

난황:난백 비율에 의한 닭의 계통형성에 관한 연구

석 윤 오

삼육대학교 응용동물학과

Establishment of Lines Based on the Yolk to Albumen Ratio in Layers

Y. O. Suk

Department of Applied Animal Science, Sahmyook University, Seoul 139-742, South Korea

ABSTRACT : The repeatabilities on yolk percentage and yolk to albumen(Y:A) ratio of the eggs produced consecutively were investigated. The differences between two yolk lines in major egg characteristics were also evaluated. The investigations using one hundred ISA-Brown layers were conducted at 29 wk, 33 wk, 38 wk, and 43 wk of age. At the initiated age (29 wk of age) of the experiments, the birds producing eggs with lower or higher Y:A ratio than the overall mean Y:A ratio were classified as Low Yolk Line (LYL) or High Yolk Line (HYL), respectively. Overall, the eggs of LYL were significantly ($P<0.05$) lighter in yolk weight and lower in yolk percentage for the whole egg weight and Y:A ratio, but heavier in egg weight, albumen weight, and shell weight than those of HYL. The overall mean correlations among the three consecutive laying days in Y:A ratio showed highly significant ($P<0.001$) in both lines. At four different ages, the mean phenotypic correlation coefficients (r_p) among the three consecutive laying days in Y:A ratio also had very high significant ($P<0.01 \sim 0.001$) positive values. The egg weight was more closely associated with albumen weight than with yolk weight in both yolk lines.

(Key words: yolk weight, yolk to albumen ratio, low yolk line, high yolk line, phenotypic correlation coefficients)

서 론

심장마비를 비롯하여 여러 형태의 혈관계 질환을 가지고 있는 사람들 중에는 계란의 이용을 꺼려하는 경향이 있으며, 일부 계란 소비자들도 계란의 난황을 제외하고 난백만을 식용으로 이용하는 일이 종종 있다. 이러한 계란 소비형태에 대한 주된 이유 중 하나는 계란의 난황에 포함되어 있는 높은 수준의 콜레스테롤 때문인 것으로 지적 (International Egg Commission, 1993; Marshall 등, 1994)된 바 있다. 한편 계란의 난백은 콜레스테롤을 포함하여 지방은 전혀 없고, 고품질의 알부민 (albumen) 단백질을 비롯하여 각종의 영양물질들로 구성 (Rose, 1997)되어 있어 소비자들이 난백을 난황보다 더 선호하는 경향이 있는 것으로 여겨진다. 난황 콜레스테롤의 수준은 난황의 크기가 증

가할수록, 혹은 난황:난백의 비율이 커질수록 증가하는 경향 (Hussein 등, 1993; Campo, 1995)이 있다. 또한 난황:난백의 비율은 비유전적인 여러 가지 요인에 의해서 영향을 받기도 하지만, 근본적으로 유전자 조성이 다른 품종간 혹은 동일 품종내 계통간에 차이 (Friese, 1923; Tolman 및 Yao, 1960; Cook 및 Briggs, 1977; Curtis 등, 1986)가 있기 때문에 저난황 혹은 저 난황:난백 비율을 가진 계란을 생산하는 계통 혹은 품종을 육성하는 일은 계란 소비자들이 선호하는 저 콜레스테롤 계란의 생산을 위해서 중요한 일이다. 따라서 본 연구는 동일한 개체로부터 생산된 계란들의 전체 난중에 대한 난황의 비율 및 난황:난백 비율의 연속 생산일령간 상관관계를 조사하여 저난황·고난백의 기능성 계란을 생산하는 계통 육성을 위한 기초자료를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 사양관리

국내 일반 양계농가에서 사육되고 있는 Isa Brown 100 수를 개체별 케이지 (40cm 높이 × 25cm 너비 × 35cm 깊이)에 수용하여 1일 16시간의 인공점등과 조단백질 15.5% 및 대사에너지 2,700 Kcal/kg의 사료를 한마리당 1일 105g씩 시험 전기간 동안 공급하여 사육하였다.

