

사육일령이 육계의 가슴 및 다리살의 아미노산·지방산 변화에 미치는 영향

채현석[†] · 최희철 · 나재천 · 김민지 · 강환구 · 김동욱 · 김지혁 · 조수현 · 강근호 · 서옥석

농촌진흥청 국립축산과학원

Effect of Raising Periods on Amino Acids and Fatty Acids Properties of Chicken Meat

Hyun Seok Chae[†], Hee Chul Choi, Jae Cheon Na, Min Ji Kim, Hwan Ku Kang, Dong Wook Kim,
Ji Hyuk Kim, Soo Hyun Jo, Gun Ho Kang and Ok Suk Seo

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea

ABSTRACT This study was to investigate the amino acid, free amino acid and fatty acid composition of chicken breast muscle and legs muscle by different raising periods (30, 36 and 42 days). In amino acid composition, the glutamic acids were 3.63% at 30 days, 3.63% at 36 days and 3.54% at 42 days in the breast muscle. The glutamic acid contents in the breast and leg muscle were decreasing tendency as raising periods increased. The total free amino acids were 370.6 mg at 30 days, 235.9 mg at 36 days and 246.3 mg at 42 days in the breast muscle, and those were 470.16 at 30 days, 326.4 mg at 36 days and 321.9 mg at 42 days in the leg muscle. Total contents of free amino acids were higher in chicken legs muscle than in chicken breast muscle. The linoleic acids, the most essential fatty acid, were contained 17.84% at 30 days, 17.84% at 36 days and 20.33% at 42 days in chicken breast muscle. These results indicated that the fatty acid composition increased as raising periods increased. There were 0.69% DHA (Docosahexaenoic acid) in chicken breast muscle at 30 days, 0.96% at 36 days and 1.29% at 42 days. From these results, the DHA contents in chickens were also increased as raising periods increased.

(Key words : chicken breast, chicken legs, amino acid, fatty acid composition)

서 론

농식품부에서는 농업의 생산비 절감 방향으로 정책을 펴고 있다. 지속 가능한 농업의 실현을 하기 위하여 비용 절감을 바탕으로 적게 투입함과 효율을 높이는 농업에 힘을 기우고 있다. 닭 분야에 있어서도 경영비 절감 정책으로 추진되고 있는 것이 대형 육계를 생산하는 것이다. 육계 생산비는 가축비와 사료비가 차지하는 비율이 2009년 기준으로 83.2%이다(농협중앙회, 2010). 대형 육계는 일반 육계보다 10일 정도 더 사육하여 체중을 2배 정도 키우고, 부분육은 2~3배를 증진시키므로 생산성을 증진시킬 수 있다(국립축산과학원 보고서, 2010). 같은 양의 닭고기를 만드는데 필요한 병아리 숫자를 줄일 수 있게 되니 생산비가 줄어드는 것은 당연한 결과이다. 또한 최근 들어 닭고기 가슴살 다이어트의 효과가 알려지면서 닭고기 가슴살 등 부분육 수요가 급증하고 있다. 그러나 우리나라 육계 생산 방식은 아직도 1.5 kg 정도

의 소형계 생산 방식에 머물러 있어 부족한 부분육을 수입에 의존하고 있다. 부분육 중에서 닭고기 가슴살 수입은 2008년 45톤에서 2010년 6,749톤으로 150배가 증가하였다(한국육류수출입협회, 2010). 현재 시중에서 판매되고 있는 닭고기는 대부분 29~33일령의 육계를 도계한 것으로 도체 무게가 1 kg 전후로 부분육 생산이 어렵고, 성숙이 되기 전에 도계함으로 충분한 닭고기의 맛을 내기가 어려웠다. 그러나 대형 육계는 출하일령이 42~45일로 생체 무게가 2.5~3.0 kg으로 30일령 이후에 살코기 생산이 급격히 증가하고, 특히 가슴살 생량 비율은 30일령 육계에 비하여 3배 정도의 차이를 나타내고 있다(국립축산과학원 보고서, 2010). 또한 대형 육계 생산은 닭고기 수출을 준비하는 수단이 될 수 있다. 한반도는 지리적으로 세계 닭고기 수입 시장의 중앙에 위치하고 있다. 닭고기 수입 세계 1위인 러시아, 2위인 일본, 4위인 중국, 9위인 홍콩 모두가 우리와 이웃한 나라들이다. 이들 나라의 연간 수입 물량이 240만 톤이나 되어 우리나라

[†] To whom correspondence should be addressed : 13008685a@korea.kr

4, 5년간 닭고기 생산량과 비슷한 규모로 큰 수출 시장이다. 그뿐 아니라 지리적으로도 우리나라 주변에 위치하고 있어 신선냉장닭고기를 공급할 수 있는 유일한 나라가 한국이다. 그러나 아쉽게도 아직 닭고기 수출을 하지 못하는 이유가 여러 가지 있겠으나, 우리나라에서 생산되는 소형 닭은 이들이 원하는 규격품이 아니다. 국별 출하제중을 보면 일본이 2.7 kg, 중국 2.5 kg, 러시아가 2.7 kg 정도이다. 우리가 이들에게 수출을 하기 위해서는 수출용 대형 육계를 생산할 수 있는 기반을 조성하는 것이 무엇보다 필요한 실정이다. 다행히 국립 축산과학원에서는 10여 년 전부터 대형 육계 생산 연구에 힘을 기울여 현재는 대형 육계 생산기술을 완성하여 농가 보급 단계에 이르렀다. 육계의 사육일령이 증가함에 따라 닭고기의 맛의 변화도 달라지는데, 조수현 등(2008)은 고기 맛은 유리아미노산, 핵산 관련 물질 및 단백질 분해물 등 다양한 요인 등이 복합적으로 작용하고, 고기를 적정기간 숙성할 경우 풍미를 개선시킨다고 보고한 바 있다. 하지만 사육일령 증가로 생산된 대형 육계 닭고기의 아미노산이나 지방산 함량 변화에 대한 연구는 국내에서는 미흡한 실정이다. 본 연구는 현재 주로 생산되고 있는 30일령 일반 육계와 대형 육계라고 말하는 42일령 육계와 그 중간 단계인 36일령 육계의 도체 특성에서 닭고기 부위별 아미노산, 유리아미노산과 지방산의 특성을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시험 설계

