



한국토종닭의 품종, 산란 연령 및 종란의 보관 기간이 부화 능력에 미치는 영향

최은식¹·손시환^{2*}

¹경남과학기술대학교 동물생명과학과 대학원생, ²경남과학기술대학교 동물생명과학과 교수

The Effects of Breed, Laying Age and Egg Storage Period on the Hatchability of Korean Native Chickens

Eun Sik Choi¹ and Sea Hwan Sohn^{2*}

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

²Professor, Department of Animal Science and Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Republic of Korea

ABSTRACT This study investigated the effects of breed, laying age, and egg storage period on hatching performance. Eggs were collected from early laying period (27 to 29 weeks old) and late laying period (50 to 52 weeks old) in Hwanggalsaeck Jaeraejong, Korean Rhode Island Red, and Korean White Leghorn chicken breeds. Eggs laid for each period were stored for 3, 7 and 14 days and then hatched. Fertility, hatchability, and embryonic mortality were observed to determine the hatching performance. The results showed that hatching performance was affected by breed, laying age, and egg storage period with independently or interactively. The Korean Rhode Island Red breed had the lowest hatching performance. Hatchability and early embryonic mortality rate increased in early laying period eggs compared to the late laying period, but the late embryonic mortality rate increased in late laying period eggs. Additionally, hatching performance decreased as the egg storage period increased. Using breed-specific hatching management techniques, avoiding late laying period eggs, and shortening the egg storage period to seven days after laying may improve the hatching performance.

(Key words: Korean native chicken, hatching performance, breed, laying age, egg storage period)

서론

부화는 가금 산업에서 매우 중요한 요인 중 하나이다. 아무리 생산 능력이 우수한 품종을 개발했는지라도 부화 성적이 좋지 않으면 생산성에 큰 영향을 미치기 때문이다. 부화 성적에는 다양한 요인들이 영향을 미치는데 부란 관리 외적 요인으로서 종계의 품종이나 산란 연령 및 종란의 보관 상태 등이 이에 영향을 미친다. 이들 중 종란의 보관 기간과 부화 성적 간에는 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있는데, 종란 수집 후 7일 이상 보관하여 부화하게 되면 배자 발육중지율이 높아져 부화 성적이 현저히 떨어지는 것으로 보고하고 있다(Mather and Langhlin 1976; Brake et al., 1997;

Hamidu et al., 2011; Ishaq et al., 2014; Pokhel et al., 2018). 또한 종계의 산란 연령이 종란의 부화 성적에 미치는 영향에 대해서도 어린 종계에서 생산된 종란의 배자는 성숙된 종계의 배자에 비하여 발달 정도가 느려 저조한 부화 성적을 초래한다고 하였다(Rejrink et al., 2009; Gucbilmez et al., 2013). 이는 어린 종계에서 생산된 종란은 배자의 크기가 작고 성장하는데 필요한 지방산이 부족하기 때문이라 하였고(Tona et al., 2001), 또한 이들 종란은 두꺼운 난백이 배자의 호흡을 방해하여 발생 초기에 발육 중지를 유발하기 때문이라 하였다(Meuer and Baumann, 1988; Mcloughlin and Gous, 1999). 이와 더불어 나이가 많은 종계의 종란에서 생산된 배자 또한 발육중지율이 높아 부화 성적의 저하를 초래한다고

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

하였다(Damaziak et al., 2018). 반면, 육용 종계에 있어서 산란 연령과 부화 성적 간에 거의 연관성이 없다는 연구 결과도 있다(Ulmer-Franco et al., 2010). 한편, 종계의 품종 별 수정 및 부화 능력의 차이에 대해서도 많은 보고들이 있는데, 육용 종계를 비롯한 레그혼종, 로드종 및 국내 토착재래종에 대하여 품종 간 부화 능력의 차이가 현저하게 나타남을 제시하고 있다(Witt and Schwalbach, 2004; Malago and Baitilwake, 2009; National Institute of Animal Science, 2011; Wang et al., 2020). 이와 같이 종계의 품종이나 산란 연령 및 종란의 보관 기간이 부화 성적에 미치는 다양한 연구 결과에도 불구하고, 현실적으로 국내 종계 농장의 경우 제한된 종계의 수로 인하여 수일에 걸쳐 종란을 수집하고, 보유한 종계는 생산성이 다할 때까지 산란 기간이 연장될 수밖에 없는 실정이다. 그러므로 종계의 품종이나 산란 연령 및 종란의 보관 기간이 부화 성적에 미치는 영향을 면밀히 분석하여 부화율 향상을 위한 적절한 종계 및 종란의 관리 지침을 제시할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 한국토종닭 종계 세 품종을 이용하여 이들의 산란 연령과 종란의 보관 기간이 수정률, 부화율 및 배자발육중지율에 미치는 영향을 분석하여 부화율 향상을 위한 종계 및 종란의 효율적 관리 방안을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시계 및 실험 설계

