



육계 사료 내 금화규 분말의 첨가가 일반육계의 육질특성 및 저장성에 미치는 영향

장소영¹ · 박상훈¹ · 박규태¹ · 염규림¹ · 문태연² · 최양일² · 김종혁³ · 최정석^{3*}

¹충북대학교 축산학과 대학원생, ²(주)올계 연구원, ³충북대학교 축산학과 교수

Effects of Dietary Supplementation of *Abelmoschus manihot* on the Meat Quality and Storage Stability of Broiler

Soyoung Jang¹, Sanghun Park¹, Gyutae Park¹, Gyurim Yeom¹, Taeyeon Moon²,
 Yang-il Choi², Jong Hyuk Kim³ and Jungseok Choi^{3*}

¹Graduate Student, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

²Researcher, Orge Co., Ltd, Jecheon 27157, Republic of Korea

³Professor, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

ABSTRACT This study was conducted to compare the meat quality characteristics of broilers fed with feed supplemented with *Abelmoschus manihot* (AM) powder to those fed with regular feed. There were a total of two treatment groups: Control and the treatment group with 1% AM supplementation. For the comparison of chicken meat quality, proximate composition (moisture, crude protein, crude fat, crude ash), color, pH, water holding capacity, cooking loss (CL), drip loss, and shear force were analyzed. Storage characteristics, including volatile basic nitrogen (VBN) and 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were evaluated at 0 and 3 days of storage. The addition of AM increased crude protein content while decreasing crude fat and crude ash content ($P<0.05$). Additionally, CL was reduced and shear force increased ($P<0.05$). The AM group showed significantly lower VBN and TBARS levels compared to the control group ($P<0.05$), and TBARS did not increase significantly during 3 days of storage in the AM group ($P>0.05$).

(Key words: broiler, *Abelmoschus manihot*, meat quality, storage stability, antioxidant activity)

서 론

전 세계적으로 육류 산업은 소비자 선호도의 변화와 요구로 인해 끊임없이 발전하고 있고, 그 중 가금류 산업은 높은 생물학적 가치를 지닌 동물성 단백질을 제공하는 중요한 산업으로 자리잡고 있다(Asgar et al., 2022). 최근 국내 가축 사료에 항생제 사용 제한으로 인해 이를 대체할 수 있는 비항생제 물질로써 천연물에 대한 관심이 높아지고 있다(Orlowski et al., 2018). 이러한 상황에서 다양한 식물성 추출물, 향신료 및 허브 등의 천연물은 육계의 육질특성 및 성장능을 개선하기 위한 항생제의 대안으로 사용될 수 있다고 보고되었다(Wang et al., 2021). 또한 축산물 안정성과 소비자의 신뢰를 확보하기 위해 영양학적으로 우수한 천연물과 기능성 대체제 등의 사료첨가제 개발이 지속되고 있는 추세

이다(Kim et al., 2020). 가금 산업에서도 다양한 식물성 추출물을 활용해 육계의 성장능을 향상시키기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다(Vlaicu et al., 2013; Lin et al., 2020; Mickdam et al., 2022).

금화규(*Abelmoschus manihot*)는 아욱과(Malvaceae)에 속하는 1년생 초본 식물로, 동유럽과 아시아 전역에 널리 분포되어 있으며 식용이 가능한 약용식물이다(Luan et al., 2020). 금화규의 점질성 물질은 천연 고분자 화합물로 풍부한 아미노산과 다당류를 함유하고 있는 복합 다당체로 알려져 있으며, rutin, hyperin, quercetin, myricetin, gossypetin 등과 같은 페놀화합물이 다량 함유되어 있다. 이러한 성분들은 항산화, 항균, 항염증, 신경보호, 만성 신장질환 예방 등의 다양한 효능이 입증되어 있다(Taroreh et al., 2016; Kwon et al., 2022).

