

복지 사육환경에서 산란계 및 육계의 사양지침 변화

이준엽 · 이용준 · 채병조 · 이정현 · 윤석민 · 이명호 · 오상집*

강원대학교 동물생명과학대학

Changes in the Feeding Regimen for Chicken Under Welfare-bestowed Environment

Lee, Jun-Yeop, Lee, Yong-Joon, Chae, Byung-Jo, Lee, Jeong-Heon,

Yoon, Seok-Min, Lee, Myoung-Ho and Ohh, Sang-Jip*

College of Animal Life Science, Kangwon National University

Summary

Poultry welfare has recently appeared as worldwide concern as well as Korea. The recent action plan for farm animal welfare introduced by the European Commission intends to expand the body of regulatory standards. In this context, many countries and/or organization are on the verge of establishing the most optimum poultry welfare standards. To establish the most optimum standards, comparative analysis of feeding regimen before and after welfare-bestowed environment need to be preceded. Most guidelines or standards for poultry welfare do not suggest the nutritional requirements and feeding system in detail, although it is detrimental especially for the farmer. This review intends to find scientific base to establish detailed welfare feeding guidelines. However, only limited research has been conducted in the view of actual poultry welfare. The results indicated the incidence of SDS, ascites, skeletal dysfunctions caused by fast growth rate in broiler, feather pecking and cannibalism in laying hen, and feed restriction in broiler breeder could be reduced by changing nutritional regimen and feeding strategies or both. The regimen and feeding strategies are certainly near to the direction that the poultry welfare ought to be in the right track.

In this article, feeding and drinking guidelines in many standards as well as welfare feeding experiments have been reviewed and compared in the view of chicken productivity, welfare physiology and poultry health.

(Key words : Poultry welfare, Laying hen, Broiler, Broiler breeder, Nutrition, Feeding system)

서 론

복지관심에서 현재는 경제동물들에 대한 복지까지 소비자들의 관심이 증가하고 있다.

최근들어 세계적으로 동물의 복지에 대한 관심이 증가하고 있으며, 애완동물에 대한

EU와 미국과 같은 선진국들은 이미 오래전 부터 경제동물들에 대한 축종별 복지사양에

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 이루어진 것임.

Corresponding author: Ohh, Sang-Jip, College of Animal Life Science, Kangwon National University 200-701, 1 Kangwondaehak-gil, Chunchon-si, Gangwondo, Korea.

Tel: +82-33-250-8631, E-mail: sjohh@kangwon.ac.kr

2010년 4월 15일 투고, 2010년 4월 30일 심사완료, 2010년 5월 07일 게재확정

대한 가이드라인을 제시하고 있을 뿐만 아니라, 점차적으로 공장형 축산업에서 복지형 축산업으로 정책을 전환시켜 가고 있다.

우리나라도 최근들어 동물복지에 대한 국민의 관심이 증가하고 있으나 축산농가의 경우 여전히 동물의 복지에 대하여 개념정립이 되어 있지 않을 뿐만 아니라 주된 관심의 대상이 아니다. 하지만 국가간에 축산물의 교역에서 복지에 의해 사육되었는지 중요한 판단의 기준이 되고 있는 만큼 국제적 복지양계의 가이드라인을 충족시키고 국내 축산농가의 실정에 적합한 복지시스템을 도출하기 위한 노력이 필요하다. 양계 사육시스템의 경우 환경이 전혀 다른 복지형 사육시스템으로 전환시 닭들에 대한 복지요구를 충족시킬 수 있으나 반면에 닭들의 생리학적 또는 영양학적 변화에 대한 충분한 연구 조사가 없다면 오히려 닭의 입장에서 반복지적 사육을 초래할 수 있다. 더군다나 외국의 경우 국가적 또는 생산자 단체에 의해 이미 10여년 전부터 복지형 양계 사양에 대하여 면밀한 연구를 진행해 오고 있다. 따라서 국제적으로 권고되고 있는 복지형 양계 사육의 표준안을 충족시키고 국내 생산자를 보호하기 위한 방법으로 먼저 국제적 연구결과들에 대한 면밀한 조사가 필요하다.

따라서, 경쟁력 있는 양계산업의 발전을 위해서는 동물의 복지를 기반으로 생산한 안전하고 품격있는 축산물을 공급할 필요가 있다. 이를 위해 국내기준에 적합한 복지형 양계 관련기술을 확립하고, 국내 생산기반을 조성하기 위하여 복지형 양계에 적합한 사료의 영양학적 특성을 규명하여 이에 맞는 사양체계를 확립하여야 한다.

현재, 각 나라에서 제시하고 있는 복지형 양계사육을 위한 권고안들은 사료 급이시설과 음수시설에 대한 구체적인 가이드라인들을 제시하고 있는 반면에 영양과 사양 분야는 원론적인 수준에서 제시하고 있으며 대부

분의 복지형 양계 권고안들은 이런 문제점들에 대해서 과학적인 연구를 통하여 해결하도록 제시하고 있다.

따라서 본 고에서는 복지형 양계에서 각국의 가이드라인에서 영양과 사양에 관련된 부분에 대한 동향을 살펴보고 나아가 최근의 복지형 양계를 위한 영양과 사양기술과 관련된 연구결과들을 조사하여 현재 국내 양계산업에 적용가능한 방법을 모색해 보고자한다.

복지형 양계를 위한 사료급여 지침 동향

각국의 복지형 양계를 위한 사료급여 지침 동향을 살펴보면 Table 1(산란계)과 Table 2(육계)와 같다. 사료급여는 무제한 급여를 권고하고 있으며 사료의 절식은 특별한 경우를 제외하고는 허용하고 있지 않다. 특히 산란계의 경우 국내 많은 농가에서 환우를 목적으로 사료를 절식 시키고 있으나 복지형 양계에서는 이를 허용하고 있지 않으며, UEP(2008)의 경우도 2006년부터 협회 농가들에 대해서 이를 전면 금지하고 있다. 육계는 대부분의 국가에서 도계 당일이나 도계전 12시간동안만 절식을 인정하고 있다. 또한 급여 사료에 대한 규제는 기본적으로 어떠한 사료 원료를 이용하여도 무방하지만 계란 및 난제품을 제외한(HFAC, 2008) 동물성 단백질의 사용을 금지하고 있다. 또한 어떠한 경우에도 수의사에 의한 치료목적은 제외하고는 항생제와 같은 인위적 성장촉진 물질을 급여는 엄격히 금지하고 있다. 복지형 양계를 위한 배합사료 생산은 GMP 기준을 준수하여야 한다는 대부분의 기준은 국내의 사료공장 대부분이 HACCP 인증을 받았기 때문에 쉽게 충족시킬 수 있을 것이다. 따라서 국내 사료공장에서 생산되는 배합사료의 사용은 큰 문제는 없을 것으로 판단된다.

또한 현재 사용되고 있는 급이기들은 복지

Table 1. Comparisons of feeding regimen in several laying hen welfare standards

Items	RSPCA(UK)	DEFRA(UK)	HFAC(USA)	AHA(USA)	UEP(프)
Feeding method	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hens must have access to nutritious food at all times 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hens must have access to nutritious food at all times 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hens must have access to nutritious food at all times 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hens must have access to nutritious food at all times 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hens must have access to nutritious food at all times ○ Only non-feed withdrawal molt methods will be permitted after 2006.
Feed ingredients	<ul style="list-style-type: none"> ○ No feedstuffs containing mammalian or aviary derived protein are permitted(except, dairy products) ○ Prohibition of the use of growth promoter (except of those given for therapeutic or prophylactic purposes) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prohibition of the use of growth promoter (Except, exception of those given for therapeutic or prophylactic purposes) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ No feedstuffs containing mammalian or aviary derived protein are permitted (exception of eggs and egg products) ○ Prohibition of the use of growth promoter (except of those given for therapeutic or prophylactic purposes) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prohibition of the use of growth promoter (Except, exception of those given for therapeutic or prophylactic purposes) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ should be able to consume enough calcium and phosphorus daily to support eggshell formation without loss of structural bone
Feeder type	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear or circular feeder 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear or circular feeder 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear or circular feeder 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear or circular feeder 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear or circular feeder
Feeder space	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear feeder: 10cm/hen ○ Circular feeder: 4cm/hen ○ Feeder track run parallel: min. 60cm apart 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear feeder: 10cm/hen ○ Circular feeder: 4cm/hen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear feeder(double side): 5cm/hen ○ Linear feeder(single side): 10cm/hen ○ Circular feeder: 3.8cm/hen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear feeder(double side): 2cm/hen ○ Linear feeder(single side): 5cm/hen ○ Circular feeder: 4cm/hen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear feeder(double side): 3.8cm/hen ○ Linear feeder(single side): 7.6cm/hen ○ Circular feeder: 3.8cm/hen
Feeder position	<ul style="list-style-type: none"> ○ No permission of the use of electric wire over feeders 	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 4m within the house to reach feeders. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 4m within the house to reach feeders. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 4.5m within the house to reach feeders. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 4.5m within the house to reach feeders.

