



## 토종종계에 있어 조우성 개체와 만우성 개체간 생산능력 비교 고찰

김기곤<sup>1</sup> · 조은정<sup>2</sup> · 최은식<sup>1</sup> · 권재현<sup>1</sup> · 정현철<sup>1</sup> · 손시환<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경남과학기술대학교 동물생명과학과 대학원생, <sup>2</sup>경남과학기술대학교 동물생명과학과 연구원,  
<sup>3</sup>경남과학기술대학교 동물생명과학과 교수

### Comparison of Production Performances between Early- and Late-feathering Chickens in Parent Stocks of Korean Native Chicken

Ki Gon Kim<sup>1</sup>, Eun Jung Cho<sup>2</sup>, Eun Sik Choi<sup>1</sup>, Jae Hyun Kwon<sup>1</sup>, Hyun Chul Jung<sup>1</sup> and Sea Hwan Sohn<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Student, Department of Animal Science and Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Republic of Korea

<sup>2</sup>Researcher, Department of Animal Science and Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Republic of Korea

<sup>3</sup>Professor, Department of Animal Science and Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Republic of Korea

**ABSTRACT** Currently, feather-sexing, which is based on differences in feather development at hatching, is a widely used chick sexing method in the poultry industry. For effective chicken feather-sexing, paternal early-feathering (EF) chickens and maternal late-feathering (LF) chickens must be bred. Therefore, it is critical to identify the effect of EF and LF patterns on production traits in chickens. Thus, the purpose of this study is to analyze and compare the production performances between 522 EF and 232 LF chickens in order to establish the Korean native chicken feather-sexing lines. The results showed that the survival rate of the LF group was significantly higher than that of the EF group from hatching to 52 weeks of age ( $P<0.05$ ). Body weight, however, was not significantly different between the two groups at all ages. LF and EF groups did not significantly differ in age at first egg laying. However, the hen-day and hen-housed egg production of the LF group were significantly higher than those of EF group ( $P<0.01$ ). No significant differences were found between the EF and LF groups in all egg quality indicators such as egg weight, eggshell color, albumin height and Haugh unit. Because the breeding target of Korean native commercial chicken is meat-type chicken, feather-sexing strains of Korean native chicken should be established using weighing-based paternal EF lines and laying-based maternal LF lines. Therefore, these results are critical for establishing desirable and effective feather-sexing strains.

(Key words: Korean native chickens, feather-sexing, early-feathering, late-feathering, production performances)

## 서 론

병아리의 조기 성 판별은 산업적으로 매우 중요하다. 현재 산업적으로 가장 널리 이용되고 있는 병아리의 성 감별법은 반성유전 형질을 이용한 깃털감별법(feather-sexing)이다. 이는 반성유전형질을 이용하여 부모의 형질이 자손에게 전달되는 유전양식의 원리를 이용한 것으로 모계(母鷄)를 우성으로 하고, 부계(父鷄)를 열성으로 하였을 때 생산되는 자식들은 모계의 형질이 수평아리에게, 부계의 형질이 암평아

리에 전달되어 암수를 구분하는 것이다. 깃털감별법에 이용되는 대표적인 반성유전자로는 은색깃털유전자, 흰반유전자 및 만우성 유전자로 특히 닭의 깃털 발생 속도와 연관된 만우성유전자를 이용한 감별법이 상업용 실용계에 보편적으로 이용되고 있다(Bitgood, 1999; Wilson et al., 2007; SAFRS, 2011; Aviagen Brand 2017). 만우성 유전자를 이용한 깃털감별법의 원리는 우모발생속도에 관여하는 만우성(late-feathering)이 조우성(early-feathering)에 대해 우성임에 따라 모계를 만우성( $Z^kW$ )으로 하고, 부계를 조우성( $Z^kZ^k$ )으로 하였을 때