본 시험은 출하일령에 따른 닭고기 품질 변화를 조사하기 위하여 관형 출하일령인 30일령, 36일령 그리고 42일령으로 나누어 시험을 실시하였다. 암·수를 감별하여 수컷 1일령 초생추(Ross)를 이용하여 3처리 4반복 반복당 30수씩 공시하여 사육하였다. 사료는 초기 사료(CP : 21%, ME : 3,030 kcal/kg)

를 10일 급여하였고 전기 사료(CP : 18.5%, ME : 3,050 kcal/kg)를 25일까지 급여하였고, 후기 사료(CP : 17.5%, ME : 3,100 kcal/kg)를 수컷 출하(42일령) 전까지 급여하였다. 물과 사료는 무제한 급여하였고, 점등은 4일령까지는 23시간 명대, 1시간 암대, 5~17일령은 조명 없이 자연일조, 18~22일령은 18시간 명대, 6시간 암대, 23~출하 시까지 23시간 명대, 1시간 암대로 하였다. 사료 채취는 육계의 사육일령이 30, 36, 42일령 때에 맞추어 닭을 임의로 선발하여 도계하였다. 그때 육계의 평균체중은 30일령이 1.47 kg(도체중 1.01 kg), 36일령 1.89 kg(도체중 1.32 kg), 42일령 2.78 kg(도체중 2.08 kg)을 나타내었다. 도계한 닭고기는 얼음을 채운 아이스박스에 넣고 실험실로 수송하였다. 30, 36, 42일령 닭고기는 냉동고(-40℃)에 보관하였다가 해동 후 분석용 시료로 공시하였다. 분석은 가슴살과 다리살을 발골하여 분석하였으며, 시료의 균일성을 위해 껍질을 제거하였다.

2. 조사 항목 및 조사 방법

1) 아미노산

아미노산 분석은 아미노산 분석기를 이용한 축산기술연구소 사료표준분석법(2001)으로 실시하였다. 이때 기기의 분석 조건은 Table 1과 같다. 즉, 시료 80 mg을 취해 분해병에 넣은 후 6 N-HCl 40 mL를 가하고, 질소가스를 주입한 후 마개를 막고 110℃에서 24시간 가수분해시킨 후 농축증발플라스크에 옮기어 로타리 증발기에 연결하여 50℃에서 염산을 제거시킨다. 증발이 다 되면 증류수로 분해병을 씻어 증발플라스크로 옮기어 다시 증발시키는 것을 3회 반복하여 증발 건조시키는 데, 최종적으로 증발 건조되어 있는 증발플라스크에 시료 희석 완충액(pH 2.2)이나 증류수를 소량씩 가하여 아미노산을 용해시켜 No. B5 여과지로 여과하여 50 mL로 만든다. Cystine과 methionine은 6N-HCl로 가수분해

Table 1. Conditions of amino acid analyzer for amino acid analysis

Items	Conditions
Instrument	Hitach (L-8500A) : injector, pump, absorbance detector
Column	Hitach: Ion-exchang column (4.6×60 mm)
Column temperature	57℃
Detector	570 nm
Chart speed	5.0 mm/min
Mobile phase	Sodium citrate 6.2 g, sodium citrate chloride 5.7 g, citric acid 19.8 g, ethyl alcohol 130 mL, thiodiglycol 5 mL, Brij-35 (25%) 4 g, phenol 0.1 mL/700 mL, water pH 3.3 with phosphoric acid

시키면 파괴되므로 산 가수분해 전에 과개미산(performic acid)으로 일단 안정 상태인 cysteic acid와 methionine sulfone으로 전환시킨 후 6N-HCl로 가수 분해시킨다. 분해병에 시료 80 mg과 과개미산(performic acid) 20 mL를 취하여, 5°C 이하의 냉장고에 넣은 후 이튿날 아침 분해병을 건조시킨 후에 6N-HCl을 가하여 110°C에서 24시간 가수 분해시켜 아미노산 자동분석기(L-8500A, Hitachi Co., Japan)로 분석하였다.

2) 유리아미노산

유리아미노산 분석은 Henderson et al.(2000)의 방법에 따라 분석하였다. 분쇄된 시료 1 g을 원심분리 튜브에 취한다. 0.01N HCl을 5 mL 넣고 10,000×g에서 각각 20초간 균질하며 가능한 냉장실(4°C)에서 수행한다. 상층액을 거즈로 걸러내서 사용한다. 위의 sample 300 μ L에 ISTD(내부표준물질) 10 μ L를 넣는다(final : 250 pM/ μ L). Acetonitrile 69 μ L를 혼합한 후 30분 동안 정치시킨다. 10,000×g에 15분 동안 원심 분리한다. 상층액을 필터링하여 상기의 아미노산 자동분석기(L-8500A, Hitachi Co., Japan)로 분석하였다.

