



사육기간에 따른 신품종 및 상용토종닭의 육질특성 비교분석

이성윤¹ · 박지영¹ · 정사무엘² · 정종현³ · 남기창^{4†}

¹순천대학교 동물자원과학과 연구원, ²충남대학교 동물자원과학부 교수,
³정피엔씨 연구소 책임연구원, ⁴순천대학교 동물자원과학과 교수

Effects of the Raising Period on Meat Quality in Two New Strains of Korean Native Chicken

Seong-Yun Lee¹, Ji-Young Park¹, Samooel Jung², Jong-Hyun Jung³ and Ki-Chang Nam^{4†}

¹Researcher, Department of Animal Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea

²Professor, Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

³Senior Researcher, Jung P&C Institute, Yongin 16950, Republic of Korea

⁴Professor, Department of Animal Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea

ABSTRACT This study was conducted to determine the nutritional quality of two newly-developed native chicken strains, compared to the commercial Korean native chicken. A total of 600 chickens (CON: Hanhyup No. 3, CL1: candidate line C, CL2: candidate line D) raised under the same conditions were slaughtered at either 5 or 12 weeks. Leg meat was then obtained and analyzed for its physicochemical properties. The results showed that regardless of the growing period, there was no variation in proximate composition ($P>0.05$), except for crude protein, between strains. Water holding capacity did not differ between strains at either slaughter age; however, it was significantly lower in the 12-week group than in the 5-week group ($P\leq 0.05$). For both skin and muscle color, a^* and b^* values were lower at 12 weeks than at 5 weeks ($P\leq 0.05$). DPPH radical-scavenging activity tended to be lower at 12 weeks than at 5 weeks ($P\leq 0.05$). Furthermore, all chickens slaughtered at 5 weeks were found to have greater contents of linoleic acid (18:2) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) and lower atherogenicity and thrombogenicity indices than those slaughtered at 12 weeks ($P\leq 0.05$). However, anserine, betaine, and glucose were more concentrated among the lines at 12 weeks than at 5 weeks ($P\leq 0.05$). In conclusion, the quality traits of native chickens were distinct by different production stages rather than chicken lines.

(Key words: native chicken, new lines, growing period, meat quality, functional compounds)

서 론

최근 급속한 경제성장은 문화 및 식생활의 양상에 큰 변화를 초래했으며(Han et al., 1996), 그로 인해 소비자들은 건강 지향의 웰빙 문화와 고품질 식육을 선호하는 경향을 보이고 있다(Park et al., 2009). 육류 중에서도 특히 닭고기는 다른 축종에 비해 저렴한 가격과 고단백, 저지방, 저콜레스테롤, 저칼로리인 건강한 식품이라는 장점으로 인해 소비량이 매년 증가하고 있다(Choe et al., 2010; MAFRA, 2019). 현재 우리나라에서 소비되고 있는 닭의 대부분은 육용계인 broiler 품종으로 다른 품종들에 비해 경제성이 뛰어나 대규모 농가에서는 육계(broiler)의 사육을 선호하고 있다(Lee et

al., 2011). 그러나 육계 품종들은 소수의 글로벌 기업으로부터 수입되고 있어 해외의존도가 점점 높아지고 있는 실정이기 때문에 종자 주권의 차원에서 고유의 유전자원 확보는 매우 중요한 의미를 가지고 있다(Kwon et al., 1995; Lee et al., 2014). 또한 해외 축산물에 대응하는 경쟁력을 확보하는 것이 주된 과제이며, 이를 위해 우리나라 소비자들의 기호와 수요에 적합하고 품질이 뛰어나며 일반 육계와 차별성 있는 닭고기를 개발하는 것이 그 해결책으로 대두되고 있다(Kim et al., 2020).

토종닭은 국내에서 예로부터 사육되어온 재래종, 또는 최소 7세대 이상 계대 유지되어 우리나라의 기후풍토에 적응된 토착종을 의미한다(Kong et al., 2006), 이러한 토종닭은

[†] To whom correspondence should be addressed : kichang@scnu.ac.kr

육계에 비해 정미성분인 아미노산과 inosine 5'-monophosphate(IMP) 및 아라키돈산(C20:4) 등이 다량 함유되어 있어 우수한 맛과 풍미를 지니고 있으며(Lee et al., 2012), 낮은 지방함량, 쫄깃한 식감으로 특징적인 관능 특성을 지닌 것으로 알려져 있다(Choe et al., 2010). 하지만 현재 유통되고 있는 토종닭은 일부 품종을 제외하면 순수성이 낮고 토종닭으로 둔갑한 교잡종과 수입종이 소비되고 있는 것으로 추정된다(Seo et al., 2011). 현재 유통되고 있는 토종닭 계통은 대표적으로 '한협 3호'와 '우리맛닭'이 보급되고 있지만(Kim, 2010), 유통되고 있는 종류와 산업화는 매우 제한적이다. 또한 토종닭은 일반 육계에 비해 성장속도가 느려 경제성이 상대적으로 낮으며 소규모 개별 농가 위주로 사육되고 있기 때문에 공급량이 부족한 실정이다(Sang et al., 2006; Park et al., 2010).

최근 우수한 유전자원 개발하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있으며, 토종 유전자원의 교배조합을 통한 신제품 종계 개발 및 확립을 위한 연구들이 수행되고 있으며(Shin et al., 2017), 2017년부터 진행된 골든시드프로젝트(Golden Seed Project, GSP)도 이러한 목적에 해당된다. GSP에서 작출된 토종닭 신제품의 육질특성 확인은 중요한 정보를 제공하며, 계통간의 비교뿐만 아니라 사육기간에 따른 육질특성의 변화는 소비자 기호를 고려한 품질 차별화 요인을 알려줄 것이다. 이에 본 연구에서는 신제품 2계통의 이화학적 기능적 품질특성을 시중 토종닭과 함께 계통별 사육기간별로 비교 분석하여 신제품 후보라인의 이용가능성을 확인하고 토종닭 산업 발전의 기초 자료로 사용하고자 실험을 진행하였다.

