



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap

Social och miljömässig hållbarhet för alternativ till avlivning av tuppsycklingar

*Social and environmental sustainability for alternatives to culling
of cockerels*

Ronja Lindell



Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp

Agronomprogrammet - Husdjur

Uppsala 2019

Social och miljömässig hållbarhet för alternativ till avlivning av tuppkycklingar

Evaluation of social and environmental sustainability for potential alternatives to culling of cockerels

Ronja Lindell

Handledare: Mikaela Lindberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Examinator: Emma Ivarsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grund, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i husdjursvetenskap

Kursansvarig inst.:

Kurskod: EX0865

Program/utbildning: Agronomprogrammet - Husdjur

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Franck Barske

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: värphöns, äggproduktion, könsbestämning, *in ovo*, dual purpose

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Sammanfattning

Tuppkycklingar av värphybrid-typ avlivas inom en dag efter att de kläckts eftersom de inte anses lönsamma att behålla för produktion av kött. Denna praxis har ifrågasatts allt oftare under senare tid vilket resulterat i utveckling av alternativa tillvägagångssätt. I detta arbete har tre av dessa alternativ beskrivits och granskats i syfte att besvara frågan om vilket alternativ som är mest socialt och miljömässigt hållbart: 1) könsbestämning av ägg 2) uppfödning av tuppkyckling till slakt och 3) användandet av dual purpose-höns. Könsbestämning av ägg i syfte att möjliggöra bortsortering av tuppembryon visade sig vara möjligt genom flera olika tekniker. Säkerhet i identifiering och tidpunkt under inkubation då teknikerna kunde användas skiljde sig åt vilket också påverkade möjligheten att nyttja de bortsorterade äggen. Resultaten från de enkätstudier vilka inkluderades i detta arbete visade att könsbestämning av ägg föredrogs framför det nuvarande förfarande och störst acceptans uppvisades för de tekniker där könsbestämningen skedde innan inkubation. De två andra alternativen, uppfödning av tuppkycklingar till slakt och användandet av dual purpose-höns, karakteriserades av en lägre produktionseffektivitet jämfört med konventionella slaktkycklingar och värphöns. De tidigare nämnda enkätstudierna påvisade en relativt hög acceptans för dessa alternativ men de visade också att uppfödning av tuppkycklingar inte föredrogs framför det nuvarande förfarandet. Kött och ägg från produktionsformerna förväntades enbart kunna marknadsföras som nischprodukter. Med hänsyn till de aspekter som lyfts i detta arbete framstod könsbestämning av ägg som ett mer hållbart alternativ eftersom det accepterades av allmänheten och potentiellt kunde innebära ett tillskott av livsmedel för humankonsumtion utan avkall på resurseffektivitet.

Abstract

Male chicks from layer breeds are killed within one day after hatching because they are not considered profitable to use for meat production. This practice has been questioned more frequently recently, resulting in the development of alternative approaches. In this paper, three of these approaches have been described and reviewed in order to answer the question of which alternative is the most socially and environmentally sustainable: 1) sex determination of eggs 2) fattening of cockerels and 3) use of dual purpose chicken. Sex determination of eggs which enable sorting out eggs containing male embryos proved to be possible through several different techniques. Precision and time during incubation when the techniques could be used differed, which also affected the possibility of utilizing the sorted out eggs. The results from the survey studies included in this paper showed that the sex determination of eggs was preferred over the current procedure and the greatest acceptance was demonstrated for the techniques where the sex determination occurred before incubation. The other two options, fattening of cockerels and the use of dual purpose chicken, were both characterized by a lower production efficiency compared to conventional broilers and layers. The before mentioned survey studies showed a relatively high acceptance for these alternatives but they also showed that fattening of cockerels was not preferred over the current practice. Meat and eggs from the productions were expected to be marketed only as niche products. Taking into account the aspects highlighted in this paper, gender determination of eggs appeared as the more sustainable alternative because it was accepted by the society and could potentially pose an addition of food for human consumption without reduced resource efficiency.

Introduktion

Aveln för värphöns och slaktkycklingar är uppdelad och har varit så under lång tid på grund av motsättningar i att uppnå hög äggproduktion och muskelansättning simultant (Lichovnikova *et al.*, 2009). Värphybrider har därmed en sämre förmåga att ansätta muskulatur jämfört med hybrider ämnade för detta (Damme & Ristic, 2003). Detta har medfört att tuppkycklingar av värphybrid-typ (benämnda tuppkycklingar hädanefter) inte anses lönsamma att föda upp och istället avlivas i samband med könsbestämningen av kycklingarna. Denna rutinmässiga avlivning av tuppkycklingar har pågått sedan 1940-talet då metoder för könsbestämning av dagsgamla kycklingar implementerades i stor skala på kläckerier för värphöns (Lunn, 1948). Tidigare hölls alla kycklingar till cirka åtta veckors ålder eftersom det då var enkelt att skilja höna från tupp, efter ytterligare några veckors separat uppfödning skickades tupparna sedan till slakt (Leenstra *et al.*, 2010). Idag nyttjas de avlivade tuppkycklingarna som fodermedel på djurparker eller processas industriellt för protein produktion (Kaleta & Redmann, 2008). Enbart i Europa avlivas 420 miljoner tuppkycklingar varje år i värphönsledet (Palm, 2019) och generellt betraktas inte själva avlivningen som ett problem ur djurvälståndssynpunkt så länge det sker på ett smärtfritt sätt (Leenstra *et al.*, 2011).

Att dessa tuppkycklingar ses som ett kvittblivningsproblem är dock ett synsätt som ifrågasatts ur ett etiskt perspektiv (Weissmann *et al.*, 2014) och hanteringen har också kritiserats av både djurskyddsorganisationer och samhället i stort (Siekmann *et al.*, 2018). Nämnvärt är dock att enkätstudier samtidigt påvisat viss tolerans från allmänheten för dagens förfarande (Gremmen *et al.*, 2018). Allmänhetens kunskap kring ämnet verkar dock begränsad och när information ges är reaktionerna ofta starka och alternativ till det nuvarande förfarandet efterfrågas (Leenstra *et al.*, 2011). Behovet av en lösning på problematiken har mynnat ut i flera olika alternativa tillvägagångssätt (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2018). Uppfödning av tuppkyckling till slakt, könsbestämning av ägg och användandet av djurmateriel med god förmåga att producera både ägg och ansätta muskler (dual purpose) är några av de metoder som föreslagits (Brümmer *et al.*, 2018).

