



Til Fødevarestyrelsen

Vedr. bestillingen: "Kortlægning af det nuværende omfang af gangproblemer hos konventionelle og økologiske slagtekyllinger".

Fødevarestyrelsen (FVST) har i bestilling (inkl. projektbeskrivelse) fremsendt d. 14. marts 2016 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at kortlægge det nuværende omfang af gangproblemer hos konventionelle og økologiske slagtekyllinger.

Nedenfor følger dansksproget besvarelse, der har været fremsendt som udkast til FVST d. 19. december 2017, dog uden at dette har affødt bemærkninger eller rettelse fra FVST. Den endelige besvarelse er således ikke ændret i forhold til det fremsendte udkast. Besvarelsen er udarbejdet af Seniorforsker Anja Brinch Riber, tidligere Ph.D.-studerende Lena Karina Hinrichsen og Postdoc Fernanda M. Tahamtani alle fra Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet. Der er foretaget faglig kommentering af tidligere forsker og nuværende specialkonsulent Klaus Horsted, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet om forskningsbaseret myndighedsbetjening af Miljø- og Fødevareministeriet med underliggende styrelser 2017-2020" (punkt B-17 i arbejdsprogrammet til Ydelsesaftale Husdyrproduktion).

Venlig hilsen

Klaus Horsted

DCA - Nationalt Center for
Fødevarer og Jordbrug

Klaus Horsted

Specialkonsulent

Dato 26.01.2018

Direkte tlf.: 87 15 79 75

Mobiltlf.:

E-mail:

Klaus.Horsted@dca.au.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103

Reference: khr

Journal 2017-760-000426

Undersøgelse af gangegenskaber hos danske konventionelle og økologiske slagtekyllinger anno 2016/2017

v/Anja Brinch Riber, Lena K. Hinrichsen og Fernanda M. Tahamtani

Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet

Sammendrag

Gangegenskaber er blevet undersøgt jævnlige gennem de sidste 19 år hos danske konventionelle slagtekyllinger, mens en monitorering endnu ikke er blevet foretaget af økologiske slagtekyllinger. Formålet med denne undersøgelse var at undersøge danske konventionelle og økologiske slagtekyllingers aktuelle gangegenskaber. Endvidere foretog vi en velfærdsbedømmelse af de konventionelle slagtekyllinger baseret på kliniske velfærdsindikatorer.

I undersøgelsen indgik 31 flokke af konventionelle slagtekyllinger og 29 flokke af økologiske slagtekyllinger. De konventionelle flokke bestod af ikke-kønssorterede Ross 308, mens de økologiske flokke fordelte sig på tre genotyper (JA757, CY575 og CYJA57) og flokke bestående af henholdsvis haner, høner og ikke-kønssorterede. I hver flok blev gangegenskaberne hos 100-120 individer bedømt ved brug af Bristol-skalaen, der går fra GS0 (normal gang) til GS5 (ude af stand til at gå). Hos de konventionelle slagtekyllinger blev de gangbedømte individer desuden undersøgt for forekomsten af trædepude-/hasesvidninger, benstilling, fjerdragt og rifter. Endelig blev en delmængde (N=275) aflivet og undersøgt post-mortem for bl.a. Tibial Dyschondroplasi (TD).

Forekomsten af unormal gang (GS>0) var 77,4 % hos konventionelle slagtekyllinger og 38,1 % hos økologiske slagtekyllinger, mens forekomsten af alvorlige gangproblemer (GS>2) var henholdsvis 5,5 % og 2,5 %. Både hos konventionelle og økologiske slagtekyllinger forekom GS0 hyppigere og GS3 sjældnere hos høner end hos haner. Den kliniske undersøgelse af de konventionelle slagtekyllinger viste, at forekomsten af trædepudesvidninger var lav (9,8 %), mens hasesvidninger forekom hyppigere (66,8 %). Hasesvidningerne var enten i form af rødme (41,6 %) eller med sår dannelse på mindre end 10 % af hasen (25,0 %). Varus- og valgusdeformiteter var sjældne, mens flertallet af kyllingerne havde en let grad af tilsmudset fjerdragt (76,2 %). Hver femte kylling (21 %) havde en eller flere rifter. TD forekom hos 4,7 % af kyllingerne. Dødeligheden var 3,0 % og 2,1 % i henholdsvis konventionelle og økologiske flokke.

