



## 사료의 제한급여 수준이 우리맛닭 종계의 생산성과 종란품질에 미치는 영향

임천익<sup>1</sup> · 신승철<sup>1</sup> · 김현권<sup>1</sup> · 홍의철<sup>1</sup> · 김의형<sup>2</sup> · 허강녕<sup>2</sup> · 추효준<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>국립축산과학원 가금연구센터 농업연구사, <sup>2</sup>국립축산과학원 가금연구센터 농업연구관

### Effect of Restricted Feeding Level on the Performance and Egg Quality of Woorimatdag Breeder Hens

Chunik Lim<sup>1</sup>, Seungcheol Shin<sup>1</sup>, Hyeonkwon Kim<sup>1</sup>, Euichul Hong<sup>1</sup>, Uihyung Kim<sup>2</sup>, Kangnyeong Heo<sup>2</sup> and Hyojun Choo<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Poultry Research Center, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

<sup>2</sup>Senior Researcher, Poultry Research Center, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to evaluate the level of optimal feed allowance for Woorimatdag (WRMD) breeder hens through a feed restriction trial. A total of 160 WRMD No. 1 breeder hens and 80 WRMD No. 2 breeder hens at 36 weeks of age were individually housed for eight weeks. Feeding levels were set at 100%, 95%, 90%, and 85%, corresponding to daily feed amounts of 120, 114, 108, and 102 g for WRMD No. 1 breeder hens (five replicates) and 125, 119, 113, and 106 g for WRMD No. 2 breeder hens (four replicates), respectively. The breeder hens in a completely random arrangement were allocated to each replicate with similar body weights. In WRMD No. 1 breeder hens, the 85% group showed lower body weight compared to the 100% group at 44 and 48 weeks of age ( $P<0.05$ ), and egg production was higher in the 100% group ( $P<0.05$ ). In WRMD No. 2 breeder hens, the 85% and 90% groups exhibited significantly lower body weights than the 100% group between 44 and 48 weeks of age ( $P<0.05$ ). The 85% group also showed significantly reduced egg production throughout the trial period ( $P<0.05$ ). Feed restriction did not affect external egg quality parameters such as eggshell color and eggshell thickness. In conclusion, the optimal daily feed allowance could be considered as 120 g/d for WRMD No. 1 breeder hens and 119 g/d for WRMD No. 2 breeder hens. However, further research might be needed to establish effective long-term feeding strategies for maintaining laying performance.

(Key words: Woorimatdag breeder hen, productive performance, egg quality, feed restriction)

## 서 론

육용종계 암컷은 육계를 생산하기 위한 모계로서, 높은 성장능력을 지니는 동시에 종란 생산에 적합한 체형을 유지해야 한다. 산란 단계의 종계에게 무제한 사료 급여 시 체중이 과도하게 증가해 산란율이 저하되며, 반대로 사료급여량이 부족하면 영양소 결핍으로 인해 산란율이 감소한다(Harms et al., 1982; Simeneh, 2019; Anene et al., 2023). 따라서 종계농가의 사양관리 측면에서 적정 급여수준을 설정하는 것은 안정적으로 종란을 확보하는 방안이며, 또한 해당 모계로부터 부화된 병아리의 성장능력이 개선되므로 육계농가의 경제성 향상에도 기여할 수 있다(Bowling et al., 2018; Afrouziyeh et al., 2023).

우리맛닭 종계는 국립축산과학원이 보유한 토종닭 순계 중 성장능력과 육질 특성이 우수한 계통을 교배하여 개발한 교잡종으로, 토종닭 실용계인 우리맛닭을 생산하기 위해 사육된다(Jin et al., 2017). 최근에는 우리맛닭 종계를 위한 적정 사료영양소 수준을 구명하는 연구가 수행되고 있으나(Choo et al., 2024; Lim et al., 2024), 현재까지 우리맛닭 종계의 사료급여 형태는 무제한 급여방식 혹은 농장주의 경험에 의존하여 운영되고 있는 실정이다. 또한 토종닭 순계는 지속적인 육종연구를 통해 개량되고 있으므로(Kim et al., 2021; Afrin et al., 2024), 기존 사양관리 지침서(NIAS, 2016)에 제시된 사료급여량에 대한 재검정과 개정이 요구된다.