Syftet med detta arbete är att redogöra för och granska tre potentiella alternativ till dagens hantering av tuppkycklingar: 1) könsbestämning av ägg 2) uppfödning av tuppkyckling till slakt och 3) användandet av dual purpose-höns. Genom en sammanställning av tillgänglig litteratur kommer hållbarheten för varje alternativ att granskas. FAO (2018) menar att ett hållbart livsmedelssystem bidrar till en hög livsmedelssäkerhet och nutritionsförsörjning till alla och på ett sådant sätt att de sociala, miljömässiga och ekonomiska resurserna inte urholkas för kommande generationer. Inom vardera område ingår mängder av faktorer och det är därför svårt att granska ett produktionssystemets hållbarhet fullständigt, aspekter som kan ingå i miljömässig och social hållbarhet är till exempel markanvändning, utsläpp av växthusgaser, övergödning respektive bra arbetsförhållanden och djurvälstånd. Med hänsyn till storleken på arbetet och komplexiteten i begreppet hållbarhet vilket beror av mängder av olika faktorer kommer granskningen att vara avgränsad till att beröra social och miljömässig hållbarhet och följande aspekter inom vardera område: allmän acceptans och resurseffektivitet. Dessa aspekter bedöms relevanta då den nuvarande hanteringen av tuppkycklingar allt oftare ifrågasätts av allmänheten och behovet av resurseffektiva produktionsformer är stort eftersom behovet av mat bedöms öka.

Frågeställning som avses besvaras: Vilket alternativ förefaller mest socialt och miljömässigt hållbart med hänsyn till de inkluderade aspekterna?

Könsbestämning av ägg

Majoriteten av de studerade metoderna framtagna för att hantera överskottet av tuppkycklingar bygger på att identifiera könet *in ovo* (i ägget) och på så vis möjliggöra bortsortering av ägg innehållande tuppembryon (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2018). Teknikerna som beskrivs nedan representerar majoriteten av de olika tillvägagångssätten som studerats och den senaste litteraturen inom vardera område har inkluderats. Vidare har de tekniker som kräver vävnadsprov, blodprov eller isolerade celler exkluderats i detta arbete då dessa främst är anpassade för användning i laboratoriemiljö. Eftersom metoderna bygger på olika tekniker varierar säkerheten i identifieringen och när under inkubationstiden dessa kan användas (Tabell 1). Kaleta & Redmann (2008) menade att tidpunkten för könsbestämningen påverkade möjligheten att utnyttja de bortsorterade äggen och beskrev i sin studie att de ägg som sorterades bort under inkubationsdag 7-14 inte skulle kunna användas till något.

Tabell 1. Metoder för identifiering av kön *in ovo*

Metod	Klassifikation		
	Tillämpbar	Säkerhet	Referens
Morfometri	Dag 0*	Ingen tillgänglig data	Yilmaz-Dikmen & Dikmen (2013)
Endokrin analys	Dag 9	98%	Weissmann <i>et al.</i> (2014)
Analys av gasemission	Dag 1	Ingen tillgänglig data	Webster <i>et al.</i> (2015)
Spektroskopi	Dag 3,5	90%	Galli <i>et al.</i> (2018)
Genteknik	Dag 2,5	Ingen tillgänglig data	Doran <i>et al.</i> (2018)
Opacitet	Dag 16	84%	Alin <i>et al.</i> (2019)

*Metoden kan användas innan ägget inkuberas

Metoder

Med hänsyn till den teknik som används kan metoderna delas in i två grupper: invasiv och icke-invasiv. Begreppen kan användas för att beskriva medicinska undersökningsmetoder och redogör för huruvida metoden innebär en kirurgisk öppning eller ej (FASS, 2019). I detta sammanhang berättar de huruvida metoderna kräver en perforering av äggskalet alternativt äggskalet och skalhinnorna (invasiv) eller ej (icke-invasiv). Dessa strukturer utgör en barriär vilken förhindrar bakterier att tränga in (Lifshitz *et al.*, 1964) och den inre skalhinnan är av särskild betydelse. Även de invasiva metoderna eftersträvar därför att behålla den inre skalhinnan intakt (Galli, 2018).

Weissmann *et al.* (2014) studerade en invasiv teknik där könet identifierades med hjälp av analys av endokrin vätska vars insamling fordrade en penetration av både skal och hinnor. Doran *et al.* (2018) beskrev en annan invasiv metod baserad på genteknik vars tillvägagångssätt tillät den inre skalhinnan att förbli intakt. De honliga föräldradjuret utrustades med genmarkörer (grönt fluorescerande protein) vilka sedan nedärvdes av tuppkycklingarna som kunde detekteras genom belysning av embryona där ljuskällan anpassats för att upptäcka fluorescens (Figur 1). Samma författare kommunicerade nyligen att en ny studie där möjligheten att utrusta föräldradjuret med genmarkörer genom CRISPR skall genomföras

(CNET, 2019). Denna gång skall rött fluorescerande protein (RFP) användas och målet är att tekniken skall möjliggöra en icke-invasiv könsbestämning (Tizard, 2019). Ytterligare en invasiv metod studerades av Galli *et al.* (2018) vilka undersökte möjligheten att använda spektroskopi (analys av spektra), en teknik som även den tillät den inre skalhinnan att förbli intakt. Embryon belystes med ett monokromatiskt ljus (ljus innehållande en våglängd) och reflektionen, kallad Ramanspridning, analyserades med hjälp av algoritmer. Reflektionen fungerade som ett molekylärt fingeravtryck vilket förändrades beroende på kön och kunde därför användas för könsbestämning *in ovo*.

Höna Tupp	Z	W
Z	ZZ ♂	ZW ♀
Z	ZZ ♂	ZW ♀

Figur 1. Hönor utrustade med genmarkörer i den gemensamma könskromosomen frambringar hanliga avkommor utrustade med samma genmarkör vid parning med en normal tupp (Doran *et al.*, 2018)

De icke-invasiva metoderna använder sig bland annat av morfometri, analys av gasemission och opacitet. Morfometri innebär studier av förhållanden mellan form och funktion hos levande organismer. Yilmaz-Dikmen & Dikmen (2013) undersökte förekomsten av ett sådant samband mellan kön och form hos hönsägg genom mätningar av äggets längd, bredd och volym. Studien visade att ett sådant samband existerade och mätningarna kunde dessutom ske innan inkubation. Morfometri är den enda av de tekniker som inkluderats i detta arbete som uppnår samma säkerhet i identifiering som utbildade klassare av dagsgamla kycklingar vilka identifierar könet genom okulär besiktning av kloaken med en felmarginal på två procent (Biederman & Shiffrar, 1987). Webster *et al.* (2015) visade att kön kunde bestämmas *in ovo* genom analyser av gasemissioner från vaktelägg och i skrivande stund undersöks möjligheterna att applicera metoden på hönsägg. Alin *et al.* (2019) studerade och påvisade möjligheten att bestämma kön *in ovo* genom mätningar av opacitet (transparens) genom att belysa ägg och mäta ljusgenomsläppet. Allt eftersom embryot växte minskade ljusgenomsläppet och en signifikant skillnad påvisades mellan tupp- och hönsembryon vilken kunde användas vid identifiering av könet *in ovo*.