\* To whom correspondence should be addressed : shsohn@gntech.ac.kr

수평아리는 만우성, 암평아리는 조우성이 되어 깃털 발육의 형태로서 암수를 구분하는 것이다(Somes, 1969; Iraqi and Smith, 1995; Elferink et al., 2008; Bang et al., 2018). 깃털 조만성을 이용한 병아리의 성 감별이 산업적으로 실용화되기 위해서는 종계의 계통 조성이 선행되어야 하는데, 부계통은 조우성으로, 모계통은 만우성으로 고정되어야 한다. 그러므로 깃털의 조만성이 생산능력에 어떠한 영향을 미치는가를 파악하는 것이 대단히 중요하다. 지금까지 닭의 조만성과 생산능력 간의 관계에 대해 다양한 연구들이 수행되었으나, 조만성에 따른 생산능력의 양부에 대해서는 연구자들 간에 많은 이견이 있다. 브로일러에 있어 조우성 개체들이 만우성 개체에 비해 성장능력 및 생존율이 우수하다고 보고하고 있으나(Saeki and Katsuragi, 1961; Somes, 1970; Dunnington and Siegel, 1986; Khosravinia, 2008), 성장율과 조만성 간에 거의 관련이 없거나(Godfrey and Farnsworth, 1952; Lowe and Garwood, 1981; O'Sullivan et al., 1991; Fotsa et al., 2001), 오히려 만우성이 조우성에 비해 성장능력이 우수하다는 보고도 있다(Lowe and Merkley, 1986; Merkley and Lowe, 1988; Nahashon et al., 2004). 산란계에 있어서는 조우성 개체들이 만우성 개체에 비해 산란능력이 우수하고, 초산일령도 빠르다고 하였으나(Harris et al., 1984; Havenstein et al., 1989; Durmus et al., 2010; Goger et al., 2017), 깃털 조만성과 산란능력 간에 거의 관련성이 없다는 보고도 있다(Lowe and Garwood, 1981; Ledvinka et al., 2011; Mincheva et al., 2012). 또한, 만우성 유전자가 ev21 유전자와 연관되어 있어 lymphoid leucosis virus 감염에 취약하여 폐사율이 증가한다고 하였으나, 일부 보고에서는 만우성 유전자가 폐사율에 별다른 영향을 미치지 않는다고 하였다(Bacon et al., 1986, 1988; Smith and Fadly, 1988, 1994; Iraqi and Smith, 1995). 한편, 국내 토종닭의 경우 한국재래닭 적갈색종을 대상으로 조우성 개체와 만우성 개체 간 생산능력 비교 연구에서 수정율, 부화율, 생존율, 성장능력, 산란능력 및 난중을 비롯한 모든 난질지표에서 조우성과 만우성 개체들간에 유의한 차이가 없다고 하였다(Sohn et al., 2013). 또한, 한국재래닭의 경우 조우성과 만우성 개체가 혼재함으로 생산능력을 기반으로 한 국산 자가성감별 토종종계의 개발 가능성을 제시하였다(Sohn et al., 2012). 더불어 종자의 해외 예측화 극복 및 국산종자 수출을 목적으로 2013년부터 시작된 골든시드프로젝트(GSP)에서 국내 토종닭 자원을 활용한 국산종계 개발이 진행되고 있고, 이를 이용하여 생산능력이 우수한 육용형 토종실용닭 작출을 위한 생산체계를 구축 중에 있다(Choi et al., 2017). 따라서 본 연구에서는 GSP사업에서 선발된 토종

종계들을 대상으로 이들 종계들에 대한 조우성 개체들과 만우성 개체들의 분포 양상을 살펴보고 생존율, 성장능력 및 산란능력을 포함하는 생산능력을 비교 검토하여 자가성감별 토종종계 계통 조성의 가능성을 제시하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시동물

공시계로는 국내 H사가 지난 40여년 간 외래 순계를 기반으로 국산토종닭으로 육중한 동일 종의 토종종계들로서 이들 중 GSP 사업을 통해 선발된 부계통 2개 수컷 186수와 모계통 2개 암컷 568수로 총 754수를 대상으로 조우성 개체와 만우성 개체간 분포현황과 생산능력을 비교 분석하였다. 이들은 부화 직후 Bang et al.(2018)이 제시한 방법과 같이 병아리의 날개깃 중 주익우(primaries)와 부익우(coverts)의 형태 및 길이의 차이로 조우성과 만우성을 구별하고, 이후 각 개체 혈액으로부터 만우성 특이 DNA primer를 이용한 PCR로서 깃털 조만성을 재확인하였다(Iraqi and Smith, 1994). 분석 결과, 공시계 중 수컷은 조우성이 103수, 만우성이 83수였으며, 암컷은 조우성이 419수, 만우성이 149수로 판별되어 조우성 522수와 만우성 232수를 대상으로 생산능력을 비교하였다.

### 2. 공시계의 사양관리

시험계들은 0~52주령까지 사육하였다. 모든 시험계들은 동일한 사양 조건으로 15주령까지 육추케이지에서 사육하고, 이후 52주령까지 강제환기 및 자동온도 조절시스템이 완비된 무창계사로 이송하여 2단 4열 철망 배터리형 케이지(90 cm × 90 cm × 66 cm/cage)에 케이지 당 12수씩 사육하였다. 사료 급여는 사육단계별로 H사의 종계사양관리지침에 따라 시판용 초이사료, 병아리 육성기사료, 산란기사료를 급여하고, 4주령 이후 표준체중을 기준으로 제한급여하였다. 점등관리는 점감점증법으로 발생 후 16주령까지 점감하고, 이후 26주령까지 점증하여 16시간으로 고정시켰다. 예방백신은 H사의 종계사양 프로그램에 따라 접종하였다. 그 밖의 일반 닭 사양 관리는 경남과학기술대학교 닭 사육관리 지침에 따라 이루어졌고, 시험에 관련된 닭의 관리 및 취급은 본 대학 동물실험윤리위원회(IACUC)의 승인을 득한 후 규정을 준수하여 시행하였다.

### 3. 생산능력 조사항목

조우성과 만우성 개체간 생산능력의 비교는 생존율, 체

중, 초산일령, 일계산란율, 산란지수, 난중 및 난질지표로서 발생 때부터 52주령까지 각 형질들을 측정하고 비교 분석하였다.