3) 지방산

지방산 분석을 위한 지질 추출은 Folch et al.(1957)의 방법에 준하여 분석하였다. 20 g의 시료를 Folch 용액(Chloroform과 Methanol = 2:1) 150 mL에 넣고 5분간 균질한 후 No. 2 여지로 여과하고 원심분리(1,500rpm, 10분간)를 한다. 상층액은 버리고 하층액에 대하여 No.2 여지위에 NaSO₄를 부은 후 하층액을 여과하고, 농축기로 chloroform을 날려버린 후 지방을 회수하였다. 추출된 지질은 Morrison and Smith (1967)의 방법에 준하여 전처리 후 지방산을 분석하였다. 즉, 추출한 지질 5 mg 정도를 채취하여 methylation tube에 넣어 0.5N NaOH 1 mL를 첨가한 후 100°C에 15분간 가열하여 냉각시켰다. Boron trifluoride methanol 14% solution(BF₃ methanol; Sigma, Co, U.S.A) 3 mL를 넣어 다시 15분간 가열 후 냉각하여 시험관에 옮겨 1 mL heptane 및 5 mL NaCl 포화 용액을 첨가한 후 혼합하여 층이 분리될 때까지 정치하고 상층액을 채취하여 V튜브에 넣어 냉동(-80°C)보관하면서 auto-sampler가 장착된 gas chromatography (Varian 3600 U.S.A)를 이용하여 분석하였다. 이때 사용된 GC column은 capillary column을 사용하였고, carrier gas로서는 N₂를 이용하였으며, 분석에 사용된 기기의 조건은 Table 2와 같다.

3. 통계분석

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계 분석은 Statistical

Table 2. Condition of gas chromatography on fatty acid analysis

Item	Condition
Instrument	Varian star 3600, U.S.A
Column	Omegawax 205 fused-silica bond capillary column (30 m × 0.32 mm I.D., 0.25 μ m film thickness)
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	Nitrogen(99.99%, Research purity)
Column flow rate	1 mL/min
Split ratio	100:1
Injection port temperature	250°C
Detection port temperature	260°C
Oven temperature	200°C

Analysis System(SAS release ver 9.1, 2002)의 General Linear Model(GLM) procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range-test(Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 사육일령에 따른 아미노산의 변화

1) 아미노산

(1) 가슴육

사육일령별 닭고기 가슴육의 아미노산 변화는 Table 3과 같다. 식육에서 아미노산은 육제품의 향미를 좋게 하고(天野慶之 et al., 1981), 육 표면을 보기 좋은 갈색으로 변화시키는 역할로 여겨진다. 그러나 고기의 맛에 영향을 미치는 요소로는 아미노산뿐 아니라 핵산물질, 유기산, 당, 젖산 등도 관여하게 된다(Nishimura et al., 1988; Bodwell et al., 1965). 닭고기에서 특히 단맛에 관여하는 아미노산은 methionine과 glutamic acid로 알려져 있고, 또한 퓨린 뉴클레오티드의 하나로서 근육에 많이 분포하고 있는 inosinic acid도 닭고기에 있어서 맛과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(藤村, 1999) 닭고기의 맛과 관련이 있으면서 필수아미노산으로 분류되는 methionine의 함량은 30일령에서 0.46%, 36일령 0.61%, 42일령은 0.59%로 30일령에 비하여 36일령, 42일령에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 그러나 glutamic acid 함량은 30, 36일령에 비하여 대형닭고기인 42일령에서 더

낮았으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p>0.05$). 필수 아미노산에서 가장 많은 함량을 차지하고 있는 leucine은 30일령에서 1.91%, 36일령 1.82%, 42일령은 1.76%로 사육일령이 경과될수록 leucine은 감소되는 경향을 나타내었다. 다음으로 많은 필수아미노산 중에서 phenylalanine의 함량은 30일령에서 1.13%, 36일령 1.20%, 42일령은 1.09%를 나타내어 사육일령에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다.

(2) 다리육

사육일령별 닭고기 다리육의 아미노산 변화는 Table 4와 같다. 필수아미노산 중의 methionine의 함량은 30일령에서 0.41%, 36일령 0.49%, 42일령은 0.44%로 가슴육과 비슷한 경향을 나타내었는데, 30일령에 비하여 36, 42일령에서 더 많은 methionine 함량을 나타내었다. 그러나 다리육이 가슴육에 비하여 0.05~0.12% 정도 낮은 비율을 나타내었다. Leucine은 30일령에서 1.47%, 36일령 1.41%, 42일령은 1.30%으

로 사육일령이 경과될수록 leucine은 감소되는 경향을 나타내었고 가슴육과 비교해서는 다리육에서 전체적으로 감소하였다. Phenylalanine의 함량은 30일령에서 0.74%, 36일령 0.85%, 42일령은 0.72%를 나타내어 사육일령에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다. 아미노산 중에서 가장 많이 함유한 성분 이면서 맛과 관련이 있는 glutamic acid의 함량은 30일령에서 3.09%, 36일령 2.91%, 42일령은 2.76%를 나타내어 사육기간에 경과할수록 오히려 감소하는 경향을 나타내었다. 가슴육에서 glutamic acid의 함량이 3.54~3.63%와 비교하면 0.54~0.78% 정도 다리육이 적게 함유된 것으로 나타나 맛과 관련된 아미노산 조성이 가슴육이 더 좋은 것으로 나타났다.