따라서 본 연구는 우리맛닭 종계에게 수준별로 제한급여를 실시하고, 생산성과 종란품질을 평가함으로써 적정 수준

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : [hyojy@korea.kr](mailto:hyojy@korea.kr)

의 사료급여량을 구명하고자 수행한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험설계와 사양관리

본 연구는 동물실험윤리위원회에서 승인을 받은 후 국립 축산과학원 가금연구센터의 실험농장에서 수행하였다(NIAS 2021-0519). 실험동물은 토종닭 순계인 코니쉬(부계)와 재래종토종닭(모계)을 교배시킨 교잡종(우리말닭 1호 종계와 우리말닭 2호 종계)을 이용하였다. 해당 종계는 35주령까지 자유급여 방식으로 사육되었으며, 36주령부터 균등한 무게(1호 종계: 1,950±50 g, 2호 종계: 2,750±50 g)를 나타내는 1호 종계 160수와 2호 종계 80수를 선발하여 8주간 사양시험을 실시하였다. 실험설계는 우리말닭 1호 종계의 경우 4처리구 5반복(n=5)으로 각 반복당 8수를 공시하였고, 2호 종계는 4처리구 4반복(n=4)으로 각 반복당 5수를 케이지에 배치하였다. 각 처리구는 사료급여 수준을 기준으로 100%, 95%, 90% 및 85%로 설정하였으며, 100% 급여구는 우리말닭 종계의 사양관리 지침서(NIAS, 2016)를 기준으로 일당 사료섭취량을 1호 종계 120 g과 2호 종계 125 g으로 설정하였다. 사료 내 대사 에너지 수준은 선행연구 결과를 바탕으로 2,700 kcal/kg으로 설정하였고(Choo et al., 2022; Lim et al., 2023), 그 외의 다른 영양소는 한국가금사양표준(NIAS, 2022)에서 제시한 산란중기 육용종계의 요구량을 충족시키도록 하였다(Table 1). 사료는 매일 오전 반복 별로 정량 계측하여 제공하였으며, 음용수는 니플 급수기를 이용하여 자유급수 방식으로 공급하였다. 실험계사는 무창형 구조이며, 내부 온도는 21±1°C, 습도는 50±10%로 유지하였다.

### 2. 분석항목

#### 1) 체중과 산란율

우리말닭 종계의 체중은 사양실험 실시 직전(36주령)에 각 처리구마다 모든 개체를 개별로 측정하였으며, 이후에는 4주 간격으로 체중을 조사하였다. 매일 아침에 각 처리구당 종계의 산란 수를 조사하여 산란율(%)을 계산하였다.

#### 2) 종란 품질

사양실험 실시 직전(36주령)과 실시 후 4주 간격으로 각 처리구에서 20개의 종란을 수거하여 난중, 난각색(밝기, 적색도, 황색도) 및 난각두께를 조사하였다. 난각색은 종란의 둔단부를 색차계(JP/CR-400, Minolta, Japan)를 이용하여 측

**Table 1.** Experimental diets for WRMD breeder hens

Ingredients	%
Corn	50.8
Wheat	18.4
Lupin	5.00
Soybean meal	5.00
Corn gluten meal	3.51
Corn germ meal	4.77
Rice bran	2.00
Liq. Choline (50%)	0.060
Limestone	8.60
Tricalcium phosphate	0.870
Salt	0.290
Methionine (99%)	0.100
Lysine (54%)	0.410
Vit & Min premix <sup>1</sup>	0.200
Total	100
Calculated value	
Metabolizable energy (kcal/kg)	2,700
Crude protein (%)	15.0
Calcium (%)	3.52
Phosphorus (%)	0.460

<sup>1</sup> Contains per kg: Vit A, 12,000 IU; Vit D<sub>3</sub>, 5,000 IU; Vit K<sub>3</sub>, 3 mg; Vit B<sub>1</sub>, 2 mg; Vit B<sub>2</sub>, 6 mg; Vit B<sub>6</sub>, 4 mg; Vit B<sub>12</sub>, 25 mg; biotin, 0.2 mg; folic acid, 0.2 mg; niacin, 70 mg; pantothenic acid, 20 mg; Cu, 20 mg; Co, 0.5 mg; Fe, 50 mg; I, 1,300 mg; Mn, 120 mg; Se, 0.3 mg; Zn, 100 mg.