Samhällsacceptans

Enkätundersökningar har visat att könsbestämning av ägg erhåller en relativt hög acceptans som alternativ till dagens hantering av tuppkycklingar och att det föredras framför dagens förfarande. Leenstra *et al.* (2011) genomförde en enkätstudie i Nederländerna i syfte att kartlägga allmänhetens åsikter kring alternativen till avlivning av tuppkycklingar. Alla respondenter var över 18 och anslutna till ett marknadsundersökningsföretag. Enkäten skickades ut till totalt 2500 slumpmässigt utvalda individer och resultaten baserades på 1199 svar. Respondenterna ansåg att en könsbestämning *in ovo* innan inkubation var det lämpligaste alternativet vilket i detta arbete representeras av Morfometri. Metoder där identifieringen sker efter påbörjad inkubation ansågs inte lika lämpliga men acceptansen var högre för en

identifiering i ett tidigt stadie av inkubationen. Deltagarna i studien ombads också att motivera sina val genom att välja det ord eller den fras från en bifogad lista vilket förklarade deras val på bästa sätt. Djuromsorg var det motiv som valdes av flest deltagare följt av naturlighet och livsmedelssäkerhet. Gremmen *et al.* (2018) genomförde nyligen en liknande enkätstudie i samma land och visade att könsbestämning *in ovo* innan påbörjad inkubation var det alternativ som accepterades i störst utsträckning.

Utblick

Intresset för detta alternativa är stort och runt om i världen återfinns flera initiativ. Seleggt är ett tyskt företag vilka erbjuder teknologiska lösningar för könsbestämning *in ovo* och under hösten 2018 lanserades de första och världsunika ”no-kill” äggen i tyska mataffärer (Seleggt, 2017). Företaget använder den invasiva metoden där könet identifieras genom analys av endokrin vätska efter nio dagars inkubation och tekniken är den första att implementeras i större skala. De bortsorterade äggen processas till ett slags pulver vilket företaget menar kommer kunna användas som fodertillskott till lantbruksdjur i framtiden. Den svenska branschorganisationen Svenska ägg har också intresserat sig för problematiken och på deras initiativ söker nu forskare vid Linköpings universitet medel för att studera möjligheten att använda analyser av gasemissioner från hönsägg för könsbestämning *in ovo* innan inkubation (Palm, 2019), något som tidigare enbart studerats på vaktelägg (Webster *et al.*, 2015). Foundation for food and agriculture research (FFAR) i USA lanserade nyligen the Egg-Tech Prize, ett initiativ vilket syftar till att stimulera framtagningen av metoder med hög säkerhet i identifieringen vilka kan implementeras tidigt och kan identifiera könet under kort tid (FFAR, 2019). Stiftelsen har avsatt sex miljoner dollar till initiativet och forskarlag som avser att studera metoder för könsbestämning *in ovo* kan ansöka om att få ta del av dessa medel.

Uppfödning av tuppsyckling till slakt

Tillväxt

Ett flertal studier har visat att tuppsycklingar inte kan upprätthålla samma höga tillväxttakt som slaktskycklingar framavlade för köttproduktion (Damme & Ristic, 2003; Murawska & Brochno, 2007; Hasan *et al.* 2019). Vid uppfödning under identiska förhållanden (inhysning, foder, ljusprogram, skötsel) och under lika lång period fann Gerken *et al.* (2003) att det skiljde cirka 35 g i daglig tillväxt mellan slaktskyckling och tuppsyckling. Detta medförde att slaktskycklingarnas slaktkroppar vägde uppemot 1500g mer vid slakt efter 6 veckor. Författarna visade dock också att skillnaden i tillväxt reducerades när både tupp- och slaktskyckling slaktades efter 80 dagar och samtidigt utfodrades med ett foder innehållande mindre protein. Detta berodde troligtvis på att den snabbväxande slaktskycklingen, som inte är anpassad för långa uppfödningstidpunkter (slaktas normalt efter 30-35 dagar) och har ett högre proteinbehov, inte kunde utnyttja sin genetiska tillväxtpotential till fullo och istället ansatte mycket fett. I samma studie genomfördes också försök med olika ljusprogram där tuppsycklingars förmåga att kompensera för en låg tillväxt genom förlängd ljusperiod undersöktes. Hypotesen var att tuppsycklingarna då skulle öka foderkonsumtionen och få en ökad tillväxt men ingen sådan effekt kunde observeras.

Foderomvandlingsförmåga

Tuppkycklingar har en sämre foderomvandlingsförmåga jämfört med slaktkycklingar men i likhet med tillväxt har studier påvisat att skillnader reduceras vid längre perioder av uppfödning (Damme & Ristic, 2003). Foderomvandlingsförmåga är ett mått på den mängd foder som krävs per kilo tillväxt. Det beräknas genom att dela den konsumerade mängden i kilogram foder på tillväxten i kilogram (Damme & Ristic, 2003). Djur med en effektiv foderomvandling kräver mindre mängd foder per kilo tillväxt vilket innebär en lägre markanvändning, måttet tar dock inte hänsyn till andra parametrar så som vilken miljöpåverkan framställningen av fodret har haft. Foderstatens sammansättning påverkar också förmågan att omvandla foder vilket påvisades i en studie av Koenig *et al.* (2012) där de tuppkycklingar som utfodrades med ett mer energi- och proteintätt foder avsett för slaktkyckling uppvisade en bättre foderomvandlingsförmåga jämfört med de tuppkycklingar som utfodrades med foder avsett för värphöns.

