



동일 사육 조건에서 산란계 수평아리 및 육용계의 도체 특성, 계육 품질 및 관능적 특성 비교

이우도¹ · 김현수² · 김희진¹ · 전익수³ · 손지선² · 홍의철² · 신혜경⁴ · 강환구^{5*}

¹국립축산과학원 가금연구소 박사후연구원, ²국립축산과학원 가금연구소 농업연구사, ³국립축산과학원 농업연구관, ⁴국립축산과학원 가금연구소 연구원, ⁵국립축산과학원 동물영양생리과 농업연구관

Comparison of Carcass Characteristics, Meat Quality, and Sensory Quality Characteristics of Male Laying Hens, Meat-Type Chickens under Identical Rearing Conditions

Woo-Do Lee¹, Hyunsoo Kim², Hee-Jin Kim¹, IkSoo Jeon³, Jiseon Son²,
 Eui-Chul Hong², Hye Kyung Shin⁴ and Hwan-Ku Kang^{5*}

¹Post-Doctor Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

²Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

³Senior Researcher, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

⁴Field Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

⁵Senior Researcher, Animal Nutrition and Physiology Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the potential of using laying hens as meat type chickens. Male broiler (Ross 308, R3), laying hens (Hy-Line Brown, HL), and Korean native chickens (Hanhyup-3, H3) were used, and 100 heads of each were prepared. Carcass characteristics, meat quality, and sensory quality characteristics were compared as analysis items. The rearing environment and feed for all treatments were identical to the broiler rearing manual, and the lighting system was maintained at 23L:1D. Feed and water were provided *ad libitum*. The test ended when the average weight of each treatment group reached 1.5 kg, and individuals of similar weight were randomly selected and compared. As a result of this study, the live weight of the selected individuals was approximately 1.5 kg, which was similar for all treatments ($P>0.05$). However, carcass weight and ratio and breast meat production were highest in R3, while HL had higher ratios of legs, wings, and neck ($P<0.05$). The H3 group showed high pH and WHC levels and low cooking loss, and R3 improved chicken meat color ($P<0.05$). In particular, the fat content in meat was lowest in HL ($P<0.01$). Nucleic acid substances ATP, Hx, ADP, AMP, and INO were abundant in R3, and IMP content was highest in HL ($P<0.05$). In sensory evaluation, all treatments showed similar characteristics and overall preferences ($P>0.05$). Based on the findings, it appears that HL, a male laying hen, produces meat with unique characteristics such as low fat content and high IMP content.

(Key words: male laying hen, meat type chicken, carcass characteristics, meat quality, sensory evaluation)

서 론

가축은 성장과 생식 특성 사이 음의 유전적 상관관계가 알려져 있으며, 가금류 또한 이러한 이유로 육용계와 난용종으로 분리되었다(Rauw et al., 1998; Langkabel et al., 2022). 가금은 1920년대까지 난육겸용종으로 사육되어 왔지만 지난 50년간 육종을 통해 근육 성장이 빠른 육계와 계란

생산량이 많은 산란계로 발달되었다(Langkabel et al., 2022). 이에 성장성이 제한된 수컷 산란계를 사육하고 비육시키는 것은 경제적으로 타당하지 않아 태어난 직후 도살되어 미국은 매년 2억 6천만 수, 독일 4,500만 수의 수평아리가 도살되고 있다(Langkabel et al., 2022; Di Concetto et al., 2023). 하지만 이러한 관행은 동물 복지와 윤리적 문제로 일반 대중에게 부정적인 인식을 주고 있어 최근 유럽 연합을 포함

* To whom correspondence should be addressed : magic100@korea.kr

한 여러 국가에서 부화 직후 도살을 금지하고 산란계 수평아리의 활용 방안에 대해 모색하고 있다(Popova et al., 2022).

그 대안들 중 하나로, 육용계로의 활용 방안이 제시됨에 따라 산란계 수평아리의 계육 품질 및 관능적 특성을 조사하는 연구가 다수 수행되고 있다. 보고에 따르면, 산란계 수평아리는 육계보다 낮은 성장성이 특정 단점이며, 복부 지방 축적이 적고 근육 내 지방 함량이 낮은 것으로 조사되었다(Petkov et al., 2013; Popova et al., 2022; Chaiwang et al., 2023; Popova et al., 2023). 특히, Petkov et al.(2013)과 Chaiwang et al.(2023)은 산란계 수평아리의 계육이 태국 토종닭(Mae Hong Son, Pradu Hang Dam)을 비롯한 다른 가금 품종보다 단백질, 미오글로빈(Myoglobin), 필수 및 비필수 아미노산 함량이 높았음을 보고하였다. Ahn et al.(2009)은 Hy-Line 수평아리와 Ross 308의 계육으로 관능적 특성을 분석하였을 때 맛(Flavor), 부드러움(Tenderness), 다즙성(Juiciness)에 큰 차이를 보이지 않았으며, Lichovníková et al.(2009) 또한 ISA Brown 수평아리가 Ross 수평아리보다 종합적 기호도가 높은 것으로 보고하였다.