2. 난황:난백 비율에 따른 저난황 및 고난황군 분리 방법

29주령시 전후로 연속 3일 동안에 생산된 계란들을 각 개체별로 수거하여 난황:난백 비율을 조사한 후, 전체 평균 난황:난백 비율보다 낮은 개체는 저난황군으로, 그리고 전체 평균 난황:난백 비율보다 높은 개체들은 고난황군으로 분류하여 33주령, 38주령 및 43주령에 각 군별로 난황:난백의 비율을 포함한 계란의 주요 경제형질들을 측정하여 두 군간의 차이를 비교하였다.

3. 계란 성분의 측정방법

각 시험 주령 전후로 연속 3일 동안에 생산된 계란들을 각 난황군내 개체별로 수거하여 무게를 측정 후 활란하여 난황과 난백을 분리하였다. 다음으로 난황에 붙어 있는 알끈을 핀셋로 조심스럽게 제거하고 난황을 종이수건 (paper towel)에 굴러서 난백을 완전히 제거한 후 난황의 무게를 측정하였다. 그리고 핀셋 이용하여 난각을 조심스럽게 물에 씻은 다음, 21℃ 항온상태로 고정된 드라이오븐 속에 넣고 48시간 동안 건조시켜 난각의 무게를 측정하였다. 난백의 무게는 계란 전체의 무게에서 난황과 난각의 무게를 공제하여 계산하였다. 난황:난백 비율은 난백의 중량에 대한 난황 중량의 비율로 측정되었다.

4. 통계 분석

SAS 프로그램 (SAS Institute, 1994)을 이용하여 두 난황군간의 계란 평균 조성분 함량에 대한 차이는 5% 수준에서 t-검정으로 유의성을 검정하였고, 각 시험주령 전후 연속 3일 동안에 생산된 계란들의 난황:난백 비율의 상호간 표현형 상관계수(rp)를 시험주령별로 난황군별 혹은 혼합하여 조사하였으며, 난중에 대한 난백의 무게, 난황의 무게 및 난황:난백 비율의 회귀분석을 실시하였다.

Table 1. Comparisons between low yolk line (LYL) and high yolk line (HYL) on mean egg components ($\bar{X} \pm SE$)

Age (wks)	Line	Sample number	Egg weight	Albumen weight	Yolk weight	Shell weight	Albumen %	Yolk %	Yolk:albumen ratio
29	LYL	123	57.20±0.57 ^a	39.06±0.44 ^a	12.36±0.12 ^a	5.78±0.07 ^a	68.25±0.160 ^a	21.63±0.122 ^a	0.317±0.002 ^a
	HYL	123	52.95±0.60 ^b	34.77±0.40 ^b	12.76±0.15 ^b	5.42±0.11 ^b	65.64±0.185 ^b	24.16±0.208 ^b	0.369±0.004 ^b
33	LYL	120	57.25±0.58 ^a	39.09±0.45 ^a	12.37±0.12 ^a	5.79±0.07 ^a	68.23±0.167 ^a	21.64±0.124 ^a	0.318±0.002 ^a
	HYL	123	52.95±0.60 ^b	34.73±0.41 ^b	12.80±0.14 ^b	5.42±0.11 ^b	65.56±0.190 ^b	24.24±0.215 ^b	0.371±0.004 ^b
38	LYL	75	59.56±1.04	39.75±0.82	13.49±0.24	6.32±0.12	66.65±0.296 ^a	22.70±0.269 ^a	0.341±0.005 ^a
	HYL	69	57.93±0.72	37.77±0.60	13.91±0.26	6.25±0.08	65.14±0.442 ^b	24.05±0.406 ^b	0.371±0.009 ^b
43	LYL	48	58.18±1.14	37.49±0.87	14.77±0.31	5.92±0.11	64.33±0.446	25.47±0.405 ^a	0.398±0.009
	HYL	57	56.59±1.28	35.71±1.04	15.22±0.27	5.66±0.22	62.97±0.677	27.07±0.684 ^b	0.433±0.016
Total	LYL	375	57.84±0.38 ^a	38.97±0.30 ^a	12.96±0.12 ^a	5.91±0.05 ^a	67.32±0.172 ^a	22.43±0.156 ^a	0.335±0.003 ^a
	HYL	363	54.37±0.40 ^b	35.45±0.28 ^b	13.32±0.12 ^b	5.61±0.07 ^b	65.17±0.169 ^b	24.55±0.178 ^b	0.378±0.004 ^b

^{a, b} Means between lines at same age without common superscripts are significantly different at p<0.05.