연구재료 및 방법

1. 공시재료

(주)하림 실험농장(전북 김제시)에서 5주, 12주간 동일한 조건에서 사육된 토종삼계(Con: 한협 3호, CL1: 신제품 후보계통 C, CL2: 신제품 후보계통 D) 총 600수를 하림(익산) 도계장에서 생산품과 동일한 표준 조건에서 도계하였다. 계통별 30수씩 임의 선발하였고 전문 가공 종업원의 수작업에 따라 분할된 다리살을 채취하여 연구실로 운반하였다. 운반 중 모든 시료는 냉장 상태(4℃)에서 보관되었으며 운반 후 발골하여 실험에 이용하였다. 발골된 정육(다리살)은 만육기를 이용하여 전체를 분쇄하고 pooling한 후 다시 5개의 시료로 나누어 육질특성 분석에 사용하였다.

2. 피부색/육색

육색은 색차계(CR-400, Minolta Co., Ltd., Japan)를 사용하여 분쇄하지 않은 다리살 샘플의 피부색 및 표면에서 측정되었다. 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)를 CIE(commision internationale de leclairage) 기준에 따라 측정하여 Spectra Magic Software(Minolta Co., Ltd., Japan)로 분석하였다. 각 시료는 표준색판(Y=86.8, x=0.3156, y=0.3225)을 사용하여 표준화한 후 3회 반복 측정하여 평균값으로 표시하였다.

3. 일반성분, pH, 보수력

일반성분은 AOAC 표준법(1995)에 따라 분석하였다. 수분함량은 AOAC 방법을 일부 변형시켜 시료 3.0 g을 알루미늄 접시에 담아 104℃ dry oven에서 항량이 될 때까지 건조시켜 무게를 측정하여 구하였고(AOAC, 2000), 지방은 Folch 법(1951)을 일부 변형하였으며, 조단백질은 자동 Kjeldahi 장치(Bunchi, K-370, Switzerland), 조회분은 회화로(FPX-14, Hanil, Korea)에서 550℃로 5시간 동안 회화시킨 후 그 함량을 측정하여 백분율(%)로 나타내었다.

pH는 2.0 g의 시료에 18 mL의 증류수를 첨가하고 1분 동안 균질(Polytron PT 10-35 GT, Kinematica AG, Luzern, Switzerland) 후 Whatman No. 4 여과지로 여과하여 각 시료의 여과액을 실온에서 pH meter(Seven Excellence™, METTLER TOLEDO, Switzerland)로 측정하였다. 보수력은 Uttaro 등(1993)의 방법에 따라 동일한 조건에서 분쇄된 시료 5 g을 4℃에서 1,000 rpm으로 10분간 원심분리(Combi 514-R, HANIL, Korea)한 후 잔존하는 수분함량의 비율을 구하여 측정하였다.

4. 항산화 활성

TBARS(2-thiobarbituric acid- reactive substances) 측정방법 Ann 등(1998)에 따라 시료 5.0 g에 증류수 15 mL를 시험관에 넣어 균질화하였다. 균질된 시료 2 mL에 thiobarbituric acid/ trichloroacetic acid 용액(20 mM TBA/15%, w/v) 4 mL를 첨가하여 혼합물을 완전히 섞은 뒤 90℃ 항온 수조에서 15분간 색깔을 발현시키고, 15분간 식힌 후 원심분리기에서 3,000 rpm, 4℃, 15분간 원심분리한 후, 상층액을 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. 증류수 1 mL 및 TBA/TCA 용액 2 mL를 혼합하여 blank로 하였으며, TBARS량은 샘플 당 Malonedialdehyde(MDA)의 mg으로 표시하였다.

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능 활성은 시료 2.0 g에 증류수 18 mL를 가하여 균질한 후 10분간 3,000 × g에서 원심분리 하였다. 상층액 0.4 mL와 증류수 1.6 mL에 DPPH(0.2 mM in methanol) 용액 2 mL를 혼합하

고 60분간 실온에서 암실 보관한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구로는 ascorbic acid(Junsei, Japan)를 이용하였고, DPPH-radical scavenging activity를 아래의 식에 의해 값을 산출하였다.

$$\text{DPPH-radical scavenging activity(\%)} = \frac{\text{Absorbance of control} - \text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}} \times 100$$

5. 지방산 분석, 동맥경화지수 및 혈전형성지수

지방산 조성은 O'fallon et al.(2007)의 방법을 일부 변형하여 분석하였다. Fatty acid methyl esters 분리를 위해 시료 1.0 g에 0.7 mL의 10 N KOH와 6.3 mL의 methanol을 섞어서 물의 온도가 55℃인 항온수조에 넣은 후 가열시켰다. 1시간 30분 동안 가열하면서, 30분에 한 번씩 강하게 흔들어서 섞어준 다음, 미리 준비된 찬물에 1~2분간 냉각 후 0.58 mL의 24 N H₂SO₄를 넣었다. 그 후 다시 55℃의 항온수조에서 1시간 30분 동안 가열하면서, 또다시 30분마다 한 번씩 강하게 흔들어서 주었다. 가열이 끝나면 준비된 찬물에 냉각 후 hexane을 3 mL를 첨가하여 5분간 3,000 rpm에서 원심분리하였다. Pasteur pipette을 이용하여 vial에 담은 후 gas chromatograph-flame ionization detector(Agilent 7890 series, Wilmington, USA)를 사용하여 지방산 분석을 다음과 같은 조건으로 실험하였다. Injector는 split ratio를 25:1로 한 split mode로서 온도를 250℃로 하였고, detector는 flame ionization detector로써 온도는 250℃였다. Carrier gas로는 고순도 air, 고순도 H₂, 고순도 He를 사용하였으며, flow rate는 H₂는 40 mL/min, air는 400 mL/min으로 하였다. 분석을 위한 column은 HP-88(60 m × 250 μm × 0.2 mm)을 사용하였다. 동맥경화지수(AI)와 혈전형성지수(TI)는 다음과 같이(Santos-Silva et al., 2002)에서 제시한 방법에 따라 계산하였다.

