikom konzumacije hrane (Jung i sur., 2019.). Struelens i Tuytens (2009.) ukazuju na to da prečke za sjedenje kokoši koje propisuje Direktiva EU 1999/74 mogu utjecati na veću pojavnost oštećenja prsnih kostiju. U istraživanju koje su proveli Đukić-Stojčić i sur. (2017.) je zaključeno da je pojavnost oštećenja prsne kosti kod obogaćenih kaveza bez prečki 4,3 %, dok je kod obogaćenih kaveza s prečkama ona iznosila 39 %. Slično su zaključili i Rodenburg i sur. (2008.) te Wilkins i sur. (2011.). Hester i sur. (2013.) su izvijestili da je većina problema sa skeletnim sustavom povezana s osteoporozom koja je osobito naglašena kod držanja kokoši nesilica u obogaćenim kavezima, a pojačan udio oštećenja je zabilježen kod nesilica koje su u kavezima imale metalne prečke. Stratmann i sur. (2015.) zaključuju da mekane poliuretanske prečke značajno smanjuju pojavnost oštećenja prsnih kostiju kod višetažnih sustava držanja kokoši nesilica u odnosu na metalne prečke.

Riber i Hinrichsen (2016.) su proveli istraživanje u Danskoj s ciljem procjene oštećenja prsne kosti u komercijalnim jatima kokoši nesilica držanih u različitim sustavima i pri različitoj dobi. Zabilježili su veća oštećenja prsnih kostiju kod nesilica starih 62 tjedna u odnosu na one stare 32 tjedna. Kokoši u volijerima imale su veća oštećenja prsnih kostiju u odnosu na one držane podnim načinom držanja (11,6:4,9 %). Heerkens i sur. (2016.) su kod 47 jata kokoši nesilica starih 60 tjedana, a držanih u volijerima u Belgiji utvrdili 82,5 % lomova i 58,9 % devijacija prsnih kostiju. Uz smanjenje dobrobiti kokoši nesilica, devijacije i lomovi imaju utjecaj i na proizvodnost kokoši nesilica. Nasr i sur. (2013.) zaključuju da kokoši nesilice bez oštećenja u odnosu na one s lomovima prsnih kostiju nesu veći broj jaja (91,7% prema 84,9%), jaja su teža (61,9 g prema 60,2 g), jedu manje hrane (139 g prema 151 g) i piju manje vode (212 mL prema 237 mL). Cilj istraživanja koje su proveli Rufener i sur. (2018.) bio je istražiti utjecaj lomova prsne kosti na proizvodnost kokoši nesilica. Zaključili su da su kokoši s prijelomima u 61. tjednu nesivosti imale za 16,2 % nižu nesivost nego kokoši bez prijeloma.

Riber i sur. (2018.) u svom preglednom radu iznose današnje spoznaje o utjecaju oštećenja prsnih kostiju na dobrobit kokoši nesilica. Zaključuju da su oštećenja prsnih kostiju zabilježena u svim tipovima komercijalne proizvodnje konzumnih kokošnjih jaja, s različitim postotkom pojavnosti ovisno o sustavu držanja, dobi i hibridu kokoši nesilica. Kokoši nesilice sa slomljenim prsnim kostima pokazuju razlike u ponašanju koje su vidljive u korištenju gnijezda, prpošenju i smanjenoj mobilnosti. Strogo sugeriraju na činjenicu da je lom prsne kosti izvor boli i tijekom više tjedana nakon što je do njega došlo. Negativan utjecaj lomova prsne kosti vidljiv je u smanjenoj proizvodnji jaja. Zbog manjeg broja provedenih istraživanja utjecaj devijacija prsne kosti na kondiciju kokoši nesilica još nije dovoljno jasan. No, utvrđeno je da devijacija prsne kosti svakako ima negativan utjecaj na dobrobit kokoši nesilica. Preporučuju stoga da je potrebno provoditi daljnja istraživanja koja će se usredotočiti na utjecaj genetskih linija i genetske selekcije, držanja i hranidbe na razvoj i pojavnost oštećenja prsnih kostiju kod kokoši nesilica.