Slaktkropp

Tuppkycklingar ger ett lägre slaktutbyte jämfört med slaktkycklingar när de slaktas vid samma ålder (Murawska & Bochno, 2007). Deras slaktkropp har också en lägre köttprocent vilket påvisats i flertalet studier där olika hybrider jämförts (Murawska & Bochno, 2007; Hasan *et al.*, 2019). Likt tillväxt och foderomvandlingsförmåga påverkas även slaktutbytet och köttprocenten av en längre uppfödningstid. Murawska & Bochno (2007) visade att tuppkycklingar vilka föddes upp under åtta respektive tio veckor gav ett högre slaktutbyte jämfört med de tuppkycklingar som slaktats efter sex veckor. Deras resultat påvisade också en högre köttprocent i samband med en längre uppfödning men visade samtidigt att liknande slaktutbyte och köttprocent som för slaktkyckling inte kunde uppnås trots den förlängda uppfödningstiden.

Samhällsacceptans

Tuppkycklingars slaktkroppssammansättning särskiljer sig jämfört med slaktkyckling vilket påverkar efterfrågan då bröstmuskel är den föredragna styckbiten i Europa (Kaleta & Redmann, 2008). Murawska & Bochno (2007) påvisade skillnader i fördelningen av muskulatur i slaktkroppen mellan tupp- och slaktkyckling slaktade vid samma tidpunkt. Hos slaktkyckling svarade bröstmuskeln för en större andel av slaktkroppen jämfört med tuppkyckling vars slaktkropp karakteriserades av en större andel icke eftertraktade styckbitar såsom rygg-, ving- och nackmuskel. Koenig *et al.* (2012) menade dock att kött från tuppkycklingar slaktade efter 49 dagar skulle kunna marknadsföras som en nischprodukt kallad coquelet. Vidare har andra studier visat att en kastration av tuppkycklingarna skulle vara fördelaktigt då köttet upplevs mörare och uppvisar en bättre vätskehållande förmåga jämfört med okastrerade tappar (Calik *et al.*, 2017).

Den tidigare nämnda enkätstudien av Gremmen *et al.* (2018) vilken kartlade åsikter kring alternativ till dagens avlivning av tuppkycklingar i Nederländerna erhöll åsikter även kring detta alternativ. Resultaten visade att 41,3 procent av respondenterna ansåg att en uppfödning av tuppkycklingar var ett acceptabelt tillvägagångssätt vilket kan jämföras med könsbestämning *in ovo* innan inkubation som accepterades av 43,2 procent.

Utblick

Flera initiativ där tuppkycklingar föds upp och används existerar runtom i Europa. I Tyskland lanserades "Brother Chicks Initiative" för några år sedan där den ekologiska mataffären Alnatura i samarbete med ekologiska producenter föder upp tuppkycklingar till slakt (Alnatura, 2019). Köttet används sedan vid tillverkning av ekologisk barnmat eller färdiga soppor. Kipster är ett företag beläget i Nederländerna där tuppkycklingar föds upp men här används köttet istället vid tillverkning av hamburgare vilka saluförs via Lidl (Lidl, 2019). I Österrike är det inom den ekologiska äggproduktionen inte längre tillåtet att använda värphöns vars syskon avlivats (Bio Austria, 2019). Bio Austria, den ekologiska organisationen som står bakom förbudet, sköter uppfödningen av tupparna (700 000 varje år) vilken finansieras genom ett högre pris på de ekologiska äggen. Efter tio veckor slaktas tupparna och de har då uppnått en slaktvikt på cirka 700 gram. Främsta anledningen till förbudet uppges vara den etiska problematiken kring avlivningen av tuppkycklingar vilken uppmärksammats av både lantbrukare, djurskyddsorganisationer och konsumenter i landet (Hofer, 2019).

Användning av dual purpose-höns

Dual purpose kallas de raser och hybrider med den genetiska förmågan att uppfylla två syften, i detta fall både att producera ägg och ansätta muskler. Flera traditionella raser av fjäderfä i Europa betraktas som dual purpose och skulle därmed potentiellt kunna användas för att eliminera behovet av att avliva tuppkycklingar, då hönorna kan användas för äggproduktion och tuppkycklingarna födas upp till slakt (Mueller *et al.*, 2018). Utöver dessa finns också kommersiella hybrider vilka tagits fram av avelsföretag (Damme *et al.*, 2015). De hybrider som marknadsförs av de kommersiella avelsföretagen är vanligen korsningar mellan avelslinjer framtagna för äggproduktion och avelslinjer framtagna för produktion av slaktkyckling.

Genetisk anpassning

För att undvika problem associerade med genetiskt hög tillväxtpotential används en gen kallad dvärggenen vid framtagning av kommersiella dual purpose-höns avsedda för äggproduktion (Damme *et al.*, 2015). Effekten av dvärggenen innebär förutom en lägre kroppsvikt och foderintag också en bättre foderomvandlingsförmåga vilket troligtvis beror på hönans lägre kroppsvikt och en minskad ämnesomsättning (Mincheva *et al.*, 2015). Den minskade ämnesomsättningen beror av kvoten mellan de anabola och katabola processerna vilken skiljer sig jämfört med normala höns. Genen är recessiv men hönorna behöver enbart ärva en gen för att uttrycka egenskaperna eftersom den är direkt kopplad till en könskromosom som honan enbart har en uppsättning av. Figur 2 beskriver framtagningen av dessa djur där en normal höna paras med en homozygot dvärgtupp vilket resulterar i avkommor i form av normala tuppar och dvärghöns.

Höna \ Tupp	DW	-
dw	DW/dw ♂	_/dw ♀
dw	DW/dw ♂	_/dw ♀

Figur 2. Korsningsschema för framtagning av dvärghondjur. DW motsvarar en normal gen och dw motsvarar dvärggenen (Mincheva *et al.*, 2015)

Produktionsegenskaper

Mueller *et al.* (2018) visade att kommersiella dual purpose-hybrider och traditionella dual purpose-raser hade en bättre foderomvandlingsförmåga, högre tillväxt och ett högre slaktutbyte jämfört med tuppkyckling vid uppfödning till slakt (Tabell 2). Även långsamt- och snabbväxande slaktkyckling studerades i studien där alla typer slaktades efter 63 dagar förutom den snabbväxande slaktkycklingen vilken slaktades efter 35 dagar. Vid en jämförelse mellan den långsamtväxande slaktkycklingen vilken ofta används i ekologisk produktion och den kommersiellt framtagna dual purpose-hybriden observerades inga skillnader gällande foderomvandlingsförmåga eller tillväxt. Den långsamtväxande slaktkycklingen gav dock ett högre utbyte vid slakt. Slaktkroppssammansättningen var också annorlunda och andelen bröstmuskel var lägre hos både ras och hybrid av dual purpose-typ jämfört med både långsamt- och snabbväxande slaktkyckling. Muth *et al.* (2016) studerade också skillnaderna mellan långsamtväxande slaktkyckling och dual purpose-höns. Båda typer slaktades efter 84 dagar och resultaten gällande slaktutbyte och andel bröstmuskel stämde överens med resultaten från Mueller *et al.* (2018).