$$\text{동맥경화지수(Atherogenicity index, AI)} = (\text{C12:0} + 4 \times \text{C14:0} + \text{C16:0}) / [\Sigma \text{ MUFA} + \Sigma(\omega-6) + \Sigma(\omega-3)]$$

$$\text{혈전형성지수(Thrombogenicity index, TI)} = (\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}) / [0.5 \times \Sigma \text{ MUFA} + 0.5 \times (\omega-6) + 3 \times (\omega-3) + (\omega-3) / (\omega-6)]$$

6. 환원당 분석

시료 2.0 g에 10 mL의 5% trichloroacetic acid 용액을 첨가 후 30초간 균질 후 4℃에서 1시간 정치하였다. 시료 용액을 10,000 × g 및 4℃ 조건에서 10분간 원심분리하여 상등액을 0.2 μm membrane filter를 이용 여과 후 high performance liquid chromatography(HPLC)를 이용 분석하였다. 본 분석에 사용한 HPLC(Dionex ICS-5000+SP system) 분석 조건은 다음과 같다 (Table 1): 주입량, 10 μL; column, Dionex CarboPac PA1 guard(4 × 50 mm) 및 analytical column(4 × 250 mm); 이동상 A, 150 mM NaOH; 이동상 B, 600 mM NaOAc in 150 mM NaOH(gradient mode: Table 1); 유속, 1.0 mL/min; 검출기, AgCl electrode. 정량을 위해 glucose 및 ribose 표준물질을 이용하여 검량선을 작성하여 이용하였다.

7. Carnosine 및 Anserine 분석

시료 2.5 g에 0.01 N hydrochloric acid 7.5 mL를 첨가 후 30초간 균질하였으며, 이를 1,130 × g에서 30분간 원심분리하였다. 원심 분리 후 상층액 0.5 mL를 2 mL tube에 옮긴 후 acetonitrile 1.5 mL와 혼합 후 10,000 × g에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 상층액을 0.2 μm membrane filter를 이용 여과 후 HPLC를 이용 dipeptide의 함량을 분석하였다. 본 분석에 사용한 HPLC 분석 조건은 다음과 같다: 주입량, 10 μL; column, Atlantis HILIC silica column(150 × 4.6 mm, 3 μm, Waters, USA); 이동상 A, 0.65 mM ammonium acetate in water : acetonitrile(25:75, pH 5.5); 이동상 B, 4.55

Table 1. HPLC solvent gradient program for analysis of glucose and ribose

Time (min)	A: 150 mM NaOH (%)	B: 600 mM NaOAc in 150 mM NaOH (%)
0	100	0
6.0	94	6
6.1	0	100
11.0	0	100
11.1	100	0
15.0	100	0

mM ammonium acetate in water : acetonitrile(70:30, pH 5.5); 유속, 1.2 mL/min; 검출기, DAD detector(254 nm). 정량을 위해 carnosine 및 anserine 표준물질(Sigma-Aldrich, USA)을 이용하여 검량선을 작성하여 이용하였다.

8. L-Carnitine 및 Betaine 분석

시료 3.0 g에 acetonitrile-methanol(9:1)용액 10 mL를 첨가 후 30초간 13,500 rpm에서 균질하였으며, 이를 2,090 × g 및 4°C 조건에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리 후 상층액을 유리솜(funnel plugged with glass wool)을 이용 20 mL volumetric flask에 여과하였으며, 침전물에 10 mL acetonitrile-methanol(9:1)용액을 첨가하여 혼합 후 재 원심분리하여 동일한 방법으로 상층액을 volumetric flask에 취하였다. Acetonitrile-methanol(9:1)용액을 이용 시료용액을 20 mL로 정량 후 시료 2 mL를 15 mL tube에 취하여 810 mg Na₂HPO₄ 및 90 mg Ag₂O와 혼합하였다. 혼합액을 교반기를 이용 30분간 반응시킨 후 이를 2,090 × g 및 4°C 조건에서 10분간 원심분리하여 상층액을 2 mL volumetric flask에 취한 후 이를 acetonitrile-methanol(9:1)용액으로 정량하였다. 시료 0.5 mL를 15 mL tube에 옮긴 후 0.5 mL의 유도체화 시약(1.39 g bromoacetophenone and 0.066 g 18-crown-6 in 100 mL acetonitrile)을 가하여 80°C 항온수조에서 60분간 반응 후 흐르는 물을 이용 냉각시켰으며, 반응액 acetonitrile을 이용 2 mL로 정량후 0.2 µm membrane filter를 이용 여과하여 HPLC로 L-carnitine 및 betaine의 함량을 분석하였다. 본 분석에 사용한 HPLC 분석 조건은 다음과 같다: 주입량, 10 µL; column, Atlantis HILIC silica column(150 × 4.6 mm, 3 µm,

Waters, USA); 이동상 A, 25 mM ammonium acetate in water(pH 3.0 by formic acid); 이동상 B, acetonitrile; 유속, 1.2 mL/min(isocratic elution of 90:10); 검출기, DAD detector(254 nm). 정량을 위해 L-carnitine 및 betaine 표준물질(Sigma-Aldrich, USA)을 이용하여 검량선을 작성하여 이용하였다.