I forhold til konventionelle slagtekyllinger havde økologiske slagtekyllinger en lavere forekomst og en mindre sværhedsgrad af unormal gang. Dette, og at forekomsten af unormal gang hos både konventionelle og økologiske slagtekyllinger er lavere hos høner end haner, indikerer, at kropsvægt og vækstrate har en betydning for slagtekyllingers gangegenskaber. Sammenholdes resultaterne fra nærværende og tidligere undersøgelser ses, at forekomsten af unormal gang (GS>0) fortsat er høj hos konventionelle slagtekyllinger, mens sværhedsgraden af gangproblemerne har været støt faldende over de sidste 19 år.

Introduktion

Danske konventionelle slagtekyllingers gangegenskaber er blevet undersøgt med jævne mellemrum gennem de sidste 19 år (Sanotra et al, 2001; Petersen, 2007a; Rasmussen et al 2012). Undersøgelserne blev startet op i 1998/1999, da den intensive selektion af slagtekyllinger for øget vækstrate og fodereffektivitet havde medført en række benproblemer med varierende grader af unormal gang til følge. Inden for de seneste år er produktionen af økologiske slagtekyllinger steget som respons på en stigende interesse fra forbrugerne. Til denne produktionsform anvendes genotyper med langsommere vækstrater, hvorfor bedre gangegenskaber er forventeligt. Formålet med denne undersøgelse var at kortlægge danske konventionelle og økologiske slagtekyllingers aktuelle gangegenskaber. Endvidere foretog vi en velfærdsbedømmelse af de konventionelle slagtekyllinger baseret på kliniske velfærdsindikatorer.

Materiale og Metoder

I undersøgelsen indgik 31 flokke af konventionelle slagtekyllinger og 29 flokke af økologiske slagtekyllinger fordelt på Fyn og Jylland. Flokkene blev besøgt i perioden april-oktober 2016 og april-november 2017. I den mellemliggende periode var dataindsamlingen stillet i bero grundet fugleinfluenza. De konventionelle flokke bestod af ikke-kønssorterede Ross 308. For at gøre undersøgelsen sammenlignelig med tidligere undersøgelser indgik kun flokke, hvis forældre var 40-60 uger gamle. Hver producent blev kun besøgt én gang. Inden for disse kriterier blev flokkene tilfældigt udvalgt og besøgt, når kyllingerne var 30-33 dage gamle (gennemsnit: 31.9 ± 0.5). De økologiske flokke fordelte sig på tre genotyper (JA757, CY757 og CYJA57) og flokke bestående af henholdsvis haner, høner og begge køn. I alt deltog 14 økologiske producenter, hver med en til tre flokke (1 flok: $n = 2$; 2 flokke: $n = 9$; 3 flokke: $n = 3$). Haneflokke blev besøgt, når kyllingerne var 54 dage gamle, mens flokke bestående af henholdsvis høner eller begge køn blev besøgt, når de var 61 dage gamle.

I hver flok blev gangegenskaberne i form af gait score (GS) hos 100-120 individer bedømt ved brug af Bristol-skalaen, der går fra GS0 (normal gang) til GS5 (ude af stand til at gå; Tabel 1). Hos de konventionelle slagtekyllinger blev de gangbedømte individer desuden undersøgt for forekomsten af en række kliniske velfærdsindikatorer, herunder forekomsten af trædepude- og hasesvidninger, unormal benstilling (varus/valgus), rifter og tilsmudsning af fjerdragten på brystet.

Tabel 1. Bristol-skalaen anvendt til bedømmelse af gangegenskaber hos slagtekyllinger (efter Kestin et al., 1992). GS = Gait Score.

GS	Kriterie
GS0	Ingen synlige anormaliteter, flydende ubesværet bevægelse
GS1	Svag udefinerbar defekt
GS2	Klar og definerbar defekt, der ikke hindrer bevægelse
GS3	Tydelig defekt, der påvirker kyllingens evne til at manøvrere og accelerere
GS4	Alvorlig defekt. Kyllingen går, under pres, kun få skridt, men sætter sig straks herefter
GS5	Komplet halt. Ude af stand til at gå eller bære vægten på benene

Endelig blev nogle af de konventionelle slagtekyllinger aflivet og undersøgt post-mortem for Tibial Dyschondroplasi (TD), Femoral Head Necrosis (FHN), inflammation af haseled og haseledsseneskede samt køn. Stikprøveudtagning blev foretaget i 17 flokke og omfattede hver tiende kylling samt alle kyllinger med GS>2 ud af de 100 gangbedømte.