#### 1) 생존율

케이지별로 입실 후부터 52주령까지 매일의 생존수와 폐사수를 기록하고, 육성기 생존율은 0~15주, 성계생존율은 16~52주로 구분하여 측정하였다.

#### 2) 체중

시험계 전수를 대상으로 발생 후부터 20주령까지는 2주 간격으로, 20주령부터 40주령까지는 4주 간격으로 개체별 체중을 측정하였다.

#### 3) 초산일령

케이지별 5% 산란도달일수의 평균 값을 초산일령으로 하였다.

#### 4) 산란율

일계산란율(Hen-day egg production)은 초산 이후 52주까지 총 산란수를 같은 기간의 생존한 연수수로 나누어 계산하였다. 산란지수(Hen-housed egg production)는 동 기간 총 산란수를 초산 때의 생존수수로 나눈 값으로 계산하였다.

#### 5) 난중 및 난질

난중은 32주령, 40주령 및 50주령 때 산란한 계군 별 각

100개의 계란을 대상으로 무게를 측정하였고, 난질은 40주령 때 산란한 계란을 대상으로 난각색, 난백높이 및 하우유니트(Haugh Unit)를 QCM+ system(TSS Co., England)으로 측정 조사하였다.

#### 4. 통계처리

조우성 개체와 만우성 개체간 생존율 및 체중의 비교는 SAS 통계패키지(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 2 × 2 요인 분석으로 암수의 효과 및 조만성의 효과를 분석하였고, 산란능력의 비교는 동일패키지를 이용하여 *t*-test로 조우성 계군과 만우성 계군 간 평균값의 차이를 검정하였다.

## 결과 및 고찰

#### 1. 생존율

토종종계 조우성과 만우성 개체 암수 754수에 대한 52주령까지의 생존율을 조사하여 Table 1에 제시하였다. 분석결과, 시험 전 기간 동안 조우성 계군은 87.7±10.4%, 만우성 계군은 92.6±9.1%의 생존율을 나타내어 만우성 계군이 조우성 계군에 비해 유의하게 높은 생존율을 보이는데, 특히 산란 기간 중 계군별 생존율의 차이가 크게 나타났다( $P<0.05$ ). 한편, 암수 간에도 생존율의 차이를 보이는데, 암컷이 수컷에 비해 유의하게 높은 생존율을 나타내었으며( $P<0.05$ ), 깃털 조만성과 암수 간의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 깃털의 조만성이 생존율에 미치는 영

**Table 1.** Comparison of survival rates between early-feathering (EF) and late-feathering (LF) Korean native chickens

| Sources        |          | Growing period<br>(0~15 wk, %) | Laying period<br>(16~52 wk, %) | Hatching to 52 wk<br>(0~52 wk, %) |
|----------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| ♂              | EF       | 96.14±5.40                     | 85.30±6.86                     | 81.94±7.11                        |
|                | LF       | 97.65±4.66                     | 91.20±9.32                     | 89.26±11.71                       |
| ♀              | EF       | 95.21±6.44                     | 93.68±9.28                     | 89.19±10.63                       |
|                | LF       | 96.14±6.61                     | 98.00±4.41                     | 94.52±6.78                        |
| Sex (S)        | ♂        | 96.82±5.01                     | 87.96±8.39 <sup>b</sup>        | 85.24±9.91 <sup>b</sup>           |
|                | ♀        | 95.55±13.25                    | 94.80±13.93 <sup>a</sup>       | 90.57±14.37 <sup>a</sup>          |
|                | <i>P</i> | 0.4305                         | 0.0020                         | 0.0378                            |
| Feathering (F) | EF       | 95.40±6.21                     | 91.97±9.42 <sup>b</sup>        | 87.71±10.38 <sup>b</sup>          |
|                | LF       | 96.94±5.87                     | 95.45±7.21 <sup>a</sup>        | 92.55±9.08 <sup>a</sup>           |
|                | <i>P</i> | 0.3762                         | 0.0220                         | 0.0166                            |
| S × F          | <i>P</i> | 0.9493                         | 0.7235                         | 0.7068                            |

<sup>a,b</sup> Values (Means±SD) with different superscript within the same column significantly differ.

항에 대한 여러 연구 보고들과 다소 상이한 결과로서 많은 연구들에서 만우성 개체들이 ev21유전자와 연관되어 있음으로 lymphoid leucosis virus의 감염율이 증가되어 조우성 개체에 비해 생존율이 저하된다고 하였다(Harris et al., 1984; Bacon et al., 1988; Smith and Fadly, 1994). 그러나 한편으로 조우성과 만우성 개체간 마렉병 감염율을 비교 분석하여 깃털 조만성에 따른 감염율이나 폐사율의 차이는 없었으며, 브로일러에서도 조우성 개체와 만우성 개체간 생존율의 차이는 없다고 하였다(Some and Jakowski, 1974; Lowe and Merkley, 1986). 한편, Sohn et al.(2013)은 한국재래닭 조우성과 만우성 개체를 대상으로 발생 이후 60주령까지 생존율을 비교 분석한 결과, 육성기 및 산란기 전 기간에 걸쳐 기간별 깃털 조만성에 따른 폐사율의 차이는 없는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서 토종종계를 대상으로 조우성과 만우성 간 생존율의 차이를 분석한 결과, 암수 모두 만우성이 조우성 개체에 비해 우수하여 이전 보고들과는 다소 상이한 양상이었다. 이러한 결과가 실제 만우성 개체들이 조우성에 비해 생존능력이 우수한 것인지, 품종에 따른 종 특이적 특성인지는 보다 많은 결과의 축적이 이루어져야만 명확한 결론을 내릴 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 체중