9. 통계분석

3개의 품종계통과 2개 사육기간 주령을 고려하여 6개의 처리구로 설정하여 SAS 프로그램(Version 9.3, SAS Institute Inc, NC, USA)의 general linear model procedure로 ANOVA 분석을 수행하였다. 품종별 또는 사육기간별 유의성 분석을 위해 데이터를 통합하여 추가 분석하였다. 통계 결과는 처리구별 평균값과 standard error of the means(SEM)로 나타냈고, Student-Newman-Keuls의 다중검정법을 이용하여 처리구 간 유의성 검정결과를 표시하였다($P < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 육색

사육기간에 따른 토종닭의 육색을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 피부색(skin)의 경우 12주령 CL1이 가장 높은 명도값(L*)을 나타내었으며, 대조구와 처리구 모두 5주령에서 12주령으로 사육기간이 늘어날수록 명도가 상승하는 것이 확인되었다($P \leq 0.05$). 이와 반대로 적색도(a*)에서는 피부색과 근육색 모두 사육기간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보였다($P \leq 0.05$). 황색도(b*)에서는 5주령 CL2가 가장 낮은 황색도 값을 보였으며($P \leq 0.05$), 5주령과 12주령에서 CL2가 다

Table 2. Color values of leg meat from different native chicken lines with different growing periods

		5 weeks			12 weeks			SEM ²	<i>p</i> -value ³	
		CON ¹	CL1	CL2	CON	CL1	CL2		Line	Period
Skin	L*	75.80 ^{bc}	72.41 ^c	73.53 ^{bc}	76.67 ^{ab}	80.04 ^a	77.09 ^{ab}	1.06	0.8121	0.0002 ^{**}
	a*	2.24 ^a	2.40 ^a	2.35 ^a	0.12 ^b	0.07 ^b	-0.57 ^b	0.33	0.8554	<0.0001 ^{***}
	b*	6.19 ^a	4.93 ^a	1.80 ^b	7.77 ^a	7.67 ^a	5.38 ^a	1.15	0.0116 [*]	0.0113 [*]
Muscle	L*	60.48	59.76	59.90	60.51	60.15	58.59	1.36	0.6291	0.7795
	a*	3.47 ^a	3.20 ^a	3.08 ^a	0.31 ^b	0.08 ^b	0.09 ^b	0.39	0.9246	<0.0001 ^{***}
	b*	7.87 ^a	6.25 ^a	6.71 ^a	2.55 ^b	2.74 ^b	1.22 ^b	0.69	0.6417	<0.0001 ^{***}

¹CON: Commercial native chicken, CL1: Candidate line C of GSP, CL2: Candidate line D of GSP.

²Standard error of the means (n=30).

³Significant differences at $P < 0.05^*$, $P < 0.01^{**}$, $P < 0.001^{***}$

^{a-c} Mean values with different letters within the same row differ significantly ($P < 0.05$).

른 처리구들에 비해 낮은 값을 나타내었다. 근육색의 경우 명도에서는 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 사육기간이 지남에 따른 차이를 보이지 않아 피부색과는 다른 경향을 나타내었다($P>0.05$). 근육의 적색도와 황색도에서는 12주령 때 5주령에 비해 낮은 값을 나타냈다($P>0.05$). Chae et al.(2011)은 닭의 사육 일령이 증가할수록 적색도가 차츰 감소하고 황색도는 증가하는 경향을 보인다고 보고하였는데, 본 연구에서는 사육기간이 증가함에 따라 적색도와 황색도 모두 감소하는 것이 확인되었다.

2. 일반성분, pH 및 보수력

사육기간에 따른 토종닭의 일반성분, pH 및 보수력을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 일반성분에서 수분, 조단백질, 조지방 함량에서는 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았지만($P>0.05$), 회분에서는 사육기간이 증가함에 따라 함량이 감소하는 경향을 나타내었다($P\leq 0.05$). 육계의 경우 사육일령이 증가함에 따라 지방함량이 증가한다고 보고되었는데(Chae et al., 2011), 본 실험에서는 증가하는 경향이 나타나지 않았으며 5주령과 12주령 모두 CL2가 다소 높은 지방함량을 나타내었다. 각 처리구간의 지방함량에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았지만($P>0.05$), 계통별에서는 P -value가 0.0291*로 유의성이 확인되었다. 식육의 품질에 영향을 미치는 주요 인자 중 하나인 PH에서는 5주령에서 CL2가 사육기간동안 대조구인 '한협 3호'와 유사한 pH를 나타내었고 12주령에서는 가장 높은 pH 값을 나타내었다($P\leq 0.05$). 하지만 계통들간 특이적인 차이는 확인되지 않았으며

사육기간에 따른 유의적인 차이 또한 확인되지 않았다($P>0.05$). 보수력에서는 전반적으로 5주령 계육에서 높은 보수력을 나타내었고 처리구간 유의미한 차이는 확인되지 않았다($P>0.05$). 보수력은 pH와 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 있지만(Zhu and Brewer 1998; Joo et al., 1999), 본 연구에서는 pH와의 상관관계가 확인되지 않았다.

3. 항산화 활성

사육기간에 따른 토종닭의 항산화 활성(TBARS, DPPH-radical 소거능)을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 일반적으로 식육 저장 시 식육 내 존재하는 지방산이 분해되어 생성되는 malonaldehyde와 2-thiobarbituric acid와 결합하여 생성되는 물질의 강도를 UV-spectrophotometer에 의해 측정된 값으로 값이 클수록 지방산패도가 크다는 것을 의미한다(Ahn et al., 2008). 본 실험에서는 모든 처리구가 저장기간이 지날수록 지방산패도가 상승하였고, 저장 1일차에서 모든 처리구에서 유의적인 차이를 나타내지 않았지만($P>0.05$) 저장 7일차에서 5주령 CL1이 가장 높은 지방산패도를 나타내었다($P\leq 0.05$). 또한 5주령 계육이 12주령 계육에 비해 높은 지방산패도를 나타내었는데(P -value: 0.0023*), 이는 5주령 계육의 높은 PUFA 함량이 영향을 끼친 것이라고 사료된다.