Alle dataanalyser blev udført i R version 3.4.2. Relationen mellem køn og GS blev udregnet ved brug af Pearson's Chi-squared contingency table test for både konventionelle og økologiske slagtekyllinger. Spearman rank-korrelationer blev udregnet for GS og de velfærdsindikatorer, der blev undersøgt post-mortem, samt for GS og forældredryrsalderen.

Resultater

Forekomsten af unormal gang (GS>0) var 77,4 % hos konventionelle slagtekyllinger og 38,1 % hos økologiske slagtekyllinger, mens forekomsten af alvorlige gangproblemer (GS>2) var 5,5 % og 2,5 % for henholdsvis konventionelle og økologiske slagtekyllinger (Tabel 2). Både hos konventionelle og økologiske slagtekyllinger forekom GS0 hyppigere og GS3 sjældnere hos høner end hos haner (Konventionelle: $\chi^2=38,2$, df=5, $P<0,0001$; Økologiske: $\chi^2=27,4$, df=10, $P=0,002$). Dødeligheden var 3,0 % og 2,1 % i henholdsvis konventionelle og økologiske flokke.

Tabel 2. Oversigt over den procentvise fordeling af gangscore (GS) i flokke af henholdsvis konventionelle og økologiske slagtekyllinger.

Produktionsform	Flok/køn	GS0	GS1	GS2	GS3	GS4	GS5
Konventionel	Alle flokke	22,6	41,3	30,8	4,7	0,6	0,1
Økologisk	Alle flokke	61,9	28,3	7,4	1,8	0,5	0,1
	Høner	66,8	25,2	6,2	1,4	0,4	0
	Haner	57,4	30,7	8,2	2,7	0,7	0,3
	Begge køn	61,3	29,1	7,8	1,4	0,4	0,1

Konventionel: N = 31; Økologisk: Alle flokke = 29 (N høner = 10; N haner = 10; N begge køn = 9).

Resultaterne fra den kliniske undersøgelse af de konventionelle slagtekyllinger er vist i Tabel 3. Forekomsten af trædepudesvidninger var lav (9,8 %), mens hasesvidninger forekom hyppigere (66,8 %). Hasesvidningerne var enten i form af rødme (41,6 %) eller med skorpedannelse på <10 % af hasen (24,9 %). Varus- og valgusdeformiteter var sjældne, mens flertallet af kyllingerne havde en let grad af tilsmudset fjerdragt (76,2 %). Hver femte kylling (21 %) havde en til flere rifter. Gennemsnitsvægten på dag 32 var 2.076 g.

Tabel 3. Andelen (%) af konventionelle slagtekyllinger i de forskellige kategorier af trædepudesvidninger, hasesvidninger, tilsmudset fjerdragt, rifter og bendeformiteter (varus og valgus). Score 0 = ingen forekomst.

Velfærdsindikator	Andel (%)			
	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3
Trædepudesvidning ¹	90,2	7,2	2,6	–
Hasesvidning ²	33,2	41,6	24,9	0,3
Tilsmudset fjerdragt ³	6,3	76,2	17,6	0,03
Rifter ⁴	79,0	21,0	–	–
Varus ⁴	99,97	0,03	–	–
Valgus ⁴	98,7	1,3	–	–

N = 3100

¹ = farveforandringer på trædepuden, overfladisk skade, mørke papiller; 2 = sår eller sårskorpe, tegn på blødninger eller hævelse (Ekstrand et al., 1998).

² = rødmen; 2 = mild skorpedannelse (<10 % af hasen); 3 = svær skorpedannelse (>10 % af hasen) (Sherlock et al., 2010).

³ = lidt beskidt/våd og/eller misfarvet (<33%); 2 = beskidt/våd og/eller misfarvet (33%-67%); 3 = meget beskidt/våd og/eller misfarvet (>67%). Observationen gøres på kyllingens ventrale side (Welfare Quality, 2009).