정하였고, 난각두께는 종란의 중앙부를 채집한 후 난각막을 제거한 상태에서 난각두께 측정기(ID-C1012 XBS, Mitutiyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 3. 통계처리

측정된 데이터는 각 종계를 구분하여 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, ver. 9.4, Cary, NC, USA)을 이용하여 일원분산분석을 실시하였으며, Duncan의 다중범위검정을 통해 95% 수준에서 유의적 차이를 검정하였다.

## 결 과

### 1. 우리말닭 1호 종계의 생산성 및 종란품질

Table 2는 사료의 제한급여에 따른 우리말닭 1호 종계의

**Table 2.** Effect of restricted feeding on the performance of WRMD No. 1 breeder hens

Weeks of age	100% <sup>1</sup> (120 g/d)	95% (114 g/d)	90% (108 g/d)	85% (102 g/d)	SEM	P-value
Body weight (g)						
36	1,981	1,991	1,975	1,994	18.7	0.987
40	1,913	1,907	1,841	1,812	20.0	0.196
44	1,989 <sup>a</sup>	1,965 <sup>ab</sup>	1,883 <sup>ab</sup>	1,852 <sup>b</sup>	21.2	0.049
48	1,958 <sup>a</sup>	1,919 <sup>a</sup>	1,857 <sup>ab</sup>	1,795 <sup>b</sup>	21.4	0.024
Egg production (%)						
36–40	68.1	67.4	68.0	66.4	0.797	0.454
41–44	74.0 <sup>a</sup>	67.9 <sup>b</sup>	70.4 <sup>b</sup>	67.9 <sup>b</sup>	0.610	0.003
45–48	71.2 <sup>a</sup>	67.4 <sup>b</sup>	65.4 <sup>b</sup>	62.9 <sup>b</sup>	0.777	0.006
Total (36–48)	71.3 <sup>a</sup>	67.6 <sup>b</sup>	67.6 <sup>b</sup>	66.4 <sup>b</sup>	0.593	0.008

<sup>1</sup> The 100% level was set based on the NIAS (2016).

<sup>a,b</sup> Means within the same row with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

SEM, standard error of the mean.

체중과 산란율 변화를 나타내었다. 사료제한 급여수준에 따라 4주 차(40주령)의 체중에서는 유의적 차이가 없었으나, 44주령과 48주령에는 85% 급여구에서 100% 급여구에 비해 체중이 유의하게 감소하였다( $P<0.05$ ). 또한 우리맛닭 1호 종계의 산란율은 36~40주령에 유의적 차이가 없었으나, 41~44와 45~48주령의 산란율은 85, 90 및 95% 급여구에서 100% 급여구에 비해 유의적으로 감소되었다( $P<0.05$ ). 전체 사양실험 기간에서 100% 급여구가 다른 처리구에 비해 통계적으로 높은 산란율을 보였다( $P<0.05$ ). 우리맛닭 1호 종계의 종란품질 분석 결과(Table 3), 36~44주령의 난중은 처리구 간 유의적 차이가 없었다. 반면에 48주령의 난중은 85% 급여구에서 100% 급여구보다 유의적으로 감소되었다( $P<0.05$ ). 한편, 제

한급여가 우리맛닭 1호 종계의 종란에서 난각색과 난각두께에 유의적인 영향을 미치지 않았다.

## 2. 우리맛닭 2호 종계의 생산성 및 종란품질

제한급여 수준이 우리맛닭 2호 종계의 체중과 산란율에 미치는 영향은 Table 4에 제시하였다. 사양실험 직전(36주령)의 체중은 처리구 간 유의성이 없었으나, 40주령의 체중은 85% 급여구에서 95와 100% 급여구에 비해 유의적으로 낮았다( $P<0.05$ ). 44와 48주령에서는 85와 90% 급여구에서 100% 급여구보다 낮은 체중을 보였다( $P<0.05$ ). 우리맛닭 2호의 산란율을 조사한 결과, 36~40주령에서는 통계적 차이가 보이지 않았다. 반면에 41~44주령의 산란율은 85% 급여