## Zaključak

Dobiveni rezultati u provedenom istraživanju ukazuju na smanjenje dobrobiti kokoši nesilica u alternativnim sustavima držanja glede lomova prsne kosti te povećanu prisutnost devijacija kod obogaćenih kaveza. Potrebno je provesti daljnja istraživanja koja bi uključila kokoši iste dobi kako bi dobiveni rezultati bili što precizniji te ona koja bi utvrdila utjecaj ovih oštećenja na proizvodnost kokoši nesilica.

## Zahvala

Ovaj je rad izrađen sudjelovanjem u akciji COST „Identifying Causes and Solutions of Keel Bone Damage in Laying Hens, CA15224“.

\*Rad je prezentiran na XIV. znanstveno-stručnom simpoziju „PERADARSKI DANI 2022.“ s međunarodnim sudjelovanjem, Poreč, 11.-14. svibnja 2022., te objavljen u zborniku radova s Peradarskih dana 2022.

## Literatura

- [1] **Anonimno (2021)**: Council Directive 1999/74/EC. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEXAnonimno \(2021\): Council Directive 1999/74/EC. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:31999L0074&from=HR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEXAnonimno (2021): Council Directive 1999/74/EC. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:31999L0074&from=HR)
- [2] **Brendler, C., L. Schrader (2016)**: Perch use by laying hens in aviary systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 182, 9-14. <https://doi.org/10.3382/ps/pew111>
- [3] **Budgell, K.L., F.G. Silversides (2004)**: Bone breakage in three strains of end-of-lay hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 84: 745-747. <https://doi.org/10.4141/A04-040>
- [4] **Casey-Trott, T., J.L.T. Heerkens, M. Petrik, P. Regmi, L. Schrader, M.J. Toscano (2015)**: Methods for assessment of keel bone damage in poultry. *Poultry Science*, 94: 2339-2350. DOI: 10.3382/ps/pev223
- [5] **David, B., C. Mejdell, V. Michel, V. Lund, R. Oppermann Moe (2015b)**: Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hens welfare. Part II: Ammonia. *Animals*, 5: 886-896. doi: 10.3390/ani5030389
- [6] **David, B., R. Oppermann Moe, V. Michel, V. Lund, C. Mejdell (2015a)**: Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hens welfare. Part I: Dust. *Animals*, 5: 495-511. DOI: 10.3390/ani5030368
- [7] **Đukić Stojčić, M., L. Perić, R. Relić, I. Božičković, V. Rodić, V. Rezar (2017)**: Keel bone damage in laying hens reared in different production systems in Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 33 (4): 487-492. DOI: 10.2298/BAH1704487D
- [8] **FAWC (2010)**: Opinion on Osteoporosis and Bone Fractures in Laying Hens. Farm Animal Welfare Council. London, UK.
- [9] **FAWC (2013)**: Keel bone fractures in laying hens. Farm Animal Welfare Council London, UK.
- [10] **Gebhardt-Henrich, S.G., E.K.F. Fröhlich (2015)**: Early onset of laying and bumblefoot favor keel bone fractures. *Animals*, 5: 1192-1206 DOI: 10.3390/ani5040406
- [11] **Heerkens, J.L., E. Delezie, T. B. Rodenburg, I. Kempen, J. Zoons, B. Ampe, F. A. Tuytens (2016)**: Risk factors associated with keel bone and foot pad disorders in laying hens housed in aviary systems. *Poultry Science*, 95 (3): 482-488. DOI: 10.3382/ps/pev339
- [12] **Hester, P. Y., S. A. Enneking, B. K. Haley, H. W. Cheng, M. E. Einstein, D. A. Rubin (2013)**: The effect of perch availability during pullet rearing and egg laying on musculoskeletal health of caged White Leghorn hens. *Poultry Science* 92, 1972-1980. DOI: 10.3382/ps.2013-03008
- [13] **Hocking, P.M., M. Bain, C.E. Channing, R. Fleming, S. Wilson (2003)** Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *British Poultry Science*, 44: 365-373. DOI: 10.1080/0007166031000085535
- [14] **Jung L, K. Niebuhr, L.K. Hinrichsen, S. Gunnarsson, C. Brenninkmeyer, M. Bestman (2019)**: Possible risk factors for keel bone damage in organic laying hens. *Animals*, 13: 2356-2364. DOI: 10.1017/S175173111900003X