⁴ = til stede

Resultaterne fra post-mortem undersøgelsen af de konventionelle kyllinger (N=275) fremgår af Tabel 4. TD forekom hos 4,7 % af kyllingerne. Gangegenskaber og forekomst af TD var svagt korreleret ($\rho=0,15$, $P=0,012$), dvs. kyllinger med svær TD havde ringere gangegenskaber end kyllinger uden TD. Ligeledes havde kyllinger med inflammation i haseledsseneskeden dårligere gangegenskaber ($\rho=0,16$, $P=0,006$). I alt blev ni svabeprov fra haser sendt til analyse for bakteriologi. Fem var positive for *Coagulase-negative staphylococci*, to for *Staphylococcus aureus*, en for *Escherichia coli* og en for *Enterococcus sp.*

Tabel 4. Andelen (%) af konventionelle slagtekyllinger i de forskellige kategorier af tibial dyschondroplasia (TD), femoral head necrosis (FHN) samt inflammation af haseled og haseledsseneskede. Score 0 = ingen forekomst.

Velfærdsindikator	Andel (%)		
	Score 0	Score 1	Score 2
Tibial dyschondroplasia ¹	95,3	2,2	2,5
Femoral head necrosis ²	2,9	96,4	0,7
Haseled, inflammation ³	98,2	1,8	–
Haseledsseneskede, inflammation ³	93,5	6,5	–

N=275; total 104 F/171 M, tilfældigt udvalgte 92 F/103 M

¹ = mindre bruskdannelse; 2 = større bruskdannelse

² = brusken løsner sig fra lårbenshovedet, 2 = lårbenshovedet smuldrer

³ = til stede

Diskussion

Resultaterne i nærværende undersøgelse muliggør en vurdering af udviklingen af gangegenskaber hos konventionelle slagtekyllinger i forhold til tidligere undersøgelser. Sammenholdes resultaterne fra nærværende og tidligere undersøgelser (Tabel 5) ses, at forekomsten af unormal gang (GS>0) fortsat er høj hos konventionelle slagtekyllinger, mens sværhedsgraden af gangproblemerne har været støt faldende over de sidste 19 år. Dette på trods af at der i samme periode er sket en stigning i kyllingernes vækstrate samt i deres vægt på tidspunktet for vurderingen af gangegenskaber. I 1998/1999 var den gennemsnitlige vægt af 35 dage gamle konventionelle kyllinger 1.821 g (Sanotra et al., 2001), mens vi i den nuværende undersøgelse fandt en gennemsnitlig vægt på 2.076 g for en 32 dage gammel slagtekylling. En del af forklaringen på denne positive udvikling i gangegenskaber trods stigende vækstrate kan ligge i målrettet indsats fra avlsfirmaet, Aviagen. Det forlyder, at der har været og fortsat er fokus på gangegenskaber i avlsarbejdet (personlig kommentar Magnus Swalander, Aviagen).

Tabel 5. Oversigt over den procentvise fordeling af gait score (GS) i de fire undersøgelser foretaget over de seneste 19 år i flokke af konventionelle slagtekyllinger.

Reference	År	GS0	GS1	GS2	GS3	GS4	GS5
Sanotra et al., 2001	1998/1999	25,0	20,6	24,3	24,3	5,50	0,30
Petersen, 2007a	2004/2005	19,5	33,2	34,1	12,6	0,50	0
Rasmussen et al., 2012	2011	0,59	12,2	83,3	3,70	0,17	0,03
Nuværende undersøgelse	2016/2017*	22,6	41,3	30,8	4,74	0,61	0,10

*Nærværende undersøgelse

For at gøre nærværende undersøgelse sammenlignelig med tidligere undersøgelser indgik flokke af konventionelle slagtekyllinger kun, hvis deres forældre var 40-60 uger gamle. Inden for denne udvalgte aldersgruppe fandt vi ingen forskelle i afkommets gangegenskaber. Det kunne være interessant i fremtidige undersøgelser at inddrage flokke af slagtekyllinger fra forældredyr, der er henholdsvis yngre og ældre end de 40-60 uger. Det vil gøre undersøgelsen repræsentativ for alle danske konventionelle slagtekyllinger, mens den for nuværende kun er gældende for slagtekyllinger med 40-60 uger gamle forældre. Hvorfor man i tidligere undersøgelser har ekskluderet flokke med forældredyr yngre end 40 uger eller ældre end 60 uger fra undersøgelsen vides ikke. Inddrages tilstrækkeligt med antal flokke, kan det afklares statistisk, om forældredyrsalderen har en betydning for afkommets gangegenskaber.