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)는 분자 내에 free radical을 가지고 있어 항산화 작용을 나타내는 tocopherol, ascorbate, BHA 등에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 전자 공여능의 차이를 측정하는 데 사용된다(Pang et al 1996; Joo and Choi, 2014). 항산화력과 관련있는 DPPH-

Table 3. Proximate composition (%) and quality traits of leg meat from different native chicken lines with different growing periods

	5 weeks			12 weeks			SEM ²	P -value ³	
	CON ¹	CL1	CL2	CON	CL1	CL2		Line	Period
Moisture	74.73	75.60	74.80	74.34	74.33	73.73	0.52	0.4418	0.0362*
Crude protein	20.82	21.10	20.63	20.76	21.02	20.71	0.22	0.1756	0.9228
Crude fat	4.34	4.06	5.47	4.33	4.60	4.94	0.36	0.0291*	0.9951
Crude ash	1.04 ^a	1.06 ^a	1.03 ^a	0.86 ^c	0.90 ^c	0.96 ^b	0.02	0.5352	<0.0001***
pH	6.38 ^a	6.27 ^b	6.34 ^{ab}	6.27 ^b	6.27 ^b	6.37 ^a	0.02	0.0083*	0.3168
WHC ⁴ (%)	88.45 ^{ab}	90.32 ^a	87.97 ^{ab}	86.40 ^{bc}	74.87 ^c	82.19 ^c	0.81	0.1341	<0.0001***

¹CON: Commercial native chicken, Hanhyup no.3, CL1: Candidate line C of GSP, CL2: Candidate line D of GSP.

²Standard error of the means (n=30).

³Significant differences at $P<0.05^*$, $P<0.01^{**}$, $P<0.001^{***}$

⁴WHC: water holding capacity.

^{a-c} Mean values with different letters within the same row differ significantly ($P<0.05$).

Table 4. Antioxidant properties of leg meat from different native chicken lines with different growing periods

	Days of storage	5 weeks			12 weeks			SEM ²	P-value ³	
		CON ¹	CL1	CL2	CON	CL1	CL2		Line	Period
TBARS (mg MDA/kg)	1 day	0.11 ^y	0.13 ^y	0.13 ^y	0.13 ^y	0.12 ^y	0.14 ^y	0.01	0.1740	0.3755
	7 day	0.25 ^{bx}	0.34 ^{ax}	0.29 ^{bx}	0.24 ^{bx}	0.25 ^{bx}	0.22 ^{bx}	0.02	0.0664	0.0023*
	SEM	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01			
DPPH (%)	1 day	53.36 ^{ax}	51.37 ^{abx}	53.52 ^{ax}	49.21 ^b	47.82 ^b	49.04 ^b	1.04	0.3801	<0.0001***
	7 day	49.13 ^{ay}	45.18 ^{by}	45.22 ^{by}	45.90 ^b	47.50 ^{ab}	48.19 ^{ab}	0.82	0.5129	0.4169
	SEM	0.96	1.37	0.88	1.07	0.68	0.33			

¹CON: Commercial native chicken, Hanhyup no.3, CL1: Candidate line C of GSP, CL2: Candidate line D of GSP.

²Standard error of the means (n=30).

³Significant differences at $P<0.05^*$, $P<0.01^{**}$, $P<0.001^{***}$

^{x-y} Mean values with different letters within the same column differ significantly ($P<0.05$).

^{a-b} Mean values with different letters within the same row differ significantly ($P<0.05$).

radical 소거능 변화에서는 5주령 계육이 12주령에 비해 높은 항산화력을 나타내어 사육기간에 따른 차이가 확인되었으며 ($P\leq 0.05$), 저장 기간이 지남에 따른 DPPH-radical 소거능 변화는 5주령에서만 감소하였다. 저장 7일에 대조구인 ‘한협 3호’는 5주령에서 후보라인에 비해 높은 항산화력을 나타내었지만 12주령에서는 가장 낮은 항산화력을 나타내었다.

4. 지방산 조성 및 지질 품질 지수

사육기간에 따른 토종닭의 지방산 조성 및 영양 품질 지수를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 다리살의 주요 지방산 조성은 올레산(C18:1, oleic acid), 팔미트산(16:0, palmitic acid), 리놀레산(18:2, linoleic acid), 스테아르산(18:0, stearic acid), 아라키돈산(20:4, arachidonic acid) 순으로 나타났으며, 이는 위 지방산들이 한국 토종닭의 지방산 조성에서 주류를 이루었다는 보고와 일치하였다(Sung et al., 1998). 식육에 가장 풍부한 단일 불포화지방산으로 식육의 맛과 향에 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있는 oleic acid(18:1)의 경우(Dryden et al., 1970; Sturdivant et al., 1992) 처리구간 유의적인 차이가 확인되지 않았다($P>0.05$). Palmitic acid(16:0)의 함량에서는 각 주령에서 처리구간 차이는 없었으며($P>0.05$), 12주령 계육이 5주령 계육에 비해 높은 조성을 나타내었다($P\leq 0.05$). 이와 반대로 다가불포화지방산으로 혈중 지질함량 및 콜레스테롤 함량을 낮춘다고 보고(Nestel, 1984; Harris et al., 1989)된 linoleic acid(18:2)와 linolenic acid(18:3)의 경우 5주령 닭에서 유의적으로 높은 조성을 나타내었고($P\leq 0.05$), 계통 간의 차이가 확인되지 않았다($P>0.05$). 토종닭에서 특징적으로 함유하고 있는 arachidonic acid(20:4)는 모든 처리구에서 유의적인 차이를

나타내지 않았다($P>0.05$). 따라서 본 연구에서는 사육기간이 증가할수록 전체 포화지방산(SFA)은 증가하고 불포화지방산(UFA) 및 다가불포화지방산(FUFA)은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 사육기간 증가에 따라 체지방 함량의 증가로 세포막 구성성분 보다는 축적지방의 구성인 포화지방산 비율이 증가하는 것으로 사료된다.

동맥경화지수(AI)와 혈전형성지수(TI)에서는 모든 주령에서 처리구간 유의적인 차이가 확인되지 않았으며($P>0.05$), 5주령 계육이 12주령에 비해 낮은 값을 나타내었다($P\leq 0.05$). 위와 반대로 관상 동맥 심장질환(coronary heart disease, CHD)과 연관이 있다고 보고된(Muguerza et al., 2001) P/S 함량은 처리구간 특이적인 차이는 나타나지 않았고($P>0.05$), 12주령 계육이 유의적으로 낮은 수치를 보였으며($P\leq 0.05$), AI와 TI 및 P/S 모두에서 높은 유의성이 확인되었다(P -value: $<0.0001^{***}$).