본 시험에 사용된 종계는 한국토종닭 순계로 재래황갈종(Hwanggalsack Jaeraejong), 토착로드종(Korean Rhode Island Red) 및 토착레그혼종(Korean White Leghorn) 세 품종으로 공히 평사에서 암수 혼합(♀ 7: ♂ 1) 형태로 사육하였고, 이들이 생산한 종란은 경남과학기술대학교 종합농장 내 부화실에서 21일 간 부화 후 발생시켰다. 종계의 산란 연령에 따른 부화 성적의 검토는 동일 집단에 대해 27~29주령 산란 초기 때와 50~52주령 산란 후기 때 생산한 종란 각 1,080개를 분석대상으로 하였다. 종란의 보관 기간에 따른 부화 성적의 검토는 산란 후 3일, 7일 및 14일 보관된 종란을 이용하여 품종 별로 각 120개씩 총 1,080개를 수집하여 부화하고, 보관 기간 간 성적을 비교 분석하였다. 이때 수집한 종란의 보관 온도는 공히 10~15℃로 유지하였다. 이러한 시험에 관련된 모든 닭의 관리 및 취급은 본 대학 동물실험윤리위원회의 승인을 득한 후(IACUC Approved No. 2019-14) 제반 규정을 준수하여 시행하였다.

2. 부화 작업

본 시험에 이용한 부화기는 발생좌와 발육좌가 구분된 5,000개 입란용 상업용 부화기(모델 BS-3240, 반석부화기, 시흥, 대한민국)로서 발육좌의 온도는 37.8~38.3℃, 상대습도는 60%로 설정하였고, 발생좌의 온도는 37.8℃, 상대습도는 70%로 설정하였다. 입란은 품종과 보관 기간에 따라 처리 구당 30개씩 4반복으로 배치하였다. 부화 개시 후 18일째 부화란을 발생좌로 이송하고 tray당 처리구를 무작위로 배치하였다. 검란은 입란 후 7일째와 발생좌로 이송하는 18일째 실시하였다. 검란 때 무정란, 초기, 중기 및 후기 배자발육중지란을 판정하였고, 부화 종료 시점에 파악하지 못한 부화란에 대해서는 할란검사를 실시하여 사롱란을 판정하였다.

3. 조사항목

1) 수정률

수정률은 입란한 전체 종란에서 무정란을 제외한 유정란의 비율로 계산하였다.

Fertility (%) =

$$\frac{\text{Number of set eggs} - \text{Number of unfertile eggs}}{\text{Number of set eggs}} \times 100$$

2) 배자발육중지율

배자발육중지율은 초기 배자발육중지율(1~7일), 중기 배자발육중지율(8~18일) 및 후기 배자발육중지율(18~21일)로 나누어 각 기별로 유정란에서 중지란의 발생 비율로 계산하였고, 사롱란 발생률은 유정란에서 부화 종료 후 발생되지 못한 개체의 비율로 계산하였다.

Embryonic mortality (%) =

$$\frac{\text{Number of embryonic dead eggs}}{\text{Number of fertile eggs}} \times 100$$

3) 부화율

부화율은 유정란 수 대비 부화한 병아리 수의 비율과 전체 입란 수 대비 부화한 병아리 수의 비율로 나타내었다.

Hatchability of fertile eggs (%) =

$$\frac{\text{Number of hatched chicks}}{\text{Number of fertile eggs}} \times 100$$

Hatchability of set eggs (%) =

$$\frac{\text{Number of hatched chicks}}{\text{Number of set eggs}} \times 100$$

4. 통계분석

처리 별 부화 성적의 비교를 위한 실험 설계는 3×2×3 요인분석 시험으로 SAS 통계 package(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2020)의 GLM procedure를 이용하여 품종 간, 산란 연령 간 및 종란 보관 기간 간의 통계적 차이와 이들 요인 간 상호작용 효과를 분석하였다. 각 부화 성적에 대한 처리 간에 유의한 차이가 인정되었을 때는 동일 package의 Tukey's HSD procedure로 처리구별 평균값에 대한 유의성 여부를 검정하였다.

결 과

재래황갈중, 토착로드중 및 토착레그혼종을 대상으로 산

란 초기(27~29주령)와 산란 후기(50~52주령)에 종란을 수집하고, 각 시기별 수집한 종란에 대하여 보관 기간을 3일, 7일 및 14일로 나누어 부화를 진행하여 이들의 수정률, 부화율 및 배자발육중지율을 조사하였다. 각 요인 별 수정률과 부화율의 분석 결과는 Table 1과 같고, 배자발육중지율의 분석 결과는 Table 2와 같다. 분석 결과, 거의 대부분의 부화형질에서 종계의 품종, 산란 연령 및 종란의 보관 기간에 따라 유의한 차이를 보였으며, 수정률, 부화율 및 초기 배자발육중지율에 있어서는 요인 간 상호작용 효과도 나타났다 ($P<0.05$).