조우성 개체와 만우성 개체간 성장능력을 비교하기 위하여 발생시, 6주령, 12주령, 20주령 및 32주령 개체 별 체중을 측정하고, 이의 결과를 Table 2에 제시하였고, 이들의 성장

양상을 Fig. 1에 나타내었다. 분석 결과, 발생시부터 시험 종료시까지 모든 주령에서 암수 간 차이만 있을 뿐, 조우성 개체와 만우성 개체간 체중의 차이는 없는 것으로 나타났으며, 깃털 조만성과 암수 간의 체중에 대한 상호작용도 없는 것으로 나타났다. 또한, 조우성 개체와 만우성 개체간 성장 양상도 거의 동일하게 나타났다. 이러한 결과는 일부 브로일러에 있어 조우성 개체들이 만우성 개체에 비해 빠른 성장과 높은 체중을 보인다는 보고(Dunnington and Siegel, 1986; Khosravinia, 2008)와 만우성이 조우성에 비해 성장능력이 우수하다는 보고(Lowe and Merkley, 1986; Merkley and Lowe, 1988; Nahashon et al., 2004)들과는 상이한 결과이나, 성장

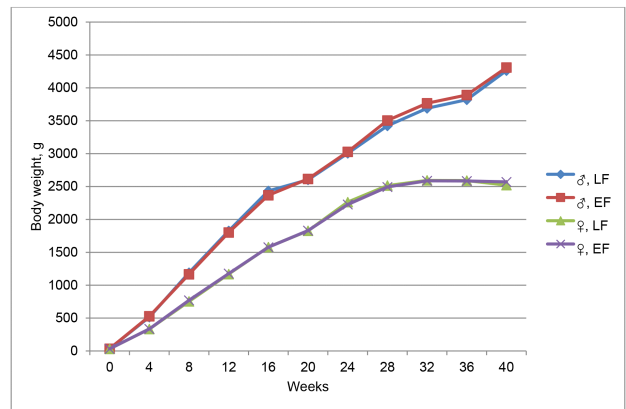


Fig. 1. Growth curve of early-feathering (EF) and late-feathering (LF) Korean native chickens.

Table 2. Comparison of body weights between early-feathering (EF) and late-feathering (LF) Korean native chickens

| Sources        |    | Hatching (%)          | 6 wk (%)                | 12 wk (%)                  | 20 wk (%)                  | 32 wk (%)                  |
|----------------|----|-----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ♂              | EF | 36.7±2.9              | 819.2±100.5             | 1,802.8±234.1              | 2,616.9±370.2              | 3,766.8±378.1              |
|                | LF | 35.7±3.2              | 825.0±93.2              | 1,826.0±212.5              | 2,603.1±348.6              | 3,690.4±460.8              |
| ♀              | EF | 32.9±2.5              | 524.4±83.8              | 1,177.5±196.8              | 1,831.1±271.9              | 2,587.6±273.9              |
|                | LF | 32.8±2.5              | 521.2±83.9              | 1,169.6±173.7              | 1,827.9±273.2              | 2,595.2±253.3              |
| Sex (S)        | ♂  | 36.0±3.0 <sup>a</sup> | 821.8±97.1 <sup>a</sup> | 1,813.2±224.4 <sup>a</sup> | 2,610.6±359.6 <sup>a</sup> | 3,731.1±419.2 <sup>a</sup> |
|                | ♀  | 32.9±2.5 <sup>b</sup> | 523.6±83.8 <sup>b</sup> | 1,175.4±190.8 <sup>b</sup> | 1,830.3±272.0 <sup>b</sup> | 2,589.6±268.4 <sup>b</sup> |
|                | P  | <0.0001               | <0.0001                 | <0.0001                    | <0.0001                    | <0.0001                    |
| Feathering (F) | EF | 33.5±2.8              | 583.7±147.0             | 1,302.6±323.3              | 1,982.2±426.5              | 2,801.6±542.2              |
|                | LF | 34.1±3.2              | 630.1±170.0             | 1,405.9±367.5              | 2,102.5±478.4              | 2,978.5±624.1              |
|                | P  | 0.5193                | 0.9375                  | 0.9348                     | 0.7960                     | 0.5319                     |
| S × F          | P  | 0.1133                | 0.5606                  | 0.3833                     | 0.8435                     | 0.1413                     |

<sup>a,b</sup> Values (Means±SD) with different superscript within the same column significantly differ.