**Table 3.** Effect of restricted feeding on the egg quality of WRMD No. 1 breeder hens

Weeks of age	100% <sup>1</sup> (120 g/d)	95% (114 g/d)	90% (108 g/d)	85% (102 g/d)	SEM	P-value
Egg weight (g)						
36	49.7	49.5	50.6	50.6	0.395	0.652
40	51.8	51.0	50.8	50.7	0.391	0.741
44	50.3	52.3	50.1	50.6	0.464	0.332
48	53.5 <sup>a</sup>	50.9 <sup>ab</sup>	51.2 <sup>ab</sup>	49.3 <sup>b</sup>	0.464	0.014
Eggshell						
Lightness						
36	68.9	70.5	68.1	68.5	0.468	0.305
40	67.5	67.6	67.8	68.2	0.458	0.952
44	70.0	70.8	69.2	69.1	0.478	0.553
48	69.4	70.4	72.3	70.6	0.469	0.162

**Table 3.** Continued

Weeks of age	100% <sup>1</sup> (120 g/d)	95% (114 g/d)	90% (108 g/d)	85% (102 g/d)	SEM	P-value
Redness						
36	10.7	9.6	10.9	11.3	0.286	0.208
40	12.4	11.9	12.2	11.3	0.292	0.614
44	10.7	9.83	11.2	11.3	0.297	0.274
48	12.1	11.2	10.2	10.9	0.316	0.192
Yellowness						
36	22.1	21.4	22.9	22.8	0.455	0.619
40	27.9	27.8	28.5	27.7	0.300	0.795
44	21.3	21.6	20.8	22.0	0.523	0.864
48	24.1	23.7	22.4	23.7	0.422	0.489
Thickness (mm)						
36	0.382	0.373	0.379	0.374	0.003	0.671
40	0.381	0.375	0.372	0.385	0.001	0.311
44	0.381	0.372	0.379	0.385	0.003	0.501
48	0.372	0.371	0.368	0.378	0.003	0.750

<sup>1</sup> The 100% level was set based on the NIAS (2016).

<sup>a,b</sup> Means within the same row with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

SEM, standard error of the mean.

**Table 4.** Effect of restricted feeding on the performance of WRMD No. 2 breeder hens

Weeks of age	100% <sup>1</sup> (125 g/d)	95% (119 g/d)	90% (113 g/d)	85% (106 g/d)	SEM	P-value
Body weight (g)						
36	2,766	2,796	2,780	2,765	20.7	0.958
40	2,655 <sup>a</sup>	2,601 <sup>a</sup>	2,557 <sup>ab</sup>	2,476 <sup>b</sup>	24.2	0.039
44	2,783 <sup>a</sup>	2,684 <sup>ab</sup>	2,625 <sup>b</sup>	2,598 <sup>b</sup>	27.0	0.049
48	2,776 <sup>a</sup>	2,673 <sup>ab</sup>	2,603 <sup>b</sup>	2,554 <sup>b</sup>	31.5	0.050
Egg production (%)						
36–40	70.8	67.3	68.8	62.3	1.25	0.080
41–44	69.3 <sup>a</sup>	69.4 <sup>a</sup>	68.9 <sup>a</sup>	60.0 <sup>b</sup>	1.35	0.013
45–48	65.2 <sup>a</sup>	62.5 <sup>ab</sup>	61.2 <sup>ab</sup>	58.9 <sup>b</sup>	0.925	0.046
Total (36–48)	68.4 <sup>a</sup>	66.4 <sup>a</sup>	66.3 <sup>a</sup>	60.4 <sup>b</sup>	0.994	0.010

<sup>1</sup> The 100% level was set based on the NIAS (2016).

<sup>a,b</sup> Means within the same row with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

SEM, standard error of the mean.

구가 다른 급여구에 비해 통계적으로 감소하였고( $P<0.05$ ), 45~48주령의 산란율은 85% 급여구에서 100% 급여구보다 낮은 산란율을 보였다( $P<0.05$ ). 전체 사양실험 기간에서 산

란율은 85% 급여구에서 다른 급여구에 비해 감소한 결과를 나타내었다( $P<0.05$ ). 우리맛닭 2호 종계의 종란품질을 비교한 결과(Table 5), 전체 사양실험 기간에서 제한급여가 난중,

난각색 및 난각두께에 미치는 영향은 보이지 않았다.