따라서 본 연구는 천연 사료 첨가제로써의 금화규 분말이

* To whom correspondence should be addressed : jchoi@chungbuk.ac.kr

육계의 육질특성 및 저장성에 미치는 영향을 조사하여 천연 물 소재를 이용한 고품질 육계 생산의 가능성을 확인하기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료 및 공시동물

사료에 첨가된 금화규 분말은 시중에 판매되는 유기농 금화규 분말 (㈜고운블랙, Goesan, Korea)을 이용하였다. 사양 실험은 일반육계(broiler) 총 800수의 1일령 육계를 총 2개 처리구, 3반복으로 임의배치하여 총 45일간 사양실험을 실시하였다. 대조구(CON)는 기본 유기농 육계 사료를 급여하였으며, 처리구(*Abelmoschus manihot*)는 유기농 육계 사료에 금화규 분말 1%를 첨가하였다.

2. 사양관리

사료 급여기간은 초이사료를 1-10일간 급여하였으며, 전기사료는 11-45일간 급여하였다. 사육 환경은 사료 및 물 급여, 휴식 등을 할 수 있는 육계 평사에서 사육하였다. 온도 및 습도는 육계 사양 매뉴얼에 맞춰 사양되었다. 유기농 육계 사료는 그린텍에프앤씨에서 구입한 organic p.f-1(병아리 입추부터 10일까지 급여하는 초기사료)와 organic p.f-4(병아리 입추 후 11일부터 출하시까지 급여하는 전기사료)를 사용하였다.

3. 일반성분

일반성분분석은 AOAC(2007) 방법을 따라 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 측정하였다. 수분함량은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방 함량은 Folch법, 조회분 함량은 550℃ 직접회화법을 이용하여 분석하였다.

4. 육색

육색은 spectrophotometer(M-26d, Konica Minolta, Japan)을 이용하여 국제 조명위원회(Commission International de l'Eclairage, CIE)에서 규격화 한 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)를 고기 단면적에 대하여 3회 반복 측정하였으며, D65광원을 이용하였다.

5. pH

pH는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 첨가하여 homogenizer (Stomacher 400 Circulator, Seward, UK)에서 30초간 균질한 후 pH 4, 7, 10 완충액을 통해 표준화시킨 pH meter(Orion

Star™A211, Thermo Scientific, UK)를 이용하여 측정하였다.

6. 보수력

보수력은 Laakkonen et al.(1970)의 방법을 수정하여 측정하였다. 시료 0.5 g을 원심분리관의 상부 filter관에 넣고, 무게를 잰 후 filter관을 80℃ water bath(SW-90 MW, Sangwoo Scientific, Korea)에서 20분간 가열하였다. 그 후 filter관을 원심분리관 하부에 넣고 800 ×g에서 10분간 원심분리 한 후 filter관을 꺼내어 무게를 재었다.

$$\text{보수력 (\%)} = \frac{(\text{수분함량} - \text{유리수분})}{\text{수분함량}} \times 100$$

$$\text{유리수분} = \frac{\text{원심분리 전 시료무게 (g)} - \text{원심분리 후 시료무게 (g)}}{\text{시료무게 (g)}} \times \text{지방계수} \times 100$$

$$\text{지방계수} = 1 - \frac{\text{지방함량}}{100}$$

7. 가열감량

가열감량은 시료를 70℃ water bath에서 30분간 가열한 후 가열 전후 중량 차를 이용하여 백분율(%)로 나타내었다.

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

8. 드립감량

드립감량은 시료를 polypropylene bag에 넣고 진공 포장하여 4℃의 냉장고에서 24시간 동안 보관하면서 발생된 드립감량을 측정하여 초기시료의 무게 비율(%)로 측정하였다.

$$\text{드립감량 (\%)} = \frac{\text{냉장보관 전 시료무게 (g)} - \text{냉장보관 후 시료무게 (g)}}{\text{냉장보관 전 시료무게 (g)}} \times 100$$

9. 전단력

전단력은 Park et al.(2022)의 방법을 따라 70℃ water bath에서 40분간 가열된 시료를 30분간 방냉시킨 후 1 cm × 1 cm × 1 cm(가로 × 세로 × 높이) 큐브 형태로 절단하여 Rheometer(Model Compac-100, SUN SCIENTIFIC Co., LTD., USA)을 이용하여 측정하여 최대응력으로 나타내었다. Table speed는 110 mm/min, load cell은 10 kg의 조건으로 하였다.