1. 종계의 품종

재래황갈중, 토착로드중 및 토착레그혼중 세 품종 간의 수정률, 부화율 및 배자발육중지율을 조사하고, 이의 결과를 Table 3에 제시하였다. 분석 결과, 수정률과 부화율 및 초기 배자발육중지율에 있어 품종 간 유의한 차이를 보였는데 ($P<0.01$), 거의 모든 부화 항목에서 토착로드중이 재래황갈

Table 1. Results of fertility and hatchability according to breed, laying age, and egg storage period, and their analysis of variance

Breeds	Laying age (weeks)	Storage period (days)	Number of set eggs	Fertility (%)	Hatchability (%)	
					Fertile eggs	Set eggs
Hwanggalsack Jaeracjong	27~29	3	120	88.3±1.9 ^{ab}	88.7±2.9 ^a	78.3±1.9 ^a
		7	120	90.8±1.7 ^a	86.3±10.3 ^a	78.3±8.4 ^a
		14	120	88.3±6.4 ^{ab}	73.5±9.7 ^{abc}	65.0±10.4 ^{abc}
	50~52	3	120	88.3±8.4 ^{ab}	77.3±9.4 ^{abc}	68.3±10.4 ^{ab}
		7	110	90.0±5.6 ^a	67.8±5.4 ^{abcd}	61.0±5.7 ^{abcd}
		14	120	95.8±1.7 ^a	54.9±16.2 ^{bcd}	52.5±15.2 ^{bcd}
Korean Rhode Island Red	27~29	3	120	74.2±3.2 ^c	83.5±14.2 ^a	61.7±8.8 ^{abcd}
		7	120	76.7±2.7 ^{bc}	68.5±4.7 ^{abcd}	52.5±3.2 ^{bcd}
		14	120	84.2±10.3 ^{abc}	52.9±12.8 ^{cd}	44.2±10.0 ^{cd}
	50~52	3	120	91.7±4.3 ^a	79.4±10.9 ^{ab}	72.5±7.4 ^{ab}
		7	120	92.5±3.2 ^a	64.8±13.9 ^{abcd}	60.0±13.9 ^{abcd}
		14	120	91.7±3.3 ^a	43.8±7.4 ^d	40.0±6.1 ^d
Korean White Leghorn	27~29	3	120	94.2±3.2 ^a	87.6±8.4 ^a	82.5±9.2 ^a
		7	120	89.2±1.7 ^{ab}	77.5±9.6 ^{abc}	69.2±9.6 ^{ab}
		14	120	90.0±9.8 ^a	67.4±10.0 ^{abcd}	60.0±4.7 ^{abcd}
	50~52	3	120	94.2±1.7 ^a	83.2±3.6 ^a	78.3±4.3 ^a
		7	120	95.0±1.9 ^a	80.5±11.3 ^{ab}	76.7±12.2 ^a
		14	120	96.7±0.0 ^a	74.1±6.0 ^{abc}	71.7±5.8 ^{ab}
Means				89.5±7.2	72.9±15.0	65.1±14.2

Table 1. Continued

Breeds	Laying age (weeks)	Storage period (days)	Number of set eggs	Fertility (%)	Hatchability (%)	
					Fertile eggs	Set eggs
	Breed (A)			<.0001	0.0001	<.0001
	Laying age (B)			<.0001	0.0061	0.5741
	Storage period (C)			0.1539	<.0001	<.0001
<i>P</i> -values	A × B			0.0003	0.0105	0.0007
	A × C			0.479	0.1161	0.3959
	B × C			0.8738	0.994	0.9848
	A × B × C			0.0488	0.6703	0.1414

Values are mean±standard deviation.

^{a~d} The different superscripts within column significantly differ.

Table 2. Results of embryonic mortality according to breed, laying age, and egg storage period, and their analysis of variance