## 고 찰

종계농장의 사양관리 측면에서 제한급여는 생산성과 경제성에 영향을 미치는 요인이므로(Ewa et al., 2006) 본 연구는 산란중기 단계(36~48주령)의 우리맛닭 종계에서 제한급여 수준이 생산성과 종란품질에 미치는 영향을 비교하므로 적정 사료급여량을 구명하기 위해 수행하였다. 우리맛닭 1호 종계는 사료의 100% 급여수준에서 85~95% 수준에 비해 높은 산란율을 보이므로 120 g/d이 적정 수준으로 판단

된다. 그러나 100% 기준보다 높은 수준에서 산란율과 난중이 개선될 수 있는 가능성이 있으므로(Simeneh, 2019), 추후에는 이보다 높은 급여수준의 실험을 통해 생산성 변화를 확인해볼 필요가 있다. 우리맛닭 2호 종계의 경우 종란품질은 사료의 제한급여 수준에 따른 차이가 확인되지 않았지만, 산란율은 90~100% 급여수준에서 85% 급여수준보다 높게 나타났다. 따라서 2호 종계에서 적정 수준은 113 g/d로 판단되나, 44주령부터 통계적인 체중감소가 보이므로 119 g/d 이상의 사료급여가 필요할 것으로 사료되며, 향후 연구에서는 사양실험 기간을 연장(48주령 이후)하여 산란지속성을 검토할 필요가 있다. 본 연구에서 두 종계는 동일한 제한

**Table 5.** Effect of restricted feeding on the egg quality of WRMD No. 2 breeder hens

Weeks of age	100% <sup>1</sup> (125 g/d)	95% (119 g/d)	90% (113 g/d)	85% (106 g/d)	SEM	P-value
<b>Egg weight (g)</b>						
36	52.4	51.8	51.7	52.6	0.496	0.901
40	53.9	52.1	52.1	52.0	0.496	0.460
44	56.6	54.0	53.5	53.4	0.500	0.081
48	55.0	54.1	53.3	53.5	0.571	0.735
<b>Eggshell</b>						
<b>Lightness</b>						
36	71.9	69.2	72.6	71.5	0.615	0.240
40	70.4	70.5	72.2	71.9	0.590	0.601
44	70.7	72.9	73.4	71.8	0.453	0.136
48	73.1	71.6	73.1	73.5	0.546	0.653
<b>Redness</b>						
36	9.1	10.3	8.5	8.5	0.382	0.320
40	10.4	10.0	9.5	8.4	0.395	0.328
44	10.0	9.3	8.9	9.2	0.266	0.522
48	9.6	10.6	9.6	7.8	0.362	0.045
<b>Yellowness</b>						
36	24.0	24.1	21.8	24.2	0.479	0.247
40	26.5	26.1	26.1	25.4	0.462	0.878
44	24.5	23.2	22.0	23.1	0.363	0.118
48	25.7	24.2	23.1	23.8	0.458	0.208
<b>Thickness (mm)</b>						
36	0.376	0.359	0.372	0.364	0.004	0.339
40	0.372	0.354	0.375	0.368	0.004	0.368
44	0.366	0.371	0.380	0.377	0.004	0.596
48	0.369	0.379	0.361	0.374	0.003	0.147

<sup>1</sup> The 100% level was set based on the NIAS (2016).

SEM, standard error of the mean.