5. 환원당 및 기능성 화합물

사육기간에 따른 토종닭의 환원당 및 기능성 화합물을 분석한 결과는 Table 6과 같다. Carnosine은 고기 특유의 맛에 관여하는 성분으로 구수한 맛과 관계가 있고, 고기를 가열하는 동안 맛의 향상에 관여한다고 알려져 있다. 또한, 항산화 활성을 가지는 carnosine을 근육 식품에 첨가하면 유통기한이 증가할 뿐 만 아니라 좋은 색과 맛을 유지하는 것으로 알려져 있는(Lee, 2019) carnosine의 함량에서는 5주령, 12주령 모두 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았지만($P>0.05$), 사육기간이 늘어남에 따라 P -value가 0.0473*으로 다소 증가하는 경향을 보였다. Peiretti 등(2012)은 항산화력과 자유티칼 및 금속이온 제거능과 관련이 있다고 보고하였

Table 5. Fatty acid composition (%) of leg meat from different native chicken lines with different growing periods

	5 weeks			12 weeks			SEM ²	<i>P</i> -value ³	
	CON ¹	CL1	CL2	CON	CL1	CL2		Line	Period
16:0	21.03 ^b	21.60 ^b	21.06 ^b	23.32 ^a	23.18 ^a	23.51 ^a	0.17	0.6677	<0.0001 ^{***}
18:0	7.59	7.35	7.38	7.35	7.25	7.36	0.15	0.5649	0.3148
18:1	38.10	38.69	38.63	38.30	38.55	38.15	0.44	0.6557	0.6868
18:2	19.35 ^a	18.76 ^a	19.13 ^a	16.39 ^b	16.42 ^b	16.23 ^b	0.27	0.8513	<0.0001 ^{***}
18:3	0.43 ^a	0.45 ^a	0.45 ^a	0.39 ^b	0.40 ^b	0.39 ^b	0.01	0.6054	<0.0001 ^{***}
20:4	3.20	2.70	2.97	2.79	2.67	2.68	0.18	0.2485	0.1080
SFA	29.51 ^b	29.85 ^b	29.34 ^b	31.69 ^a	31.47 ^a	31.91 ^a	0.20	0.6713	<0.0001 ^{***}
UFA	67.38 ^a	66.92 ^a	67.41 ^a	64.84 ^b	64.70 ^b	64.32 ^b	0.22	0.7153	<0.0001 ^{***}
MUFA	43.40	44.11	43.87	44.38	44.35	44.17	0.49	0.8518	0.1863
PUFA	23.98 ^a	22.81 ^a	23.53 ^a	20.46 ^b	20.35 ^b	20.15 ^b	0.43	0.6760	<0.0001 ^{***}
UFA/SFA	2.28 ^a	2.24 ^a	2.30 ^a	2.05 ^b	2.06 ^b	2.02 ^b	0.02	0.7002	<0.0001 ^{***}
n-6/n-3	18.95	19.13	18.54	17.88	18.14	18.13	0.46	0.8181	0.0263 [*]
AI ⁴	0.36 ^b	0.38 ^b	0.37 ^b	0.42 ^a	0.43 ^a	0.42 ^a	0.004	0.6436	<0.0001 ^{***}
TI ⁵	0.80 ^b	0.82 ^b	0.80 ^b	0.90 ^a	0.91 ^a	0.90 ^a	0.001	0.6965	<0.0001 ^{***}
P/S ⁶	0.81 ^a	0.76 ^a	0.80 ^a	0.64 ^b	0.63 ^b	0.65 ^b	0.01	0.6961	<0.0001 ^{***}

¹CON: Commercial native chicken, Hanhyup no.3, CL1: Candidate line C of GSP, CL2: Candidate line D of GSP.

²Standard error of the means (n=30).

³Significant differences at $P<0.05^*$, $P<0.01^{**}$, $P<0.001^{***}$

⁴AI: atherogenicity index.

⁵TI: thrombogenicity index.

⁶P/S: PUFA/SFA.

^{a-b} Mean values with different letters within the same row differ significantly ($P<0.05$).

Table 6. Reducing sugar and functional compounds (mg/100 g) of leg meat from different native chicken lines with different growing periods

(mg/100 g)	5 weeks			12 weeks			SEM ²	<i>p</i> -value ³	
	CON ¹	CL1	CL2	CON	CL1	CL2		Line	Period
Carnosine	117.65	111.56	114.57	120.05	128.48	123.76	5.87	0.9806	0.0473 [*]
Anserine	316.42 ^c	344.70 ^b	339.10 ^b	392.84 ^a	395.60 ^a	394.54 ^a	7.22	0.6034	<0.0001 ^{***}
L-Carnitine	20.23 ^{ab}	19.97 ^{ab}	19.52 ^{ab}	17.57 ^b	20.30 ^{ab}	21.12 ^a	0.95	0.1030	0.7900
Betaine	13.64 ^b	14.54 ^b	15.07 ^b	15.92 ^b	22.20 ^a	20.24 ^a	1.14	0.1421	<0.0001 ^{***}
Glucose	10.91 ^b	12.94 ^b	12.86 ^b	20.41 ^a	22.42 ^a	15.65 ^b	1.32	0.3226	<0.0001 ^{***}
Ribose	36.81 ^a	36.76 ^a	36.20 ^a	19.08 ^b	21.23 ^b	20.23 ^b	1.01	0.9634	<0.0001 ^{***}

¹CON: Commercial native chicken, Hanhyup no.3, CL1: Candidate line C of GSP, CL2: Candidate line D of GSP.

²Standard error of the means (n=30).

³Significant differences at $P<0.05^*$, $P<0.01^{**}$, $P<0.001^{***}$

^{a-c} Mean values with different letters within the same row differ significantly ($P<0.05$).

는데 anserine 함량에서는 5주령 후보라인이 대조구인 ‘한협 3호’에 비해 높은 함량을 나타내었고, 12주령 계육이 5주령 계육보다 높은 함량을 나타내어 사육기간이 지남에 따라 anserine 함량이 증가한 것이 확인되었다.