Breeds	Laying age (weeks)	Storage period (days)	Embryonic mortality (%)			Dead inshelled egg (%)
			Early	Middle	Late	
Hwanggalsaek Jaeraejong	27~29	3	1.9±2.1 ^f	0.0±0.0 ^b	4.7±2.0 ^b	4.7±1.8
		7	5.5±6.3 ^{def}	0.9±1.9 ^{ab}	6.4±5.4 ^{ab}	0.9±1.8
		14	15.9±5.9 ^{bcde}	2.9±3.8 ^{ab}	4.0±4.6 ^b	3.7±7.4
	50~52	3	8.5±3.7 ^{cdef}	0.0±0.0 ^b	8.6±2.6 ^{ab}	5.5±4.5
		7	8.5±8.5 ^{cdef}	0.9±1.8 ^{ab}	12.6±8.3 ^{ab}	10.1±7.3
		14	11.3±1.7 ^{bcdef}	1.8±2 ^{ab}	23.5±18.5 ^{ab}	8.6±12.7
Korean Rhode Island Red	27~29	3	5.5±4.1 ^{def}	1.1±2.2 ^{ab}	4.5±3.6 ^b	5.4±6.5
		7	18.4±3.7 ^{bcd}	0.0±0.0 ^b	10.9±7.6 ^{ab}	2.2±4.3
		14	38.3±8.2 ^a	4.1±3.3 ^{ab}	1.9±3.7 ^b	2.9±3.6
	50~52	3	7.2±3.9 ^{def}	0.0±0.0 ^b	9.8±7 ^{ab}	3.7±2.9
		7	10.9±5.2 ^{bcdef}	0.0±0.0 ^b	14.4±5.1 ^{ab}	9.9±7.9
		14	23.6±5.8 ^b	5.5±2.2 ^a	19±11.6 ^{ab}	8.2±3.7
Korean White Leghorn	27~29	3	3.6±3.0 ^{ef}	0.0±0.0 ^b	5.4±3.6 ^b	3.5±4.9
		7	15.0±4.5 ^{bcdef}	1.0±1.9 ^{ab}	2.8±1.9 ^b	3.8±4.4
		14	21.6±8.8 ^{bc}	1.9±2.2 ^{ab}	6.4±1.6 ^{ab}	2.7±3.4
	50~52	3	3.6±2.9 ^{ef}	2.6±1.8 ^{ab}	4.4±1.8 ^b	6.2±6.1
		7	2.7±3.4 ^{ef}	3.5±2.9 ^{ab}	7.9±4.5 ^{ab}	5.3±4.6
		14	8.6±2.0 ^{cdef}	0.9±1.7 ^{ab}	14.7±7.1 ^{ab}	1.7±2.0
Means			11.7±10.0	1.5±2.3	9.0±8.3	5.0±5.6
	Breed (A)		<.0001	0.4315	0.2139	0.5187
	Laying age (B)		0.0004	0.4254	<.0001	0.0165
	Storage period (C)		<.0001	0.0006	0.0348	0.9004
<i>P</i> -values	A × B		0.0023	0.2657	0.3252	0.4725
	A × C		0.0005	0.0028	0.5734	0.8666
	B × C		0.0001	0.6059	0.0081	0.2373
	A × B × C		0.7156	0.2406	0.7897	0.5979

Values are mean±standard deviation.

^{a~f} The different superscripts within column significantly differ.

Table 3. Effect of chicken breed on hatching performance

Breeds	Fertility (%)	Hatchability of fertile eggs (%)	Embryonic mortality (%)			Dead inshelled eggs (%)
			Early	Middle	Late	
Hwanggalsack Jaeraejong	90.3±5.1 ^a	74.8±14.3 ^a	8.6±6.3 ^b	1.1±2.0	10.0±10.2	5.6±6.8
Kor. Rhode	85.1±8.7 ^b	65.5±16.9 ^b	17.3±12.2 ^a	1.8±2.7	10.1±8.3	5.4±5.3
Kor. Leghorn	93.2±4.6 ^a	78.4±9.8 ^a	9.2±8.1 ^b	1.6±2.1	6.9±5.1	3.9±4.1
Means	89.5±7.2	72.9±15.0	11.7±10.0	1.5±2.3	9.0±8.3	5.0±5.6

Values are mean±standard deviation.

^{a,b} The different superscripts within column significantly differ.

종과 토착레그혼종에 비해 상대적으로 저조한 성적을 나타내었다. 특히 산란 초기에 생산한 종란에서 토착로드종의 부화율과 초기 배자발육증지율의 성적이 극히 저조하였다. 반면, 재래황갈종의 경우, 산란 초기에 생산한 종란의 부화율과 초기 배자발육증지율의 성적은 양호하였으나 산란 후기에 생산한 종란의 부화 성적은 급격히 나빠지는 것으로 나타났다(Fig. 1 and 2). 또한, 종란의 보관 기간이 길어질수록 배자 사망률의 상승 정도도 토착로드종에서 가장 높게 나타났다(Fig. 3).

2. 종계의 산란 연령

종계의 산란 연령이 부화 성적에 미치는 영향을 살펴보고자 산란 초기(27~29주령)에 생산한 종란과 산란 후기(50~52주령)에 생산한 종란 간의 수정률, 부화율 및 배자발육증지율을 조사하고, 이의 결과를 Table 4에 제시하였다. 분석 결과, 수정률, 부화율, 초기와 후기 배자발육증지율 및 사육란의 발생률 등 거의 모든 부화 항목에서 산란 연령에 따른

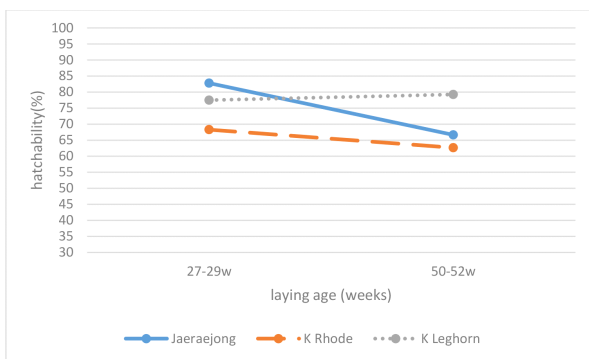


Fig. 1. Effects of the interaction of chicken breeds and laying ages on hatchability.