10. 휘발성 염기태질소(VBN)

휘발성 염기태질소(VBN)은 Pearson(1968)의 방법을 수정하여 측정하였다. Homogenizer에 시료 10 g에 3차 증류수 90

mL를 가하여 11,200 × g에서 60초간 균질한다. 균질액을 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과한다. 여과액 3 mL을 Conway unit의 외실에 넣고 0.01N 붕산(Sigma Aldrich, Darmstadt, Germany) 1 mL과 VBN 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green) 2~3방울을 내실에 넣는다. 50% K₂CO₃ 1 mL를 외실에 빠르게 주입한다. 장치를 클립으로 밀봉한 후 36°C 인큐베이터에서 2시간 동안 배양한다. 내실의 붕산 용액을 0.01M H₂SO₄로 적정한다. VBN 값은 시료 100 g에 대한 mg/%로 환산하여 표시하였다.

11. 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS)

TBARS는 Ahn et al.(1999)의 방법을 수정하여 측정하였다.

Homogenizer에 시료 5 g과 증류수 15 mL에 넣은 후 butylated hydroxytoluene(BHT, 7.2%) 100 µL를 가하여 11,200 × g에서 60초간 균질한다. 균질액 1 mL를 시험관에 넣고 TBA/TCA용액(20 mM 2-thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid) 2 mL를 혼합하였다. 혼합액을 15분 동안 90°C에서 가열한 후 10분간 냉각하여 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 분광광도계(mobi, MicroDigital, Seong-nam, Korea)로 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 지방산패도는 mg malondialdehyde(MDA)/kg로 표시하였다.

12. 통계처리

모든 통계처리는 SPSS 26.0을 사용하였다. 처리구간 유의적 차이($P < 0.05$)를 비교하기 위해 독립표본 *t*-test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

금화규 보충 사료를 급여한 육계의 육질분석의 결과는 Table 1에 나타냈다. 육계 사료에 식물성 첨가할 경우 소화 및 대사 과정에 영향을 미쳐 최종적으로 유의한 육질 특성의 변화를 가져올 수 있다. 수분함량의 경우 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P > 0.05$). 조단백질 함량은 처리구가 유의적으로 높았고, 조지방 및 조회분 함량은 처리구에서 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). 이러한 결과는 고추 분말을 첨가하였을 때 육계의 다리살과 가슴살에서 수분함량은 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 조단백질 함량이 유의적으로 높았고, 조지방 함량은 유의적으로 낮았다고 보고된 결과와(Tashla et al., 2019), 모링가 잎을 보충한 양고기에서 단백질 함량이 증가하였다는 결과와 일치한다(Cohen et

Table 1. Effects of *Abelmoschus manihot* supplementation on meat quality of broiler

Items	CON	<i>Abelmoschus manihot</i>
Proximate composition		
Moisture	74.71±0.41	74.59±0.18
Crude protein	22.15±0.35 ^b	22.99±0.25 ^a
Crude fat	1.72±0.13 ^a	1.27±0.33 ^b
Crude ash	1.42±0.24 ^a	1.15±0.12 ^b
Color		
CIE L*	49.78±1.63	48.68±1.51
CIE a*	1.80±0.71	2.38±0.47
CIE b*	6.03±1.08	3.05±1.34
Meat quality		
pH	6.01±0.13	6.09±0.05
WHC (%)	62.23±4.87	64.57±5.48
CL (%)	19.12±1.80 ^a	16.50±0.75 ^b
DL (%)	2.19±0.70	1.60±0.47
Shear force (N)	55.30±11.31 ^b	71.61±8.66 ^a

^{ab} Values with different superscripts indicate a significant difference, as determined by their means±standard deviations ($P < 0.05$).

al., 2017). 금화규를 소시지에 첨가하였을 때 육류 단백질의 입자가 더 작아졌고, 이에 따라 위와 장에서 체외 단백질 소화율을 향상시켜 주었다는 연구결과를 미루어 봤을 때(Yuan et al., 2023), 금화규를 사료에 첨가하였을 때 육계의 단백질 흡수율을 향상시켜주어 결론적으로 조단백질 함량이 증가한 것으로 판단된다. 이는 금화규 분말 첨가 사료는 육계의 조단백질 함량을 증가시켜 주는 것으로 판단된다.