한편, 계육의 특성은 품종, 성별, 연령, 사육 시스템 및 사료 영양의 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Chaiwang et al., 2023). 이에 Lumbo et al.(2022)은 집약식 사육 시스템이 아닌 방목 등의 대체 시스템을 통한 생산이 산란계 수평아리의 친환경적 생산과 성장 능력 및 생산된 계육의 시장성을 높일 수 있을 것으로 예상하였다. 하지만 아직까지 육용계 품종과 산란계 수평아리에 대한 생산성, 도체 특성 및 계육 품질 비교에 대해 보고된 연구가 부족한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 산란계 수평아리의 육용계로서 활용 가능성에 대해 평가하고자 하였다. 사료, 시설 등의 조건을 육계 사육환경과 동일하게 제공하여 육계, 토종닭, 산란계 수평아리를 사육하였으며, 각 품종별 동일 체중 개체를 선별하여 도체 품질, 계육 및 관능적 특성을 비교하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물, 시험설계 및 사양관리

본 연구에서는 산란계 수평아리의 생산성과 계육 품질 및 도체 특성을 비교하기 위하여 1일령 육계(Ross 308; R3), 토종닭(Hanhyup-3; H3) 산란계(Hy-Line Brown; HL) 수평아리를 공시하였다. 처리구는 품종별 차이를 두어 R3, H3, HL로 총 3처리로 설계하였으며, 각 처리당 100수를 배치하였다. 모든 처리구의 시험 사료는 3단계로 급이하였으며((1) 1일

부터 7일까지 초이 사료 제공; (2) 8일부터 21일까지 전기 사료 제공; (3) 22일부터 시험 종료시까지 후기 사료 제공), 일반적인 육계 시판 사료를 사용하였다. 처리구별 시험 종료일은 평균 체중 1.5 kg에 도달하는 일령으로 하였으며, 사육 결과 각 품종별 사육일령은 R3 35일, H3 49일, HL 84일로 나타났다. 모든 공시 동물은 평사 시설에서 사육되었다. 계사 내 온도는 1일령 33℃로 설정한 후, 주마다 2~3℃씩 낮추었으며 21일령부터 종료시까지 21℃의 온도를 유지하였다. 사료 급이기 및 급수기의 개수는 계사 내 동일하게 배치하여 자유 채식 및 자유 음수 시켰으며, 점등은 23L:1D를 유지하였다. 본 시험은 농촌진흥청 국립축산과학원 실험동물윤리위원회의 규정에 따라 동물실험을 수행하였다(승인 번호: NIAS2023-0627).

2. 조사 항목

1) 도체 수율과 부분육 비율

도체 특성 조사를 위하여 각 처리구별 시험 종료 후, 체중 1.45~1.55 kg 범위에 속하는 개체 20수를 무작위로 선별하여 도체하였다. 도체 수율은 머리, 내장, 발을 제거하고 고기와 뼈를 포함한 중량을 측정하여 생체중 대비 비율로 표시하였다. 부분육 비율은 도체한 각 개체를 목, 가슴, 날개, 등, 다리의 5부분으로 나누어 무게를 측정하였으며, 생체중에 대한 비율을 산출하였다. 각 항목별 산출식은 다음과 같다.

$$\text{도체수율(\%)} = \frac{\text{도체중량(g)}}{\text{생체중량(g)}} \times 100$$

$$\text{부분육 수율(\%)} = \frac{\text{부분육(목, 가슴, 날개, 등, 다리) 무게(g)}}{\text{생체중량(g)}} \times 100$$

2) 육질 특성

품종에 따른 육질 특성을 비교하기 위하여 시험 종료일에 처리당 10수씩 선별하여 가슴육을 채취하였다. 분석항목으로는 일반성분, pH, 육색, 보수력, 가열감량 및 전단력을 측정하였다. pH는 계육과 증류수를 1:9로 혼합, 균질한 후 pH meter(pH-K21, NWK-Binar GmbH, Celiustr, Germany)를 이용하여 측정하였다. 육색은 colormeter(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 각 시료 표면을 측정하였으며, 항목으로 명도(Lightness, L^*), 적색도(Redness, a^*), 황색도(Yellowness, b^*)를 분석하였다. 보수력은 0.5 g의 가슴육을 시험관에 측정하여 75℃의 수조에서 20분간 가열하였다. 이

후 실온(22±2℃)에서 방냉하였으며, 방냉 후 원심분리(3,000 rpm, 20분, 4℃) 하였다. 원심분리 이후에 수집한 시료의 무게를 측정하여 다음의 식을 이용해 보수력을 측정하였다.

$$\text{지방계수} = 1 - \text{지방 함량} / 100$$

$$\text{유리수분} = [(\text{원심분리 전 무게} - \text{원심분리 후 무게}) / (\text{시료} \times \text{지방계수})] \times 100$$

$$\text{보수력(\%)} = [(\text{총 수분} - \text{유리수분}) / \text{총 수분}] \times 100$$

가열감량은 가슴육 시료를 진공포장 bag에 넣고 심부 온도가 70±2℃에 도달할 때까지 가열하였다. 그 후, 다음 식에 따라 가열 전후 중량 차이를 백분율로 계산하였다.