Table 2. Comparisons of feeding regimen in several broiler welfare standards

Items	RSPCA(UK)	DEFRA(UK)	HFAC(USA)	NAWAC(NZ)
Feeding method	<ul style="list-style-type: none"> ○ Give a daily diet in adequate quantities and containing adequate nutrients (except no more than 12hr before slaughtering) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Give a daily diet in adequate quantities and containing adequate nutrients (except on the day of slaughter) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Give a daily diet in adequate quantities and containing adequate nutrients (except on the day of slaughter) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Give a daily diet in adequate quantities and containing adequate nutrients (except on the day of slaughter)
Feed ingredients	<ul style="list-style-type: none"> ○ No feedstuffs containing mammalian or aviary derived protein are permitted(except, dairy products) ○ Prohibition of the use of growth promoter 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prohibition of the use of feed additives (Except, exception of those given for therapeutic or prophylactic purposes) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ No feedstuffs containing mammalian or aviary derived protein are permitted (exception of eggs and egg products) ○ Prohibition of the use of growth promoter (Except, exception of those given for therapeutic or prophylactic purposes) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ The size of feed particle must be appropriate for the size of bird
Feeder type	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pan feeder ○ Track feeder will be prohibited from 2010 			
Feeder space	<ul style="list-style-type: none"> ○ Feed trough space(single side) :25mm/bird ○ Circular pan feeder : min. 330 mm I.D./65birds 			
Feeder position	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 4m within the house to reach feeders. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 4m within the house to reach feeders. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 4m within the house to reach feeders. 	

형 산란계 또는 육계에서도 사용될 수 있으나 이들의 설치규격은 Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같이 국가별로 다소 상이하다. 하지만 이들 국가들마다 기본 원칙은 산란계 또는 육계가 사료를 섭취하는데 있어서 경쟁 없이 자유롭게 섭취할 수 있어야 한다는 것이며, 또한 산란계와 육계가 사료섭취를 위해서 이동거리가 멀어서는 안된다는 것이다. 다시 말하면, 닭들이 원하는 시기에 자유롭게 충분히 먹을 수 있어야 하는 것이 복지형 양계에서 가장 중요한 점이다.

RSPCA (2008)는 다른 규제안과 달리 산란계 성장단계별 모래공급에 대해서도 급여지침을 제시하고 있다 (Table 3). 이러한 불용성 모래의 공급은 산란계의 장내 소화작용을 돕기 위하여 중요하며, 가능하면 3주령부터 산란 종료시까지 적정크기의 모래를 급여하도록 권고하고 있다.

복지형 양계를 위한 음수급여 지침 동향

Table 4와 Table 5는 복지형 양계 사양을 위한 음수에 대한 국가별 규정들이다. 대부분의 규정들이 음수급여기에 대한 자세한 규정을 제외하고는 원본적인 수준에서 제시하고 있다. 음수급여기는 주로 종형, 니플형 그리고 컵형을 사용할 수 있으며, 육계가 음수 섭취시 경쟁하지 않도록 충분한 수량의 급이

기를 설치하여야 한다는 것이다. 일반적으로 육계와 산란계의 경우 종형급수기는 100수당 1개씩, 젓꼭지형 급수기는 10수당 1개씩을 최소한 설치할 것을 권장하고 있으며, UEP (2008)는 선형 trough 급수기를 사용할때 수당 3.8 cm를 확보하도록 권고하고 있다. AHA (미국)의 경우 음수급여기 신규 설치시에는 종형급수기 및 개방형 trough 급이기는 허용하지 않으며 젓꼭지형 급이기만을 사용하도록 규제하고 있다. 사료급여기와 마찬가지로 복지형 양계를 위한 음수급여기는 산란계의 경우 체중에 따라 높이가 조절 가능하여야 하며 (HFAC, 2008) 주 급이기에 계량기를 설치하여 사육기간동안 음수량을 조사하여 계군의 건강상태를 파악할 수 있어야한다. 또한 육계는 4m 이상을 산란계에서는 4.5m~7.9m 이상을 이동하지 않고 섭취할 수 있도록 하고 있다. 계사내 또는 외부에 음수 저장탱크를 설치하여 단수와 같은 위급상황시에 최소 24시간동안 계군에 음수를 공급할 수 있도록 해야 한다. 이러한 기준들은 국내 사육농가들이 복지형 양계사육환경으로 전환시 충분히 허용할 수 있는 수준일 것으로 판단된다. 단지 음수급여기의 갯수에 대한 기준은 현재 국내 사육농가들이 집약사육 환경에서는 지켜지기 어려운 수준이나 복지형 양계에서 권고하는 정도까지 사육밀도가 낮아진다면 이 기준도 충분히 만족시킬 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3. Guideline for insoluble grit in laying hen welfare standards

Age of bird	Size of grit	Quantity of grit
Chicks (3wk~6wk)	0.2mm	1g per bird given once a week with food
Pullets (6wk~11wk)	3.24~4.75mm	2g per bird given once a week with food
Pullets (11wk~point of lay)	4.75~6.35mm	4~5g per bird given once a week with food or in a separate feeder
Laying hen (throughout lay)	6.35~8.0mm	28g per bird given once a week with food or in a separate feeder

(RSPCA, 2008)

Table 4. Comparisons of drinking water specification in several laying hen welfare standards

Items	RSPCA(UK)	DEFRA(UK)	HFAC(USA)	AHA(USA)	UEP(USA)
Water	<ul style="list-style-type: none"> ○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water ○ Bell 1/100 chicks ○ Nipple 1/10 chicks ○ Cup 1/10 chicks 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water ○ Cup 1/10 chicks ○ Nipple 1/10 chicks 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water ○ Bell 1/100 chicks ○ Nipple 1/12 chicks 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water ○ Bell 1/100 chicks ○ Trough: 1 in linear space/hen ○ Nipple 1/10 chicks ○ No bell drinker and open water trough system where a drinker is being newly installed 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water (Cage) <ul style="list-style-type: none"> ○ 0-6wks : linear trough 1.5 cm/bird ○ cun or nipple : 1/20 birds ○ 6-18wks: linear trough : 2 cm/bird ○ cun or nipple : 1/15 birds ○ older than 18wks: linear trough : 2.5 cm ○ cun or nipple : 1/12 birds (Cage-free) <ul style="list-style-type: none"> ○ bell : 1/100 birds ○ nipple : 1/10 birds ○ linear trough: 3.8 cm/bird
Drinker type	<ul style="list-style-type: none"> ○ Linear: 2.5 cm/bird ○ Circular: 1 cm/bird ○ In pen containing less than 20 hens : 2 or more drinkers ○ Header tank must be covered at all times ○ Must be at optimum height for the size and age of the birds 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Continuous drinker : 2.5 cm/bird ○ Circular drinker : 1 cm/bird 	<ul style="list-style-type: none"> ○ In pen containing less than 20 hens : 2 or more drinkers ○ Must be at optimum height for the size and age of the birds 	<ul style="list-style-type: none"> ○ In pen containing less than 20 hens : 2 or more drinkers ○ To travel not more than 4.5 m within the house to reach drinkers. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ To travel not more than 7.9 m within the house to reach drinkers.
Drinker space	<ul style="list-style-type: none"> ○ Regular inspection, at least annually ○ Coliform : <100cfu/ml ○ Total viable counts: <1000cfu/ml 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Regular inspection 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Regular inspection 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Regular inspection 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Regular inspection
Water management					