결과 및 고찰

29주령 전후 연속 3일 동안에 생산된 계란들의 난황:난백 비율을 기초로 하여 분류된 저난황군과 고난황군 간의 29주령, 33주령, 38주령 및 43주령시 계란의 주요 경제형질 및 난황:난백 비율의 유의성을 검정해 본 결과(Table 1), 시험 시작 주령이었던 29주령시 저난황군은 고난황군에 비해서 유의하게 ($P<0.05$) 난황의 무게는 더 가벼웠고, 전체 난중에 대한 난황의 비율 및 난황:난백 비율은 더 낮았던 반면에, 평균 난중, 난백의 무게 및 난각의 무게는 반대로 더 무거웠다. 이러한 경향은 33주령시에서도 반복되었으며, 적어도 38주령시 및 43주령시의 전체 난중에 대한 난황의 비율과 38주령시 난황:난백 비율은 저난황군이 고난황군보다 유의하게 ($P<0.05$) 더 낮았고, 43주령시에서도 통계적으로 유의한 차이는 아니었지만 저난황군 개체들의 난황:난백의 비율은 고난황군보다 약 8.1%가 더 낮은 것으로 나타났다. 시험 전기간에 대한 전체 평균 측정치에 있어서 저난황군은 고난황군보다 유의하게 ($P<0.05$) 난중, 난백의 무게 및 난각의 무게는 더 무거웠던 반면에, 난황의 무게는 더 가벼웠고, 전체 난중에 대한 난황의 비율 및 난황:난백의 비율도 또한 더 낮은 경향을 나타냈다. 이러한 결과들은 난황에 관계되는 형질들을 포함하여 일반 계란형질들이 유전자 조성에 따라 유의한 차이가 있음을 시사하고 있어 Sainz 등 (1983)의 보고와 Washburn (1990)의 지적과 잘 일치하고 있다.

저난황군의 시험시작시 (29주령시) 전체 난중에 대한 난백 및 난황의 비율은 각각 68.25% 및 21.63%였고, 시

험종료시 (43주령)는 각각 64.33% 및 25.47%로서 시험 시작시보다 시험 종료시 난백의 비율은 3.92%가 감소된 반면에, 난황의 비율은 3.84%가 증가되었고, 고난황군의 경우에 있어서도 전체 난중에 대한 이들 두 형질의 시험시작시 비율 (각각 65.64% 및 24.16%) 보다 시험종료시 비율 (각각 62.97% 및 27.07%)은 난백의 비율이 2.67%가 감소된 반면에, 난황의 비율은 2.91%가 증가되었다. 비록 난황과 난백비율의 변화 폭에 있어서 저난황군과 고난황군 간에 약간의 차이가 있기는 하지만, 두군 모두 닭의 연령의 증가에 따라 난백의 비율은 감소된 반면에, 난황의 비율은 증가되었다. 이러한 결과들은 Olsson (1936), Cunningham 등 (1960), Hafez 등 (1955) 및 Fletcher 등 (1983)의 연구 결과들과 차이가 없었다. 따라서 닭의 생산 일령이 증가됨에 따라 난백의 비율은 감소되고, 난황의 비율은 반대로 증가되는 것을 알 수 있다.