주로 지방의 대사와 관련이 있다고 보고된(Schmid, 2009) L-carnitine 함량은 계통별, 사육기간 별 유의적인 차이를 나타내지 않았고($P>0.05$), 12주령 CL2가 가장 높은 함량을 나타내었다. 후보라인인 CL1과 CL2는 12주령때 높은 betaine 함량을 나타내었고 대조구인 ‘한협 3호’은 전체 사육기간 동안 가장 낮은 함량을 나타내었다. Betaine은 유기삼투물질과 메틸기의 공급원으로 사용되며, 결과적으로 인간에게 중요한 영양소라고 보고되었다(Jung et al., 2015). L-Carnitine과 betaine 함량에서 주령이 증가함에 따라 뚜렷한 결과가 확인되었고, 특히 Betaine 함량에서는 P -value가 $<0.0001^{***}$ 로 사육기간에 따라 증가하는 경향을 나타냈다.

환원당은 닭고기에서 향미를 담당하는 것으로 알려져 있는데(Sasaki et al., 2007), 계육 내 glucose 함량은 CL1이 전체 사육기간동안 대조구와 유사한 함량을 보였고 전반적으로 사육기간이 늘어날수록 glucose 함량이 증가하는 것이 확인되었다. Ribose 함량에서는 처리구간 차이는 나타나지 않았으며($P>0.05$), 5주령 계육에서 많은 함량을 함유하고 있는 것으로 나타나 사육기간이 늘어날수록 감소하는 경향이 나타났다(P -value= $<0.0001^{***}$). 가열하는 동안 식육의 ribonucleotides와 관련있는 환원당인 ribose는 풍미를 생성한다고 알려져 있다(Mottram, 1998).

적 요

본 연구는 Golden Seed Project에서 개발 중인 토종닭 후보라인과 상용토종닭인 한협 3호의 품질특성을 비교분석하여 후보라인들의 사육기간에 따른 이용가능성을 확인하기 위해 실시되었다. (주)하림 실험농장(전북 김제시)에서 5주, 12주간 동일한 조건에서 사육된 토종닭(CON: 한협 3호, CL1: 신품종 후보계통 C, CL2: 신품종 후보계통 D) 총 600수를 하림(익산) 도계장에서 생산품과 동일한 표준 조건에서 도계한 뒤 계통별 30수씩 임의 선발하였다. 전문 가공 종업원에 의해 생산품과 동일하게 발골하였고 실험에는 다리살 부위를 사용하였다. 사육기간동안 CON과 유사한 pH를 나타내었고 12주령에서는 가장 높은 pH 값을 나타내었다. 보수력에서는 전반적으로 처리구간 유의미한 차이는 확인되지 않았으며, 5주령 계육에서 높은 보수력을 나타내었다.

지방산패도에서 CL1은 저장 7일차에 가장 높은 값을 보였고 DPPH 라디칼 소거능에서는 저장 7일에 대조구인 한협 3호는 5주령에서 신계통에 비해 높은 항산화력을 나타내었지만 12주령에서는 가장 낮은 항산화력을 나타냈다. 주요 지방산 조성은 올레산(C18:1), 팔미트산(16:0), 리놀레산(18:2), 스테아르산(18:0), 아라키돈산(20:4) 순으로 나타났으며 개별지방산에서 처리구간 특이적인 차이는 발견되지 않았다. 동맥경화지수(AI)와 혈전형성지수(TI)는 5주령 계육이 12주령에 비해 낮은 수치를 보였으며, 이와 반대로 P/S 함량에서는 12주령 계육이 낮은 비율을 나타내었다. 항산화 펩타이드인 anserine 함량에서는 5주령 후보라인이 대조구에 비해 높은 함량을 나타내었고, 12주령 계육이 5주령 계육보다 높은 함량을 나타냈다. 기능성 화합물인 L-carnitine과 betaine의 함량에서는 12주령때 후보계통들이 한협에 비해 높은 함량을 나타내었다. 따라서 본 연구에서는 각 계통간의 차이보다는 주로 사육기간의 차이가 높은 유의성으로 나타났다며, 사육기간이 증가함에 따라 적색도, 불포화지방산 및 ribose 함량이 낮아지고, 포화지방산, AI, TI 및 anserine 함량이 높아지는 것이 확인되었다.

(색인어: 토종닭, Golden Seed Project, 후보계통, 육질특성, 기능성 화합물)

사 사

본 연구는 농림축산식품부, 해양수산부, 농촌진흥청, 산림청 Golden Seed Project(213010-05-5-SB420) 사업에 의해 이루어진 것임.

ORCID

Seong-Yun Lee	https://orcid.org/0000-0003-1361-1962
Ji-Young Park	https://orcid.org/0000-0001-9680-8685
Samooel Jung	https://orcid.org/0000-0002-8116-188X
Jong-Hyun Jung	https://orcid.org/0000-0003-3667-7710
Ki-Chang Nam	https://orcid.org/0000-0002-2432-3045

REFERENCES

- Ahn DU, Olson DG, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI 1998
Effect of muscle type, packaging and irradiation on lipid oxidation, volatile production and color in raw pork