2. 육색

금화규 보충 사료를 급여한 육계의 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)에서 모두 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 관찰되지 않았다($P > 0.05$). 이러한 결과는 육계 사료에 식물성 사료 첨가제를 보충하였을 때 육색에서의 유의적인 차이가 관찰되지 않았다고 보고된 결과(Cho et al., 2014)와, Rajput(2012)가 금잔화 추출물을 육계 사료에 보충하였을 때 가슴살과 허벅지살의 명도와 적색도에 영향을 미치지 못하였다고 보고된 결과와 일치했다. 따라서 육계사료에 금화규 분말 1% 수준은 육색에 영향 미치지 않는 것으로 보여진다. 육색은 가금류의 중요한 품질 특성 중 하나로, 소비자들은 외관을 육류의 신선

함과 연관시키고, 고기를 구매하는 데 중요한 식별지표로 인식한다(Mir et al., 2017). 본 연구결과에서는 금화규를 보충한 사료를 급여했을 때 기존 육계의 육색을 변화시키지 않아 고유한 품질을 유지시키는 것으로 판단된다.

3. pH, 보수력, 가열감량, 드립감량 및 전단력

pH와 보수력 경우 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$). 신선육에서 pH가 6.2 이상인 경우 어둡고 건조하며 단단한 DFD육이 나타날 수 있고, pH가 5.2 이하인 경우 창백하고 물렁하며 수분이 많이 삼출되는 PSE육과 같은 이상육이 나타날 수 있다(Poznyakovskiy et al., 2015). 본 연구에서 처리구의 pH는 안정적인 수준에 머물렀고, 이는 육계 사료에 금화규 분말을 첨가하여도 일반 육계 닭가슴살의 품질을 유지할 수 있음을 시사한다.

가열감량의 경우 대조구에 비해 처리구에서 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과는 Yuan(2023)이 프랑크 소시지에 금화규를 농도별로 첨가하였을 때 농도의존적으로 가열감량이 감소하는 경향을 나타냈다는 보고와 일치했다. 육류의 수분 보유량은 육즙, 소비자 만족도 및 수익의 주요요소로 작용하기 때문에, 가열감량은 육류산업에서 매우 중요한 요소로 작용한다(Yang et al., 2020). 본 실험 결과 금화규 분말의 첨가는 육계의 가열감량을 감소시키는 긍정적인 영향을 나타냈다. 드립감량의 경우 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$).

전단력의 경우 대조구에 비해 처리구에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과는 사료에 바셀리아속 및 분말을 첨가하였을 때 Ross 308 육계의 전단력이 상승했다고 보고된 결과와 일치한다(Kolobe et al., 2023). 이전의 연구에서 금화규는 단백질의 구조에서 α -helix(알파 나선)에서 β -sheet(베타 병풍)으로의 전환을 촉진시켜 단백질 응집을 더 강화시킨다고 보고되었다(Yuan et al., 2024). 따라서 금화규가 육계의 근원섬유 단백질의 교차결합을 강화시켜 전단력을 증가시킨 것으로 판단된다.

4. TBARS

금화규 보충 사료를 급여한 육계의 TBARS 결과는 Fig. 1에 나타났다. 2-thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)는 육류의 신선도를 판단할 수 있는 중요한 매개변수로, 근육 내 지질산화를 결정하는 데 사용된다(Xiong et al., 2015). 저장 0일차와 3일차에서 처리구는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 TBARS 수치를 나타냈다($P<0.05$). 이러한 결과는 육계 사료에 천연 항산화제를 급여하였을 때 지방산패가 억제된다

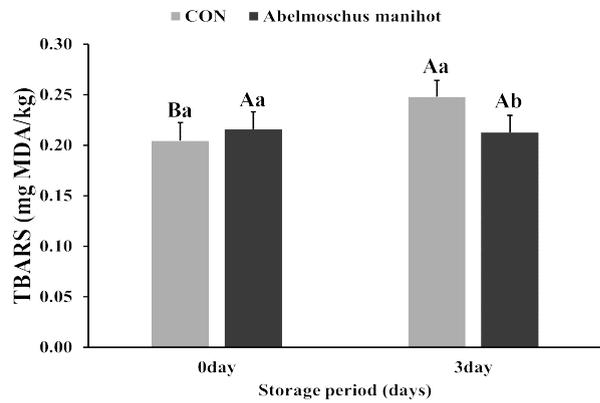


Fig. 1. Effects of *Abelmoschus manihot* supplementation on the TBARS of broiler during storage periods. ^{A,B} Different letters within each treatment indicate significant differences determined by mean±standard deviation ($P<0.05$). ^{a,b} Different letters within each day indicate significant differences determined by mean±standard deviation ($P<0.05$).