Dual purpose- höns kan inte uppnå samma produktion av ägg som värphöns. Gerzilov *et al.* (2018) visade dock i sin studie att kommersiella dual purpose-hybrider hade en högre äggproduktion jämfört med de traditionella dual purpose-raserna och de började också värpa vid en yngre ålder. Vid jämförelser med bruna värphöns visade det sig att hybrider av dual purpose-typ producerade både färre och mindre ägg (Damme *et al.*, 2015). Alla data i studien av Damme *et al.* (2015) hämtades från två teststationer i Tyskland där de bruna värphönsen utgjordes av flera olika hybridtyper. Under 365 produktionsdagar producerade de bruna värphönsen i genomsnitt 289 ägg och under lika lång tid producerade dual purpose-hybriden kallad Lohman Dual knappt 250 ägg. Samma dual purpose-hybrid uppvisade också en sämre foderomvandlingsförmåga jämfört med de bruna värphybriderna vilka konsumerade ett halvt kilo mindre per kilo producerade ägg.

Tabell 2. Daglig tillväxt, FCR och slaktutbyte för slaktkyckling, kommersiell dual purpose (DP), traditionell dual purpose (DP) och tuppkyckling. Den snabbväxande slaktkycklingen slaktades efter 35 dagar och resterande efter 63 dagar (Mueller *et al.*, 2018)

Typ	Klassifikation			Slaktutbyte %
	Daglig tillväxt (g/d)	FCR (g foder/g daglig tillväxt)		
Snabbväxande slaktkyckling	67,8 g	1,5		72,9 %
Långsamtväxande slaktkyckling	37,7 g	2,4		69 %
Kommersiell DP	33,6 g	2,2		67 %
Traditionell DP	27,3 g	2,6		66 %

Samhällsacceptans

Enkätundersökningar har visat att det finns en vilja att betala ett högre pris för produkter från dual purpose-höns och att detta alternativ anses lämpligt som ett svar på dagens hantering av tuppkycklingar. En enkätundersökning av Gangnat *et al.* (2018) visade att de konsumenterna i Schweiz som var villiga att betala mer för produkter från ekologiska och/eller frigående utomhussystem också var villiga att betala mer för produkter från dual purpose-höns. Även tyska konsumenter uppgav att de skulle vara villiga att betala ett högre pris för dessa produkter men endast om produktionen också innebar en högre djurvälstånd (Brümmer *et al.*, 2018). Den tidigare nämnda enkätstudien från Nederländerna av Leenstra *et al.* (2011) visade att användandet av dual purpose-höns som ett alternativ till avlivning av tuppkycklingar ansågs lämpligt av nästan en fjärdedel av de tillfrågade, enbart könsidentifiering *in ovo* innan inkubation ansågs lämpligare. Alternativet föredrogs likt könsbestämning av ägg framför den nuvarande hanteringen enligt samma studie.

Diskussion

Sedan implementeringen av metoder för könsbestämning av dagsgamla kycklingar för cirka 60 år sedan har tuppkycklingar rutinemässigt avlivats vilket på senare tid ifrågasatts allt oftare (Siekman *et al.*, 2018). I syfte att bemöta samhällets åsikter vilka är att tillvägagångssättet är oetiskt och ohållbart har alternativa tillvägagångssätt studerats (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2018). Detta arbete avsåg besvara frågan om alternativens sociala och miljömässiga hållbarhet genom granskning av litteraturstudier. Ett fåtal faktorer vilka påverkar de inkluderade aspekterna rymdes i det här arbetet vilket leder till att ett svar på frågeställningen blir begränsat, denna skulle troligtvis tjänat på att smalnats av ytterligare. Ur ett metodperspektiv var det fördelaktigt med en litteraturstudie då det möjliggjorde en bred inhämtning av data vilket lämpar sig för kartläggning av hållbarhet då flertalet aspekter ingår i begreppet. Samtidigt saknades studier av andra önskvärda faktorer vilket reflekteras kring nedan och vissa studiers relevans kunde ifrågasättas på grund av dess ålder då det nuvarande djurmaterialet troligtvis förändrats till följd av effektiva avelsprogram. Vidare var frågeställningen väl anknuten till ämnets praktiska grund då en utveckling av lösningar på den rutinemässiga avlivningen idag är högaktuell.

Metoder för könsbestämning *in ovo* har studerats åtskilliga gånger och samhällets acceptans för dessa har också undersökts. Flera metoder med olika tekniker har tagits fram men de flesta uppnår inte samma säkerhet som vid könsbestämning av dagsgamla kycklingar (Biederman & Shiffar, 1987). Flera av metoderna är också invasiva och sker efter sju dagars inkubation vilket är då embryot utvecklat möjligheten att uppfatta smärta (Rosenbruch, 1997). Könsbestämning *in ovo* föredras dock framför en fortsatt avlivning av tuppkycklingar och störst acceptans finns för de metoder där bortsorteringen sker innan inkubation och de där äggen innehållande tuppembryon kan användas till något annat (Leenstra *et al.*, 2011).

Möjligheten att föda upp tuppkycklingar till slakt och användandet av dual purpose-höns har också varit föremål för flera studier. Dessa har visat att både tuppkyckling av värphybrid-typ och dual purpose-höns kräver mer foder per kilo produkt samtidigt som ett sämre slaktutbyte uppnås jämfört med konventionell slaktkyckling (Damme & Ristic, 2003; Murawska &

Bochno, 2007; Mueller *et al.*, 2018). Äggproduktionen visade sig också vara lägre hos dual purpose-höns jämfört med konventionell värphybrid (Damme *et al.*, 2015). Detta påverkar produktionskostnaderna och följaktligen priset på produkterna men studier har visat att det åtminstone finns en vilja att betala ett högre pris för produkter från dual purpose-höns (Gangnat *et al.*, 2018, Brümmer *et al.*, 2018). Gremmen *et al.* (2018) visade att de båda produktionsformerna accepterades i lika hög grad av samhället som lösningar på problematiken med tuppkycklingar. En enkätundersökning av Leenstra *et al.* (2011) visade också att användandet av dual purpose-höns ansågs vara ett lika bra alternativ som könsbestämning *in ovo* innan inkubation.