- [15] **Käppeli, S., S.G. Gebhardt-Henrich, E. Fröhlich, A. Pfulg, A., M.H. Stoffel (2011)**: Prevalence of keel bone deformities in Swiss laying hens. *British Poultry Science*, 52 (5): 531-536. DOI: 10.1080/00071668.2011.615059
- [16] **Lay, J.R., R.M. Fulton, P.Y. Hester, D.M. Karcher, J.B. Kjaer, J.A. Mench, B.A. Mullens, R.C. Newberry, C.J. Nicol, N.P. O'sullivan, R.E. Porter (2011)**: Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*, 90: 278-294 <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00962> Microsoft Excel® (2016) Microsoft Cooperation.
- [17] **Nicol, C.J., S.N. Brown, E. Glen, S.J. Pope, F.J. Sort, P.D. Warriss, P.H. Zimmerman, L.J. Wilkins (2006)**: Effects of stocking density, flock size and management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science*, 47 (2): 135-146. DOI: 10.1080/00071660600610609
- [18] **Nasr M.A.F., J.C. Murrell, L.J. Wilkins, C.J. NICOL (2012)**: The effect of keel fractures on egg-production parameters, mobility and behaviour in individual laying hens. *Animal Welfare*, 21:127-135 DOI: 10.1080/00071668.2013.767437
- [19] **Nasr, M.A.F., W.J. Browne, G. Caplen, B. Hothermsall, J.C. Murrell, C.J. Nicol (2012)**: Positive affective state induced by opioid analgesia in laying hens with bone fractures. *Applied Animal Behaviour Science*, 147: 127-131. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.04.015>
- [20] **Nasr, M.A.F., J. Murrell, L.J. Wilkins, C.J. Nicol (2013)**: The effect of keel fractures on egg-production parameters, mobility and behaviour in individual laying hens. *Animal Welfare*, 21 (1): 127-135. DOI: 10.1080/00071668.2013.767437
- [21] **NFU (2003)**: UK National Farmers Union Egg Production Bulletin, May 2003, pp 4-15.
- [22] **Pickel, T., L. Schrader, B. Scholz (2011)**: Pressure load on keel bone and foot pads in perching laying hens in relation to perch design. *Poultry Science*, 90: 715-724. DOI: 10.3382/ps.2010-01025
- [23] **Riber, A.B., L.K. Hinrichsen (2016)**: Keel-bone damage and foot injuries in commercial laying hens in Denmark. *Animal Welfare*, 25: 179-184. DOI: 10.7120/09627286.25.2.179
- [24] **Riber, A.B., T.M. Casey-Trott, M.S. Herskin (2018)**: The influence of keel bone damage on welfare of laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 28 (5): 6. doi: 10.3389/fvets.2018.00006
- [25] **Richards, G.J., M.A. Nasr, S.N. Brown, E.M.G. Szamocki, J. Murrell (2011a)**: Use of radiography to identify keel bone fractures in laying hens and assess healing in live birds. *Veterinary Record*, 169: 279-283. DOI: 10.1136/vr.d4404
- [26] **Rodenburg, T.B., F.A.M. Tuytens, K. De Reu, L. Herman, J. Zoons, B. Sonck (2008)**: Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: an on-farm comparison. *Animal Welfare*, 17: 363-373.
- [27] **Rufener, C., S. Baur, A. Stratmann, M. J. Toscano (2018)**: Keel bone fractures affect egg laying performance but not egg quality in laying hens housed in a commercial aviary system. *Poultry Science*; <https://doi.org/10.3382/ps/pey544>
- [28] **Sandilands, V., C. Moinard, N.H.C. Sparks (2009)**: Providing laying hens with perches: fulfilling behavioural needs but causing injury? *British Poultry Science*, 4: 395-406. DOI: 10.1080/00071660903110844
- [29] **Sherwin, C.M., G.J. Richards, C.J. Nicol (2010)**: Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. *British Poultry Science*, 4: 488-499. DOI: 10.1080/00071668.2010.502518
- [30] **Stratmann, A., E.K. Fröhlich, A. Harlander-Matauschek, L. Schrader, M.J. Toscano, H. Würbel, S.G.Hebhardt-Henrich (2015)**: Soft perches in an aviary system reduce incidence of keel bone damage in laying hens. *PLoS One.*, 10 (3): e0122568. DOI: 10.1371/journal.pone.0122568
- [31] **Struelens, E., F.A.M. Tuytens (2009)**: Effects of perch design on behaviour and health of laying hens. *Animal Welfare*, 18: 533-538.