올과 깃털 조만성 간에 관련이 없다는 보고들과는 일치된 양상이다(Lowe and Garwood, 1981; O'Sullivan et al., 1991; Fotsa et al., 2001). 한편, Sohn et al.(2013)은 한국재래닭을 대상으로 모든 주령에서 조우성 개체와 만우성 개체간 체중의 차이는 없는 것으로 보고하고, 단지 성장 후기로 진행되면서 만우성 개체의 성장 속도가 조우성 개체에 비해 다소 빠른 양상을 나타낸다고 하였다. 이러한 결과들을 종합하여 볼 때 깃털 발육 속도에 관여하는 만우성 유전자(K)가 품종 및 암수에 따라 체중에 미치는 영향이 다소 다른 것으로 보이나, 본 시험에 공시된 토종종계의 경우 깃털의 조만성과 암수의 성장능력 간에는 거의 연관성이 없는 것으로 판단된다.

3. 산란능력

토종종계 조우성과 만우성 개체간 산란능력을 비교 분석하기 위하여 초산일령 및 초산 때부터 52주령까지의 산란율을 조사하고, 이의 결과를 Table 3에 제시하였으며, Fig. 2는 이들의 산란 곡선이다. 분석 결과, 초산일령은 평균 160.7일로 조우성 계군과 만우성 계군 간의 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면, 초산 이후 52주령까지 일계산란율 및 산란지수에서는 만우성 계군이 조우성 계군에 비해 유의적으로 높은 산란 성적을 나타내었다( $P<0.01$ ). 한편, 산란곡선에 있어 조우성과 만우성 계군 공히 유사한 산란곡선 형태를 보이며, 두 계군 모두 29주령에 피크산란율을 나타내었고, 조우성은 86.1%, 만우성은 90.0%였다. 깃털 조만성과 산란능력 간의 연관성에 대한 여러 보고들에서 대상 품종에 따라 다소 다른 결과들을 제시하고 있는데, 대체적으로 산란계의 경우 조우성 개체들이 만우성 개체들에 비해 다소 우수한 산란능력을 보인다고 하였고(Havenstein et al., 1989; Durmus et al., 2010; Goger et al., 2017), 검용종 또는 육용종계의 경우는 깃털 조만성에 따른 산란능력의 차이는 없다고 하였다(Ledvinka et al., 2011, 2014; Mincheva et al., 2012). 또한, 한국재래닭의 경우 조우성 개체들이 만우성 개체들에 비해 빠른 초산을 보임으로 깃털 조만성이 성숙 일령과는 관련

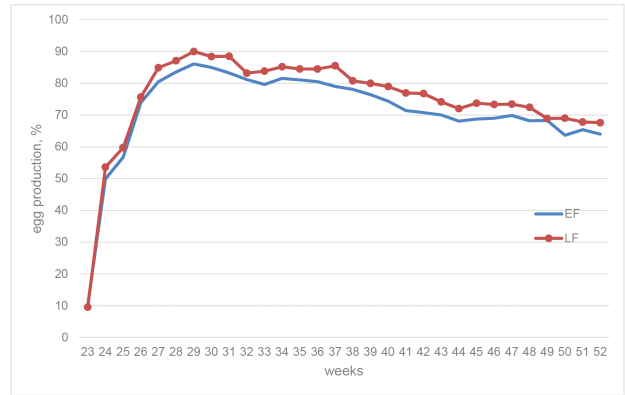


Fig. 2. Egg production curve of early-feathering (EF) and late-feathering (LF) Korean native chickens.

이 있음을 시사한 반면, 조우성과 만우성 개체들 간의 산란능력의 차이는 없다고 하였다(Sohn et al., 2013). 본 연구 결과는 상기 보고들과는 다소 상이한 것으로 만우성의 산란능력이 조우성에 비해 우수한 것으로 나타나 매우 흥미있는 결과라 사료된다. 이러한 결과가 토종종계의 유전적 특성에 기인하여 나타난 품종 고유의 차이인지, 공시된 선별 개체들의 편향(bias)된 결과인지는 분명하지 않다. 그러나 공시된 토종종계에 있어 만우성 개체들의 산란능력이 조우성에 비해 우수하다는 것은 깃털 자가성감별계통 조성을 위해 모계통은 만우성으로 고정되어야 하기 때문에 매우 바람직한 결과로 사료된다.

4. 난중 및 난질

깃털의 조만성이 난중에 미치는 영향을 알아보기 위하여 조우성 개체와 만우성 개체가 32, 40 및 50주령 때 산란한 계란 각 100개에 대하여 난중을 측정하고 이의 결과를 Table 4에 제시하였다. 분석 결과, 모든 기간에서 토종종계 조우성 개체와 만우성 개체간 난중의 차이는 없는 것으로 나타났다. 깃털 조만성과 난중 간의 연관성에 대해 일부 레그 혼종에 있어 만우성 개체의 계란이 조우성 개체의 계란에 비

Table 3. Age at first egg laying and egg production in early-feathering (EF) and late-feathering (LF) Korean native chickens

| Feathering | Age at first egg laying (day) | Hen-day egg production (first egg laying ~ 52 wk, %) | Hen-housed egg production (first egg laying ~ 52 wk, egg) |
|------------|-------------------------------|--|---|
| EF         | 160.6±4.2                     | 74.2±5.2 <sup>b</sup>                                | 142.0±13.0 <sup>b</sup>                                   |
| LF         | 161.1±5.1                     | 78.2±3.7 <sup>a</sup>                                | 153.7±8.4 <sup>a</sup>                                    |
| Total      | 160.7±4.4                     | 75.2±5.1   | 145.0±13.0  |

<sup>a,b</sup> Values (Means±SD) with different superscript within the same column significantly differ by *t*-test ( $P<0.01$ ).