29주령, 33주령, 38주령 및 43주령시 각 시험주령 전후 연속 3일 동안에 생산된 계란 상호간 난황:난백 비율의 표현형상관관계 (r_p)를 조사한 결과는 Table 2에 나타나 있는 바와 같이, 난황:난백 비율에 있어서 각 난황군내 시험주령별 연속생산 일령간 표현형상관계수는 모두 통계적 유의성을 나타낸 것은 아니었지만, 두 난황군을 혼합한 결과 모든 측정 주령에서 고도의 유의한 ($P<0.01\sim 0.001$) 정(+)의 상관관계를 나타냈을 뿐만 아니라, 각 난황군별로 전체 평균 연속산란일령간에도 고도의 유의한 ($P<0.001$) 상관관계를 나타내었다. 이상의 결과들은 전체 난중에 대한 난황과 난백의 비율이 각각 일정하게 유지되고 있음을 지적해 주고 있어 난황의 크기 혹은 난황:난백의 비

Table 2. Phenotypic correlation coefficients (r_p) for the yolk to albumen ratio in two different yolk lines

Age	Day	Low yolk line		High yolk line		Total	
		D - 1	D + 1	D - 1	D + 1	D - 1	D + 1
29 wks	D	0.367*	0.285	0.485**	0.309*	0.705***	0.625***
	D - 1		0.130		0.328*		0.577***
33 wks	D	0.369*	0.298	0.511***	0.259	0.710***	0.605***
	D - 1		0.133		0.185		0.507***
38 wks	D	0.583**	0.540**	0.923***	0.962***	0.821***	0.835***
	D - 1		0.695***		0.836***		0.817***
43 wks	D	0.034	0.579**	0.909***	0.846***	0.515**	0.781***
	D - 1		0.438		0.783***		0.613***
Total	D	0.602***	0.725***	0.778***	0.676***	0.744***	0.763***
	D - 1		0.661***		0.629***		0.699***

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$. D, D - 1, and D + 1 in each age group indicate the exact weeks of age, reducing one day from the weeks of age, and adding one day from the weeks of age, respectively.

Table 3. Regression equations for albumen weight, yolk weight, shell weight, and yolk:albumen ratio on egg weight

Line	Age (wk)	Regression equation		Probability
----- Albumen weight -----				
Low yolk line	29	$Y = 7.320 + 1.277X$	$r^2 = .963$	.0001
	33	$Y = 7.458 + 1.274X$	$r^2 = .961$	.0001
	38	$Y = 9.725 + 1.254X$	$r^2 = .964$	.0001
	43	$Y = 10.566 + 1.270X$	$r^2 = .934$	.0001
	Overall mean	$Y = 10.019 + 1.227X$	$r^2 = .893$	.0001
----- Albumen weight -----				
High yolk line	29	$Y = 3.130 + 1.433X$	$r^2 = .939$	.0001
	33	$Y = 4.324 + 1.400X$	$r^2 = .939$	.0001
	38	$Y = 16.741 + 1.091X$	$r^2 = .830$	.0001
	43	$Y = 14.754 + 1.172X$	$r^2 = .896$	.0001
	Overall mean	$Y = 6.507 + 1.350X$	$r^2 = .892$	.0001
----- Yolk weight -----				
Low yolk line	29	$Y = 8.786 + 3.918X$	$r^2 = .680$	.0001
	33	$Y = 8.795 + 3.917X$	$r^2 = .679$	.0001
	38	$Y = 13.994 + 3.377X$	$r^2 = .572$	.0001
	43	$Y = 18.258 + 2.702X$	$r^2 = .498$	.0004
	Overall mean	$Y = 30.185 + 2.134X$	$r^2 = .420$	.0001
----- Yolk weight -----				
High yolk line	29	$Y = 14.752 + 2.993X$	$r^2 = .539$	.0001
	33	$Y = 14.280 + 3.021X$	$r^2 = .495$	.0001
	38	$Y = 39.945 + 1.293X$	$r^2 = .185$	.0232
	43	$Y = 36.508 + 1.648X$	$r^2 = .063$	.1789
	Overall mean	$Y = 25.391 + 2.176X$	$r^2 = .419$	.0001
----- Yolk : albumen ratio -----				
Low yolk line	29	$Y = 87.429 - 95.239X$	$r^2 = .134$	.0107
	33	$Y = 87.332 - 94.725X$	$r^2 = .133$	.0118
	38	$Y = 85.695 - 76.559X$	$r^2 = .116$	.0531
	43	$Y = 73.856 - 39.376X$	$r^2 = .054$	.1730
	Overall mean	$Y = 63.245 - 16.167X$	$r^2 = .011$	.1225
----- Yolk : albumen ratio -----				
High yolk line	29	$Y = 68.103 - 41.099X$	$r^2 = .054$	.0777
	33	$Y = 72.662 - 53.201X$	$r^2 = .120$	.0151
	38	$Y = 65.924 - 21.576X$	$r^2 = .024$	.2289
	43	$Y = 80.285 - 54.772X$	$r^2 = .422$	.0038
	Overall mean	$Y = 62.480 - 21.432X$	$r^2 = .033$	.0264