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{\text{가열 전 시료 무게} - \text{가열 후 시료 무게(g)}}{\text{가열 전 시료 무게(g)}} \times 100$$

전단력은 시료를 진공포장 bag에 넣고 심부 온도가 70±2℃가 될 때까지 가열한 후, 시료의 길이가 근섬유 방향과 평행하도록 잘라 준비하였다(3 cm × 1 cm × 1 cm). 전단력은 V blade를 근섬유방향과 직각이 되도록 놓고 500 N load cell에 test speed는 50 mm/min의 조건에서 물성 분석기(Texture Analyzer TA 1, Lloyd Instruments, Fareham, UK)를 이용하여 측정하였다. 계육 내 일반성분은 AOAC(1995) 방법에 따라 수분(Moisture), 조지방(Crude fat), 조단백질(Crude protein), 조회분(Crude ash) 함량을 측정하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조지방은 ether를 이용한 Soxhlet 추출법, 조회분은 550℃ 건식회화법, 조단백질은 Kjeldahl법을 통하여 분석하였다.

3) 핵산 물질

가슴육 내 핵산 물질 함량 분석은 Chen et al.(2021)의 방법을 수정하여 측정하였다. 시료 5 g을 얼음에 넣어 놓은 0.7 M perchloric acid(HClO₄) 15 mL에 첨가한 후 12,000 rpm, 1분간 균질하였다. 균질물은 원심분리 후 상등액을 filter paper(No. 4, Whatman International Ltd. USA)로 여과하였다. 위와 같은 방법으로 한 번 더 추출한 후 침전물에 0.7 M HClO₄ 15 mL를 첨가 및 원심분리 하였다. 채취한 상등액은 5 N potassium hydroxide(KOH)를 이용하여 pH 6.8로 조정하였으며 0.7 M HClO₄로 100 mL의 부피가 되도록 채워주었다. 이후 4℃, 30분간 방치시켰으며, 0.22 μm syringe filter로 여과하여 high performance liquid chromatography(HPLC, Agilent Infinity 1260 series, Agilent Technol-

ogies, USA)로 분석하였다. 이동상 용매는 solvent A(0.05 M KH₂PO₄:K₂HPO₄(v/v = 1:1, pH 5.8))와 solvent B(Methanol solvent)를 95:5 비율로 사용하였다. 분석 조건으로 컬럼은 Atlantis T3 C18 column(4.6 × 250 mm, 5 μm, Waters, USA)이며, 컬럼 온도가 30℃로 유지되는 상태에서 260 nm의 파장으로 샘플을 분석하였다. 주입량은 10 μL, 유속은 0.6 mL/min이며 각각의 핵산 물질은 standard에 대한 retention times를 통해 확인되었다. 농도는 각 피크의 면적을 mg/g으로 계산하였다.

4) 관능적 특성

관능적 기호도 평가는 관능 평가 경험이 있는 15명의 강원대학교 교직원 및 학생을 대상으로 수행하였다. 각 처리구별 가슴육을 항온수조에 넣어 심부 온도가 70±2℃에 도달할 때까지 가열하였으며, 각 시료(2 cm × 2 cm × 1 cm)를 제공하였다. 조리된 시료에 대하여 육색, 향, 맛, 풍미, 다즙성, 연도 및 종합적 기호도를 9점 척도법으로 평가하였다. 육색, 향, 맛, 풍미 및 종합적 기호도는 1점이 '매우 나쁘다', 9점이 '매우 좋다'로 표시하도록 하였으며, 다즙성은 1점이 '매우 건조하다', 9점이 '매우 다즙하다'로 평가하였다. 연도는 1점이 '매우 질기다', 9점이 '매우 부드럽다'로 평가하였다.

3. 통계처리

각 처리구별 분석한 항목에 대한 결과들은 statistical analysis system(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 general linear model(GLM) 방법으로 처리하였다. 처리구간의 유의성 검정은 duncan's multiple range test를 이용하여 유의 수준 P<0.05에서 검정하였다. 모든 데이터는 평균값과 평균의 표준오차(Standard error of means, SEM)로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 도체 특성

각 품종별 도체 특성과 부분육 비율은 Table 1에 나타내었다. 선별된 개체들의 생체중은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 도체중과 도체율은 R3가 가장 높았으며, H3가 가장 낮았다(P<0.05). 부분육 생산 비율에서 가슴육은 R3에서 높은 생산 비율을 나타내었으나, 다리, 날개, 목의 비율은 HL 처리구에서 가장 높았다(P<0.01). 도체 특성은 육류용 가금류와 가축의 성능을 측정하는 중요한 지표로 (Rajkumar et al., 2016), 품종, 계통, 연령, 성별, 사료 성분 및 영양, 사육 등에 의해 영향을 받는다(Kokoszyński et al.,

Table 1. Characteristics of slaughter performance according to poultry breeds

Items	R3	HL	H3	SEM ¹	P-values
Live weight (g)	1,497.25	1,514.25	1,496.67	7.159	0.519
Carcass weight (g)	1,087.65 ^a	1,043.02 ^b	951.87 ^b	10.01	<0.01
Carcass yield (%)	72.64 ^a	68.86 ^b	63.62 ^c	0.568	<0.01
Breasts	17.05 ^a	8.76 ^b	9.60 ^b	0.539	<0.01
Thighs	22.13 ^b	23.04 ^a	21.39 ^c	0.149	<0.01
Wings	7.99 ^b	9.67 ^a	7.42 ^c	0.149	<0.01
Neck	3.92 ^b	5.11 ^a	3.69 ^b	0.118	<0.01
Back	21.54	22.28	21.52	0.229	0.298

¹ SEM, standard error of means.