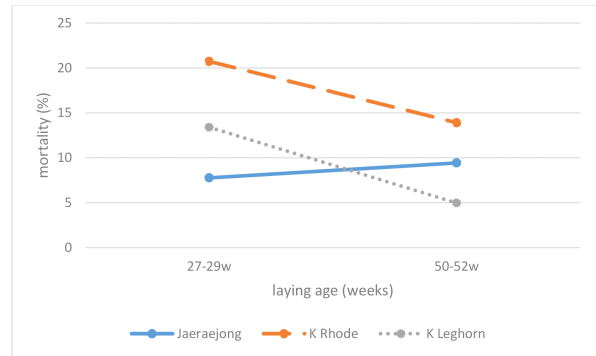


Fig. 2. Effects of the interaction of chicken breeds and laying ages on early embryonic mortality during hatching.

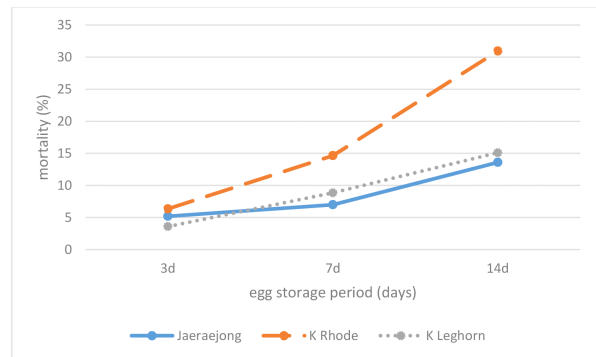


Fig. 3. Effects of the interaction of chicken breeds and egg storage periods on early embryonic mortality during hatching.

유의한 차이가 나타났다($P < 0.01$). 수정률은 산란 후기 생산 종란이 산란 초기 생산 종란에 비해 높았으나, 부화율은 산란 초기에 생산한 종란이 후기에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 또한 배자발육증지율에 있어서 초기 배자발육증지율은 산란 초기의 종란이, 후기 배자발육증지율은 산란 후

Table 4. Effect of laying age on hatching performance

Laying age (weeks)	Fertility (%)	Hatchability of fertile eggs (%)	Embryonic mortality (%)			Dead inshelled eggs (%)
			Early	Middle	Late	
27~29	86.2±7.9 ^b	76.2±14.0 ^a	14.0±12.0 ^a	1.3±2.3	5.2±4.4 ^b	3.3±4.2 ^b
50~52	92.9±4.4 ^a	69.5±15.2 ^b	9.4±6.9 ^b	1.7±2.3	12.8±9.5 ^a	6.6±6.3 ^a
Means	89.5±7.2	72.9±15.0	11.7±10.0	1.5±2.3	9.0±8.3	5.0±5.6

Values are mean±standard deviation.

^{a,b} The different superscripts within column significantly differ.

기의 종란에서 더욱 높게 나타났다. 병아리의 발육이 완료 되었으나, 난각을 깨고 나오지 못하여 폐사한 사육란의 비율도 산란 후기의 종란이 산란 초기의 종란에 비해 훨씬 높게 나타났다. 더불어 종란의 보관 기간이 길어질수록 산란 초기에 생산한 종란이 후기에 생산한 종란에 비해 배자 사망률이 현저하게 증가하는 양상을 보였다(Fig. 4).

3. 종란의 보관 기간

종란의 보관 기간이 부화 성적에 미치는 영향을 살펴보고

자 산란 후 종란을 3일, 7일 및 14일 보관 후 이들의 부화 성적을 조사하여 Table 5에 제시하였다. 분석 결과, 종란의 보관 기간에 따라 부화율 및 배자발육중지율에서 처리 간 유의한 차이를 보였는데($P<0.05$), 종란의 보관 기간이 길어질수록 부화율은 낮아지고, 배자발육중지율은 높아지는 것으로 나타났다. 특히, 종란의 보관 기간이 길어질수록 초기 배자발육중지율이 급격히 높아지고, 중기나 후기 배자발육중지율에 있어서는 3일간 보관된 종란이나 7일간 보관된 종란 간의 차이가 없는 것으로 나타났다.

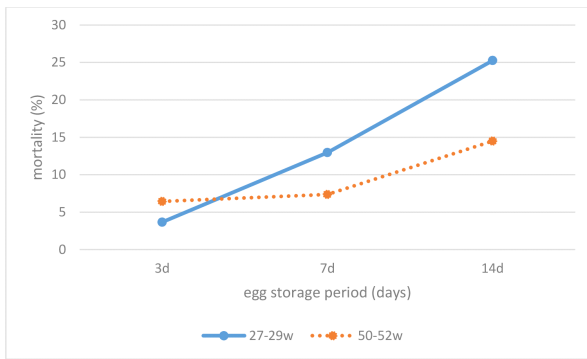


Fig. 4. Effects of the interaction of laying ages and egg storage periods on early embryonic mortality during hatching.