2) 유리아미노산

(1) 가슴육

사육일령별 닭고기 가슴육의 유리아미노산 변화는 Table 5와 같다. 유리아미노산은 단백질 합성은 물론 신경전달물

Table 3. Amino acid compositions of chicken breast during raising period (unit : %)

Items	30 day	36 day	42 day
Cysteine	0.25 ± 0.01	0.26 ± 0.01	0.25 ± 0.01
Methionine	0.46 ± 0.02 ^b	0.61 ± 0.03 ^a	0.59 ± 0.03 ^a
Aspartic acid	2.15 ± 0.05 ^{ab}	2.21 ± 0.05 ^a	2.06 ± 0.08 ^b
Threonine	1.05 ± 0.03	1.06 ± 0.03	1.00 ± 0.04
Serine	0.92 ± 0.03 ^{ab}	0.95 ± 0.03 ^a	0.89 ± 0.03 ^b
Glutamic acid	3.63 ± 0.08	3.63 ± 0.08	3.54 ± 0.12
Glycine	0.96 ± 0.02 ^{ab}	0.98 ± 0.01 ^a	0.93 ± 0.03 ^b
Alanine	1.32 ± 0.03 ^{ab}	1.36 ± 0.03 ^a	1.28 ± 0.05 ^b
Valine	0.95 ± 0.02	0.97 ± 0.01	0.95 ± 0.03
Isoleucine	0.93 ± 0.02	0.93 ± 0.02	0.91 ± 0.03
Leucine	1.91 ± 0.05 ^a	1.82 ± 0.06 ^{ab}	1.76 ± 0.04 ^b
Tyrosine	0.74 ± 0.05 ^{ab}	0.79 ± 0.01 ^a	0.71 ± 0.01 ^b
Phenylalanine	1.13 ± 0.11	1.20 ± 0.02	1.09 ± 0.04
Lysine	2.02 ± 0.09 ^b	2.28 ± 0.09 ^a	2.02 ± 0.12 ^b
Histidine	0.82 ± 0.03 ^b	0.90 ± 0.04 ^a	0.82 ± 0.03 ^b
Arginine	1.39 ± 0.01 ^a	1.30 ± 0.09 ^{ab}	1.27 ± 0.03 ^b
Proline	0.90 ± 0.02	0.85 ± 0.03	0.82 ± 0.06

^{a,b}Means ± standard deviation in same column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

Table 4. Amino acid compositions of chicken legs during raising period (unit : %)

Items	30 day	36 day	42 day
Cysteine	0.21 ± 0.01 ^a	0.21 ± 0.00 ^{ab}	0.19 ± 0.01 ^b
Methionine	0.41 ± 0.04 ^b	0.49 ± 0.01 ^a	0.44 ± 0.07 ^{ab}
Aspartic acid	1.71 ± 0.10 ^a	1.69 ± 0.08 ^a	1.52 ± 0.07 ^b
Threonine	0.84 ± 0.05 ^a	0.83 ± 0.03 ^a	0.75 ± 0.04 ^b
Serine	0.78 ± 0.04 ^a	0.77 ± 0.02 ^a	0.70 ± 0.03 ^b
Glutamic acid	3.09 ± 0.15	2.91 ± 0.23	2.76 ± 0.12
Glycine	0.85 ± 0.05 ^a	0.78 ± 0.01 ^{ab}	0.72 ± 0.04 ^b
Alanine	1.07 ± 0.04 ^a	1.03 ± 0.03 ^a	0.92 ± 0.05 ^b
Valine	0.74 ± 0.02	0.74 ± 0.04	0.69 ± 0.05
Isoleucine	0.72 ± 0.02	0.81 ± 0.17	0.66 ± 0.06
Leucine	1.47 ± 0.05 ^a	1.41 ± 0.06 ^{ab}	1.30 ± 0.08 ^b
Tyrosine	0.57 ± 0.03 ^b	0.62 ± 0.03 ^a	0.53 ± 0.02 ^b
Phenylalanine	0.74 ± 0.03 ^b	0.85 ± 0.07 ^a	0.72 ± 0.03 ^b
Lysine	1.60 ± 0.09	1.68 ± 0.08	1.55 ± 0.16
Histidine	0.54 ± 0.02 ^b	1.69 ± 0.10 ^a	0.55 ± 0.04 ^b
Arginine	1.10 ± 0.05	1.04 ± 0.08	1.02 ± 0.04
Proline	0.75 ± 0.04 ^a	0.68 ± 0.04 ^{ab}	0.67 ± 0.02 ^b

^{a,b}Means ± standard deviation in same column with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

결과 같은 중요한 생물학적 기능에도 관여하고, 면역계를 강화하고 항산화작용 등을 하는 물질이다. 또한 유리아미노산은 식육의 맛과도 관련이 있어 숙성기간 동안에 펩타이드들과 유리아미노산이 생성되는 것으로 보고되어 있고(McCain et al., 1968), 특히 장기 숙성을 시켰을 경우 유리아미노산이 많이 유리되는데 glutamic acid는 짠맛, phenylalanine과 isoleucine은 신맛에 관여한다고 보고하고 있다(Aristoy and Toldra, 1995; Careri et al., 1993). 본 연구에서 유리아미노산의 총량은 30일령 370.62 mg%, 36일령 235.90 mg%, 42일령은 246.30 mg%로 사육 기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 세포의 노화방지 작용과 항산화 및 간장의 해독 작용에 관여하는 methionine의 함량은 30일령에서 8.81 mg%, 36일령 4.79 mg%, 42일령은 4.90 mg%로 사육일령이 가장 낮은 30일령 닭고기에서 가장 높은 methionine의 함량을 나타내었다. 유리아미노산의 필수아미노산 중 가장 많은 함량을 차지하고 있는 threonine은 30일령에서 39.58 mg%, 36일령

26.19 mg%, 42일령은 31.18 mg%로 사육일령에 따라서 일정한 경향을 나타내지 않았으나 사육일령이 가장 낮은 30일령에서 36일령에 비해 8.40% 정도 더 많이 검출되었다. 장을 자극하여 cholecystokinin이라는 물질을 분비하여 반복 증추를 자극하여 반복감으로 식사량을 줄이는 기능이 있는 phenylalanine의 함량은 30일령에서 19.58 mg%, 36일령 16.27 mg%, 42일령은 13.94 mg%를 나타내어 사육일령이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. Glutamic acid도 다른 유리아미노산과 비슷하게 사육 기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 불안감과 스트레스에 대한 방어력을 강하게 나타내는 histidine 함량도 사육 기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다.