- patties. *Meat Sci* 49:27-39.
- Ahn CN, Chae HS, Yoo YM, Yoo HS, Ham JS, Jung SG, Kim KY, Jang AR 2008 Effect of gamma irradiation on meat quality in chicken breast during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28(3):289-294.
- AOAC 1995 Official Methods of Analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- AOAC 2000 Official Methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburgh, Maryland, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16.
- Chae HS, Choi HC, Na JC, Jang A, Kim MJ, Bang HT, Kim DW, Seo OS, Park SB, Cho SH, Kang HK 2011 Effects of raising periods on physico-chemical meat properties of chicken. *Korean J Poult Sci* 38(4):285-291.
- Choe JH, Nam KC, Jung S, Kim BN, Yun HJ, Jo C 2010 Differences in the quality characteristics between commercial Korean native chickens and broilers. *Korean J Food Sci An* 30(1):13-19.
- Dryden FD, Marchello JA 1970 Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J Anim Sci* 31:36-41.
- Folch J and Lees M 1951 Proteolipides, a new type of tissue lipoproteins their isolation from brain. *J Biol Chem* 191:807-817.
- Han JS, Han GP, Kim JS and Kim MH 1996 A survey on housewives' awareness and uses of native chickens. *J East Asian Dietary Life* 6:393-401.
- Joo ST, Kauffman RG, van Laack RLJM, Lee S and Kim BC 1999 Variation in rate of water loss as related to different types of post-rigor porcine musculature during storage. *J Food Sci* 64:856-868.
- Joo SY and Choi HY 2014 Antioxidant activity and quality characteristics of pork patties added with saltwort (*Salicornia herbacea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(8):1189-1196.
- Jung S, Bae YS, Yong HI, Lee HJ, Seo DW, Park HB, Lee JH, and Jo C 2015 Proximate composition, and l-carnitine and betaine contents in meat from Korean indigenous chicken. *Asian-Australas J Anim Sci*, 28(12):1760-1766.
- Kim HK 2010 Breeding control of Woorimatdak. *Korean Poult J* 487:153-155.
- Kim YB, Cho HM, Hong JS, Koh NH, Jeon JO, Wickramasuriya SS, Nawarathne SR, Yi YJ, Heo JM 2020 Comparison of growth performances with three different Korean native chickens for a twelve-week post hatch period. *Korean J Agric Sci* 47(3):605-614.
- Kong HS, Oh JD, Lee JH, Jo KJ, Sang BD, Choi CH, Kim SD, Lee SJ, Yeon SH, Jeon GJ, Lee HK 2006 Genetic variation and relationships of Korean native chickens and foreign breeds using 15 microsatellite markers. *Asian-Aust J Anim Sci* 19(11):1546-1550.
- Lee MJ, Heo KN, Choi HC, Hong EC, Kim CD 2014 The performance test in crossbreds of Korean native chickens for the establishment of new lines. *Korean J Poult Sci* 41(1):39-44.
- Lee KH, Jung Y, Jung S, Lee JH, Heo KN, Jo C 2011 Physicochemical characteristics of the meat from Korean native chicken and broiler reared and slaughtered as the same condition. *Korean J Poult Sci* 38:225-230.
- Lee KH, Kim HJ, Lee HJ, Kang MG, Jo C 2012 A study on components related to flavor and taste in commercial broiler and Korean native chicken meat. *Korean J Food Preserv* 19(3):385-392.
- Lee SY 2019 Meat quality characteristics by chicken breed and animal welfare pigs. MS thesis. Department of Animal Science and Technology of Sunchon National University. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) 2019 Major statistics of agriculture, livestock and food. Issues 11-1543000-000128-10, 381.
- Mottram DS 1998 Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chem* 62:415-424.
- Muguerza E, Gimeno O, Ansorena D, Bloukas JG, Astiasaran I 2001 Effect of repalcing pork backfat with pre-emulsion olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona-A traditional fermented sausage. *Meat Sci* 59:251-258.
- O'fallon JV, Busboom JR and Nelson ML 2007 A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. *J Anim Sci* 85:1511-1521.
- Pang GC, Kim MS and Lee MW 1996 Hydrolyzable tannins from the fruits of *Rubus coreanwn*. *Korean J Pharmacogn* 27:366-370.
- Park MN, Hong EC, Kang BS, Kim HK, Seo BY, Choo HJ,

- Na SH, Seo OS, Han JY, Hwangbo J 2010 The study on production and performance of crossbred Korean Native Chickens (KNC). Korean J Poult Sci 37(4):347-354.
- Park SB, Kang HK, Bang HT, Kim MJ, Choi HC, Chae HS, Suh OS, Na JC 2009 The study on comparison of carcass and meat quality traits in different sexes of Korean native chickens. Annal Animal Resour Sci 20:28-32.
- Peiretti PG, Medana C, Visentin S, Dal Bello F and Meineri G 2012 Effect of cooking method on carnosine and its homologues, pentosidine and thiobarbituric acid-reactive substance contents in beef and turkey meat. Food Chem 132:80-85.
- Sang BD, Kong HS, Kim HK, Choi CH, Kim SD, Cho YM, Sang BC, Lee JH, Jeon GJ, Lee HK 2006 Estimation of genetic parameters for economic traits in Korean native chickens. Asian-Australas J Anim Sci 19(3):319.
- Santos-Silva J, Bessa RJB, Santos-Silva F. 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. Livest Prod Sci 77:187-194.
- SAS 2003 SAS Program (Version 9.4, SAS Institute Inc.) Cary, NC, USA.
- Sasaki K, Motoyama M, Mitsumoto M 2007 Changes in the amounts of water-soluble umami-related substances in porcine *longissimus* and *biceps femoris* muscles during moist heat cooking. Meat Sci 77:167-172.
- Schmid A 2009 Bioactive substances in meat and meat products. Fleischwirtschaft 89(7):83-90.
- Seo OS, Choi HC, Kang BS, Kim DW, Kang HK 2011 Grow up of the chicken industry. RDA Interrobang 22:1-20.
- Shin TK, Wickramasuriya SS, Kim E, Cho HM, Heo JM, Yi YJ 2017 Comparative study of growth performances of six different Korean native chicken crossbreeds from hatch to twelve weeks of age. CNU J Agric Sci 44(2):244-253.
- Sturdivant CA, Lunt DK, Smith GC, Smith SB 1992 Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and *M. longissimus dorsi* of Wagyu cattle. Meat Sci 32:449-458.
- Sung SK, Kwon YJ, Kim DG 1998 Postmortem changes in the physico-chemical characteristics of Korean native chicken. J Poul Sci 25(2):55-64.
- Uttaro BE, Ball RO, Dic P, Rae W 1993 Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. J Anim Sci 71:2439-2449.
- Zhu LG and Brewer MS. 1998. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display condition. J Food Sci 63:763-767.

Received Nov. 4, 2021, Revised Dec. 2, 2021, Accepted Dec. 6, 2021