^{a-c} Means in same rows with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

2022). Kaewkot et al.(2019)은 가금의 품종에 따라 도체율을 조사하였을 때 육계 Ross 308은 73.3%, 산란계 Rhode Island Red은 68.3%로, 이는 우리의 결과와 유사하였다. Chaiwang et al.(2023)의 연구에서는 상업용 육계(Cobb 500)가 수컷 산란계 및 태국 토종닭 품종인 Mae Hong Son과 Pradu Hang Dam보다 도체율이 높았으며, 가슴육 생산비율 또한 육계에서 가장 높았다. 한편, Mueller et al.(2018)은 산란계 품종 Lohmann Dual이 육계 Ross PM3보다 도체율 및 가슴육 생산량이 낮았으나, 다리, 날개 생산량은 산란계가 더 많았음을 보고하였다. 인도 토종닭 품종인 Kadaknath도 육계보다 도체율 및 가슴육 생산량은 낮았으나 다리, 날개, 등, 목 생산량은 높았는데, 이는 토종닭 품종이 포식자로부터 생존하기 위한 특정 부위 발달에 기인한 것으로 보고하였다(Haunshi et al., 2022). 한편, 육계의 부분육 중 가슴육은 소비자들이 선호하고 가장 가치 있는 부위로, 현재 육계의 가슴육 비율이 높은 것은 선택적 육종을 통해 발달된 것으로 알려져 있다(Mueller et al., 2018). 이를 볼 때, 산란계 수평아리의 육용계 활용에 있어서 도체율 및 특정 부분육 생산 향상 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2. 계육 품질

가금 품종에 따른 가슴육 품질 및 일반성분은 Table 2에 각각 나타내었다. H3는 높은 pH, WHC와 낮은 가열감량을 나타내었다($P<0.01$). 색도에서 R3는 높은 L^* 과 a^* 값을 보였으나, HL은 낮은 색도(L^* , a^* , b^*)의 계육을 생산하였다($P<0.05$). 전단력은 가금의 품종에 따른 유의적인 차이는 없었다. 한편, HL은 세 품종의 계육 중 가장 낮은 지방 함량을

나타내었다($P<0.01$).

육색을 비롯한 계육의 특성은 소비자의 선호도에 중요한 역할을 한다(Lee et al., 2022). 육색은 근육 유형, 유전자형, 연령, 성별, 사료 성분 등 다양한 요인에 의해 영향을 받으며 성장이 느린 닭의 고기는 빠르게 성장하는 닭보다 어두운 것으로 알려져 있다(Haunshi et al., 2022). pH는 고기 품질에 영향을 주는 요인으로 최종 pH가 낮으면 drip loss, cooking loss 및 연도와 음의 상관관계가 있어 바람직하지 않은 것으로 알려져 있다(Le Bihan-Duval et al., 2008). 또한 pH는 육색과 높은 상관관계를 가지고 있어 pH가 낮으면 계육의 색상이 더 밝은 경향이 있다(Haunshi et al., 2022). Kaewkot et al.(2019)의 연구에서는 육계 Ross 308 품종과 산란계 Rhode Island Red 품종의 계육이 토종닭 Pradu Hang Dam 품종보다 b^* 값이 높았음을 보고하였으며, Lichovníková et al.(2009)은 육계(Ross 308)의 가슴육이 산란계(ISA Brown)보다 pH가 낮고 L^* 값이 높은 것을 확인하였다. 전단력은 소비자의 식감 및 선호도를 결정하는 요인으로 전단력에 따라 육질의 부드러움이 달라지나(Ding et al., 2021; Xie et al., 2022), 본 연구에서는 모든 품종이 비슷한 전단력을 나타내었다.

한편, 육계는 낮은 활동성으로 인해 다른 품종에 비하여 체내 지방 함량이 높은 것으로 알려져 있다(Kokoszynski et al., 2022). Jung et al.(2011)은 한국 토종닭(우리맛닭)과 육계 Ross 308의 계육 성분 차이를 비교한 결과, 우리맛닭에서 더 적은 조지방 함량을 나타내었다. 본 연구에서 HL의 낮은 육색(L^* , a^* , b^*)과 지방 함량을 볼 때, 산란계 수평아리는 기존 육용계 품종과 다른 고유한 특성의 계육을 생산하는 것으로 판단된다.

Table 2. Comparison of chicken breast meat characteristics by poultry breeds

Items	R3	HL	H3	SEM ¹	<i>P</i> -values
pH	5.434 ^b	5.505 ^b	5.772 ^a	0.038	<0.01
WHC (%)	33.65 ^c	48.57 ^b	65.83 ^a	2.474	<0.01
Meat color					
L*	59.28 ^a	53.63 ^b	56.43 ^{ab}	0.813	<0.05
a*	2.100 ^a	0.614 ^b	1.186 ^b	0.163	<0.01
b*	4.872 ^{ab}	3.646 ^b	6.104 ^a	0.326	<0.01
Cooking loss (%)	32.02 ^a	24.90 ^b	28.34 ^c	0.792	<0.01
Share force (N)	34.13	29.20	30.46	1.379	0.328
Chemical composition					
Moisture (%)	73.88 ^a	73.76 ^a	71.69 ^b	0.236	<0.01
Crude protein (%)	23.19 ^b	23.70 ^b	24.93 ^a	0.189	<0.01
Crude fat (%)	1.178 ^a	0.745 ^b	1.143 ^a	0.066	<0.01
Crude ash (%)	1.435 ^c	1.740 ^b	2.203 ^a	0.061	<0.01

¹ SEM, standard error of means.