급여 조건에서도 반응 양상이 달랐다. 1호 종계는 산란율에서 제한급여에 민감하게 반응한 반면, 2호 종계는 산란율뿐 아니라 체중에서도 뚜렷한 감소가 나타났다. 이러한 차이는 품종 간 유전적 배경과 성장 특성의 차이에 기인할 수 있으며(Bruggerman et al., 2005; Carney et al., 2022), 제한급여가 각 종계의 에너지 이용 및 생리적 균형에 미치는 영향이 다를 가능성을 시사한다. 한편, 우리맛닭 종계를 대상으로 적정 사료급여량을 구명한 선행연구는 제한적이어서 직접적인 비교는 어렵다. 그러나 상업용 육용종계에서는 사료 제한 프로그램(급여: 매일, 격일, 4일/주 및 5일/주)에 따라 산란율과 체중이 달라졌으며 특히 격일 급여 시 가장 산란율이 저조하였고 4일/주 급여가 가장 우수한 산란율을 보였다고 보고하였다(Carneiro et al., 2019). 이러한 맥락에서 육용종계의 사료 급여 체계 변화는 생산성과 종란 품질에 영향을 미친다고 하였다(Van Emous and Mens, 2021). 추가로 육용종계에서 사료를 제한하면 유지에너지 요구량이 감소하고 대사율과 활동량이 낮아지는 적응 반응이 나타난다고 하였다(da Silva Teofilo et al., 2021). 이는 제한급여가 에너지 대사와 생식활동 전반에 영향을 미칠 수 있음을 시사하며, 본 연구의 우리맛닭 종계에서도 이와 같은 대사적 변화가 생산성에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 결과적으로 우리맛닭 종계의 산란중기 단계에서 산란성과 체중유지를 고려해 볼 때, 1호는 120 g/d, 2호는 119 g/d의 사료급여가 적절할 것으로 판단되며, 이는 사료비 절감과 생산성 유지를 고려한 사양관리 체계의 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있다. 그러나 장기적인 생산성 유지를 확인하기 위해서는 후속연구가 병행될 필요가 있다.

## 적 요

본 연구는 우리맛닭 종계에게 제한급여를 통해 적정 사료 급여량을 평가하고자 수행하였다. 36주령 우리맛닭 1호 종계 160수와 2호 종계 80수를 유사한 체중으로 선발하여 개별 케이지에 배치한 후 8주간 사양실험을 실시하였다. 각 처리구는 사료급여 수준에 따라 100%, 95%, 90% 및 85%로 설정하였으며, 100% 처리구는 1호 종계 120 g/d, 2호 종계 125 g/d로 설정하였다. 본 연구 결과 우리맛닭 1호 종계의 경우 44와 48주령에서 85% 급여구는 100% 급여구에 비해 체중이 감소하였고( $P<0.05$ ), 100% 급여구에서 통계적으로 높은 산란율을 나타내었다( $P<0.05$ ). 우리맛닭 2호 종계는 44~48주령에 85%와 90% 급여구에서 100% 급여구보다 낮은 체중을 보였다( $P<0.05$ ). 추가로 2호 종계의 산란율은 85% 급

여구가 다른 급여구에 비해 낮게 확인되었다( $P<0.05$ ). 제한 급여는 우리맛닭 종계 종란의 밝기, 적색도, 황색도, 난각색, 난각두께와 같은 외형적 품질지표에는 영향을 미치지 않았다. 결론적으로 우리맛닭 1호 종계의 적정 사료급여 수준은 120 g/d, 2호 종계는 119 g/d로 사료되지만, 산란지속성을 고려한 급여전략의 정립을 위해서는 추가적인 연구가 필요하다.

(색인어 : 우리맛닭 종계, 생산성, 종란품질, 제한급여)

## 사 사

본 연구는 2025년 농촌진흥청의 공동연구사업(과제번호: PJ01620501)에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## ORCID

Chunik Lim	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0386-5694">https://orcid.org/0000-0003-0386-5694</a>
Seungcheol Shin	<a href="https://orcid.org/0009-0004-6171-1567">https://orcid.org/0009-0004-6171-1567</a>
Hyeonkwon Kim	<a href="https://orcid.org/0000-0003-4456-111X">https://orcid.org/0000-0003-4456-111X</a>
Euichul Hong	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1982-2023">https://orcid.org/0000-0003-1982-2023</a>
Uihyung Kim	<a href="https://orcid.org/0000-0002-2197-5080">https://orcid.org/0000-0002-2197-5080</a>
Kangnyeong Heo	<a href="https://orcid.org/0000-0002-2757-4333">https://orcid.org/0000-0002-2757-4333</a>
Hyojun Choo	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7747-5077">https://orcid.org/0000-0002-7747-5077</a>