고 보고된 결과와 일치했다(Smet et al., 2008). 이전 연구들에서 금화규 및 분말은 시험관 내에서 자유 라디칼을 감소시키는 항산화 화합물이라고 보고되었다(Parala et al., 2023; Indrawati and Setijorini, 2024). 이는 금화규에 함유된 hyperoside, quercetin, isoquercitrin and myricetin 등의 플라보노이드 성분이 활성 산소종(ROS)를 제거하는 생물학적 활성을 나타낸 것으로 보여진다(Lai et al., 2009; Zhou et al., 2012).

5. VBN

금화규 보충 사료를 급여한 육계의 VBN 결과는 Fig. 2에 나타났다. 저장 0일차와 3일차에서 처리구는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었고($P<0.05$), 대조구는 저장 기간 3일 동안 VBN 수치의 유의적인 증가가 관찰되지 않았다($P>0.05$). 육류 단백질은 암모니아와 아민으로 분해되고, 이는 효소와 박테리아의 단백질 분해활동을 통해 VBN 함량을 추정하는 데 사용된다(Kim et al., 2022). 일반적으로 신선육의 경우, VBN은 그 값이 20 mg%를 초과하면 부패를 나타내는 것으로 간주된다(MFDS, 2024). 본 연구에서는 금화규를 급여한 육계는 저장기간 3일 동안 VBN값이 가식범위에 머물렀다.

적 요

본 연구는 금화규 분말을 첨가한 사료를 급여한 육계의 육질특성 및 저장성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시되었다. 처리구는 1일령 육계 총 800수를 각 처리구당 3만

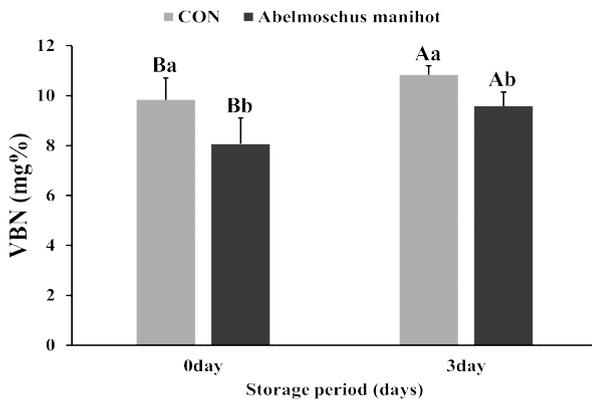


Fig. 2. Effects of *Abelmoschus manihot* supplementation on the VBN broiler during storage periods. ^{A,B} Different letters within each treatment indicate significant differences determined by mean±standard deviation ($P<0.05$). ^{a,b} Different letters within each day indicate significant differences determined by mean±standard deviation ($P<0.05$).

북 임의배치하여 총 45일간 사양실험을 실시하였다. 대조구 (CON)는 기본 유기농 육계사료를 급이하였고, 처리구(*Abelmoschus manihot*)는 기본 유기농 육계사료에 금화규 분말을 1% 첨가하였다. 처리구는 대조구에 비해 높은 조단백질 함량과 낮은 조지방 및 조회분 함량이 나타났다($P<0.05$). 육색, pH, 보수력의 경우 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$). 처리구에서는 대조구에 비해 낮은 가열감량과 높은 전단력이 나타났다($P<0.05$). 저장기간 3일동안 대조구는 처리구에 비해 낮은 VBN, TBARS 수치가 관찰되었다($P<0.05$). 결론적으로 육계사료에 1% 금화규 분말의 급여는 육계의 가열감량을 감소시켜 품질특성을 향상시켜 주었다. 또한 단백질변패 및 지질산패를 억제시키는 천연 항산화제로써의 활용가능성이 확인되었다 (색인어 : 브로일러, 금화규, 육질, 저장성, 항산화)

사 사

본 논문은 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다(2021RIS-001).