^{a-c} Means in same rows with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

3. 계육 내 핵산 관련 물질

각 품종별 가슴육 내 핵산 관련 물질의 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. adenosine 5'-triphosphate(ATP), hypoxanthine(Hx), adenosine diphosphate(ADP) adenosine monophosphate(AMP), inosine(INO)의 경우 R3에서, guanosine-5-monophosphate(GMP)는 R3와 HL에서 유의적으로 높았다 ($P<0.05$). Inosine monophosphate(IMP)는 HL 처리구에서 가장 높은 것으로 나타났다($P<0.01$). 식품의 맛에 영향을 주는 물질에는 유리 아미노산, 펩타이드, 단백질, 당, ATP 대사산물 등이 있다(Fujimura et al., 1995). 그 중 ATP는 사후 근육

내 가수분해 작용에 의하여 ADP로 분해된 후, 포스포글리세레이트 키나제(Phosphoglycerate kinase), 아데닐레이트 키나제(Adenylate kinase), 및 AMP 탈아미노효소(AMP deaminase)와 같은 효소의 작용에 의해 ADP가 AMP로, AMP가 IMP로 전환된다(Joo et al., 2022). AMP, IMP, GMP 등은 풍미 뉴클레오타이드(Flavorful 5'-nucleotide)로써 육류의 감칠맛을 나타내며, 계육에서 주로 발견되는 향미 전구체이다(Qi et al., 2017). 그 중 IMP는 풍미 강화제 역할을 하는 퓨린 뉴클레오타이드로, IMP 함량에 따라 감칠맛 정도가 달라져 육류 선호도에 중요한 기여자 역할을 한다(Xu et al., 2021; Huang

Table 3. Differences in the content of nucleotides and their degradation product of chicken breast meat from three different poultry breeds

Items ¹	R3	HL	H3	SEM ²	<i>P</i> -values
ATP	8.820 ^a	7.777 ^b	7.949 ^b	0.125	<0.01
GMP	5.896 ^a	5.637 ^a	4.856 ^b	0.101	<0.01
IMP	190.4 ^c	306.4 ^a	278.3 ^b	9.896	<0.01
ADP	6.641 ^a	6.175 ^b	6.207 ^b	0.079	<0.05
Hx	8.678 ^a	3.228 ^c	5.825 ^b	0.433	<0.01
AMP	9.563 ^a	7.988 ^b	8.130 ^b	0.189	<0.01
INO	62.42 ^a	15.04 ^c	36.30 ^b	3.682	<0.01

¹ ATP, adenosine 5'-triphosphate; GMP, guanosine 5'-monophosphate; IMP, inosine 5'-monophosphate; ADP, adenosine diphosphate; Hx, hypoxanthine; AMP, adenosine monophosphate; INO, inosine.

² SEM, standard error of means.

^{a-c} Means in same rows with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

et al., 2022; Joo et al., 2022). AMP와 GMP는 IMP의 보조 역할을 하는 물질이며(Wang et al., 2019), Hx와 INO는 쓴 맛을 내거나 이취를 유발하는 물질로 알려져 있다(Pérez-Palacios et al., 2017; Wang et al., 2019; Xu et al., 2023).

한편, Jayasena et al.(2013)과 Joo et al.(2022)은 육류 내 맛 활성 화합물의 농도가 사료 성분 외 가축의 종류, 품종 및 계통에 따라서도 달라짐을 보고하였다. Choe et al.(2010)은 한국 토종닭이 육계보다 INO 함량이 낮고 다른 화합물은 서로 비슷함을 밝혔으며, Ahn and Park(2002)의 연구에서는 15주간 사육한 한국 토종닭 청리 재래닭이 5주 사육한 육계의 계육보다 IMP 함량이 높은 것으로 보고하였다. 또한 Tang et al.(2009)은 육계(Avian, Lingnan Huang)보다 중국 토종닭(Wenchang, Xiang Chinese) 계육이 더 높은 IMP 함량을 갖는 것으로 보고하였으며, 이는 태국 토종닭과 육계를 비교하였을 때에도 동일한 결과가 나타났다(Rikimaru and Takahashi, 2010). 특히, Kaewkot et al.(2019)의 연구에서 육계(Ross 308), 산란계(Rhode Island Red) 및 태국 토종닭(Pradu Hang Dam)의 계육 내 뉴클레오티드 함량을 비교하였을 때, IMP 함량은 육계에서 가장 낮았고, AMP와 Hx는 모든 품종이 비슷하였다. 본 연구에서는 HL의 계육에서 높은 GMP와 IMP의 함량이 관찰되었으며, INO와 Hx의 함량은 가장 낮았다. 이를 볼 때, HL의 계육은 쓴 맛이 적으며 감칠맛이 나는 등 특유의 맛을 가질 것으로 사료된다.