Table 5. Comparisons of drinking water specification in several broiler welfare standards

Items	RSPCA(UK)	DEFRA(UK)	HFAC(USA)
Water	○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water	○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water	○ Access to an adequate supply of clean and fresh drinking water
Drinker type	○ Bell 1/100 chicks ○ Nipple 1/10 chicks ○ Cup 1/28 chicks		○ Bell 1/100 chicks ○ Nipple 1/10 chicks ○ Cup 1/28 chicks
Drinker space	○ To travel not more than 4m within the house to reach drinkers. ○ Install watering devices	○ To travel not more than 4m within the house to reach drinkers. ○ Install watering devices	○ To travel not more than 4m within the house to reach drinkers. ○ Install watering devices
Water management	○ Supply of fresh water for a period of at least 24hrs during a shut off of the main water supply	○ Supply of fresh water for a period of at least 24hrs during a shut off of the main water supply	○ Supply of fresh water for a period of at least 24hrs during a shut off of the main water supply

복지형 양계를 위한 영양과 사양 연구동향

1. 복지형 육계를 위한 영양과 사양 연구 동향

현대 육계사육에서 가장 중요한 것은 경제적 성장능력(출하체중)을 최대화 하는 것이다. 즉 목표체중에 도달하는 일령을 얼마나 단축시키는가에 따라 생산자의 수익이 결정된다. 따라서 이러한 육계생산을 위해서 영양소 요구량 뿐만 아니라 사양방법도 경제성을 최대한 높이기 위한 방향으로 연구되어 왔다. 현재 국내 육계의 사육기간은 시장출하일령이 평균 30일 정도로 점점 줄어들고 있다. 이러한 사육기간의 감소는 육용종계의 개량이 가장 큰 원인이며 더불어, 영양소 이용성을 극대화 하기위한 사료 가공방법의 개발 그리고 사양기술 등의 발전에 따른 것이다. 하지만 이러한 육계의 빠른 성장속도는 급사증후군 (sudden death syndrom), 골격장애에 의한 절름발이, 그리고 폐사율 증가와 같은 부작용을 가져온다(Buyse et al., 1998; Garner et al., 2002; Acar et al., 1995; Mench, 2002; Tolkamp et al., 2005). 이러한 문제들에

도 불구하고 경제성 측면에서 빠른성장으로 인한 수익율이 폐사율로 인한 경제적 손실을 충분히 상쇄할 수 있기 때문에 여전히 육계 산업에서는 빠른 성장능력을 가진 품종을 선호하고 있다. 하지만 이것은 육계의 복지측면에서 매우 우려할 만한 문제이다. 따라서 최근에 복지형 육계사양을 위해 육계 사육기간을 늘리고 성장속도를 낮추기 위한 대체 사양방법들이 연구되고 있다.

이런 방법들은 크게 양적 제한 사양 (quantitatively restriction)과 질적 제한사양 (qualitatively restriction)으로 나눌 수 있다. 양적 제한사양은 말 그대로 무제한 급여가 아니라 단기간에 심하게 또는 장기간에 약하게 인위적으로 급여사료의 양을 감소시키는 것이다. 또는 육계의 체중에 따라 하루 급여횟수를 조절하는 방법이다. 이 방법을 육계 성장초기에 조기제한사양을 실시하여 성장후기에 보상성장을 유도함으로써 폐사율의 감소, 사료효율의 증가 및 육질 개선의 효과를 가져올 수 있다는 장점이 있다(Plavnik and Hurwitz, 1991; Fontana et al., 1992). Table 6은 양적 제한사양이 육계의 성장능력과 골격장애에 미치는 연구결과이다. Su et al.(1999)는 제한급여 시작일령과 제한급여 수준 그리

Table 6. Effect of quantitative feed restriction on the growth performance and skeletal disorder in broiler

Genotype	Restriction	Growth performance	Welfare indicator	References
Commercial	Feed restriction vs <i>Ad libitum</i>	Body weight and feed/gain : decreased in feed restriction	Decreased in feed restriction	Su et al. (1999)
	Meal feeding vs <i>Ad libitum</i>	Body weight and feed/gain : decreased in meal feeding	Decreased in meal feeding	
Commercial	Feed restriction vs <i>Ad libitum</i>	Feed intake : decreased in feed restriction Feed/gain : no difference	Mortality : increased in feed restriction	McGovern et al.(1999)

고 제한급여 기간을 달리하여 조사한 결과 42일 종료시 체중은 무제한 급여에 비해 낮았으나 골격장애 발생은 유의적으로 감소하였음을 보고하였다. 또한 McGovern et al. (1999)은 7일령에서 16일령까지 제한급여한 결과 42일령 종료체중이 무제한 급여에 비해 유의적으로 낮았으나 사료효율에는 차이가 없었음을 보고하였다. 이러한 결과는 양적 제한사양의 경우 시작일령, 제한급여의 수준, 그리고 제한급여기간에 따라 성장후반기에 목표체중에 도달하는 것이 다를 수 있음을 나타내고 있다. 더불어 Su et al. (1999)는 간헐적 급여방법 (meal feeding)도 함께 연구한 결과 증체량과 사료효율은 무제한 급여시와 비교하여 유의적으로 감소하였다고 보고함으로써 육계의 제한사양 방법으로서 급여량을 감소시키는 것보다 급여횟수를 이용한 제한사양 방법이 더 효율적인 방법임을 제시하였다. 또한 간헐적 급여방법과 사료의 제한급여 방법은 골격장애 발생 빈도를 낮추고 폐사율을 낮추는 것으로 확인되었다. 이 방법들은 성장초기에 체중을 감소시켜 골격장애에 의한 보행능력을 개선시킨다는 점에서 육계의 복지에 유용한 방법일 수 있으나 반대로 제한급여로 인하여 육계가 여전히 배고픔을 느낄 수 있다는 측면에서 복지형 육계의 사양방법으로 적절인지에 대한 논란은 있다.

육계의 초기성장을 제한하는 또 다른 방법은 질적 제한사양으로서 영양소의 밀도를 감

소시키는 방법이다. 일반적으로 육계에 대해 사료를 무제한 급여하면 에너지 섭취량이 자신의 유지요구수준에 비해 2배이상 증가한다 (Boekholt et al., 1994). 이러한 에너지 과다섭취는 체지방의 축적을 가져와 도축후 계육의 품질을 저하시키는 원인이 된다(McGovern et al., 1999). Fanatico et al. (2008)은 저속성장을 위해 개량된 육계와 현재 사용중인 고속성장 육계에 대하여 관행사료와 에너지와 단백질 을 성장단계별로 각각 6~7%, 9~11% 감소시켜 저속성장 육계는 84일 그리고 고속성장 육계는 56일간 급여한 결과 저속성장 육계에서는 영양소 감소가 육성성적에 아무런 영향이 없었던 반면, 고속성장 육계에서는 저영양소 급여구에서 사료섭취량과 사료요구율이 유의적으로 감소하였음을 보고하였다. 또한 육계 품종간에서도 저속성장 육계의 사료섭취량과 사료요구율이 고속품종에 비하여 높았던 반면에 폐사율은 유의적으로 낮았음을 보고하였다 (Table 7). 하지만 Nielsen et al. (2003)은 에너지 함량을 낮추고 단백질 함량을 높인 사료를 관행품종과 저속성장 개량 품종에 급여한 결과 관행육계의 종료체중은 감소하였던 반면 저속성장 육계의 체중은 유의적으로 증가하였음을 보고하였다 (Table 8). 따라서 현행 육계 품종에 대해서 장기간 저영양소 사료의 급여는 사료요구율의 증가와 체중감소로 경제성 측면에서 불리하지만, 저속성장 품종에 대해서 적절한 영양소 밀도의

Table 7. Effect of genotype and nutrient density on the growth performances and mortality in broiler

Genotype	Nutrient density	Weight gain(g)	Feed intake(g)	Feed/Gain(g/g)	Mortality(%)
Slow-growing (84d)	Low	2,593 ^a	7,997 ^a	2.96 ^a	1 ^b
	Standard	2,888 ^b	7,959 ^a	2.76 ^a	3 ^b
Fast-growing (56d)	Low	2,888 ^b	6,404 ^b	2.22 ^b	9 ^a
	Standard	2,808 ^b	5,546 ^c	1.97 ^c	19 ^a

(Fanatico et al., 2008)

Table 8. Effect of raising system and nutrient density on the growth performances in broiler

Genotype	Nutrients	Rasing system	Growth performances	References
Commercial	ME 4% low	Cage vs Free range	Body weight : no difference Feed intake and feed/gain : increased in low ME diet	Nielsen et al. (2003)
Slow-growing	ME 4% low		Body weight and Feed intake : increased in low ME diet	
Slow-growing	Normal energy	Cage vs Free range	Body weight and Feed efficiency : increased in free range system	Wang et al. (2009)

감소는 아무런 영향이 없거나 오히려 체중의 증가를 가져온다. 또한 복지형 사육형태를 달리하여 사육되는 저속 개량품종에 대하여 표준 에너지사료를 급여한 결과 방사형태가 케이지 사육보다 사료효율의 개선을 가져왔음을 보고함으로써 복지형 사육환경에서도 품종간에 성장능력에서 차이가 있음을 확인하였다 (Wang et al., 2009).