**Table 4.** Egg weights in early-feathering (EF) and late-feathering (LF) Korean native chickens

| Feathering | 32 wk (g)  | 40 wk (g)  | 50 wk (g)  |
|------------|------------|------------|------------|
| EF         | 55.13±1.57 | 56.71±4.26 | 60.80±1.37 |
| LF         | 55.24±1.19 | 57.29±3.86 | 61.32±1.27 |
| Total      | 55.21±1.47 | 57.12±4.15 | 61.19±1.35 |

Values (Means±SD) within the same column not significantly differ.

해 다소 무거웠다고 보고한 반면(Lowe et al., 1965; Somes, 1970), 폴리머스룩종의 경우는 오히려 조우성의 계란이 만우성에 비해 무거웠다고 하였으며(Ledvinka et al., 2014), 한편으로 여러 검용종들에서 조우성과 만우성 개체들 간 난중의 차이는 없다고 하였다(Lowe and Garwood, 1981; Mincheva et al., 2012; Sohn et al., 2013; Goger et al., 2017). 따라서 깃털 조만성이 난중에 미치는 영향은 품종에 따라 다소 다른 결론을 보여 본 토종종계의 경우 깃털 조만성과 난중 간에는 거의 연관성이 없는 것으로 보여진다. 한편, 깃털의 조만성이 난질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 조우성 개체와 만우성 개체가 40주령 때 산란한 계란 각 100개에 대하여 난각색, 난백높이 및 하우유니트(HU)를 조사하고, 이의 분석 결과를 Table 5에 제시하였다. 분석 결과, 조우성 개체와 만우성 개체가 생산한 계란 간의 난각색, 난백높이 및 HU와 같은 모든 난질 지표의 차이는 없는 것으로 나타났다. Ledvinka et al.(2011, 2014)은 횡반폴리머스룩을 대상으로 깃털 조만성이 난질에 미치는 영향을 분석한 바, 난각색, 난각두께, 난백율, HU 등 모든 난질 지표에서 조우성이 만우성에 비해 우수하다고 보고한 반면, Mincheva et al.(2012)은 동일품종에서 난각두께의 경우 조우성이 만우성에 비해 유의하게 두꺼웠으나, 난백율이나 HU 등 내부 난질에서는 깃털 조만성에 따른 차이는 없다고 하였다. 또한 Sohn et al.(2013)은 한국재래닭을 대상으로 깃털 조만성과 난질 간의 관계를 분석한 바, 난각색, 난각두께, 난각무게, 난각강도,

난백고, HU, 난황색 등 계란의 내외부 난질 모두에서 조우성과 만우성 간에 차이가 없음을 보고하였다. 이상의 결과들을 종합할 때 토종종계의 경우 깃털 조만성이 계란의 내외부 난질에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

결론적으로 토종종계의 경우 만우성 개체가 조우성 개체에 비해 생존율, 산란능력이 우수하고, 체중 및 난중과 난질에서는 차이가 없는 것으로 보여진다. 이는 자가성감별 토종종계 계통 조성을 위해서는 매우 바람직한 결과로서 산육성 위주의 깃털감별계통 조성시 부 계통은 체중 위주의 조우성으로, 모 계통은 산란성 위주의 만우성으로 고정되어야 하기 때문이다. 따라서 토종종계 깃털 자가성감별 계통 조성에 있어 깃털 조만성으로 인하여 생산능력의 저하를 초래하는 일은 없을 것으로 판단된다.

## 적 요

현재 병아리의 성 감별은 만우성 유전자를 이용한 깃털감별법이 산업적으로 가장 널리 이용되고 있다. 그러나 깃털 감별을 위한 계통 조성은 반드시 부계는 조우성, 모계는 만우성이어야 함으로 깃털의 조만성이 생산능력에 미치는 영향을 알 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 토종종계의 깃털 자가성감별 계통 조성을 위하여 이들 중 만우성 개체들과 조우성 개체들 간의 생산능력을 비교 분석하고자 하였다. 분석 결과, 발생 후 52주령까지의 생존율은 만우성 집단이 조우성 집단에 비해 유의하게 높은 생존율을 보였다( $P<0.05$ ). 체중은 거의 모든 주령에서 조우성과 만우성 집단간 차이는 없는 것으로 나타났다. 산란능력에 있어 초산일령은 두 집단간에 차이가 없었으나 일계산란율 및 산란지수의 경우 공히 만우성 집단이 조우성 집단에 비해 유의적으로 높은 성적을 나타내었다( $P<0.01$ ). 난중을 비롯한 난각색, 난백높이 및 하우유니트 등 모든 난질 지표에 있어서도 조우성 집단과 만우성 집단간에 차이는 없는 것으로 나타났다. 결론적으로 토종닭의 육종 목표는 육용형이므로 깃털감별계통 조성시 부 계통은 체중 위주의 조우성으로, 모 계통은 산란성

**Table 5.** Egg quality in the eggs from early-feathering (EF) and late-feathering (LF) Korean native chickens at 40 weeks

| Feathering | Egg shell color (%) | Albumin height (mm) | Haugh unit (HU) |
|------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| EF         | 36.02±5.41          | 8.90±2.04           | 93.58±9.77      |
| LF         | 34.79±5.82          | 9.19±2.22           | 95.08±10.97     |
| Total      | 36.16±5.56          | 9.10±2.10           | 94.63±10.15     |

Values (Means±SD) within the same column not significantly differ.