4. 육질의 관능적 특성

R3, HL, H3에 대한 육질의 관능적 특성 결과는 Table 4에 나타내었다. 세 품종의 계육에 대하여 색, 냄새, 맛, 풍미, 다즙성, 연도 및 종합적 기호도는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 관능적 특성 분석은 생산자가 소비자의 선호도를 보다 효율적으로 파악하고 대응할 수 있는 지표로, 생산자가 시장을 세분화하고 경쟁 우위를 높이는 데 도

움을 준다(Sow and Grongnet, 2010). 일반적으로 소비자는 고기의 외관, 연도, 다즙성, 수분, 단단함, 부드러움, 냄새 및 풍미를 기준으로 고기의 품질을 판단한다(Selamat et al., 2022). 연도는 가금류 고기에 대한 소비자의 최종 만족도에 가장 중요한 속성이며(Fanatico et al., 2007), 고기에 대한 단단함과 부드러움 모두 근육 섬유와 고기의 다즙성에 의해 영향을 받을 수 있다(Selamat et al., 2022). 풍미는 맛과 향의 조합으로서 연도와 함께 육류 제품 관능적 특성의 주요 지표이다(Semwogerere et al., 2019). 이러한 관능적 특성은 유전자형, 성별, 체중, 연령 및 생산 시스템에 의해 달라진다(Fanatico et al., 2007; Siekmann et al., 2018). Jung et al.(2011)은 한국 토종닭인 우리맛닭의 계육 제품이 Ross 육계보다 관능적 특성(색, 냄새, 맛, 종합적인 기호도)이 높았음을 보고하였다. Jeong et al.(2020)은 백세미(Ross × Hy-Line White), 육계(Ross), 토종닭(Hanhyup-3) 및 산란계(Hy-Line White) 노계 계육의 관능적 특성을 조사한 결과, 색, 연도, 다즙성, 풍미 및 종합적 기호도는 백세미와 육계가 유의적으로 높았으며, 산란계 노계는 가장 낮은 점수를 받았다. 한편, 일부 연구에서는 산란계(Hy-Line, ISA Brown) 수평아리가 육계와 비슷하거나 우수한 관능적 특성을 가진다는 결과도 보고되었다(Ahn et al., 2009; Lichovniková et al., 2009). 본 연구에서는 산란계 수평아리를 비롯하여 모든 품종의 계육이 비슷한 관능적 특성을 나타내었다.

종합적으로 보았을 때, 산란계 수평아리는 다른 품종의 계육보다 낮은 지방 함량과 높은 GMP, IMP 함량을 함유한 계육을 생산하였으며, 이는 기존 육용계와 비슷한 관능적 특성을 나타내었다. 이러한 결과는 산란계 수평아리의 육용계로서 활용 가능성이 있는 것으로 보이나, 낮은 생산성과 특정 부위의 낮은 생산 비율 등의 단점을 보완하기 위해 품종 개량, 사양관리 등을 비롯한 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 4. Sensory characteristics of different poultry breeds of meat

Items	R3	HL	H3	SEM ¹	<i>P</i> -values
Color	6.80	7.33	6.53	0.259	0.083
Smell	6.60	6.93	6.67	0.304	0.723
Taste	6.47	6.87	6.27	0.319	0.409
Flavor	6.47	6.67	6.33	0.347	0.799
Juiciness	5.40	5.60	4.93	0.339	0.369
Tenderness	5.60	6.07	5.13	0.371	0.208
Overall preference	6.53	6.80	6.20	0.300	0.374

¹ SEM, standard error of means.

적 요

본 연구는 일반적인 육용계 Ross 308과 토종닭 Hanhyup-3 및 산란계 Hy-Line Brown 수평아리의 도체 특성, 계육 품질, 계육 내 핵산 관련 물질 및 관능적 특성을 비교하여 산란계 수평아리의 육용계 활용 가능성에 대해 조사하고자 하였다. 공시동물로 1일령 Ross 308 수평아리(R3), Hanhyup-3 수평아리(H3) 및 Hy-Line Brown 수평아리(HL)를 각 100수씩 배치하였으며, 품종에 대한 차이를 두어 3처리로 설계하였다. 처리구별 시험 종료일은 평균 체중이 1.5 kg에 근접한 일령(R3 35일, H3 49일, HL 84일)으로 하였다. 시험 결과, 생체중은 처리구간 유의적 차이가 없었으나 도체중 및 도체율은 R3 처리구에서 가장 높았으며($P<0.01$), 부분육 수율 중 가슴의 수율은 R3가, 다리, 날개 목은 HL 처리구가 가장 높았다($P<0.01$). H3의 계육은 높은 pH, WHC와 낮은 가열감량을 보였으며, 색도(L^* , a^*)는 R3에서 높았다($P<0.05$). 특히, 계육 내 지방 함량은 HL에서 가장 낮았다($P<0.01$). 정미성 핵산 물질인 ATP, Hx, ADP, AMP 및 INO는 R3에서 많았으며, IMP 함량은 HL 계육에서 가장 많았다($P<0.05$). 관능적 특성은 가끔 품종에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 결론적으로, 산란계 수평아리는 낮은 지방 함량, 높은 IMP 함량 등 고유 특성의 계육을 생산하였으며, 다른 품종과 비슷한 관능적 특성을 나타내었다. 하지만, 산란계 수평아리의 육용계 활용을 위하여서는 생산성 향상, 특정 부위의 계육 생산량 개선 등 추가 연구가 필요할 것으로 보여진다.