사료형태(가루와 펠렛 또는 크럼블)도 육계의 성장능력과 복지행동에 영향할 수 있다. Brickett et al. (2007)은 영양소 밀도와 사료형태를 달리하여 육계에 급여한 후 복지행동의 변화를 관찰한 결과 보행능력에서 에너지 밀도에 의한 차이는 없었던 반면, 펠렛사료를 섭취한 육계의 보행능력이 가루사료를 섭취한 육계에 비해 크게 떨어진다고 보고하였다 (Table 9). Urdaneta-Rincon and Leeson (2002)은 육계 성장단계별로 사료의 형태를 달리하여 급여한 결과 크럼블-펠렛-펠렛사료를 급여가 가루-펠렛-가루 또는 가루-

가루-펠렛사료 급여시보다 체중과 사료섭취량의 증가뿐만 아니라 폐사율의 증가도 유의적으로 높았음을 보고하였다. 따라서, 육계사료의 대부분이 크럼블과 펠렛으로 생산되고 있는 국내 현실에 비추어 볼때 복지형 육계 사양을 위해서 크럼블이나 펠렛과 같은 가공사료보다는 가루사료의 급여가 육계의 복지행동에 유리할 것으로 판단된다 (Table 10).

2. 복지형 산란계를 위한 영양과 사양 연구동향

복지형 산란계 사육을 위한 영양소 요구량에 대한 연구는 전무하다. 각국의 복지형 산란계 사육 권고안을 살펴보면 급여사료에 대하여 원론적인 내용만을 포함하고 있다. 하지만 복지형 사양시스템과 관행적 사양시스템의 가장 큰 차이가 케이지의 형태로서 복지형 케이지에서는 산란계들이 충분히 움직일 수 있고 생리적 본능에 따라 행동할 수

Table 9. Effect of nutrient density and feed form on the mortality and welfare-related behavior in broiler

Treatments		Mortality cause		Walking ability*
		SDS	Skeletal disorder	
Nutrient density	Low	1.03	0.08	0.42
	Medium	1.03	0.07	0.41
	High	0.98	0.22	0.49
Feed form	Mash	0.95	0.10	0.29 ^b
	Pellet	1.07	0.15	0.62 ^a

* Walking ability was expressed as gait score that consists of a 6 points scale from 0(fluid locomotion) to 5(unable to walk)

(Brickett et al., 2007)

Table 10. Effect of quantitative and qualitative feed restriction on the growth performances and mortality in broiler

Feed restriction		Weight gain(g)	Feed intake(g)	Feed/Gain(g/g)	Mortality(%)
Quantitatively	<i>Ad libitum</i>	2,359 ^a	4,155 ^a	1.68	5.6 ^a
	5% restriction	2,15 ^{ab}	3,915 ^{ab}	1.76	4.5 ^{ab}
	10% restriction	2,057 ^{bc}	3,711 ^{bc}	1.75	3.2 ^{ab}
	15% restriction	1,956 ^c	3,513 ^c	1.78	1.1 ^b
Qualitatively	C-P-P	2,658 ^a	4,452 ^a	1.82	13.9 ^a
	M-P-M	2,414 ^b	4,122 ^b	1.76	5.9 ^b
	M-M-P	2,413 ^b	4,151 ^b	1.79	7.6 ^{ab}

C : crumble; P : pellet; M : mash

(Urdaneta-Rincon and Leeson, 2002)

있는 조건을 가지고 있는 반면에 관행적 케이지에서는 제한된 사육공간으로 인해 산란계의 움직임이 둔화된다. 따라서 이러한 관행적 케이지에서 사육되는 산란계의 에너지는 대부분 기초 대사에너지와 산란에너지로 사용될 뿐이다. 하지만 복지형 케이지에서는 기초 대사에너지와 산란에너지 외에 운동량 증가에 따른 유지에너지도 증가하기 때문에 사료내 에너지 함량은 사료 섭취량 또는 산란능력에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 하지만 에너지 수준에 따른 복지형 산란계의 산란능력에 대한 연구는 전무한 편으로 최근에 와서야 복지형 양계시스템을 가장 적극적으로 도입하고 있는 유럽에서 연구되고 있다

(Valkonen et al., 2008).

또한 한정된 사육공간을 가진 케이지 사육 시스템에서 문제가 되었던 깃털조기 또는 카니발리즘은 사육밀도, 영양소 불균형, 광물질의 부족 등에 기인하는 것으로 오래전부터 알려져 왔다. 하지만 이러한 산란계의 행동은 복지형 사육체계에서도 큰 문제가 되고 있으며 현재 복지형 산란계에 대한 많은 연구들이 이러한 반복지 행동의 감소에 집중되고 있다. 특히 에너지 수준에 따른 사료 섭취량의 변화와 이에따른 섭취시간이 깃털조기 또는 카니발리즘과 같은 반복지행동과 밀접한 관련이 있음이 최근 연구들을 통해서 밝혀졌다(Ambrosen and Petersen, 1997; Lee

et al., 2001; Valkonen et al., 2008). 특히 사료의 형태 또는 섬유질 사료의 급여에 따라 산란계의 반복지 행동을 감소시킬 수도 있다.

케이지사육에서 처럼 개방형 사육시스템과 같은 복지형 산란계 사양에서도 깃털쪼기(feather pecking)나 카니발리즘(cannibalism)과 같은 문제점이 발생한다. 이러한 반복지 행동은 에너지 함량 또는 단백질내 아미노산 균형과 같은 사료내 영양소 수준에 의해 많은 영향을 받는다(Ambrosen and Petersen, 1997).

사료내 에너지 함량이 높을수록 에너지 섭취량이 증가함에 따라 폐사율의 증가와 깃털상태의 유의적인 악화로 이어진다. 저에너지 사료(11.05MJ ME/kg)를 급여한 산란계의 깃털상태가 표준사료(11.55MJ ME/kg)를 급여한 닭보다 유의적으로 개선되었다(Lee et al., 2001). 반면에, 농가의 생산성과 직결되는 산란율, 사료섭취량 그리고 사료요구율은 저에너지 사료에 의해 영향을 받지 않는 것으로 보인다. Valkonen et al. (2008)은 일반적인 관행케이지와 복지형 케이지(furnished cage)에서 산란계 성장단계별로 에너지 수준을 저에너지(2,342에서 2,414kcal ME/kg)과 고에너지(2,581에서 2,629kcal ME/kg)로 나누어 급여한 결과, 난중에서는 차이가 없었던 반면, 사료섭취량과 사료요구율이 저에너지 사료급여구에서 유의적으로 높은 결과와 더불어 산란율의 감소를 나타내었다(Table 11). 하지만

전체 실험기간을 통하여 총 에너지 섭취량은 급여사료의 영양소 수준에 따라 차이가 없었다. 이것은 Savory(1980)이 메추리를 이용하여 에너지 수준을 달리한 연구에서 보고한 결과와 동일하였다. 사료섭취량에는 저에너지 급여구가 고에너지 급여구에 비해 약 27% 정도 감소하였으나 에너지 섭취량에는 차이가 없었다. 이러한 연구결과는 급여사료의 에너지를 감소할 경우 전체 사료섭취량이 늘어나 산란율과 에너지 섭취량에는 차이가 없는 반면에 사료섭취량의 증가로 인해 사료요구율이 증가한다.