위주의 만우성으로 조성되어야 한다. 따라서 본 결과는 토종종계의 깃털 자가성감별 계통 조성을 위해서 매우 바람직한 현상으로 사료된다.

(색인어: 한국토종종계, 깃털감별, 조우성, 만우성, 생산능력)

## 사 사

본 논문은 Golden Seed Project 중축사업(과제 번호: PJ 0128202019, 213010053SB230)의 지원으로 수행되었음.

## ORCID

|                |   |
|----------------|---|
| Ki Gon Kim     | <a href="https://orcid.org/0000-0003-0174-520X">https://orcid.org/0000-0003-0174-520X</a> |
| Eun Jung Cho   | <a href="https://orcid.org/0000-0003-1416-0884">https://orcid.org/0000-0003-1416-0884</a> |
| Eun Sik Choi   | <a href="https://orcid.org/0000-0002-5169-7034">https://orcid.org/0000-0002-5169-7034</a> |
| Jae Hyun Kwon  | <a href="https://orcid.org/0000-0001-6084-828X">https://orcid.org/0000-0001-6084-828X</a> |
| Hyun Chul Jung | <a href="https://orcid.org/0000-0002-2415-9353">https://orcid.org/0000-0002-2415-9353</a> |
| Sea Hwan Sohn  | <a href="https://orcid.org/0000-0001-6735-9761">https://orcid.org/0000-0001-6735-9761</a> |

## REFERENCES

- Aviagen Brand 2017 Feather Sexing Day-old Chicks in the Hatchery. Available from: [http://en.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Resources\\_Tools/AA\\_How\\_Tos/AA-How-to-11-FeatherSexDayOldChicks-EN-17.pdf](http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Resources_Tools/AA_How_Tos/AA-How-to-11-FeatherSexDayOldChicks-EN-17.pdf). Accessed December. 12, 2018.
- Bacon LD, Fadly AM, Crittenden LB 1986 Absence of influence on immune competence by the sex-linked gene (K) determining slow feathering in white Leghorn chickens. *Avian Dis* 30(4):751-760.
- Bacon LD, Smith E, Crittenden LB, Havenstein GB 1988 Association of the slow feathering (K) and an endogenous viral (ev21) gene on the Z chromosome of chickens. *Poult Sci* 67(2):191-197.
- Bang MH, Cho EJ, Cho CY, Sohn SH 2018 Study on the characteristics of feather developing pattern and morphology in early- and late-feathering Korean native chickens. *Kor J Poult Sci* 45(3):155-165.
- Bitgood JJ 1999 Linkage relationships of the Z-linked silver, slow feathering, and pop-eye loci. *Poult Sci* 78(8):1100-1101.
- Choi ES, Bang MH, Kim KG, Kwon JH, Chung OY, Sohn SH 2017 Estimation of combining ability of production traits from diallel crosses of Korean native chicken strains. *Kor J Poult Sci* 44(3):189-198.
- Dunnington EA, Siegel PB 1986 Sex-linked feathering alleles (K, k+) in chickens of diverse genetic backgrounds. 1. Body temperatures and body weights. *Poult Sci* 65(2):209-214.
- Durmus I, Goger H, Demirtas SE, Yurtogullari S 2010 Comparison of rapid and slow feathering egg layers with respect to egg production and hatchability parameters. *Asian J Anim Vet Adv* 5(1):66-71.
- Elferink MG, Vallée AAA, Jungerius AP, Crooijmans RPMA, Groenen MAM 2008 Partial duplication of the PRLR and SPEF2 genes at the late feathering locus in chicken. *BMC Genomics* 9:391.
- Fotsa JC, Mérat P, Bordas A 2001 Effect of the slow (K) or rapid (k+) feathering gene on body and feather growth and fatness according to ambient temperature in a Leghorn x brown egg type cross. *Genet Sel Evol* 33(6):659-670.
- Godfrey GF, Farnsworth GM Jr 1952 Relation of the sex-linked rapid feathering gene to chick growth and mortality. *Poult Sci* 31(1):65-68.
- Goger H, Demirtas SE, Yurtogullari S 2017 Determination effects of slow (K) and fast (k+) feathering gene on egg production and hatching traits in laying hens. *Asian J Anim Vet Adv* 12(5):247-253.
- Harris DL, Garwood VA, Lowe PC, Hester PY, Crittenden LB, Fadly AM 1984 Influence of sex-linked feathering phenotypes of parents and progeny upon lymphoid leukosis virus infection status and egg production. *Poult Sci* 63(3):401-413.
- Havenstein GB, Toelle VD, Towner RH, Emsley A 1989 Effects of genetic strain, slow versus rapid-feathering maternal genotype and cage density on the performance of Single Comb White Leghorns. *Poult Sci* 68(5):596-607.
- Iraqi FDR, Smith EJ 1995 A restriction enzyme map of the sex-linked late-feathering locus of chickens. *Poult Sci* 74(9):1515-1519.
- Iraqi F, Smith EJ 1994 Determination of the zygosity of ev21-K in late-feathering male White Leghorns using the