År 2050 förutspås det globala behovet av mat ha ökat med 50 procent (FAO, 2017) varför fler hållbara och resurseffektiva produktionsformer efterfrågas. Med anledning av denna utveckling finns flertalet argument emot den sociala och miljömässiga hållbarheten för de alternativ där tuppkycklingar föds upp och dual purpose-höns används då dessa inte kan möta framtidens krav på effektivitet på grund av deras sämre foderomvandlingsförmåga och lägre produktion. Sett till allmänhetens acceptans verkar de båda ändå utgöra potentiella alternativ (Leenstra *et al.*, 2011, Gremmen *et al.*, 2018) men andra författare menar också att ägg och kött från dessa typer av produktion enbart kommer kunna marknadsföras som nischprodukter i likhet med produkter från ekologiska och/eller frigående utomhus-system (Koenig *et al.*, 2012, Gangnat *et al.*, 2018). En fullständig ersättning av det nuvarande förfarandet med dessa alternativ kan därmed inte anses miljömässigt eller socialt hållbart.

Hume *et al.* (2011) menade att vi inom en snar framtid kommer att se en ökad produktion av animalier, alternativa användningar av våra produktionsdjur och implementering av nya metoder för att möta de nuvarande och kommande behoven. Vidare listades specifika fokusområden vilka enligt författarna är avgörande för att uppnå en hållbar produktion med en acceptabel klimatpåverkan varav ett är direkt applicerbart för problematiken med tuppkycklingar: svinnet av animaliskt protein från producent till konsument skall minska. Tekniker där könet bestäms *in ovo* innan inkubation skulle sannolikt möjliggöra en användning av äggen inom livsmedelssektorn, det vill säga minska svinnet av animaliskt protein från producent till konsument. Vidare spekuleras det också kring möjligheten att använda de bortsorterade äggen vid framtagning av vacciner (CSIRO, 2019) vilka ofta framställs i befruktade ägg alternativt i cellkultur från kycklingembryo (Institutet för hälsa och välfärd, 2019).

Vid en genomgång av de studier som inkluderades i det här arbetet kan flertalet styrkor och svagheter identifieras. Tuppkycklingars tillväxt, foderomvandlingsförmåga och flera andra egenskaper har studerats flertalet gånger av olika forskarlag runt om i världen och resultaten överensstämmer i stort (Damme & Ristic, 2003; Murawska & Brochno, 2007; Hasan *et al.* 2019) vilket ökar tillförlitligheten för dessa. Studierna använde inte sällan olika djurmaterial vilket indikerar att resultaten är applicerbara för flera hybridsorter av tupp- och slaktkyckling samtidigt som slutsatser bör dras med viss försiktighet då det trots allt var olika djurmaterial. Studier av kommersiellt framtagna dual purpose-höns är relativt få men resultaten visade en sämre foderomvandlingsförmåga och en lägre äggproduktion jämfört med slaktkyckling och värphöna vilket understöds av äldre studier där motsättningar mellan att uppnå en hög muskelansättning och en hög äggproduktion påvisades (Lichovnikova *et al.*, 2009). De

enkätstudier som inkluderades i arbetet gav endast en begränsad överblick i ett fåtal länder i Europa varför slutsatser kring samhällsacceptans också bör dras med viss försiktighet (Leenstra *et al.*, 2011; Gremmen *et al.*, 2018).

Nya frågeställningar bör studeras för att möjliggöra en mer tillförlitlig granskning av de olika alternativens hållbarhet. I syfte att vidare kartlägga den miljömässiga hållbarheten för uppfödning av tuppkyckling samt användandet av dual purpose-höns skulle det vara av intresse att studera produktionsformernas miljömässiga hållbarhet efter en allokering mellan produkterna. De Vries *et al.* (2015) sammanställde resultaten från 14 olika studier av nötköttsproduktion i syfte att undersöka hur miljöpåverkan skiljde sig åt mellan olika produktionssystem. Författarna fann att kött från mjölkkor och deras kalvar genererade ett lägre utsläpp av växthusgaser per kilo produkt eftersom dessa allokerades till två produkter (mjölk och kött) istället för en. Kalvar från köttdjur där ingen konsumtionsmjölk produceras gav ett högre utsläpp per kilo produkt även jämfört med dual purpose-raser. Som ett exempel skulle den miljömässiga belastningen för föräldradjuret till värphöns/tuppkycklingar och dual purpose-höns då delas upp mellan två produkter (kött och ägg) vilket troligtvis möjliggör en mer rättvis jämförelse med andra produktionssystem av slaktkyckling och ägg.

De studier av tekniker för könsbestämning *in ovo* vilka inkluderats i detta arbete har ofta ett stort fokus på precision och tidpunkt för identifiering, dessa är båda aspekter som kan argumenteras för är av relevans vid en bedömning av möjligheten att implementera metoden. Det saknas dock ofta praktiska och ekonomiska aspekter vilka troligtvis är minst lika avgörande för möjligheten att använda metoderna i stor skala samt vid en granskning av deras hållbarhet. Fler studier där den faktiska kostnaden för vardera metod och kapaciteten att hantera ett stort antal ägg bör därför genomföras, teknikernas påverkan på kläckbarheten bör också studeras för att säkerställa att de ägg innehållande hönembryon inte påverkas negativt. Vidare bör en hållbar teknik inte heller ha en negativ inverkan på deras påföljande produktionsliv varför dessa aspekter bör studeras. Användningsområden för de bortsorterade äggen bör också studeras i syfte att främja de metoder vars teknik möjliggör en godtagbar användning av äggen.

Slutsats

Detta arbete avsåg att besvara frågeställningen om vilket alternativ till dagens avlivning av tuppkycklingar som föreföll mest miljömässigt och socialt hållbart. Med hänsyn till de sociala och miljömässiga aspekter som tagits upp framstår könsbestämning *in ovo* som det mest hållbara alternativet. Detta eftersom alternativet accepteras av allmänheten i större utsträckning jämfört med dagens hantering av tuppkycklingar och potentiellt kan innebära ett tillskott av livsmedel för humankonsumtion via de bortsorterade äggen utan att ge avkall på resurseffektivitet.