이러한 저에너지 사료는 산란계의 깃털상태 개선과 카니발리즘 감소를 가져온다. 이것은 에너지 수준이 낮은 사료를 급여함으로써 산란계는 사료 섭취시간을 증가시키고 사료 섭취량의 부피와 양이 함께 증가한다(Vilarino et al., 1996). 따라서 이것은 깃털상태를 개선시키고(Van der Lee, 2001), 결과적으로 깃털쪼기의 감소를 가져온다. 뿐만 아니라 Balnave and Robinson(2000)은 에너지 수준을 2920 kcal ME/kg에서 2535kcal ME/kg으로 감소시켜 급여하였을때 사료섭취량은 약 36% 정도 증가되었으며 폐사율은 1.1%로 감소되었음을 보고하였다.

사료내 조사료를 첨가함으로써 사료의 부피를 증가시켜 영양소 밀도를 감소시키는 방법도 있다. Steinfeldt et al.(2007)은 펠릿사료를 대조구로 하여 대조구에 옥수수 사일리지, 보리-콩 사일리지, 그리고 당근을 각각

Table 11. Effect of dietary energy content on the performance of laying hen in furnished cages

Cage	Energy density	Laying production(%)	Feed intake (g)	Feed/Egg (g/g)	Egg weight (g)
Conventional	Low	91.8 ^b	131.3 ^a	2.19 ^a	65.4
	High	93.7 ^a	121.6 ^b	1.99 ^b	65.3
Furnished	Low	91.9 ^b	132.2 ^a	2.19 ^a	65.8
	High	92.1 ^a	120.8 ^b	2.00 ^b	65.7

(Valkonen et al., 2008)

첨가한 처리구를 급여한 결과 대조구의 폐사율이 15.3%로 조사료를 첨가한 처리구들(1.5, 2.5, 0.5%)에 비하여 가장 높았을 뿐만 아니라 깃털쫓기 행동이 조사료첨가에 의해 유의적으로 감소하였고 깃털상태 또한 개선되었음을 보고하였다. 이러한 산란계에서 복지관련 행동의 개선은 사료섭취 시간의 개선 때문인 것으로 판단된다 (Van Krimpen et al., 2005).

산란계사료에 섬유소 함량의 증가는 장의 구조와 기능을 정상적으로 유지하는데 도움이 될 뿐만 아니라 카니발리즘과 깃털쫓기의 행동을 줄이는데도 매우 유용한 것으로 평가되고 있다 (Aermi et al., 2000; El Lethey et al., 2000; Hartini et al., 2002). 높은 함량의 NSP(non-starch polysaccharide) 사료를 섭취한 산란계의 사료섭취 시간이 일반사료를 섭취한 산란계에 비해 유의적으로 길다. 따라서 깃털쫓기의 행동과 같은 반복지 행위시간이 감소하는 것으로 알려져있다. Van Krimpen et al.(2008)은 ISA brown 산란계에 대하여 에너지 밀도(2,825 vs 2,540 kcal/kg)와 NSP 함량(133 vs 195g/kg) 그리고 NSP의 입자도를 고운 입자도와 거친 입자도로 조절하여 18주령부터 급여하여 40주령까지 실험을 실시한 결과 사료섭취속도(g/min)가 NSP 첨가로 약 20% 감소하였음을 확인하였을 뿐, 깃털쫓기와 같은 행동에는 아무런 영향이 없었

다고 보고하였다. 하지만 카니발리즘으로 인한 산란계의 슈아내는 비율은 NSP 첨가와 상관없이 사료내 에너지 수준의 감소에 의해 유의적으로 줄어들었음을 확인하였다(Table 12). Van Krimpen et al.(2009)은 에너지 수준과 NSP 함량을 달리하여 1일령 병아리부터 급여하여 실험한 결과 불용성 NSP 고함량 사료를 급여한 산란계에서 깃털쫓기와 같은 행동이 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 따라서 두 연구결과로 부터 산란계의 깃털쫓기와 같은 행동은 병아리때부터 나타나는 행동으로 보이며 육성기가 아닌 산란기에 NSP의 급여는 깃털쫓기에 행동에 영향하지 않을 수 있다. 이러한 결과는 병아리 시기에 거친 입자의 NSP 함유 사료를 급여함으로써 모이주머니(crop)의 무게를 감소시키고 모래주머니(gizzard)의 무게를 증가시킴으로서 장기능의 개선에 영향을 하는 것으로 보인다 (Hetland et al., 2005). 다시 말하면, 병아리시기에 거친 입자의 NSP 섭취로 모래주머니(gizzard)의 용적이 커지고 이로 인해 포만감을 느낄 수 있는 사료의 섭취량(저에너지)이 증가함으로써 전체 산란계의 행동시간중 사료섭취에 할애되는 시간이 증가하게 된다. 따라서 사료섭취 시간의 증가는 깃털쫓기와 같은 행동의 감소로 이어지는 것이다.

산란계 복지행동의 차이는 급여사료의 형태에 따라서도 달라지게 된다. Table 13은 사

Table 12. Effect of energy density, NSP concentrations, and particle size of NSP on the behavior of laying hens

Energy density	NSP		Eating time (%) [*]	Culling rate (%) [*]	Feeding-related behavior (%)
	Concentration	Particle size			
Normal	Control		15.1	44.1	49.9
	High	Fine	18.4	23.8	50.2
	High	Coarse	19.3	39.3	58.9
10% low	Control		18.6	13.1	59.3
	High	Fine	19.7	33.3	54.1
	High	Coarse	21.9	23.8	58.5

* Data indicates significantly differ with either energy or NSP factor

(van Krimpen et al., 2008)

Table 13. Effect of feed form on the growth performances and behavior in laying hen

Strain	Age	Feed form	Growth performances and welfare behavior	References
ISA Brown	6~21wk 21~23wk	mash vs pellet	Body weight : no difference Mash : feeding time 142% increase Pellet : drinking time 58% increase feather pecking 133% increase Mash : feeding time 260% increase	Savory and Hetherington (1997)
Lohmann selected leghorn Leghorn×Rhode Island Red	20~80wk	mash vs crumble	Feed intake : no difference Crumble : energy intake/egg : 5.7% increase yolk color : 10% increase	Wahlström et al. (1999)
Lohmann selected leghorn Leghorn×Rhode Island Red	17~18wk	mash vs crumble	Feather pecking : no difference in feed form and strains Plumage condition : no difference in feed form and strains	Wahlström et al. (2001)
Lohmann selected leghorn	19~30wk	mash vs pellet (straw addition)	Pellet : feather pecking : 570% increase Straw supplemented pellet : no difference in feather pecking	El Lethey et al. (2000)
Lohmann selected leghorn	19~25wk	mash vs pellet (w/, w/o straw supplementation)	Mash : feeding time 77% increase Pellet : no difference in feeding-related behavior	Aerni et al.(2000)
Brown leghorn hybrid Rhode Island Red×Light Sussex	0~12wk	mash vs pellet	Pellet : body weight increased feeding-time decreased	Savory (1974)
ISA Brown	18~40wk	mash (particle size)	Coarse : feeding time increase but no difference in feather pecking and body weight	van Krimpen (2008)

료형태가 산란계의 산란능력과 복지행동에 미치는 영향에 관한 연구결과들이다. 크럼블 또는 펠렛과 같은 물리적 성형사료는 가루사료에 비해 사료의 섭취시간이 비교적 짧기 때문에 깃털쪼기(feather pecking)의 빈도가 증가하는 것으로 알려져 있다(Savory, 1974; El Lethey et al., 2000). 이것은 펠렛과 같은 성형사료는 가루사료에 비해 영양소 밀도가 높아 비교적 짧은 시간에 체내 영양소 요구량을 충족시킬 수 있기 때문이다. 따라서 개방형 케이지 사육과 같은 조건하에서 사료의 형태, 영양소 밀도의 차이, 또는 사료성분의