ORCID

Soyoung Jang <https://orcid.org/0009-0001-1146-2695>
 Sanghun Park <https://orcid.org/0000-0003-4804-0848>
 Gyutae Park <https://orcid.org/0000-0003-1614-1097>

Gyurim Yeom <https://orcid.org/0009-0006-1849-053X>
 Taeyeon Moon <https://orcid.org/0000-0002-6235-5750>
 Yang-il Choi <https://orcid.org/0000-0002-3423-525X>
 Jong Hyuk Kim <https://orcid.org/0000-0003-0289-2949>
 Jungseok Choi <https://orcid.org/0000-0001-8033-0410>

REFERENCES

Ahn D, Olson D, Jo C, Love J, Jin S 1999 Volatiles production and lipid oxidation in irradiated cooked sausage as related to packaging and storage. *J Food Sci* 64(2):226-229.

AOAC 2007 Official Methods of Analysis. 18th ed. Associations of Analytical Chemists International, Washington, DC.

Asghar MU, Doğan SC, Wilk M, Korczyński M 2022 Effect of dietary supplementation of black cumin seeds (*Nigella sativa*) on performance, carcass traits, and meat quality of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Animals* 12(10):1298.

Cho JH, Kim HJ, Kim IH 2014 Effects of phytogetic feed additive on growth performance, digestibility, blood metabolites, intestinal microbiota, meat color and relative organ weight after oral challenge with *Clostridium perfringens* in broilers. *Livestock Sci* 160:82-8.

Choi YS, Cho SH, Lee SK, Rhee MS, Kim BC 2002 Meat color, TBARS and VBN changes of vacuum packaged Korean pork loins for export during cold storage. *Food Sci Anim Resour* 22(2):158-63.

Cohen-Zinder M, Orlov A, Trofimiyuk O, Agmon R, Kabiya R, Shor-Shimoni E, et al. 2017 Dietary supplementation of *Moringa oleifera* silage increases meat tenderness of Assaf lambs. *Small Ruminant Research* 151:110-6.

Indrawati E, Setijorini LE, editors 2024 Prospects of Gedi Plant (*Abelmoschus manihot* L.) as a Functional Food and Herbal Medicine. *E3S Web of Conferences*; EDP sci.

Laakkonen E, Wellington G, Sherbon J 1970 Low temperature, long time heating of bovine muscle 1. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water soluble components. *J Food Sci* 35(2):175-177.

Kim DW, Nho WG, Kim SH 2020 Efficacy of dietary supplementation of turmeric extract containing curcumin in broiler chicks. *Resour Sci Res* 2(1):28-38.