- polymerase chain reaction. *Poult Sci* 73(7):939-946.
- Khosravinia H 2008 Effect of the slow (K) or rapid (k+) feathering gene on growth performance and skeletal dimensions of broiler chickens selected for cut up carcass value. *Res J Poult Sci* 2(1):9-14.
- Ledvinka Z, Zita L, Hubeny M, Tumova E, Tyller M, Dobrovolny P, Hruska M 2011 Effect of genotype, age of hens and K/k allele on eggshell quality. *Czech J Anim Sci* 56(5):242-249.
- Ledvinka Z, Zita L, Tyller M, Dobrovolny P, Klesalova L, Tyllerova H 2014 Effect of genotype, feather growth-rate gene and the age of hens on the egg quality. *Bulgarian J Agric Sci* 20(6):1466-1471.
- Lowe PC, Garwood VA 1981 Independent effects of K and k+ alleles and maternal origin on mortality and performance of crossbred chickens. *Poult Sci* 60(6):1123-1126.
- Lowe PC, Merkle JW 1986 Association of genotypes for rate of feathering in broilers with production and carcass composition traits: effect of genotypes, sex, and diet on growth and feed conversion. *Poult Sci* 65(10):1853-1858.
- Lowe PC, Wilson SP, Harrington RB 1965 Association of some qualitative and quantitative traits in chickens. *Poult Sci* 44(1):106-112.
- Merkley JW, Lowe PC 1988 Association of rate-of-feathering genotypes in broilers with production and carcass composition traits.: 2. effect of genotypes and diet on processing traits and lipid deposition. *Poult Sci* 67(6):914-919.
- Mincheva N, Lalev M, Oblakova M, Hristakieva P, Ivanova I 2012 Effect of feathering alleles (K/k+) on laying performance, hatchability parameters and some body measurements in two lines of white Plymouth Rock hens. *Biotechnol Anim Husb* 28(3):405-414.
- Nahashon SN, Bartlett J, Smith EJ 2004 Effect of the late-feathering or early-feathering genotypes on performance and carcass traits of broiler chickens. *Live Prod Sci* 91(1): 83-94.
- O'Sullivan NP, Dunnington EA, Siegel PB 1991 Growth and carcass characteristics of early- and late-feathering broilers reared under different feeding. *Poult Sci* 70(6):1323-1332.
- Saeki Y, Katsuragi T 1961 Effect of early and late feathering gene on growth in New Hampshire, Leghorns and their crossbreds. *Poult Sci* 40(6):1612-1616.
- SAFRS 2011 Chicken Sexing, Primary Industries and Fisheries. Queensland Government. Available from: [http://www.dpi.qld.gov.au/27\\_2712.htm](http://www.dpi.qld.gov.au/27_2712.htm). Accessed August. 15, 2019.
- Smith EJ, Fadly AM 1988 Influence of congenital transmission of endogenous virus-21 on the immune response to avian leukosis virus infection and the incidence of tumors in chickens. *Poult Sci* 67(12):1674-1679.
- Smith EJ, Fadly AM 1994 Male-mediated venereal transmission of endogenous avian leukosis virus. *Poult Sci* 73(4):488-494.
- Sohn SH, Park DB, Song HR, Cho EJ, Kang BS, Suh OS 2012 Genotype frequencies of the sex-linked feathering and their phenotypes in domestic chicken breeds for the establishment of auto-sexing strains. *J Anim Sci Tech* 54(4):1-10.
- Sohn SH, Kim NY, Park DB, Song HR, Cho EJ, Choi SB, Heo KN, Choi HC 2013 Influence of early- and late-feathering phenotype on productive performance in the feather-sexing strains of Korean native chicken. *Kor J Poult Sci* 40(3):263-270
- Somes RG 1969 Delayed feathering, a third allele at the K locus of the domestic fowl. *J Hered* 60(5):281-286.
- Somes RG 1970 The influence of the rate of feathering allele K<sup>n</sup> on various quantitative traits in chickens. *Poult Sci* 49(5):1251-1256.
- Somes RG Jr, Jakowski RM 1974 A survey of possible associations between morphologic traits and resistance to Marek's disease. *Poult Sci* 53(5):1675-1680.
- Wilson HR, Jacop JP, Mather FB 2007 Method of sexing day - old chicks. University of Florida, Cooperative Extension Service, USA.

---

Received Oct. 21, 2019, Revised Nov. 19, 2019, Accepted Nov. 21, 2019