Referenslista

- Alin, K., Fujitani, S., Kashimori, A., Suzuki, T., Ogava, Y. & Kondo, N. (2019). Non-Invasive Broiler Chick Embryo Sexing Based on Opacity Value of Incubated Eggs. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 158, ss. 30–35
- Alnatura (2019). *Die alnatura bruderkucken- initiative*. Tillgänglig: <https://www.alnatura.de/de-de/alnatura-produkte/alnatura-produktwelten/alnatura-eier/bruderkueken-initiative> [2019-05-23]
- Aslam, M.A., Groothuis, T.G.G., Smits, M.A. & Woelders, H. (2014). Effect of Corticosterone and Hen Body Mass on Primary Sex Ratio in Laying Hen (*Gallus gallus*), Using Unincubated Eggs. *Biology of Reproduction*, vol. 90 (4). DOI: <https://doi.org/10.1095/biolreprod.113.115352>
- Biederman, I. & Shiffrar, M. (1987). Sexing Day-Old Chicks - a Case-Study and Expert Systems-Analysis of a Difficult Perceptual-Learning Task. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, vol. 13 (4), ss. 640–645. Tillgänglig: <http://wexler.free.fr/library/files/biederman%20%281987%29%20sexing%20day-old%20chicks.pdf> [2019-05-23]
- Bio Austria (2019). *Produktionsrichtlinien*. Tillgänglig: https://www.bio-austria.at/app/uploads/BA_Richtlinien_Ma%CC%88rz_2019.pdf [2019-05-23]
- Brümmer, N., Christoph-Schulz, I. & Rovers, A.K. (2018). Consumers' perspective on dual-purpose chickens as alternative to the killing of day-old chicks. *International Journal on Food System Dynamics*, vol. 9 (5), ss. 390–398. Tillgänglig: [https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193015359?q=\(title%3a\(Consumers%27+perspective+on+dual-purpose+chickens+as+alternative+to+the+killing+of+day-old+chicks\)+AND+sn%3a%221869-6945%22+AND+yr%3a2018\)](https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193015359?q=(title%3a(Consumers%27+perspective+on+dual-purpose+chickens+as+alternative+to+the+killing+of+day-old+chicks)+AND+sn%3a%221869-6945%22+AND+yr%3a2018)). [2019-04-26]
- Calik, J., Krawczyk, J., Swiatkiewicz, S., Gasior, R., Wojtyca, K., Poltowicz, K., Obrzut, J. & Puchala, M. (2017). Comparison of the physicochemical and sensory characteristics of Rhode Island Red (R-11) capons and cockerels. *Animal Science*, vol. 17, ss. 903-917. DOI: 10.1515/aoas-2017-0002
- CNET (2019). *How CRISPR could save 6 billion chickens from the meat grinder*. Tillgänglig: <https://www.cnet.com/news/how-crispr-could-save-6-billion-chickens-from-the-meat-grinder/> [2019-05-23]
- CSIRO (2019). *Sex determination techniques for egg and poultry industries*. Tillgänglig: <https://www.csiro.au/en/Research/Farming-food/Innovation-and-technology-for-the-future/Genotechnology/Chicken-sex-selection> [2019-05-23]
- Damme, K. & Ristic, M. (2003). Fattening performance, meat yield and economic aspects of meat and layer type hybrids. *World's Poultry Science Journal* 59(1), 50-53. Tillgänglig: <https://search.proquest.com/docview/197767044?pq-origsite=gscholar#page=57> [2019-05-23]
- Damme, K., Urselmans, S. & Schmidt, E. (2015). Economics of dual-purpose breeds- a comparison of meat and egg production usin dual purpose breeds versus conventional broiler and layer strains. *Lohman information*, september. Tillgänglig: https://www.ltz.de/de-wAssets/docs/lohmann-information/Lohmann-Information2_2015_Vol.-49-2-October-2015_Damme.pdf [2019-05-23]
- Doran, T.J., Morris, K.R., Wise, T.G., O'Neil, T.E., Cooper, C.A., Jenkins, K.A. & Tizard, M.L.V. (2018). Sex selection in layer chickens. *Animal Production Science*, vol. 58 (3), ss. 476–480. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN16785>
- Doris Hofer, Bio Austria, 2019-05-24. Personligt meddelande
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture- trends and challenges*. Rom: FAO. Tillgänglig: <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf> [2019-05-23]
- FAO. (2018). *Sustainable food systems- Concept and framework*. Tillgänglig: <http://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf> [2019-06-09]

- FASS (2019). *Ordlista*. Tillgänglig: <https://www.fass.se/LIF/wordliststart;jsessionid=a5zj-TS87PP2IJzWN7MynpDT4dvku6BljYp190Ef5Po4RVQZQYz5!-155691326?userType=2&menyrubrikId=20> [2019-05-23]
- FFAR (foundation for food and agriculture research) (2019). *New technologies for in ovo sex determination- a FFAR initiative*. Tillgänglig: <https://foundationfar.org/2018/10/16/announcing-the-egg-tech-prize/> [2019-05-23]
- Galli, R., Preusse, G., Schnabel, C., Bartels, T., Cramer, K., Krautwald-Junghanns, M.-E., Koch, E. & Steiner, G. (2018). Sexing of chicken eggs by fluorescence and Raman spectroscopy through the shell membrane. *PLoS ONE*, vol. 13 (2). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192554>
- Gangnat, I.D.M., Mueller, S., Kreuzer, M., Messikommer, R.E., Siegrist, M. & Visschers, V.H.M. (2018). Swiss consumers' willingness to pay and attitudes regarding dual-purpose poultry and eggs. *Poultry Science*, vol. 97 (3), ss. 1089–1098. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex397>
- Gerzilov, V., Boncheva, V. & Petrov, P. (2018). Egg Production from Dual Purpose Hen Genotypes Reared in a Free Range System. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, vol. 24 (1), ss. 119–125. Tillgänglig: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2018/20183119325.pdf> [2019-05-23]
- Gerken, M., Jaenecke, D., Kreuzer, M. & Martin, D. G. (2003) Growth, behaviour and carcass characteristics of egg-type cockerels compared to male broilers. *Worlds Poultry Science Journal*, vol. 59(1), ss. 46-49. Tillgänglig: <https://search.proquest.com/docview/197767044?pq-origsite=gscholar#page=57> [2019-05-23]
- Gremmen, B., Bruijnjs, M.R.N., Blok, V. & Stassen, E.N. (2018). A Public Survey on Handling Male Chicks in the Dutch Egg Sector. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 31 (1), ss. 93–107. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10806-018-9712-0>
- Hasan, N., Rabbani, A. G., Yeasmin, T., Hasan, M. & Rashid, H. (2019). A comparative study of carcass characteristics and meat quality traits of breast muscle between broiler and cockerel chicken. *International Journal of Poultry Science*, vol. 18 (3), ss. 144-150. DOI: 10.3923/ijps.2019.144.150
- Hume, D.A., Whitelaw, C.B.A. & Archibald, A.L. (2011). The future of animal production: improving productivity and sustainability. *The Journal of Agricultural Science*, vol. 149 (S1), ss. 9–16. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859610001188>
- Institutet för välfärd och hälsa (2019). *Vaccinationer av personer med äggallergi*. Tillgänglig: <https://thl.fi/sv/web/vaccinationer/vaccination-av-olika-grupper/vaccination-av-personer-i-medicinska-riskgrupper/vaccination-av-allergiker/vaccination-av-personer-med-aggallergi> [2019-05-23]
- Kaleta, E.F. & Redmann, T. (2008). Approaches to determine the sex prior to and after incubation of chicken eggs and of day-old chicks. *World's Poultry Science Journal*, vol. 64 (3), ss. 391–399. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933908000111>
- Koenig, M., Hahn, G., Damme, K. & Schmutz, M. (2012). Utilization of laying-type cockerels as “coquelets”: Influence of genotype and diet characteristics on growth performance and carcass composition. *Archiv Fur Geflugelkunde*, vol. 76 (3), ss. 197–202. Tillgänglig: https://www.european-poultry-science.com/artikel.dll/m10-61mk_MzI5MzI0OA.PDF [2019-05-23]
- Krautwald-Junghanns, M.-E., Cramer, K., Fischer, B., Förster, A., Galli, R., Kremer, F., Mapesa, E.U., Meissner, S., Preisinger, R., Preusse, G., Schnabel, C., Steiner, G. & Bartels, T. (2018). Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. *Poultry Science*, vol. 97 (3), ss. 749–757. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex389>
- Lambert, W.V. & Knox, C.W. (1926). Genetic Studies in Poultry. I. The Sex Ratio in the Domestic Fowl. *Biological Bulletin*, vol. 51 (4), ss. 225–236. DOI: <https://doi.org/10.2307/1536939>
- Leenstra, F., Munnichs, G., Beekman, V., van den Heuvel-Vromans, E., Aramyan, L. & Woelders, H. (2011). Killing day-old chicks? Public opinion regarding potential alternatives. *Animal Welfare*,