변화가 깃털쪼기와 같은 반복지 행동에 미치는 영향에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. Savory and Hetherington(1997)와 El Lethey et al.(2000)는 펠렛사료 급여가 가루사료 급여보다 깃털쪼기 행동이 각각 1.5배와 5배이상 증가하였다고 보고하였으며, 이들의 연구에서 펠렛사료 급여에 따른 사료섭취시간은 감소하였다고 하였다. 반면에, El Lethey et al. (2000)는 밀질을 첨가한 펠렛사료 급여에 의한 깃털쪼기는 가루사료 급여할때와 차이가 없었음을 보고하여 펠렛사료의 원료성분이 산란계의 복지행동에 영향하는 것으로 판단

된다. 펠릿사료에 의한 사료섭취시간의 감소는 이미 오래전에 보고된 바 있다(Savory, 1974). Wahlström et al.(1999)은 복지형 케이지(aviary system)에서 사육되는 산란계에 대하여 가공형태를 달리한 사료를 비교한 연구에서 가루 사료 급여 산란계에서 크럼블 사료에 급여 산란계보다 난상이 아닌 다른 장소에 산란하는 비율, 사료요구율, 에너지 섭취량이 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 하지만 깃털쫄기 행동과 계군의 건강에는 가루사료와 크럼블사료간에 커다란 차이가 없는 것으로 나타났다(Wahlström et al., 2001). van Krimpen(2008)은 가루사료의 입자도를 거친 것과 고운 것으로 나누어 급여한 결과 사료 섭취시간은 거친가루 사료급여시 증가하였으나 깃털쫄기의 행동에는 변화가 없었던 것으로 보고하였다. 이들의 연구결과를 요약하여 보면 펠릿이나 크럼블보다는 가루 형태를 급여하고 가루사료의 경우 입자도를 감소시키는 것이 산란계의 사료섭취와 관련된 행동에 많은 시간을 보냄으로서 깃털쫄기와 같은 행동을 감소시키는데 유리할 것으로 판단된다.

3. 복지형 육용종계를 위한 영양과 사양 연구동향

현대 육계사양에서는 농가의 경제적 수익성을 극대화 하기 위하여 더 빠르게 성장하고 더 좋은 사료효율을 갖는 품종을 원하고 있다. 따라서 육용종계도 이러한 요구에 적합한 품종을 생산하기 위하여 육종되고 있다(De Jong et al., 2002). 이런 육용종계에 대하여 무제한 급여를 통한 사양방법은 제한 급여에 비하여 체중이 두 배이상 증가함으로써 조기 체중 과다에 의한 골격 및 심혈관계 질환에 의한 폐사율 증가, 과배란 증가, 그리고 번식력 감소 등의 부작용을 가져온다(Hocking, 1993; Renema et al., 1999; De Jong et al.,

2002). 따라서 육용종계 산업에서는 제한사양을 통하여 이러한 부작용을 최소화하고 적정 체중을 유지함으로써 종계의 건강유지와 번식능력의 효율성 증대를 통한 생산성을 유지하고 경제성을 최대화 할 수 있는 방향으로 사육하고 있다.

현대 종계장에서는 성장기동안에는 무제한 급여의 25~33%까지 제한 급여를 실시하고 산란기동안에는 약 50~90%까지 제한 급여를 실시하고 있다(Savory et al., 1996; De Jong et al., 2002). 이런 제한 사양은 경제적으로 매우 유용함에도 불구하고 인위적으로 섭취량을 조절함으로써 종계가 배고픔을 느끼고 이로 인하여 생리적, 영양학적 스트레스를 받는다는 점에서 대표적인 반복지적 사양형태이며, 제한 사양중인 종계들에서 욕구불만, 지루함 그리고 배고픔 같은 복지 행동학적 지표들이 증가하게 된다(De Jong and Guémené, 2009).

또한, 현재 육용종계용 사료는 육계에서와 마찬가지로 펠릿형태로 급여되고 있는데, 가루사료에 비해 영양소 밀도가 높아 무제한 급여할 경우 체중이 과도하게 증가하는 단점이 있다. 따라서 자동 급이기를 통하여 펠릿 형태로 바닥에 흩뿌려줌으로서 종계들간의 섭식경쟁을 피하고 계군체중의 균일도를 개선시킬 수 있도록 하고있다. 하지만 펠릿사료를 가루사료로 대체하기 위해서는 종계들의 선택섭취를 방지하기 위해 가능한한 입자도를 감소시켜야 하지만 분진의 과도한 발생으로 인한 농장환경의 악화를 초래할 수 있기 때문에 현재 육용종계 사양에 적용하기에는 많은 문제점을 가지고 있다(Hocking et al., 2004). 따라서 현재 사용되고 있는 자동 급이기를 이용한 급여방법에 적용할 수 있으면서 무제한 급여 또는 제한급여를 할지라도 배고픔과 같은 종계의 복지를 충족시킬 수 있는 방법을 찾을 필요성이 있다.

최근들어 종계의 적정 체중을 유지하면서

반복지적 제한사양을 대체할 수 있는 실질적으로 종계사육에 적용가능한 사양방법들에 대한 연구가 진행되고 있다. 가장 많이 연구되고 있는 방법이 배합비 조절을 통하여 에너지 또는 단백질 수준을 낮추거나 (Table 14) 또는 섬유소 원료를 첨가하여 에너지 밀도를 낮춘 사료 (Table 15)를 급여하는 질적 제한급여 (qualitative restriction) 방법이다 (Savory et al., 1993; Savory and Lariviere, 1999). 이 방법은 종계로 하여금 사료 섭취시간을 증가

시켜 섭취욕구에 대한 불만을 감소시킬 뿐만 아니라 섬유질 사료가 장내 소화기관에 채워짐으로 인해 포만감을 촉진시키고 배고픔을 감소시킬 수 있다 (Whittaker et al., 1999). 또는 calcium propionate와 같은 식용억제제를 첨가하는 방법을 이용할 수도 있다 (Sandilands et al., 2005; Tolkamp et al., 2005).

De Jong et al. (2005)은 육용종계 육성기와 산란기동안 저에너지 사료를 급여한 결과 육성기 초기에 사료 섭취시간이 증가하고 고정

Table 14. Effect of feed restriction and low-density diet on the growth performances in broiler breeders

Genotype	Age	Energy	Crude protein	Growth performance	Feeding	References
Commercial	21~84d	11% ▽		Final BW: 3.6kg Feed intake: 1.4kg Final BW: 1.4kg Feed intake: 0.48kg	<i>Ad libitum</i> Restriction	De Jong et al. (2002)
Commercial	0~40wk	Standard		Laying production 22.5% Feed/gain 14.51	<i>Ad libitum</i>	Heck et al. (2004)
Commercial		Standard		Laying production 73.2% Feed/gain 3.44	Restriction	
Heavy strain		7.5% ▽	7.5% ▽	Laying production 70.9% Feed/gain 3.05	<i>Ad libitum</i>	
Slow-growing		Standard		Laying production 81.6% Feed/gain 2.04	<i>Ad libitum</i>	
Commercial	21wk~	Standard		Weight gain 66.6g/d Feed intake 255.1g/d Weight gain 23.7g/d Feed intake 106.8g/d	<i>Ad libitum</i> Restriction	Renema et al. (1999)
Commercial	4~6wk 7~24wk	2600kcal/kg	17.4	Feed intake 11.5%△ DM digestibility 5.8%▽ Feed intake 26.5% DM digestibility 18.9%▽ Feed intake 12.9%△ DM digestibility 10.5%▽	Restriction	Enting et al. (2007)
		2600kcal/kg	15.7			
		2300kcal/kg	17.0			
		2300kcal/kg	15.8			
		2000kcal/kg	16.5			
		2000kcal/kg	15.8			
2300kcal/kg	16.7	10.5%▽				
2300kcal/kg	15.7					

Table 15. Effect of feeding methods on the growth performances in broiler breeder

Genotype	Age	Diet		Growth performances		Feeding	References
Commercial	1~20wk	Standard		No difference in BW		<i>Ad libitum</i> (high fiber diet, CaP addition) Restriction	Sandilands et al. (2005)
Commercial	1wk~ laying	Standard		Body weight: no difference Feed intake: highest in high fiber diet with CaP Laying production: no difference		<i>Ad libitum</i> (CaP addition) <i>Ad libitum</i> (high fiber diet, CaP addition) Restriction	Tolkamp et al. (2005)
Commercial Commercial Heavy strain Slow-growing	1~16wk	Standard vs High fiber diet	Standard vs High fiber diet	Body weight: no difference between diets	BW 2.35kg BW 1.69kg BW 1.56kg BW 1.68kg	<i>Ad libitum</i> Restriction Restriction <i>Ad libitum</i>	Jones et al. (2004)

CaP : calcium propionate.