고 찰

본 연구 결과, 종계의 품종, 산란 연령 및 종란의 보관 기간이 독립적으로 혹은 복합적으로 부화 성적에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 종계의 품종에 따른 부화 성적 비교에서 수정률, 부화율 및 초기 배자발육중지율 모두 토착로드종의 성적이 가장 저조하였는데, 특히 이들이 산란 초기에 생산한 종란에서 초기 배자 사망률이 현저히 높게 나타났다. 이러한 원인은 품종 간 성 성숙의 조만성 차이에 기인된 유전적 소인으로 판단되는데, 이전 보고에서 초산 일령이 토착레그혼종은 120일, 재래황갈종은 122일인 반면, 토착로드

Table 5. Effect of egg storage period on hatching performance

Egg storage period (days)	Fertility (%)	Hatchability of fertile eggs (%)	Embryonic mortality (%)			Dead inshelled eggs (%)
			Early	Middle	Late	
3	88.5±7.8	83.3±8.9 ^a	5.0±3.7 ^c	0.6±1.4 ^b	6.2±4.0 ^b	4.8±4.2
7	89.0±6.4	74.2±11.5 ^b	10.2±7.2 ^b	1.1±2.0 ^b	9.2±6.4 ^{ab}	5.4±5.9
14	91.1±7.1	61.1±14.7 ^c	19.9±11.1 ^a	2.8±2.8 ^a	11.6±11.6 ^a	4.6±6.3
Means	89.5±7.2	72.9±15.0	11.7±10.0	1.5±2.3	9.0±8.3	5.0±5.6

Values are mean±standard deviation.

^{a-c} The different superscripts within column significantly differ.

종은 128일이라 하였고, 더불어 산란 피크가 토착레그혼종의 경우 26주령에, 재래황갈종은 27주령에, 토착로드종은 32주령에 도달함으로써 토착로드종이 토착레그혼종이나 재래황갈종에 비해 만숙이라 하였다(Cho et al., 2020). 따라서 토착로드종이 다른 품종들에 비해 성 성숙 시기가 늦어 공시한 27~29주령이 이들에게는 다소 이른 산란 시점으로 판단된다. 많은 연구들에서 산란 초기에 생산한 종란의 경우 배자 발육 상태가 좋지 않아 나쁜 부화 성적을 나타낸다고 하였는데, 이는 본 연구 결과와 잘 일치되는 결과라 하겠다(Reijrink et al., 2009; Gucbilmez et al., 2013). 반면, 산란 후기에 생산한 종란의 경우 토착레그혼종이 다른 두 품종에 비해 월등히 우수한 부화 성적을 보인 반면, 재래황갈종은 산란 초기에 생산한 종란에 비해 배자발육중지율이 증가되면서 현저히 저하된 부화 성적을 보였다. 이는 산란 후기의 품종 간 부화 능력을 나타내는 것으로 난용종으로 개량된 토착레그혼종의 경우 산란지속성이 긴 반면, 재래황갈종은 산란 능력이 좋지 않음으로 품종 간 산란 생리의 차이가 이들의 부화 능력에 영향을 미친 것으로 판단된다. 품종 간 부화 성적 비교는 국립축산과학원에서 보유한 동일 품종에 대하여 토착레그혼종의 부화율은 85.9%, 토착로드종은 77.8%, 재래황갈종은 87.6%로 본 연구 결과에 비해 다소 높은 부화율을 보고하고 있으나, 품종 간 부화율의 경향 치는 본 결과와 거의 동일한 양상이었다(National Institute of Animal Science, 2011).

종계의 산란 연령이 부화 성적에 미치는 영향에 대해 통상 어린 연령의 종계에 비해 나이가 많은 종계의 수정률이 높다고 하였는데, 이는 본 연구 결과에서도 동일한 양상을 보였다(Ulmer-Franco et al., 2010; Pokhrel et al., 2018). 한편, 본 연구에서 초기 배자발육중지율은 산란 초기에 생산한 종란이 훨씬 높게 나타나고, 후기 배자발육중지율 및 사롱란의 비율은 산란 후기에 생산한 종란이 훨씬 높게 나타났다. 이러한 양상은 산란 때 배자의 발달 정도가 어린 종계에서 더 느리기 때문에 초기 배자발육중지율이 높아지는 것으로 보고하고 있고(Reijrink et al., 2009; Gucbilmez et al., 2013), 어린 종계가 생산한 종란은 난각 표면의 두꺼운 큐티클 층과 점성이 높은 두터운 농후 난백이 배자의 호흡을 방해하고 영양분 공급을 원활하게 하지 못함으로 배자 발육을 저해하여 초기 배자의 사망을 유발한다고 하였다(Meuer and Baumann, 1988; Brake et al., 1997; McLoughlin and Gous 1999; Tona et al., 2001; Ozlu et al., 2018). 이러한 초기 배자의 발육 지연 문제를 개선하기 위하여 종란 보관기간 동안 주기적인 열처

리(pre-incubation)를 하여 부화 개시 때 배자의 발달을 적절히 유도함으로 부화율을 향상시켰다고 하였다(Reijrink et al., 2009; Gucbilmez et al., 2013; Damaziak et al., 2018). 반면, 산란 후기의 종란에서 후기 배자발육중지율 및 사롱란의 비율이 높아지는 것은 종계의 연령이 증가하면서 종란의 크기가 커지게 되어 배자의 호흡에 최적의 환경을 제공하지 못하는데 원인이 있다고 하였다(Tona et al., 2001). 즉, 배자의 대사열을 효율적으로 배출하지 못하여 배자의 온도가 올라감으로써 후기 배자 사망이 증가된다고 하였다(Vleck and Vleck, 1987). 또한, 노령 종계의 수정률 및 부화율의 저하는 정자소내의 정자 저장 능력 감소, 난포 질 하락 및 난질의 저하와 같은 생물학적 노화 요인이 원인이라 하였다(Fasenko et al., 1992; Reijrink et al., 2008; Damaziak et al., 2018).