- vol. 20, ss. 37-45. Tillgänglig:
<https://www.ingentaconnect.com/contentone/ufaw/aw/2011/00000020/00000001/art00006>. [2019-04-20]
- Leenstra, F.R., Horne, P.L.M.V. & Krimpen, M.M.V. (2010). *Dual purpose chickens, exploration of technical, environmental and economical feasibility. Proceeding of the 13th European poultry conference*. Tours 23-27 augusti, 2010, Frankrike. Tillgänglig:
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/170107> [2019-05-23]
- Lichovnikova, M., Jandasek, J., Juzl, M. & Drackova, E. (2009). The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 54 (11), ss. 490–497. Tillgänglig:
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2009/20093343287.pdf> [2019-05-23]
- Lidl (2019). *Kipster*. Tillgänglig: <https://www.lidl.nl/nl/Kipster-5247.htm> [2019-05-23]
- Lifshitz, A., Baker, R.C. & Naylor, H.B. (1964). The Relative Importance of Chicken Egg Exterior Structures in Resisting Bacterial Penetration. *Journal of Food Science*, vol. 29 (1), ss. 94–99. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1964.tb01700.x>
- Lunn, J.H. (1948). Chick sexing. *American Scientist*, vol. 36 (2), ss. 280–287. Tillgänglig:
<https://www.jstor.org/stable/27826226>. [2019-05-14]
- Mark Tizard, CSIRO, 2019-05-24. Personligt meddelande
- Mincheva, N., Oblakova, M., Hristakieva, P., Ivanova, I. & Lalev, M. (2015). Effect of sex-linked dwarf gene on exterior appearance, productive performance and egg characteristics in a colored broiler dam line. *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol. 31 (2), ss. 163–174. Tillgänglig:
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2015/20153242092.pdf> [2019-04-28]
- Mueller, S., Siegrist, M., Mannale, K., Messikommer, R.E. & Gangnat, I.D. (2018). Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohman Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. *Poultry Science* vol. 97 (9), ss. 3325-3336. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pey172>
- Murawska, D. & Bochno, R. (2007). Comparison of the slaughter quality of layer-type cockerels and broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*, vol. 44, ss 105-110. Tillgänglig:
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/44/1/44_1_105/_pdf [2019-05-23]
- Muth, P. C., Ghaziani, S., Klaiiber, I. & Zarate, A.V. (2016). Are carcass and meat quality of male dual-purpose chickens competitive compared to slow-growing broilers reared under a welfare-enhanced organic system? *Springer Science* vol. 8, ss. 57-68. DOI: 10.1007/s13165-016-0173-3
- Owen, J.J.T. (1965). Karyotype studies on *Gallus domesticus*. *Chromosoma*, vol. 16 (5), ss. 601–608. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00326975>
- Palm, M. (2019). Ny forskning räddar tuppsycklingar. *ATL*. 12 april
- Rosenbruch, M. (1997). The sensitivity of chicken embryos in incubated eggs. *ALTEX* vol.14, ss.111-113. Tillgänglig: <http://www.altex.ch/All-issues/Issue.50.html?iid=25&aid=4> [2019-05-23]
- Seleggt (2017). *Seleggt process- technologies*. Tillgänglig: <http://www.seleggt.com/seleggt-procedure-technologies/> [2019-05-23]
- Siekmann, L., Meier-Dinkel, L., Janisch, S., Altmann, B., Kaltwasser, C., Sürrie, C. & Krischek, C. (2018). Carcass Quality, Meat Quality and Sensory Properties of the Dual-Purpose Chicken Lohmann Dual. *Foods*, vol. 7 (10). DOI: <https://doi.org/10.3390/foods7100156>
- de Vries, M., van Middelaar, C.E. & de Boer, I.J.M. (2015). Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, vol. 178, ss. 279–288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.06.020>
- Webster, B., Hayes, W. & Pike, T.W. (2015). Avian Egg Odour Encodes Information on Embryo Sex, Fertility and Development. *PLoS ONE*, vol. 10 (1). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116345>

- Weissmann, A., Foerster, A., Gottschalk, J., Reitemeier, S., Krautwald-Junghanns, M.-E., Preisinger, R. & Einspanier, A. (2014). In ovo-gender identification in laying hen hybrids: Effects on hatching and production performance. *European Poultry Science*, vol. 78. DOI: 10.1399/eps.2014.25
- Yilmaz-Dikmen, B. & Dikmen, S. (2013). A morphometric method of sexing white layer eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science*, vol. 15 (3), ss. 203–210. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000300006>.