율을 기준으로 저난황란 생산계통과 고난황란 생산계통을 분리하여 선발할 수 있으리라 사료된다.

난중에 대한 난백과 난황의 무게 및 난황:난백 비율의 회귀계수를 측정해 본 결과(Table 3), 두 난황군 모두 난백

의 중량 및 난황의 중량은 난중 구성에 상당히 높은 ($P < 0.0001$) 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 저난황군 및 고난황군의 난중에 대한 난백 중량의 결정계수의 범위가 각각 0.934 ~ 0.963 및 0.830 ~ 0.939이었으며, 난중

에 대한 난황 중량의 결정계수의 범위는 저난황군이 0.498 ~ 0.680이었고, 고난황군은 0.063 ~ 0.539로서 난백의 중량은 난황의 중량보다 난중의 변화에 더욱 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있다. 난중의 변화에 난황의 무게 보다 난백의 무게가 더 밀접한 상관관계를 나타낸 본 연구의 결과는 Fletcher 등 (1983) 혹은 Scott 및 Silver-sides (2000)가 얻은 결과들과 잘 일치하고 있다. 한편 난중에 대한 난황:난백 비율의 회귀계수는 두 난황군 모두 부(-)의 값을 가졌고, 결정계수의 범위도 저난황군 및 고난황군은 각각 0.054 ~ 0.134 및 0.024 ~ 0.422로서 난중에 대한 난백 중량 및 난황 중량의 결정계수의 값들에 비해서 난중에 대한 난황:난백 비율의 결정계수의 값들은 상대적으로 그 크기가 작았을 뿐만 아니라 또한 유의성을 나타낸 정도도 상당히 낮은 편이었다. Hussein 등 (1993)이 Hy-line[®] W36 및 Arbor Acres를 이용하여 실험한 결과 난중에 대한 난황:난백 비율의 회귀계수의 범위는 Hy-line[®] W36 (32주령, 35주령, 40주령, 58주령)은 0.0004 ~ 0.0255였고, Arbor Acres (35주령, 44주령, 58주령, 71주령)는 -0.0067 ~ -0.0032이었으며, Hy-line[®] W36의 35주령시를 제외하면 두 품종 모두 나머지 주령에서는 적어도 5% 수준 이상 ($P < 0.05$)에서 통계적 유의성을 나타내었다고 보고하였다. 따라서 난중에 대한 난황:난백 비율의 회귀분석에 대한 본 연구의 결과와 Hussein 등 (1993)의 결과는 회귀계수의 값의 크기 (범위; -95.239 ~ -21.576)에 있어서나, 유의성 (저난황군에서는 29주령시 및 33주령시, 고난황군에서는 33주령과 43주령)을 나타낸 정도에 있어서 다소 차이가 있었다. 이러한 차이들은 연구에 이용된 닭의 품종 차이에 의해서 혹은 닭의 계란 생산 주령의 차이에 의해 기인되었으리라 사료된다. 결론적으로 본 연구의 결과로 볼 때 난중에 대해서 난황:난백의 비율보다 난백의 중량 및 난황의 중량 그 자체가 더 높은 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있다.