- [32] Thøfner, C.N. I., J. Dahl, P.J. Christensen (2021): Keel bone fractures in Danish laying hens: prevalence and risk factors. PLoS One, 16 (8):1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256105>
- [33] Tracy, L.M., S.M. Temple, D.C. Bennett, K.A. Sprayberry, M.M. Makagon, R.A. Blatchford (2019): The reliability and accuracy of palpation, radiography, and sonography for the detection of keel bone damage. Animals, 9: 894. DOI: 10.3390/ani9110894
- [34] Weeks, C.A., S.N. Brown., G. Richards, L.J. Wilkins, T.G. Knowles (2011): Levels of mortality associated with different housing systems for laying hens in the UK. Poster presentation: UFAW International Symposium, Portsmouth 28-29 June 2011.
- [35] Wilkins, L. J., S.N. Brown, P.H. Zimmerman, C. Leeb, C.J. Nicol (2004): Investigation of palpation as a method for determining the prevalence of keel and furculum damage in laying hens. Veterinary Record, 155: 547-549. DOI: 10.1136/vr.155.18.547
- [36] Wilkins, L.J., J.L. Mckinstry, N. Avery, T.G. Knowles, S.N. Brown, J. Tarlton, C. Nicol (2011): Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens. Veterinary Record, 169: 414. DOI: 10.1136/vr.d4831

Dostavljeno/Received: 27.06.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 01.07.2022.

## Effect of housing on keel bone damages in laying hens

### Abstract

The aim of this study was to determine the incidence of keel bone damage in laying hens kept in enriched cages, in aviaries, and in a free-range system. The study was conducted by 4 palpators who were randomly assigned 16 laying hens from each of three housing systems, i.e., a total of 48 hens per palpator. The incidence of keel bone fractures was 81.25 % in aviaries, 57.75 % in the free-range system, and 17.19 % in enriched cages. Deviations of the sternum were most pronounced in enriched cages (78.13 %), then in aviaries (65.63 %), and in the free-range system (57.81 %). The results indicate that on average the fracture sites in the enriched cages and free system were located in the posterior third of the sternum, while in the aviaries, the fractures were located on average in the central part of the sternum. Deviations in all three laying hen housing systems were present at the transition from the anterior to the middle third of the sternum. The results obtained in the study confirm the current knowledge about the reduced welfare of laying hens in alternative housing systems regarding deviation and keel bone fractures. Further research is needed to include the impact of these damages productivity of laying hens.

**Key words:** laying hens, keel bone damage, alternative rearing, enriched cages

## Auswirkung der Haltung auf Brustbeinschäden bei Legehennen

### Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, die Häufigkeit von Brustbeinschäden bei Legehennen zu bestimmen, die in ausgestalteten Käfigen, in Volieren und in einem Freilandhaltungssystem gehalten werden. Die Studie wurde von 4 Palpatoren durchgeführt, denen nach dem Zufallsprinzip 16 Legehennen aus jedem der drei Haltungssysteme zugeteilt wurden, d. h. insgesamt 48 Hennen pro Palpator. Die Häufigkeit von Brustbeinfrakturen betrug 81,25 % in Volieren, 57,75 % in der Freilandhaltung und 17,19 % in ausgestalteten Käfigen. Abweichungen des Brustbeins waren in ausgestalteten Käfigen am stärksten ausgeprägt (78,13 %), danach in Volieren (65,63 %) und in der Freilandhaltung (57,81 %). Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Bruchstellen in den ausgestalteten Käfigen und in der Freilandhaltung im Durchschnitt im hinteren Drittel des Brustbeins befanden, während die Brüche in den Volieren im Durchschnitt im mittleren Teil des Brustbeins lagen. Abweichungen in allen drei Haltungssystemen für Legehennen traten am Übergang vom vorderen zum mittleren Drittel des Brustbeins auf. Die in der Studie erzielten Ergebnisse bestätigen das derzeitige Wissen über das geringere Wohlergehen von Legehennen in alternativen Haltungssystemen in Bezug auf Abweichungen und Brustbeinfrakturen. Weitere Forschungen sind erforderlich, um die Auswirkungen dieser Schäden auf die Produktivität von Legehennen zu untersuchen.