(2) 다리육

사육일령별 닭고기 다리육의 유리아미노산 변화는 Table 6과 같다. 다리육의 유리아미노산의 총량은 30일령에서 470.01

Table 5. Free amino acid compositions of chicken breast during raising period (unit : mg%)

Items	30 day	36 day	42 day
Cysteine	1.39 ± 0.17	1.01 ± 0.04	1.26 ± 0.04
Methionine	8.81 ± 1.50 ^a	4.79 ± 0.73 ^b	4.90 ± 0.90 ^b
Aspartic acid	9.49 ± 3.28	5.85 ± 0.92	6.27 ± 2.01
Threonine	39.58 ± 7.70	26.19 ± 3.65	31.18 ± 7.54
Serine	24.01 ± 3.98 ^a	14.90 ± 3.05 ^b	14.84 ± 2.65 ^b
Glutamic acid	46.63 ± 7.82 ^a	29.57 ± 0.37 ^b	28.24 ± 4.08 ^b
Glycine	15.39 ± 2.47	9.77 ± 3.86	11.25 ± 2.96
Alanine	33.03 ± 3.90 ^a	17.03 ± 1.81 ^b	21.57 ± 5.41 ^b
Valine	12.46 ± 2.39 ^a	5.99 ± 1.44 ^b	6.32 ± 2.02 ^b
Isoleucine	8.77 ± 1.81 ^a	4.14 ± 1.12 ^b	4.28 ± 1.40 ^b
Leucine	19.24 ± 3.65 ^a	9.52 ± 2.34 ^b	9.71 ± 3.33 ^b
Tyrosine	15.40 ± 3.10 ^a	8.00 ± 2.06 ^b	7.49 ± 3.44 ^b
Phenylalanine	19.58 ± 3.31	16.27 ± 3.93	13.94 ± 3.39
Lysine	56.99 ± 8.30	55.85 ± 7.06	54.91 ± 9.67
Histidine	18.88 ± 7.82 ^a	4.89 ± 1.49 ^b	6.50 ± 3.47 ^b
Arginine	16.96 ± 6.12	12.25 ± 2.19	11.23 ± 1.29
Proline	24.03 ± 3.43 ^a	9.87 ± 4.93 ^b	12.40 ± 5.85 ^b
Total	370.62	235.90	246.30

^{a,b}Means ± standard deviation in same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Free amino acid compositions of chicken legs during raising period (unit : mg%)

Items	30 day	36 day	42 day
Cysteine	2.16 ± 0.13	1.82 ± 0.13	1.87 ± 0.43
Methionine	8.66 ± 1.02 ^a	4.71 ± 0.94 ^b	4.88 ± 2.25 ^b
Aspartic acid	14.56 ± 2.80 ^a	10.72 ± 0.87 ^b	9.71 ± 1.14 ^b
Threonine	100.82 ± 22.05	84.00 ± 18.49	87.44 ± 23.33
Serine	37.76 ± 5.27 ^a	28.11 ± 1.35 ^b	23.01 ± 3.58 ^b
Glutamic acid	55.64 ± 4.70 ^a	29.77 ± 5.71 ^b	27.94 ± 1.92 ^b
Glycine	26.16 ± 3.19 ^a	19.44 ± 3.38 ^b	18.65 ± 0.73 ^b
Alanine	40.48 ± 4.33 ^a	25.27 ± 5.75 ^b	30.21 ± 4.48 ^b
Valine	14.19 ± 1.33 ^a	7.12 ± 1.68 ^b	5.47 ± 1.25 ^b
Isoleucine	9.48 ± 1.09 ^a	4.96 ± 1.24 ^b	3.85 ± 0.73 ^b
Leucine	19.12 ± 1.85 ^a	10.30 ± 2.67 ^b	8.50 ± 1.83 ^b
Tyrosine	15.77 ± 1.65 ^a	9.26 ± 1.83 ^b	6.71 ± 2.13 ^b
Phenylalanine	16.57 ± 1.41	14.66 ± 2.27	13.35 ± 2.17
Lysine	47.33 ± 5.77	39.31 ± 1.79	39.48 ± 4.67
Histidine	10.63 ± 1.35 ^a	6.28 ± 0.41 ^b	5.48 ± 0.62 ^b
Arginine	28.88 ± 3.74	20.34 ± 6.56	21.45 ± 5.77
Proline	21.77 ± 4.82 ^a	10.33 ± 2.97 ^b	13.89 ± 4.04 ^{ab}
Total	470.01	326.40	321.90

^{a,b}Means ± standard deviation in same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

mg%, 36일령 326.40 mg%, 42일령은 321.90 mg%로 사육 기간이 경과할수록 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 가슴육 보다는 다리육에서 유리아미노산 총량이 86.0~99.39 mg% 정도 더 많은 것으로 나타났다. Methionine의 함량은 30일령에서 8.66 mg%, 36일령 4.71 mg%, 42일령은 4.88 mg%로 사육일령이 가장 낮은 30일령 닭고기에서 가장 높은 methionine을 나타내었는데 이는 가슴육에서도 비슷한 결과를 나타내었다. 필수아미노산인 threonine은 30일령에서 100.82 mg%, 36일령 84.00 mg%, 42일령은 87.44 mg%로 사육일령에 따라서 일정한 경향을 나타내지 않았으나 사육일령이 가장 낮은 30일령에서 가장 높은 threonine 함량을 나타내었다. 가슴육과 비교하여 큰 차이가 나는 유리아미노산이 threonine으로 가슴육이 26.9~39.58 mg%인 반면에 다리육은 84.0~100.82 mg%를 나타내어 2.6~3.2배 정도 높은 값을 나타내었다. Phenylalanine의 함량은 30일령에서 16.57 mg%, 36일령 14.66 mg%, 42일령은 13.35 mg%를 나타내어 사육일령이 증가할수록 오히려 감소하는 경향을 나타내어 가슴육과 비슷한 경향을 나타내었다. 다리육의 유리 glutamic acid의 함량도 가슴육과 같이 사육 기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다.