적 요

전체 난중에 대하여 난황의 구성비율이 낮은 저난황란을 생산하는 계통을 선발하고자 29주령, 33주령, 38주령 및 43주령시에 계란의 주요 경제형질들을 측정하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 시험 시작시인 29주령 직후 연속 3일동안에 생산된 계란들로부터 난황:난백의 비율을 기초로하여 분류된 두 난황군 중 저난황군은 고난황군에 비해서 전체적으로 난중에 대한 난황의 비율 및 난황:난백

의 비율은 더 낮고, 난황의 무게는 더 가벼웠던 반면에, 평균난중, 난백의 무게 및 난각의 무게는 유의 ($P < 0.05$)하게 더 무거웠다. 각 시험주령 직후 연속 3일 동안에 생산된 계란 상호간 두군 평균 난황:난백 비율의 상관관계는 상당히 높은 ($P < 0.01 \sim 0.001$) 정(+)상관 관계를 나타냈고, 각 난황군별로 4개 시험주령을 합한 전체 평균 난황:난백 비율의 상관관계도 또한 두군 모두 높은 유의성 ($P < 0.001$)을 나타냈다. 난중에 대한 난백의 무게, 난황의 무게 및 난황:난백 비율의 회귀분석의 결과는 두 난황군 모두 난백의 무게는 난황의 무게보다 전체 난중의 변화에 더욱 밀접한 상관관계를 나타냈으며, 전체 난중에 대한 난황:난백 비율의 상관관계는 난중에 대한 난백의 무게 혹은 난황의 무게와의 상관관계 보다는 상대적으로 두 난황군 모두 낮은 편이었다.

(색인어: 난황의 무게, 난황:난백의 비율, 저난황계통군, 고난황계통군, 표현형상관계수)

인용문헌

- Campo JL 1995 Comparative yolk cholesterol content in four Spanish breeds of hens, an F₂ cross, and a White Leghorn population. *Poultry Sci* 74:1061-1066.
- Cook F, Briggs GM 1977 Nutritive value of eggs. Pages 92-108 in *Egg Science and Technology*, Stadelman WJ and Cotterill OJ, ed AVI Publishing Co. Westport CT.
- Curtis PA, Gardner FA, Mellor DB 1986 A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. III. Composition and nutritional characteristics. *Poultry Sci* 65:502-507.
- Cunningham FE, Cotterill OJ, Funk EM 1960 The effect of season and age of bird. 1. On egg size, quality, and yield. *Poultry Sci* 39:289-299.
- Fletcher DL, Britton WM, Pesti GM, Rahn AP 1983 The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. *Poultry Sci* 62:1800-1805.
- Friese W 1923 The proportion by weight of albumen, yolk, and shell of eggs of several species of fowl *Z Nahr Genuusm* 46:33-37.

- Hafez ESE, Badreldin AL, Kamar GAR 1955 Egg components in the Fayomi Fowl during the first laying year. *Poultry Sci* 34:400-410.
- Hussein SM Harms RH, Janky DM 1993 Effect of age on the yolk to albumen ratio in chicken eggs. *Poultry Sci* 72:594-597.
- International Egg Commission, 1993. Egg production, consumption around the world. *World Poult.* 9 (12):23-26.
- Marshall AC, Kubena KS, Hinton KR, Hargis PS, Van Elswyk ME 1994 n-3 fatty acid enriched table eggs: a survey of consumer acceptability. *Poultry Sci* 73:1334-1340.
- Olsson N 1936 Studies on some physical and physiological characters in hen's eggs. *Proc World's Poult Cong (Leipzig)* 6:310-320.
- Rose SP 1997 Principles of Poultry Science. CAB International, London, UK.
- Sainz F, Gonzalez M, Roca P, Alemany M 1983 Physical and chemical nature of eggs from six breeds of domestic fowl. *Br Poult Sci* 24:301-309.
- SAS Institute 1994 SAS User's guide: Statistics. SAS Institute Inc Cary NC.
- Scott TS, Silversides FG 2000 The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Sci* 79 :1725-1729.
- Tolman HS, Yao TS 1960 Effect of crossbreeding on yolk size in chicken eggs. *Poultry Sci* 39:1300-1301.
- Washburn KW 1990 Poultry Breeding and Genetics. Elsevier ed RD Crawford New York NY.