물체 조기와 같은 배고픔의 행동지표가 감소 되었다고 보고하였다. 하지만 저자들은 육용 종계 복지의 실질적 개선을 위해서는 좀더 에너지수준을 낮출 필요가 있다고 보고하였다. 반면에 Hocking (2006)은 에너지 수준을 최대 6.6 MJ/kg까지 감소시켜도 복지관련 행동에는 아무런 영향이 없었다고 보고하였다. Enting et al. (2007)은 일반육용종계에 대하여 사료의 에너지 밀도와 섬유소 함량을 달리하여 제한 급여후 종계에서 영양소 소화율을 조사한 결과, 에너지 밀도를 낮추고 섬유소 함량을 증가시킨 사료를 제한 급여한 구에서 사료섭취량의 증가와 건물 소화율의 감소를 보여주었다. Sandilands et al. (2005)와 Tolkamp et al. (2005)의 연구에서는 표준 육용종계에 표준정상 사료를 제한 급여구와 섬유소 함량을 증가시킨 고섬유 사료의 무제한 급여구를 비교하였을 경우 체중에는 차이가 없었다. 현재까지의 연구결과들로 미루어 종계의 복지행동을 개선시키기 위해서는 섬유질 사료를 이용한 저에너지 사료가 어느정도 적용가능성을 가지고 있으며 무제한 급여하여도 체중의 뚜렷한 증가를 동반하지 않는 것으로

판단된다.

육용종계의 복지와 관련한 문제를 해결하기 위한 보다 근본적인 해결 방법으로는 종계의 품종을 저속성장 품종으로 대체하는 방법이다. Jones et al. (2004)와 Heck et al. (2004)은 육용종계 품종간 성장능력을 비교한 결과 현재 시장에서 사용중인 육용종계에 제한 급여하였을 경우와 저속성장형 종계에 무제한 급여하였을 때 두 품종간 체중과 산란율이 비슷하였으나 관행 육용종계에 무제한 급여하였을 경우 매우 낮은 산란율을 보임으로서 저속성장형 종계품종의 이용가능성을 보여주었다. 하지만 새롭게 육종된 품종들이 경제적으로 이용가능한지에 대해서는 좀더 면밀한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

결 론

지금까지 복지형 육계, 산란계 그리고 육용종계들에 영양과 사양에 관련된 연구들에 대해서 정리하여 보았다. 현재 각국의 복지형 양계에 관련된 규정들은 대부분 시설, 환경, 관리부분에 대해서 설정되어 있다. 영양

이나 사양의 경우 영향하는 요인들이 매우 많기 때문에 복지조건에 맞는 규정을 설정하기가 매우 어렵다. 육계와 육용종계의 경우 복지형 사육에 적합한 품종을 육종하는 것이 최선의 방법일 수 있으나 이러한 품종을 생산에 적용하기에는 현재까지 경제성 등의 문제가 있으므로 가능한 현재의 사양체계에 적용가능한 방법들을 찾는 것이 보다 현실적인 방법이 될 수 있을 것이다. 예를 들면, 육계와 종계의 경우 영양소 조절을 통한 에너지 수준을 낮춤으로서 성장속도를 조절할 수 있으며 산란계의 경우도 적절한 사료 가공방법과 에너지 수준을 조절함으로써 복지형 사양체계에서 발생할 수 있는 반복지 행동들의 발생빈도를 감소시킬 수 있을 것이다. 하지만 이런 조건을 맞추기에는 많은 요인들이 존재하기 때문에 복지 선진국들 처럼 꾸준한 연구를 통하여 국내 양계환경에 적합한 최선의 방법을 찾아야 할 것이다. 또한 가능하면 실제 농가에서 쉽게 적용가능한 방법을 찾는 것이 유리할 것이다. 아울러 국내 양계환경에 적합한 품종의 개발과 이에 따른 영양소 요구량의 설정들이 필요할 것으로 판단된다. 국내 토종닭의 경우, 평균 사육일수가 70일을 넘기 때문에 복지형 사육을 위한 적정 사육일수를 가지고 있으며, 육질 또한 우수한 것으로 알려져 있으므로 복지형 육계의 사육에 적합하다고 할 수 있을 것이다. 하지만 이러한 토종닭에 대한 복지형 사육환경에서의 영양학적, 생리학적 그리고 행동학적 평가가 전무하다. 따라서 이러한 토종닭을 복지형 사육에 적합하게 사육하기 위한 최적의 영양소 요구량의 설정 뿐만 아니라 적합한 사양방법 그리고 복지형 사육환경에서 발생할 수 있는 문제점을 찾고 과학적 연구를 통하여 이러한 문제들을 해결해 나가야 할 것이다.

인 용 문 헌

1. Acar, N., Sizemore, F. G., Leach, G. R., Wideman Jr., R. F., Owen, R. L. and Barbato, G. F. 1995. Growth of broiler chickens in response to feed restriction regimens to reduce ascites. *Poult. Sci.*, 74, 833-843.
2. Aerni, A., El-Lethey, H. and Wechsler, B. 2000. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hen. *Br. Poult. Sci.*, 41, 16-21.
3. AFA. 2008. Guidelines for laying hens standards. American Humane Association. USA.
4. Ambrosen, T. and Petersen V. E. 1997. The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poult. Sci.*, 76, 559-563.
5. Balnave, D. and Robinson, D. 2000. Amino acid and energy requirements of imported brown layer strains. a report(No. 00-179) for the Rural Industries Research and Development Corporation. Australia.
6. Boekholt, H. A., van der Grinten, P. H., Schreurs, V. V. A. M., Los, M. J. N. and Leffering, C. P. 1994. Effect of dietary energy restriction on retention of protein, fat and energy in broiler chicken. *Br. Poult. Sci.*, 35, 603-614.
7. Brickett, K. E., Dahiya, J. P., Classen, H. L. and Gomis, S. 2007. Influence of dietary nutrient density, feed form, and lighting on growth and meat yield of broiler chickens. *Poult. Sci.*, 86, 2172-2181.
8. Buyse, J., Michels, H., Vloeberghs, J., Saevels, P., Aerts, J. M., Ducro, B., Berckmans, D. and Decuypere, E. 1998. Energy and protein metabolism between 3 and 6 weeks of age of male broiler chickens selected for growth rate or for improved food efficiency. *Br. Poult. Sci.*, 3, 264-272.