## REFERENCES

- Afrin S, Lee YM, Haque MA, Iqbal A, Choo H, Kim JJ 2024 Estimation of genetic parameters and breeding value accuracy for growth and egg production traits in Korean native chicken pure lines. *Livest Sci* 282:105436.
- Afrouziyeh M, Carney VL, Zuidhof MJ 2023 Is relaxing broiler breeder growth restriction cost-effective? *Poult Sci* 102(11):103082.
- Anene DO, Akter Y, Thomson PC, Groves P, O'Shea CJ 2023 Effect of restricted feeding on hen performance, egg quality and organ characteristics of individual laying hens. *Anim Nutr* 14:141-151.
- Bowling M, Forder R, Hughes RJ, Weaver S, Hynd PI 2018 Effect of restricted feed intake in broiler breeder hens on their stress levels and the growth and immunology of their offspring. *Transl Anim Sci* 2(3):263-271.
- Bruggeman V, Onagbesan O, Ragot O, Metayer S, Cassy S,

- Favreau F, Picard M 2005 Feed allowance-genotype interactions in broiler breeder hens. *Poult Sci* 84(2):298-306.
- Carneiro PRO, Lunedo R, Fernandez-Alarcon MF, Baldissera G, Freitas GG, Macari M 2019 Effect of different feed restriction programs on the performance and reproductive traits of broiler breeders. *Poult Sci* 98(10):4705-4715.
- Carney VL, Anthony NB, Robinson FE, Reimer BL, Korver DR, Zuidhof MJ, Afrouziyeh M 2022 Evolution of maternal feed restriction practices over 60 years of selection for broiler productivity. *Poult Sci* 101(10):101957.
- Choo HJ, Yoon YS, Heo KN, Kang HK, You AS, Hong EC 2022 The effect of dietary metabolic energy level of 'Woorimatdag' breeder on performance, egg quality, fertility and hatchability, and chick's weight. *Korean J Poult Sci* 49(4):181-188.
- Choo H, Lim C, Kim H, Heo K, Hong E 2025 Effect of dietary energy levels on productivity, fat deposition, and biochemical parameters of Woorimatdag1 breeder pullets. *Anim Biosci* 38(4):707-716.
- da Silva Teofilo GF, Lizana RR, de Souza Camargos R, Leme BB, Morillo FAH, Silva RL, Sakomura NK 2021 Effect of feed restriction on the maintenance energy requirement of broiler breeders. *Anim Biosci* 35(5):690-697.
- Ewa VU, Nwakpu PE, Otuma M 2006 Effect of feed restriction on growth performance and economy of production of broiler chicks. *Anim Res Int* 3(3):513-515.
- Harms RH, Costa PT, Miles RD 1982 Daily feed intake and performance of laying hens grouped according to their body weight. *Poult Sci* 61(6):1021-1024.
- Jin S, Jayasena DD, Jo C, Lee JH 2017 The breeding history and commercial development of the Korean native chicken. *Worlds Poult Sci J* 73(1):163-174.
- Kim K, Park B, Jeon I, Choo H, Ham J, Park K, Cha J 2021 A comparative study on the growth performance of Korean indigenous chicken pure line by sex and twelve strains. *Korean J Poult Sci* 48(4):193-206.
- Lim CI, Choo HJ, Kim HK, Heo KN, Kim UH, Hong EC 2024 Growth performance and fat deposition in Woorimatdag2 breeder pullets in response to dietary level of energy. *Korean J Poult Sci* 51(3):153-159.
- Lim CI, Lee WD, Kim HJ, Yun YS, Son JS, Kim HK, Hong EC 2023 Comparison of performance, egg quality and hatchability of woorimatdag breeders fed the dietary levels of metabolic energy during late laying period. *Korean J Poult Sci* 50(3):119-124.
- National Institute of Animal Science (NIAS) 2016 Woorimatdag Breeder Management Guide. Rural Development Administration, Wanju, Korea.
- National Institute of Animal Science (NIAS) 2022 Korean Feeding Standard for Poultry: Fourth Revised Edition. NIAS, Wanju, Korea.
- Simeneh G 2019 Review on the effect of feed and feeding on chicken performance. *Anim Husb Dairy Vet Sci* 3(4):1-4.
- Van Emous RA, Mens AJW 2021 Effects of twice a day feeding and split feeding during lay on broiler breeder production performance, eggshell quality, incubation traits, and behavior. *Poult Sci* 100(11):101419.

---

Received Sep. 4, 2025, Revised Sep. 4, 2025, Accepted Sep. 6, 2025