(색인어 : 산란계 수평아리, 육용계, 도체 특성, 계육 품질, 관능 평가)

사 사

본 연구는 2023년 농촌진흥청 국립축산과학원 축산시험 연구사업(과제번호: PJ01729601)과 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

ORCID

Woo-Do Lee <https://orcid.org/0000-0003-4861-4637>
 Hyunsoo Kim <https://orcid.org/0000-0001-8887-1318>
 Hee-Jin Kim <https://orcid.org/0000-0002-6959-9790>
 IkSoo Jeon <https://orcid.org/0000-0002-5898-7050>
 Jiseon Son <https://orcid.org/0000-0002-5285-8186>

Eui-Chul Hong <https://orcid.org/0000-0003-1982-2023>
 Hye Kyung Shin <https://orcid.org/0009-0003-0984-6811>
 Hwan-Ku Kang <https://orcid.org/0000-0002-4286-3141>

REFERENCES

- Ahn BK, Kim JY, Kim JS, Lee BK, Lee SY, Lee WS, Kim HS 2009 Comparisons of the carcass characteristics of male white mini broilers, Ross broilers, and Hy-Line brown chicks under the identical rearing condition. Korean J Poult Sci 36:149-155.
- Ahn DH, Park SY 2002 Studies on components related to taste such as free amino acids and nucleotides in Korean native chicken meat. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(4):547-552.
- AOAC 1995 Official Methods of Analysis. 6th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Chaiwang N, Marupanthorn K, Krutthai N, Wattanakul W, Jaturasitha S, Arjin C, Sringarm K, Setthaya P 2023 Assessment of nucleic acid content, amino acid profile, carcass, and meat quality of Thai native chicken. Poult Sci 102(11):103067.
- Chen L, Zeng W, Rong Y, Lou B 2021 Characterisation of taste active compositions, umami attributes and aroma compounds in Chinese shrimp. Int J Food Sci Technol 56(12):6311-6321.
- Choe JH, Nam KC, Jung S, Kim BN, Yun HJ, Jo CR 2010 Differences in the quality characteristics between commercial Korean native chickens and broilers. Food Sci Anim 30(1):13-19.
- Ding Y, Jiang X, Yao X, Zhang H, Song Z, He X, Cao R 2021 Effects of feeding fermented mulberry leaf powder on growth performance, slaughter performance, and meat quality in chicken broilers. Animals 11(11):3294.
- Di Concetto A, Morice O, Corion M, Monteiro Belo dos Santos S 2023 Chick and Duckling Killing: Achieving an EU-Wide Prohibition. Chick and Duckling Killing: Achieving an EU-Wide Prohibition.
- Fanatico AC, Pillai PB, Emmert JL, Gbur EE, Meullenet JF, Owens CM 2007 Sensory attributes of slow-and fast-growing chicken genotypes raised indoors or with

- outdoor access. *Poult Sci* 86(11):2441-2449.
- Fujimura S, Kawano S, Koga H, Takeda H, Kadowaki M, Ishibashi T 1995 Identification of taste-active components in the chicken meat extract by omission test-involvement of glutamic acid, IMP and potassium ion. *Animal Sci Technol* 66(1):43-51.
- Haunshi S, Devatkal S, Prince LLL, Ullengala R, Ramasamy K, Chatterjee R 2022 Carcass characteristics, meat quality and nutritional composition of Kadaknath, a native chicken breed of India. *Foods* 11(22):3603.
- Huang Z, Zhang J, Gu Y, Cai Z, Feng X, Yang C, Xin G 2022 Research progress on inosine monophosphate deposition mechanism in chicken muscle. *Crit Rev Food Sci Nutr* 62(4):1062-1078.
- Jayasena DD, Ahn DU, Nam KC, Jo C 2013 Flavour chemistry of chicken meat: A review. *Asian Australas J Anim Sci* 26(5):732.
- Jeong HS, Utama DT, Kim J, Barido FH, Lee SK 2020 Quality comparison of retorted Samgyetang made from white semi-broilers, commercial broilers, Korean native chickens, and old laying hens. *Asian Australas J Anim Sci* 33(1):139.
- Joo ST, Choi JS, Hur SJ, Kim GD, Kim CJ, Lee EY, Bakhsh A, Hwang YH 2022 A comparative study on the taste characteristics of satellite cell cultured meat derived from chicken and cattle muscles. *Food Sci Anim Resour* 42(1):175.
- Jung YK, Jeon HJ, Jung S, Choe JH, Lee JH, Heo KN, Kang BS, Jo CR 2011 Comparison of quality traits of thigh meat from Korean native chickens and broilers. *Food Sci Anim Resour* 31(5):684-692.
- Kaewkot C, Ruangsuriya J, Kreuzer M, Jaturasitha S 2019 Carcass and meat quality of crossbreds of Thai indigenous chickens and Rhode Island Red layer chickens as compared with the purebreds and with broilers. *Anim Prod Sci* 60(3):454-463.
- Kokoszynski D, Żochowska Kujawska J, Kotowicz M, Sobczak M, Piwczyński D, Stęczny K, Majrowska M, Saleh M 2022 Carcass characteristics and selected meat quality traits from commercial broiler chickens of different origin. *Anim Sci J* 93(1):e13709.
- Langkabel N, Oswaldi V, Merle R, Fleischhauer C, Heinke C, Alter T, Ellerboek L, Fries R, Meemken D. 2022 The microbiological and sensory status of dual-purpose chickens (Lohmann Dual), male Lohmann Brown Plus chickens, and conventional laying hens slaughtered in a laying hen abattoir compared to conventional broilers slaughtered in a broiler abattoir. *PLOS ONE* 17(11):e0277609.
- Le Bihan-Duval E, Debut M, Berri CM, Sellier N, Santé-Lhoutellier V, Jégo Y, Beaumont C 2008 Chicken meat quality: Genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genet* 9:1-6.
- Lee WD, Kothari D, Moon SG, Kim J, Kim KI, Ga GW, Kim YG, Kim SK 2022 Evaluation of non-fermented and fermented chinese chive juice as an alternative to antibiotic growth promoters of broilers. *Animals* 12(20):2742.
- Lichovniková M, Jandásek J, Jůzl M, Dračková E 2009 The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. *Czech J Anim Sci* 54(11):490-497.
- Lumbo NB, Salces AJ, Oliveros MCR, Nuez III JAI, Albaladejo BHM, Dominguez JMD 2022 utilization of male layer chickens (bovans white and isa brown) for meat production under free-ranged system. *Philipp J Vet Med* 48(2):1-7.
- Mueller S, Kreuzer M, Siegrist M, Mannale K, Messikommer RE, Gangnat IDM 2018 Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. *Poult Sci* 97(9):3325-3336.
- Pérez-Palacios T, Eusebio J, Ferro Palma S, Carvalho MJ, Mir-Bel J, Antequera T 2017 Taste compounds and consumer acceptance of chicken soups as affected by cooking conditions. *Int J Food Prop* 20(sup1):S154-S165.
- Petkov E, Popova T, Todorova M, Marinova P, Sredkova V, Ignatova M 2013 Quality traits of breast and thigh muscles in three chicken genotypes. *Worlds Poult Sci J* 69:1-5.
- Popova T, Petkov E, Ignatova M, Vlahova-Vangelova D, Balev D, Dragoev S, Kolev N 2022 Male layer-type chickens-an alternative source for high quality poultry meat: A review on the carcass composition, sensory characteristics and nutritional profile. *Braz J Poult Sci* 24:eRBCA-2021.