2. 사육일령에 따른 지방산의 변화

1) 가슴육

닭고기의 주요 지방산은 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), oleic acid(C18:1), linoleic acid(C18:2) 등이지만, 최근 건강식품에 대한 국민적 관심이 높아지면서 n-3 계열인 linolenic acid(C18:3), eicosapentaenoic acid(C20:5, EPA), docosahexaenoic acid(C22:6, DHA) 지방산에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구는 사육일령에 따른 닭고기 지방산 변화를 조사한 것으로 가슴육의 지방산 조성은 Table 7과 같다. 지방산에서 가장 많은 함량을 나타내는 oleic acid(C18:1n9)은 30일령에서 29.88%, 36일령 29.07%, 42일령은 25.47%로 사육일령이 경과할수록 oleic acid의 함량은 오히려 감소하였다. 지방산 조성에 따라 식육의 맛과 풍미에 영향을 미치는 것으로 알려져 있고(Cameron and Enser, 1991), 특히 불포화 지방산인 oleic acid는 쇠고기의 경우 이 지방산의 함량이 높을 경우 일반적으로 관능평가에서 높은 점수를 받았는데(Dryden and Marchello, 1970; Lunt and Smith, 1991), 본 연구에서는 사육일령이 더 작은 닭고기에서 oleic acid 함량이 더 높게 나타나 쇠고기와 일치하지는 않았다. 필수지방산에서 가장 많은 함량을 차지하는 linoleic acid(C18:2n6)는

30일령에서 17.84%, 36일령 17.84%, 42일령은 20.33%로 30일령 및 36일령에 비하여 42일령 대형 닭고기에서 13.9% 정도 증가하였다. 필수지방산인 arachidonic acid(C20:4n6)의 함량은 30일령에서 4.75%, 36일령 6.10%, 42일령은 8.67%를 나타내어 필수지방산인 linoleic acid와 더불어 사육 기간이 경과할수록 필수지방산 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 뇌세포의 구성 성분인 EPA(C20:5n3)는 30일령에서 0.30%, 36일령 0.38%, 42일령은 0.45%를 나타내어 사육 기간 경과

Table 7. Fatty acid compositions of chicken breast during raising period (unit : %)

Items	30 day	36 day	42 day
C14:0	0.61 ± 0.05	0.52 ± 0.03	0.54 ± 0.10
C16:0	24.12 ± 0.67	23.62 ± 1.33	18.13 ± 0.55
C16:1n7	4.45 ± 0.51 ^a	3.52 ± 0.72 ^{ab}	2.99 ± 0.78 ^b
C18:0	11.12 ± 0.64	11.70 ± 0.87	10.64 ± 0.58
C18:1n9 (oleic acid)	29.88 ± 1.58 ^a	29.07 ± 2.37 ^a	25.47 ± 1.66 ^b
C18:1n7	3.68 ± 0.13	4.08 ± 0.67	3.99 ± 0.33
C18:2n6 (linoleic acid)	17.84 ± 0.44 ^b	17.84 ± 1.05 ^b	20.33 ± 1.32 ^a
C18:3n6	0.10 ± 0.20	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
C18:3n3 (linolenic acid)	0.47 ± 0.02 ^a	0.34 ± 0.04 ^b	0.31 ± 0.09 ^b
C20:1n9	0.70 ± 0.52	0.45 ± 0.13	0.25 ± 0.05
C20:4n6 (arachidonic acid)	4.75 ± 1.58 ^b	6.10 ± 1.56 ^b	8.67 ± 1.03 ^a
C20:5n3(EPA)	0.30 ± 0.07 ^b	0.38 ± 0.10 ^{ab}	0.45 ± 0.06 ^a
C22:4n6	1.30 ± 0.25 ^b	1.42 ± 0.42 ^b	2.18 ± 0.29 ^a
C22:6n3(DHA)	0.69 ± 0.16 ^b	0.96 ± 0.28 ^{ab}	1.29 ± 0.25 ^a
SFA	35.85 ± 0.92	35.84 ± 2.02	34.06 ± 0.31
USFA	64.15 ± 0.92	64.16 ± 2.02	65.94 ± 0.31
- mono	38.71 ± 1.93 ^a	37.12 ± 2.50 ^a	32.71 ± 2.36 ^b
- poly	25.44 ± 1.92 ^b	27.03 ± 2.97 ^b	33.23 ± 2.11 ^a
n3	1.45 ± 0.18 ^b	1.67 ± 0.32 ^b	2.05 ± 0.14 ^a
n6	23.99 ± 1.87	25.36 ± 2.76	31.18 ± 1.98
n6/n3	16.69 ± 2.23	15.45 ± 2.42	15.24 ± 0.37

^{a,b}Means ± standard deviation in same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