**Schlüsselwörter:** Legehennen, Brustbeinschäden, alternative Haltungssysteme, ausgestaltete Käfige



## El efecto del alojamiento sobre los daños en los huesos del esternón en gallinas ponedoras

### Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar la incidencia del daño en los huesos del esternón en gallinas ponedoras mantenidas en las jaulas enriquecidas, en un sistema de aviario multinivel y un sistema de alojamiento libre. La investigación fue realizada por 4 palpadores a los que se les asignaron aleatoriamente 16 gallinas ponedoras de cada uno de los tres sistemas de alojamiento, un total de 48 gallinas por cada palpador. La incidencia de fracturas de huesos del esternón fue 81,25 % en aviarios, 57,75 % en el sistema libre y 17,19 % en jaulas enriquecidas. Las desviaciones de los huesos pectorales fueron más pronunciadas en jaulas enriquecidas (78,13 %), luego en los aviarios (65,63 %) y en un sistema libre (57,81 %). Los resultados indican que en promedio los sitios de fractura en las jaulas enriquecidas y el sistema libre se ubicaron en el tercio posterior del esternón, mientras que en los aviarios, las fracturas se ubicaron en promedio en la parte central del esternón. Las desviaciones en los tres sistemas de mantenimiento de gallinas ponedoras estaban presentes en la transición del tercio anterior al tercio medio del esternón. Los resultados obtenidos en la investigación realizada confirman el conocimiento previo sobre la reducción del bienestar de las gallinas ponedoras en jaulas enriquecidas con respecto a la desviación y fracturas del esternón en sistemas alternativos de alojamiento. Es necesario realizar más investigaciones que incluyan el impacto de estos daños en la productividad de las gallinas ponedoras.

**Palabras claves:** gallinas ponedoras, daños en los huesos del esternón, crianza de las gallinas alternativa, jaulas enriquecidas

## Impatto del metodo di stabulazione sul danno alla carena dello sterno delle galline ovaiole

### Riassunto

Questo studio aveva come scopo quello di determinare l'incidenza del danno alla carena dello sterno nelle galline ovaiole allevate in gabbie arricchite, negli impianti a voliera multipiano e in impianti all'aperto. Lo studio è stato condotto da 4 palpatori ai quali, con il metodo della selezione casuale, sono state assegnate 16 galline ovaiole provenienti da ciascuno dei tre sistemi di allevamento, per un totale di 48 galline per palpatore. L'incidenza delle fratture della carena dello sterno è stata dell'81,25% nelle voliere, del 57,75% tra le galline ruspanti e del 17,19% nelle gabbie arricchite. Le deviazioni dello sterno sono risultate più frequenti tra le galline tenute nelle gabbie arricchite (78,13%), seguite da quelle tenute in voliera (65,63%) e dalle galline ruspanti (57,81%). I risultati mostrano che, in media, le fratture della carena nelle galline tenute nelle gabbie arricchite e all'aperto si concentrano nel terzo posteriore dello sterno, mentre nel sistema a voliera multipiano le fratture si localizzano, in media, nella parte centrale dello sterno. Sono state rilevate deviazioni nel passaggio dal terzo anteriore al terzo medio dello sterno in tutti e tre i sistemi di stabulazione delle galline ovaiole. I risultati ottenuti nella ricerca condotta confermano i precedenti risultati sulla riduzione del benessere delle galline ovaiole in gabbie arricchite per quanto riguarda deviazioni e fratture alla carena dello sterno in sistemi di stabulazione alternativi. Sono necessarie ulteriori ricerche per comprendere l'impatto di questi danni sulla produttività delle galline ovaiole.

**Parole chiave:** galline ovaiole, danno alla carena dello sterno, allevamento alternativo, gabbie arricchite