9. DEFRA. 2002. Code of recommendations for the welfare of livestock : meat chickens and breeding chickens. Department for Environment, Food and Rural Affairs. UK.
10. DEFRA. 2002. Code of recommendations for the welfare of livestock : Laying hens. Department for Environment, Food and Rural Affairs. UK.
11. De Jong, I. C., Enting, H., Van Voorst, A., and Blokhuis, H. J. 2005. Do low-density diets improve broiler breeder welfare during rearing and laying. *Poult. Sci.* 84, 194-203.
12. De Jong, I. C., Van Voorst, S., Ehlhardt, D. A. and Blokhuis, H. J. 2002. Effects of restricted feeding on physiological stress parameters in growing broiler breeders. *Br. Poult. Sci.*, 43, 157-168.
13. De Jong, I. C. and Guémené, D. 2009. Welfare issues in broiler breeders. *Poultry Welfare Symposium*. 120-127. Cervia. Italy.
14. El Lethey, H., Aerni, V., Jungi, T. W. and Wechsler, B. 2000. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *Br. Poult. Sci.*, 41, 22-28.
15. Enting, H., Veldman, A., Verstegen, M. W. A. and van der Aar, P. J. 2007. The Effect of low-density diets on broiler breeder development and nutrient digestibility during the rearing period. *Poult. Sci.*, 86, 720-726.
16. Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Hester, P. Y., Falcine, C., Mench, J. A., Owens, C. M. and Emmert, J. L. 2008. Performance, livability, and carcass yield of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. *Poult. Sci.*, 81, 1012-1021.
17. Fontana, E. A., Weaver, W. D., Watkins, B. A. and Denbow, D. M. 1992. Effect of early feed restriction on growth, feed conversion and mortality in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 71, 1296-1305.
18. Garner, J. P., Falcone, C., Wakenell, P., Martin, M. and Mench, J. A. 2002. Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers. *Br. Poult. Sci.*, 43, 355-363.
19. Hartini, S., Choct, M., Hinch, G., Kocher, A. and Nolan, J. V. 2002. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA brown laying hens. *J. Appl. Poult. Res.*, 11, 104-110.
20. Heck, A., Onagbesan, O., Tona, K., Metayer, S., Putterflam, J., Jago, Y., Trevidy, J. J., Decuypere, E., Williams, J., Picard, M. and Bruggeman, V. 2004. Effects of ad libitum feeding on performance of different strains of broiler breeders. *Br. Poult. Sci.*, 45, 695-703.
21. Hetland, H., Svihus, B. and Choct, M. 2005. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *J. Appl. Poult. Res.*, 14, 38-46.
22. HFAC. 2008. Animal care standards for chickens. *Humane Farm Animal Care*. USA.
23. HFAC. 2008. Animal care standards for production of egg laying hens. *Humane Farm Animal Care*. USA.
24. Hocking, P. M. 1993. Welfare of broiler breeder and layer females subjected to food and water control during rearing : quantifying the degree of restriction. *Br. Poult. Sci.*, 34, 53-64.
25. Hocking, P. M., Zaczek, V., Jones, E. K. M. and Macleod, M. G. 2004. Different concentrations and sources of dietary fiber

- may improve the welfare of broiler breeders. *Br. Poult. Sci.*, 45, 9-19.
26. Jones, E. K. M., Zaczek, V., MacLeod, M. and Hocking, P. M. 2004. Genotype, dietary manipulation and food allocation affect indices of welfare in broiler breeders. *Br. Poult. Sci.*, 45, 725-737.
 27. Lee, A. G. V. D., Hemke, G. and Kwakkel, R. P. 2001. Low density diets improve plumage condition in non-debeaked layeres. 13th European Symposium on poultry nutrition. Blankenberg. pp 244-245.
 28. McGovern, R. H., Feddes, J. J. R., Robinson, F. E. and Hanson, J. A. 1999. Growth performance, carcass characteristics, and the incidence of ascites in broilers in response to feed restriction and litter oiling. *Poult. Sci.*, 78, 522-528.
 29. Mench, J. A. 2002. Broiler breeders: Feed restriction and welfare. *World's Poult. Sci. J.*, 58, 20-29.
 30. NAWAC. 2005. Animal Welfare (Layer Hens) Code of Welfare 2005. National Animal Welfare Advisory Committee. New Zealand.
 31. Nielsen, B. L., Thomsen, M. G., Sorensen, P. and Young, J. F. 2003. Feed and strain effects on the use of outdoor areas by broilers. *Br. Poult. Sci.*, 44, 161-169.
 32. Plavnick, I. and Hurwitz, S. 1991. Response of broiler chickens and turkey poults to food restriction of varied severity during early life. *Br. Poult. Sci.*, 32, 343-352.
 33. Renema, R. A., Robinson, F. E., Newcombe, M. and McKay, R. I. 1999. Effects of body weight and feed allocation during sexual maturation in broiler breeder hens. 1. growth and carcass characteristics. *Poult. Sci.*, 78, 619-628.
 34. RSPCA. 2008. RSPCA welfare standards for chicken. Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals. UK.
 35. RSPCA. 2008. RSPCA welfare standards for laying hens and pullets. Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals. UK.
 36. Savory, C. J. 1974. Growth and behaviour of chicks fed on pellet or mash. *Br. Poult. Sci.*, 15, 281-286.
 37. Savory, C. J. 1980. Meal occurrence in Japanese quail in relation to particle size and nutrient density. *Anim. Behav.*, 28, 160-171.
 38. Savory, C. J. and Hetherington, J. D. 1997. Effects of plastic anti-pecking devices on food intake and behaviour of laying hens fed pellets or mash. *Br. Poult. Sci.*, 38, 125-131.
 39. Savory, C. J., Hocking, P. M., Mann, J. C. and Maxwell, M. H. 1996. Is broiler breeder welfare improved by using qualitative rather than quantitative food restriction to limit growth rate?. *Anim. Welf.*, 5, 105-127.
 40. Savory, C. J. and Lariviere, J. M. 1999. Effects of qualitative and quantitative food restriction treatments on feeding motivational state of growing broiler breeders. *Br. Poult. Sci.*, 40(Supple.1). pp 15-17.
 41. Savory, C. J., Maros, K. and Rutter, S. M. 1993. Assessment of hunger in growing broiler breeders in relation to a commercial restricted feeding programme. *Anim. Welf.*, 2, 131-152.
 42. Sandilands, V., Tolkamp, B. J. and Kyriazakis, I. 2005. Behaviour of food restricted broilers during rearing and lay-effects of an alternative feeding method. *Physiol. Behav.*, 85, 115-123.
 43. Steinfeldt, S., Kjaer, J. B. and Engberg, R. M. 2007. Effect of feeding silages or

- carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *Br. Poult. Sci.*, 48, 454-468.
44. Su, G., Sorensen, P. and Kestin, S. C. 1999. Meal feeding is more effective than early feed restriction at reducing the prevalence of leg weakness in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 78, 949-955.
45. Tolkamp, B. J., Sandilands, V. and Kyriazakis, I. 2005. Effects of qualitative feed restriction during rearing on the performance of broiler breeders during rearing and lay. *Poult. Sci.*, 84, 1286-1293.
46. UEP. 2008. Animal husbandary guidelines for U.S. egg laying flocks. United Egg Producers. USA.
47. Urdaneta-Rincon, M. and Leeson, S. 2002. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poult. Sci.*, 81, 679-688.
48. Valkonen, E., Venäläinen, E., Rossow, L. and Valaja, J. 2008. Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. *Poult. Sci.*, 87, 844-852.
49. Van der Lee, A. G., Hemke, G. and Kwakkel, R. P. 2001. Low density diets improve plumage condition in non-debeaked layers. In Proc. 13th Eur. Symp. Poult. Nutr., Blankenbergen, the Netherlands. World's Poult. Sci. Assoc., pp 244-245.
50. Van Krimpen, M. M., Kwakkel, R. P., Reuvekam, B. F. J. Van der Peet-Schwering, C. M. C., Den Hartog, L. A. and Verstegen, M. W. A. 2005. Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *World's Poult. Sci. J.*, 61, 665-687.
51. Van Krimpen M. M., Kwakkel, R. P., van der Peet-Schwering, C. M. C., den Hartog, L. A. and Verstegen, M. W. A. 2009. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. *Poult. Sci.*, 88, 759-773.
52. Van Krimpen M. M., Kwakkel, R. P. and van der Peet-Schwering, C. M. C. 2008. Low dietary energy concentration, high nonstarch polysaccharide concentration, and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharides affect the behavior of feather-pecking-prone laying hens. *Poult. Sci.*, 87, 485-496.
53. Vilarino, M., Picard, M. L., Mecion, J. P. and Faure, J. M. 1996. Behavioural adaptation of laying hens to dilution of diets under mash and pellet form. *Br. Poult. Sci.*, 37, 895-907.
54. Wang, K. H., Shi, S. R., Dou, T. C. and Sun, H. J. 2009. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poult. Sci.*, 88, 2219-2223.
55. Whitakker, X. M., Edwards, S. A., Spooler, H. A. M., Lawrence, A. B. and Corning, S. 1999. Effects of straw bedding and high fiber diets on the behavior of floor fed group-housed sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 63, 25-39
56. Wahlström, A., Tauson, R. and Elwinger, K. 1999. Production and egg quality as influenced by mash or crumbled diets fed to laying hens in an aviary system. *Poult. Sci.*, 78, 1675-1680.
57. Wahlström, A., Tauson, R. and Elwinger, K. 2001. Plumage condition and health of aviary-kept hens fed mash or crumbled pellets. *Poult. Sci.*, 80, 266-271.