I forhold til konventionelle slagtekyllinger havde økologiske slagtekyllinger en lavere forekomst og en mindre sværhedsgrad af unormal gang. Endvidere fandt vi en lavere forekomst af unormal gang hos både konventionelle og økologiske høner i forhold til haner. I begge tilfælde er det sandsynligt, at en del af årsagsforklaringen er forskelle i kropsvægt og vækstrate. Haner er typisk tungere og har en højere vækstrate end høner. Den gennemsnitlige vækstrate hos de undersøgte konventionelle slagtekyllinger var 64 g/dag mod de maksimalt tilladte 35 g/dag (gennemsnit af 3 på hinanden

følgende flokke) for de økologiske genotyper. Tidligere undersøgelser af både hurtigt- og langsomtvoksende genotyper har vist stærke sammenhænge mellem gangegenskaber og vækstrate samt kropsvægt (Pompeu et al, 2012; Angel, 2007; Kestin et al., 2001; Sørensen et al., 1999, 2000).

Forekomsten af TD (4,7 %) var på samme niveau som fundet i undersøgelsen i 2011 (4,4 %, Rasmussen et al., 2012). Den svage korrelation med gangegenskaber viser, at TD ikke er hovedårsagen til gangproblemer hos danske konventionelle slagtekyllinger. Med hensyn til FHN blev næsten alle de undersøgte slagtekyllinger tildelt en score 1, dvs. brusken løsnede sig fra lårbenshovedet. Dette er sandsynligvis et resultat af for langsom indfrysning, der har resulteret i begyndende forrådnelse, og er dermed ikke et reelt billede af forekomsten af den milde grad af FHN (personlig kommentar Liv Rath Uberg, Landbrugets Veterinære Konsulenttjeneste). Undersøgelsen giver derfor ikke et klart billede af forekomsten af FHN hos danske konventionelle slagtekyllinger.

Sammenlignet med tidligere undersøgelser var forekomsten af trædepudesvidninger hos de konventionelle slagtekyllinger faldet (42 % i 1998/1999 (Sanotra et al., 2001); 21 % i 2011 (Rasmussen et al., 2012)). Tidligere undersøgelser har primært været foretaget i vinterhalvåret, men grundet udbrud af fugleinfluenza måtte al dataindsamling i fjerkræbesætninger indstilles i vinteren 2016-2017. Derfor blev dataindsamlingen i nærværende undersøgelse foretaget i forårs-, sommer- og efterårsmånederne. Trædepudesvidninger er hyppigere forekommende i vintermånederne, hvor luftfugtigheden er højere, og der ventileres mindre (Petersen, 2007b). Forskellen mellem nærværende og tidligere undersøgelser ligger derfor delvist i årstidsvariationen. Slagtekyllingeproducenterne har desuden udtrykt, at de har oplevet en kontinuerlig forbedring af strøelsesmateriale, ventilations- og opvarmningssystemer samt management i forhold til trædepudesvidninger. Det er alle faktorer, der har stor betydning for udviklingen af trædepudesvidninger (Kjvsgaard et al., 2013).

I forhold til bedømmelse af hasesvidninger er det her vigtigt at understrege, at der i nærværende undersøgelse blev anvendt en ny og mere detaljeret skala. Nærværende undersøgelse er derfor ikke direkte sammenlignelig med tidligere undersøgelser. Det interessante er, at forekomsten af hasesvidninger var væsentlig højere end forekomsten af trædepudesvidninger. Hasesvidninger er i tidligere undersøgelser fundet positivt korreleret med henholdsvis gangproblemer og vægt, idet slagtekyllinger med ringe gangegenskaber og/eller høj vægt bruger mere tid siddende (Bizeray et al., 2000; Kristensen et al., 2006; Sørensen et al., 2000).

Det konkluderes, at trods en stadig høj forekomst af unormal gang ($GS > 0$) hos konventionelle slagtekyllinger er sværhedsgraden af gangproblemerne faldende, som den har været det støt henover de sidste 19 år. I forhold til konventionelle slagtekyllinger havde økologiske slagtekyllinger en lavere forekomst og en mindre sværhedsgrad af unormal gang. Dette, og at forekomsten af unormal gang hos både konventionelle og økologiske er lavere hos høner end haner, indikerer, at kropsvægt og vækstrate har en betydning for gangegenskaber hos slagtekyllinger.