- Popova T, Petkov E, Ignatova M, Vlahova-Vangelova D, Balev D, Dragoev S, Kolev N, Dimov K 2023 Meat quality of male layer-type chickens slaughtered at different ages. *Agriculture* 13(3):624.
- Qi J, Wang HH, Zhou GH, Xu XL, Li X, Bai Y, Yu XB 2017 Evaluation of the taste-active and volatile compounds in stewed meat from the Chinese yellow-feather chicken breed. *Int J Food Prop* 20(sup3):S2579-S2595.
- Rajkumar U, Muthukumar M, Haunshi S, Niranjan M, Raju MVLN, Rama Rao SV, Chatterjee RN 2016 Comparative evaluation of carcass traits and meat quality in native Aseel chickens and commercial broilers. *Br Poult Sci* 57(3):339-347.
- Rauw WM, Kanis E, Noordhuizen-Stassen EN, Grommers FJ 1998 Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: A review. *Livest Prod Sci* 56(1):15-33.
- Rikimaru K, Takahashi H 2010 Evaluation of the meat from Hinai-jidori chickens and broilers: Analysis of general biochemical components, free amino acids, inosine 5'-monophosphate, and fatty acids. *J Appl Poult Res* 19(4):327-333.
- Selamat J, Zaidy NA, Zakaria NS, Juhari NH, Murugesu S 2022 Comparison of physicochemical characteristics and sensory attributes of four different chicken breeds from the genuine and selected local market. *J Food Qual* 2022:1-15.
- Semwogerere F, Neethling J, Muchenje V, Hoffman LC 2019 Meat quality, fatty acid profile, and sensory attributes of spent laying hens fed expeller press canola meal or a conventional diet. *Poult Sci* 98(9):3557-3570.
- Siekmann L, Meier-Dinkel L, Janisch S, Altmann B, Kaltwasser C, Sürle C, Krischek C 2018 Carcass quality, meat quality and sensory properties of the dual-purpose chicken Lohmann Dual. *Foods* 7(10):156.
- Sow TMA, Grongnet JF 2010 Sensory characteristics and consumer preference for chicken meat in Guinea. *Poult Sci* 89(10):2281-2292.
- Tang H, Gong YZ, Wu CX, Jiang J, Wang Y, Li K 2009 Variation of meat quality traits among five genotypes of chicken. *Poult Sci* 88(10):2212-2218.
- Wang H, Qin Y, Li J, Xu X, Zhou G 2019 Edible quality of soft boiled chicken processing with chilled carcass was better than that of hot fresh carcass. *Food Sci Nutr* 7(2):797-804.
- Xie P, Deng Y, Huang L, Zhang C 2022 Effect of olive leaf (*Olea europaea* L.) extract addition to broiler diets on the growth performance, breast meat quality, antioxidant capacity and caecal bacterial populations. *Ital J Anim Sci* 21(1):1246-1258.
- Xu N, Ye J, Li L, Wang X, Wang P, Han M, Xu X 2021 Exploration of flavor and taste of soft-boiled chicken at different post-mortem aging time: Based on GC-IMS and multivariate statistical analysis. *Food Biosci* 43:101326.
- Xu N, Zeng X, Li L, Zhang X, Wang P, Han M, Xu X 2023 Effects of post-mortem aging process on characteristic water-soluble taste-active precursors in yellow-feathered broilers. *Food Sci Hum Wellness* 12(1):242-253.

Received Jan. 28, 2024, Revised Feb. 24, 2024, Accepted Feb. 27, 2024