하고 닭고기의 체중이 증할수록 EPA 함량도 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 DHA(C22:6n3)의 함량에서도 비슷해서 30일령에서 0.69%, 36일령 0.96%, 42일령은 1.29%를 나타내어 42일령 대형닭고기는 30일령에 비하여 1.4배 이상 DHA를 함유하고 있었다. 인간을 포함한 포유류에서의 대뇌의 피질과 망막, 정소와 정액에 많으며 특히 뇌의 구조 지질에 가장 풍부한 것(Clandinin et al., 1980)으로 알려진 EPA나 DHA는 사육일령이 적은 닭보다 대형 닭에서 보다 많이 함유된 것으로 나타났다. 전체의 불포화지방산(USFA) 함량도 30일령에서 64.15%, 36일령 64.16%, 42일령은 65.94%를 나타내어 42일령 대형닭고기에서 30일령보다 1.79% 정도 더 많은 불포화지방산을 함유하고 있었다. n-6, n-3 계열의 다가불포화지방산(PUFA)은 혈장과 LDL-cholesterol 수준을 감소시키나 포화지방산을 이를 증가시키는 역할을 한다. 특히 n-3 계열 지방산에서 EPA 지방산은 지단백 대사를 조절하여 혈중 콜레스테롤을 감소시키는 역할을 한다고 보고하고 있는데(Jiang and Sim, 1991; Van et al., 1994; Brussard et al., 1980; Sanders and Younger, 1983), 본 연구에서 30일령 닭 보다 42일령 닭에서 n-6, n-3 계열이 전체적으로 높아지는 것으로 보아 닭은 사육일령이 높아 가고 체중이 증가하면서 인체에 유익한 지방산이 증가하는 것으로 나타났다.

2) 다리육

사육일령별 닭고기 다리육의 지방산 변화는 Table 8과 같다. Oleic acid(C18:1n9)의 함량은 30일령에서 26.28%, 36일령 28.46%, 42일령은 22.78%로 다리육에서 Oleic acid의 함량은 사육일령에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다. 필수지방산인 linoleic acid(C18:2n6)는 30일령에서 19.85%, 36일령 21.56%, 42일령은 22.72%로 30일령에 비하여 대형닭고기인 42일령에서 linoleic acid 함량이 14.5% 정도 더 높은 것으로 나타났다. 필수지방산에서 linoleic acid 함량 다음으로 차지하는 arachidonic acid(C20:4n6)의 함량은 30일령에서 7.20%, 36일령 7.58%, 42일령은 9.26%를 나타내어 30일령 보다 42일령이 28.6% 정도 더 많은 비율을 나타내었다. EPA(C20:5n3)는 30일령에서 0.25%, 36일령 0.30%, 42일령은 0.16%를 나타내어 가슴육과 달리 사육 기간에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다. DHA(C22:6n3)는 30일령에 0.66%, 36일령 0.77%, 42일령은 0.97%를 나타내어 42일령 대형닭고기는 30일령에 비하여 1.5배 이상 DHA를 함유하는 것으로 나타났다. 전체의 불포화지방산(USFA) 함량도 30일령에서 63.16%, 36일령 64.16%, 42일령은 64.84%를 나타내어 42일령에서 30일령 보다 1.68% 정도 더 많은 불포화지방산을 함

유하고 있었다. 가슴육과 비교해서는 oleic acid(C18:1n9)의 함량이 다리육 보다는 가슴육에서 전체적으로 높게 나타났으며 특히 DHA 함량도 가슴육에서 0.03~0.32% 정도 더 높게 나타났다. 이는 가슴육과 다리근육의 근섬유 타입의 차이가 부위별로 지방산 조성의 변화를 가져온 것으로 보고하고 있다(Wood et al., 1996). 또한 가슴육은 상대적으로 지방 함량이 적지만 불포화 지방산 함량이 다리육보다 높은 것은 근육 내에 불포화 지방산이 다량 함유된 인지질이 많기 때문으로 보고하고 있다(Allen and Foegeding, 1981).

Table 8. Fatty acid compositions of chicken legs during raising period (unit : %)

Items	30 day	36 day	42 day
C14:0	0.38 ± 0.08	0.49 ± 0.12	0.51 ± 0.09
C16:0	21.30 ± 0.43	16.80 ± 11.07	21.91 ± 0.51
C16:1n7	3.07 ± 0.30	3.71 ± 0.73	3.07 ± 0.76
C18:0	15.17 ± 0.98	14.52 ± 2.55	12.73 ± 0.94
C18:1n9 (oleic acid)	26.28 ± 2.36 ^{ab}	28.46 ± 3.88 ^a	22.78 ± 1.31 ^b
C18:1n7	3.60 ± 0.20 ^a	3.36 ± 0.45 ^{ab}	3.02 ± 0.15 ^b
C18:2n6 (linoleic acid)	19.85 ± 1.25	21.56 ± 2.75	22.72 ± 1.13
C18:3n6	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
C18:3n3 (linolenic acid)	0.26 ± 0.07	0.33 ± 0.05	0.30 ± 0.05
C20:1n9	0.43 ± 0.06 ^a	0.43 ± 0.08 ^a	0.23 ± 0.03 ^b
C20:4n6 (arachidonic acid)	7.20 ± 0.94	7.58 ± 1.80	9.26 ± 1.15
C20:5n3(EPA)	0.25 ± 0.06	0.30 ± 0.15	0.16 ± 0.11
C22:4n6	1.56 ± 0.30 ^b	1.70 ± 0.43 ^b	2.33 ± 0.13 ^a
C22:6n3(DHA)	0.66 ± 0.13	0.77 ± 0.31	0.97 ± 0.25
SFA	36.84 ± 0.52	35.84 ± 8.75	35.16 ± 0.36
USFA	63.16 ± 0.52	64.16 ± 8.75	64.84 ± 0.36
- mono	33.38 ± 2.65 ^{ab}	37.12 ± 4.66 ^a	29.09 ± 1.91 ^b
- poly	29.78 ± 2.68	27.03 ± 5.29	35.75 ± 1.56
n3	1.17 ± 0.21	1.67 ± 0.43	1.44 ± 0.19
n6	28.61 ± 2.48	25.36 ± 4.87	34.31 ± 1.46
n6/n3	24.76 ± 2.80	15.45 ± 2.88	24.18 ± 2.91