Yderligere information

Undersøgelsen var bestilt og finansieret af Miljø- og Fødevarerministeriet. Post-mortem undersøgelsen blev foretaget af Liv Rath Uberg og hendes kollegaer hos Landbrugets Veterinære Konsulenttjeneste. Vi takker Susanne Kristensen, DanHatch A/S, for månedligt at sørge for lister over flokke af konventionelle slagtekyllinger, der opfyldte udvælgelseskriterierne. Desuden en stor tak til de deltagende producenter. Yderligere detaljer og en nærmere beskrivelse af bl.a. metoder og statistiske beregninger anvendt i undersøgelsen kan findes i en videnskabelig artikel, der p.t. er under optagelse i et internationalt videnskabeligt tidsskrift.

Referencer

- ANGEL, R. (2007) Metabolic disorders: Limitations to growth of and mineral deposition into the broiler skeleton after hatch and potential implications for leg problems. *Journal of Applied Poultry Research* **16**, 138-149
- BIZERAY, D., LETERRIER, C., CONSTANTIN, P., PICARD, M. & FAURE, J. M. (2000) Early locomotor behaviour in genetic stocks of chickens with different growth rates. *Applied Animal Behaviour Science* **68**, 231-242
- EKSTRAND, C., CARPENTER, T. E., ANDERSSON, I. & ALGERS, B. (1998) Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden. *British Poultry Science* **39**, 318-324.
- KESTIN, S. C., KNOWLES, T. G., TINCH, A. E. & GREGORY, N. G. (1992) Prevalence of leg weakness in broiler-chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record* **131**, 190-194.
- KESTIN, S. C., GORDON, S., SU, G. & SORENSEN, P. (2001) Relationships in broiler chickens between lameness, liveweight, growth rate and age. *Veterinary Record* **148**, 195-197.
- KRISTENSEN, H. H., PERRY, G. C., PRESCOTT, N. B., LADEWIG, J., ERSBOLL, A. K. & WATHES, C. M. (2006) Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. *British Poultry Science* **47**, 257-263
- KYVSGAARD, N. C., JENSEN, H. B., AMBROSEN, T. & TOFT, N. (2013) Temporal changes and risk factors for foot-pad dermatitis in Danish broilers. *Poultry Science* **92**, 26-32
- PETERSEN, J. S. (2007a) Benmonitoreringsprojektet 2005. [In Danish: Project "Monitoring of leg problems" 2005]. In: *Det Danske Fjerkræråds Årsberetning 2006*. p. 16-19.
- PETERSEN, J. S. (2007b) Et fugtigt og næringsrigt underlag giver trædepudeskader. *Dansk Erhvervsfjerkræ*. **11**, 68-70.
- POMPEU, M. A., BARBOSA, V. M., MARTINS, N. R. S., BAIÃO, N. C., LARA, L. J. C., ROCHA, J. S. R. & MIRANDA, D. J. A. (2012) Nutritional aspects related to non-infectious diseases in locomotor system of broilers. *Worlds Poultry Science Journal* **68**, 669-678
- RASMUSSEN, I. K., SPANGBERG, A. & KRISTENSEN, H. H. (2012) Screening af slagtekyllingers gangegenskaber anno 2011. [In Danish: Monitoring of the walking abilities of broilers in 2011]. Knowledge Centre of Agriculture, Aarhus, Denmark. 9 pp.

- SANOTRA, G. S., LUND, J. D., ERSBOLL, A. K., PETERSEN, J. S. & VESTERGAARD, K. S. (2001) Monitoring leg problems in broilers: a survey of commercial broiler production in Denmark. *Worlds Poultry Science Journal* **57**, 55-69.
- SHERLOCK, L., DEMMERS, T. G. M., GOODSHIP, A. E., MCCARTHY, I. D. & WATHES, C. M. (2010) The relationship between physical activity and leg health in the broiler chicken. *British Poultry Science* **51**, 22-30.
- SØRENSEN, P., SU, G. & KESTIN, S. C. (1999) The effect of photoperiod : scotoperiod on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* **78**, 336-342.
- SØRENSEN, P., SU, G. & KESTIN, S. C. (2000) Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Science* **79**, 864-870.
- WELFARE QUALITY, P. (2009) Welfare Quality assessment protocol for poultry (Broilers, laying hens).