많은 연구들에서 종란의 보관 기간이 길어질수록 배자발육중지율이 증가하여 부화율이 낮아진다고 보고하고 있는데 본 연구에서도 종란의 보관 기간이 길어질수록 초기, 중기 및 후기 배자 모두 발육중지율이 증가하는 것으로 나타났다(Walsh et al., 1995; Fasenko et al., 2001; Elibol and Brake., 2008; Hamidu et al., 2011; Pokhrel et al., 2018). 특히 종란의 보관 기간이 증가함에 따라 초기 배자발육중지율이 현저하게 높아지는 것을 볼 수 있었다. 이는 종란의 보관 기간이 길어지게 되면 수분 유실과 더불어 난질의 저하가 초래되기 때문이다(Lee et al., 2016). 또한, 종란의 보관기간이 길어지면 발생유전학적으로 blastoderm 상태에서 pro-apoptotic gene인 *Bak*, *Bax*, *Bok*가 증가하고, anti-apoptotic gene인 *Bcl-2*, *Bcl-xL*의 발현이 감소하게 되어 초기에 apoptosis가 증가하여 초기 배자발육중지율이 높아지게 된다고 하였다(Hamidu et al., 2011). 한편, 종란의 보관 기간이 증가함에 따라 초기 배자발육중지율은 증가하나, 후기 배자발육중지율은 거의 차이가 없다고도 하였다(Pokhrel et al., 2018). 또한 같은 보관 기간이라 할지라도, 저온에서 보관함으로 부화율 저하가 완화된다고 하였는데 이는 저온에서 보관하면 blastoderm cell의 대사 활동이 느려지고 비 활성화 상태를 유지하기 때문에 오랜 기간 배자의 생존력을 유지한다는 것이다(Pokhrel et al., 2018).

결론적으로 종계의 품종, 산란 연령 및 종란의 보관 기간이 부화 성적에 유의한 영향을 미치는 것으로 보여진다. 품종 간에 부화 능력의 차이가 있으며, 산란 초기보다 산란 후기에 생산한 종란의 부화 성적이 저조하고, 또한 종란의 보관 기간이 길어질수록 부화 성적은 저하된다. 따라서 우수한 부화 성적을 얻기 위해서는 품종에 따른 각기 다른 부화

관리가 필요하며, 산란 후기에 생산된 종란의 이용은 가급적 피하고, 종란의 수집 보관 기간은 7일 이내로 짧게 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 종계의 품종, 산란 연령 및 종란의 보관 기간이 부화 성적에 미치는 영향을 살펴보고자 한 것으로 한국토종닭인 재래황갈중, 토착레그혼중 및 토착로드중이 산란한 종란을 대상으로 산란 초기인 27~29주령 때 수집한 종란과 산란 후기인 50~52주령에 산란한 종란을 각각 3일, 7일 및 14일 보관 후 부화를 진행하였다. 조사 항목으로는 수정률, 부화율 및 배자발육중지율을 조사하고, 각 요인별 부화 성적을 분석하였다. 분석 결과, 종계의 품종, 산란 연령 및 종란의 보관 기간이 독립적으로 혹은 복합적으로 부화 성적에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 종계의 품종에 따른 비교에서 토착로드중의 부화 성적이 가장 저조하였는데, 특히 이들이 산란 초기에 생산한 종란에서 초기 배자 사망률이 현저히 높게 나타났다. 산란 연령에 따른 부화 성적은 산란 초기에 생산한 종란의 부화율이 산란 후기에 생산한 종란에 비해 높게 나타났는데, 초기 배자 사망률은 산란 초기의 종란에서, 후기 배자 사망률 및 사육란의 비율은 산란 후기의 종란에서 상대적으로 높게 나타났다. 종란의 보관 기간에 따른 부화 성적은 거의 대부분의 조사 항목에서 종란의 보관 기간이 길어질수록 부화 성적은 저하되는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합할 때, 우수한 부화 성적을 얻기 위해서는 품종에 따른 각기 다른 부화 관리가 필요하며, 산란 후기에 생산된 종란의 이용은 피하고 종란의 보관 기간은 7일 이내로 짧게 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

(색인어: 한국토종닭, 부화 능력, 품종, 산란 연령, 종란 보관기간)

사 사

본 논문은 Golden Seed Project 종축사업(과제 번호: PJ012 820032020, 213010054SB230)의 지원으로 수행되었음.