^{a,b}Means ± standard deviation in same column with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

적 요

본 연구는 1일령 초생추(Ross)를 부화장에서 암·수 분리한 후 구입하여, 수병아리만 평당 66수를 수용해 왕겨 깔짚을 사용한 평사에서 사육을 시작하여 사육일령이 30, 36, 42일령 일 때 임의로 선별하여 도제한 다음 닭고기의 가슴 및 다리육의 아미노산, 유리아미노산, 지방산 변화를 구명하기 위하여 수행하였다. 육계의 사육일령별 닭고기의 육질변화에서 아미노산 중 glutamic acid의 변화는 가슴살에서 사육일령이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었고, 다리육에서도 가슴육과 유사한 경향을 나타내었다. 총 유리아미노산 변화에서는 가슴살에서 246.3~370.6 mg%를 나타내었고, 다리육은 321.9~470.16 mg%를 나타내어 가슴살보다 다리육에서 전반적으로 더 높은 값을 나타내었다. 유리아미노산에서 glutamic acid도 다른 유리아미노산과 비슷하게 사육기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 지방산 변화는 가슴살에서 필수지방산 중 가장 많은 부분을 차지하는 linoleic acid 함량은 사육일령이 경과할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 뇌세포의 주성분인 DHA의 성분도 가슴육의 경우 30일령보다 42일령에서 1.9배 정도 증가하였다. 이러한 경향은 다리육에서도 유사하게 나타내었다. 가슴육 및 다리육의 총 불포화지방산 비율도 육계의 사육일령이 경과할수록 증가하는 경향을 나타내었다.

(색인어 : 사육일령, 아미노산, 유리아미노산, 지방산)

인용문헌

- Allen CE, Foegeding EA 1981 Some lipid characteristics and interactions in muscle food A review. *Food Technol* 35(5): 253-257.
- Aristoy MC, Toldra F 1995 In food flavors : Generation, Analysis and Process Influence. Ed. G. Charalambous, Elsevier Science Amsterdam 1323.
- Bodwell CE, Pearson AM, Spooner ME 1965 Post-mortem change in muscle. I. Chemical changes in beef. *J Food Sci* 30:766.
- Brussard JH, Dallinga-Thie G, Groot PHE, Katan MB 1980 Effects of amount and type of dietary fat on serum lipids, lipoproteins and apolipoproteins in man. *Atherosclerosis* 36:521.
- Cameron ND, Enser MB 1991 Fatty acid composition of lipid in longissimus dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and relationship with eating quality. *Meat Sci* 29: 295-307.
- Careri M, Mangia A, Barbieri G, Bolzoni L, Virgili R, Parolari G 1993 Sensory property relationship to chemical date of Italian type dry-cured ham. *J Food Sci* 58:968-972.
- Clandinin MT, Chapell JE, Heim LS, Sawyer PR, Chance GW 1980 Extruterine fatty acid accretion in infant brain: Implication for fatty acid requirements. *Early Hum Dev* 4:134.
- 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.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42.
- Folch JM, Lee M, Sloan stanley GH 1957 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:505.
- Henderson JW, Ricker RD, Bidlingmeyer BA, Woodward C 2000 Rapid accurate, sensitive and reproducible HPLC analysis of amino acids. Agilent Technologies. <http://www.agilent.com>(assessed on August 3, 2004).
- Jiang Z, Sim JS 1991 Plasma and hepatic cholesterol contents and tissue fatty acid composition of rats fed n-3 fatty acid enriched egg yolk. *Inform* 2(4):351(Abstr).
- Lunt DK, Smith SB 1991 Wagyu beefs holds profit potential for US feedlot. *Feedstuffs* 19:18.
- McCain GR, Blumer TN, Craig HB, Steel RG 1968 Free amino acids in ham muscle during successive aging periods and their relation to flavor. *J Food Sci* 33:142-146.
- Morrison WR, Smith LM 1967 Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipid with boron fluoride-methanol. *J Lipid Res* 5:600.
- Nishimura T, Rhue M, Okitani A, Kato H 1988 Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agric Biol Chem* 52:2323.
- Sanders TAB, Younger KM 1983 A comparison of the influence on plasma lipids and platelet function of supplement of ω 3 and ω 6 polyunsaturated fatty acids. *Br J Nutr* 50:525.
- SAS Institute Inc 2002 SAS/STAT User's Guide: Version 8.2 SAS Institute Inc., Cary North Carolina USA.
- Van Elswyk ME, Hargis B, Williams JD, Hargis PS 1994 Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipidosis in laying hens. *Poultry Sci* 73:657.

- Wood JD, Brown SN, Nute GR, Whittington FM, Perry AM, Johnson SP, Enster M 1996 Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Sci* 44:105-112.
- 국립축산과학원 2010 축산시험연구보고서.
- 농협중앙회 2010 FTA 대응 닭고기산업 경쟁력강화방안 심포지엄자료 중 “계육산업 비용절감 정책방안”.
- 조수현 성필남 김진형 박범영 백봉현 이연정 인태식 이종문 김동훈 안중남 2008 1st 등급 거세한우의 부위별 칼로리, 콜레스테롤, 콜라겐, 유리아미노산, 핵산관련물질 및 지방산 조성. *한국축산식품학회지* 28(3):333-343.
- 축산기술연구소 2001 제2판 사료표준분석방법.
- 한국육류유통수출입협회 2010 수출입통계자료.
- 藤村 忍. 1999 畜産物需要開發調査研究事業から鶏肉,鶏卵の呈味評價と品質改善への應用の可能性. 畜産の情報.
- 天野慶之, 藤券正生, 安井 勉 1981 食肉加工ハンドブック. 光琳 430. (집수: 2012. 1. 3, 수정: 2012. 3. 12, 채택: 2012. 4. 5)