Kim SJ, Kim GH, Moon C, Ko KB, Choi YM, Choe JH,

- Ryu YC 2022 Effects of aging methods and periods on quality characteristics of beef. *Food Sci of Anim Resour* 42(6):953.
- Kolobe S, Manyelo T, Ng'ambi J, Malematja E, Nemauluma M 2023 Effect of Vachellia karroo leaf meal inclusion levels on growth, meat pH, shear force, cooking loss and shelf life of Ross 308 broiler chickens. *Cogent Food & Agriculture* 9(1):2202037.
- Kwon HJ, Beom SH, Hyun JA, Kang EB, Park HE, Han DG 2022 Analysis of antioxidant activity, total phenol content, and flavonoid content of *Abelmoschus manihot* flower extracts. *Food Sci and Preservation* 29(1):157-65.
- Lai X, Liang H, Zhao Y, Wang B 2009 Simultaneous determination of seven active flavonols in the flowers of *Abelmoschus manihot* by HPLC. *J Chromatographic Sci* 47(3):206-10.
- Lin ZN, Ye L, Li ZW, Huang XS, Lu Z, Yang YQ 2020 Chinese herb feed additives improved the growth performance, meat quality, and nutrient digestibility parameters of pigs. *Anim Models and Experimental Medicine* 3(1):47-54.
- Luan F, Wu Q, Yang Y, Lv H, Liu D, Gan Z, Zeng N 2020 Traditional uses, chemical constituents, biological properties, clinical settings, and toxicities of *Abelmoschus manihot* L.: a comprehensive review. *Frontiers in Pharmacology* 11:1068.
- Mickdam E, Alwaleed S, Madany M, Sayed A 2022 The effect of Moringa oleifera leaves on chicken meat composition and meat quality. *Intern J Veterin sci* 11(2):201-206.
- Ministry of Food and Drug safety [MFDS]. 2024 Standard for Food 35. 17-9 P 9.
- Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V, Shukla V 2017 Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *J Food Sci Technol* 54:2997-3009.
- Orlowski S, Flees J, Greene ES, Ashley D, Lee SO, Yang FL. 2018 Effects of phytochemical additives on meat quality traits in broiler chickens. *J Animal Sci* 96(9):3757-67.
- Parala L, Simbala HI, Rumondor EM 2023 Activity of antioxidant from extract and fraction from gedi stem (*Abelmoschus manihot* L). *Pharmacon* 12(3):283-7.
- Park GT, Jin SG, Choi JS 2022 Effects of physicochemical characteristics and storage stability of porcine albumin protein hydrolysates in pork sausage. *Curr Res Nut Food Sci* 10(3):1007-1019.
- Pearson D 1968 Assessment of meat freshness in quality control employing chemical 504 techniques: A review. *J Sci of Food and Agriculture* 19:357-363.
- Poznyakovskiy V, Gorlov I, Tikhonov S, Shelepov V 2015 About the quality of meat with PSE and DFD properties. *Foods and Raw Materials* 3(1):104-110.
- Smet K, Raes K, Huyghebaert G, Haak L, Arnouts S, De Smet S 2008 Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. *Poultry Sci* 87(8):1682-1688.
- Taroreh M, Raharjo S, Hastuti P, Murdiati A 2016 Antioxidative activities of various fractions of gedi's leaf extracts (*Abelmoschus manihot* L. medik). *Agriculture and Agricultural Sci Procedia* 9:271-278.
- Tashla T, Puvača N, Ljubojević Pelić D, Prodanović R, Ignjatijević S, Bošković J 2019 Dietary medicinal plants enhance the chemical composition and quality of broiler chicken meat. *J Hellenic Veterin Medi Soc* 70(4):1823-1832.
- Vlaicu PA, Untea AE, Panaite TD, Saracila M, Turcu RP, Dumitru M 2013 Effect of basil, thyme and sage essential oils as phytochemical feed additives on production performances, meat quality and intestinal microbiota in broiler chickens. *Agriculture* 13(4):874.
- Wang Y, Ma X, Ye J, Zhang S, Chen Z, Jiang S 2021 Effects of dietary supplementation with bilberry extract on growth performance, immune function, antioxidant capacity, and meat quality of yellow-feathered chickens. *Animals* 11(7):1989.
- Xiong Z, Sun DW, Pu H, Xie A, Han Z, Luo M 2015 Non-destructive prediction of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value for freshness evaluation of chicken meat using hyperspectral imaging. *Food Chem* 179:175-181.
- Yang EJ, Seo YS, Dilawar MA, Mun HS, Park HS, Yang CJ 2020 Physico-chemical attributes, sensory evaluation and oxidative stability of leg meat from broilers supplemented with plant extracts. *J Anim Sci Technol* 62(5):730.
- Yuan D, Liang X, Kong B, Sun F, Li X, Cao C 2023 In-depth insight into the mechanism of incorporation of *Abelmoschus manihot* gum on the enhancement of gel properties and *in vitro* digestibility of frankfurters. *Foods*

12(7):1507.

Yuan D, Zhang J, Zhao Z, Kong B, Chen J, Zhang D 2024
Tracking protein aggregation behavior and molecular interactions induced by conformational alterations in the formation of myofibrillar protein-*Abelmoschus manihot* gum mixed gels during heating process. Food Hydrocoll 157:110481.
Zhou L, An XF, Teng SC, Liu JS, Shang WB, Zhang AH

012 Pretreatment with the total flavone glycosides of Flos *Abelmoschus manihot* and hyperoside prevents glomerular podocyte apoptosis in streptozotocin-induced diabetic nephropathy. J Med Food 15(5):461-468.

Received Nov. 2, 2024, Revised Nov. 12, 2024, Accepted Nov. 13, 2024