ORCID

Eun Sik Choi <https://orcid.org/0000-0002-5169-7034>
Sea Hwan Sohn <https://orcid.org/0000-0001-6735-9761>

REFERENCES

- Brake J, Walsh TJ, Benton CE, Petite JN, Meijerhof R, Penalva G 1997 Egg handling and storage. *Poult Sci* 76(1):144-151.
- Cho EJ, Choi ES, Jeong HC, Kim BK, Sohn SH 2020 Production traits and stress responses of five Korean native chicken breeds. *Kor J Poult Sci* 47(2):95-105.
- Damaziak K, Paweska M, Gozdowski D, Niemiec J 2018 Short periods of incubation, egg turning during storage and broiler breeder hens age for early development of embryos, hatching results, chicks quality, and juvenile growth. *Poult Sci* 97(2):3264-3276.
- Elibol O, Brake J 2008 Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poult Sci* 87(6):1237-1241.
- Fasenko GM, Hardin RT, Robinson FE 1992 Relationship of hen age and egg sequence position with fertility, hatchability, viability, and preincubation embryonic development in broiler breeders. *Poult Sci* 71(8):1374-1383.
- Fasenko GM, Robinson FE, Whelan AI, Kremeniuk KM, Walker JA 2001 Prestorage incubation of long-term stored broiler breeder eggs: 1. Effects on hatchability. *Poult Sci* 80(10):1406-1411.
- Gucbilmez M, Ozlü S, Shiranjang R, Elibol O, Brake J 2013 Effects of preincubation heating of broiler hatching eggs during storage, flock age, and length of storage period on hatchability. *Poult Sci* 92(12):3310-3313.
- Hamidu JA, Uddin Z, Li M, Fasenko GM, Guan LL, Barreda DR 2011 Broiler egg storage induces cell death and influences embryo quality. *Poult Sci* 90(8):1749-1757.
- Ishaq HM, Akram M, Baber ME, Jatoi AS, Sahota AW, Javed K, Mehmood S, Hussain J, Husnain F 2014 Embryonic mortality in Cobb broiler breeder strain with three egg weight and storage periods at four production phases. *J Anim Plant Sci* 24(6):1623-1628.
- Lee MH, Cho EJ, Choi ES, Sohn SH 2016 The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. *Kor J Poult Sci* 43(1):31-38.
- Malago JJ, Baitilwake MA 2009 Egg traits, fertility, hatcha-

- bility and chick survivability of Rhode Island Red, local and crossbred chickens. *Tanzania Vet J* 26(1):24-36.
- Mather CM, Langhlin KF 1976 Storage of hatching eggs: the effect on total incubation period. *Br Poult Sci* 17(5):471-479.
- McLoughlin L, Gous RM 1999 The effect of egg size on pre- and post-natal growth of broiler chickens. *World Poult Sci J* 15(8):34-38.
- Meurer HJ, Baumann R 1988 Oxygen pressure in intra and extra embryonic blood vessels of early chick embryo. *Respir Physiol* 71(3):331-341.
- National Institute of Animal Science 2011 Annual research report. Rural Development Administration. Korea. Official Record Number 11-1390906-000155-10.
- Ozlu S, Elibol O, Brake J 2018 Effect of storage temperature fluctuation on embryonic development and mortality, and hatchability of broiler hatching eggs. *Poult Sci* 97(11): 3878-3883.
- Pokhrel N, Ben-Tal Cohen E, Genin O, Sela-Donenfeld D, Cinnamon Y 2018 Effects of storage conditions on hatchability, embryonic survival and cytoarchitectural properties in broiler from young and old flocks. *Poult Sci* 97(4): 1429-1440.
- Reijrink IAM, Meijerhof R, Kemp B, Graat EAM, Van den Brand H 2009 Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poult Sci* 88(12):2649-2660.
- Reijrink IAM, Meijerhof R, Kemp B, Van den Brand H 2008 The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. *Worlds Poult Sci J* 64(4): 581-598.
- Tona K, Bamelis F, Coucke W, Bruggeman V, Decuypere E 2001 Relationship between broiler breeder's age and egg weight loss and embryonic mortality during incubation in large-scale conditions. *J Appl Poult Res* 10(3):221-227.
- Ulmer-Franco AM, Fasnko GM, O'Dea Christopher EE 2010 Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights. *Poult Sci* 89(12):2735-2742.
- Vleck CM and Vleck D 1987 Metabolism and energetics of avian embryos. *J Exp Zool* 1:111-125.
- Walsh TJ, Rizk RE, Brake J 1995 Effects of temperature and carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss, and early embryonic mortality of long stored hatching eggs. *Poult Sci* 74(9):1403-1410.
- Wang P, Sun Y, Fan J, Zong Y, Li Y, Shi L, Isa AM, Wang Y, Ni A, Ge P, Jiang L, Bian S, Ma H, Jiang R, Liu X, Chen J 2020 Effects of monochromatic green light stimulation during embryogenesis on hatching and posthatch performance of four strains of layer breeder. *Poult Sci* Available online. doi:10.1016/j.psj.2020.06.074.
- Witt F, Schwalbach LMJ 2004 The effect of egg weight on the hatchability and growth performance of New Hampshire and Rhode Island Red chicks. *S Afr J Anim Sci* 34(2): 62-64.

Received Oct. 14, 2020, Revised Nov. 16, 2020, Accepted Nov. 24, 2020