



유기농 사료내 금화규 분말 첨가가 유기농 육계의 장기 무게, 혈구 조성 및 간 특성에 미치는 영향

박주영^{1*} · 염규림^{1*} · 김영빈¹ · 이하늘¹ · 박근용² · 박상훈¹ · 박규태¹ ·
 장소영¹ · 최양일³ · 문태연³ · 반명수⁴ · 최정석^{5†} · 김종혁^{5†}

¹충북대학교 축산학과 대학원생, ²충북대학교 축산학과 학부생, ³(주)올계농업회사법인 연구원,
⁴사단법인 한국금화규협회 연구원, ⁵충북대학교 축산학과 교수

Effects of *Abelmoschus manihot* L. Medicus in Organic Diets on Organ Weight, Hematological Parameters and Liver Characteristics in Organic Broilers

Ju Yeong Park^{1*}, Gyu Lim Yeom^{1*}, Yeong Bin Kim¹, Ha Neul Lee¹, Geun Yong Park², Sanghun Park¹, Gyutae Park¹,
 Soyoung Jang¹, Yang-il Choi³, Taeyeon Moon³, Myung-soo Ban⁴, Jungseok Choi^{5†} and Jong Hyuk Kim^{5†}

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

²Undergraduate Student, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

³Researcher, ORGE CO., LTD., Jecheon 27157, Republic of Korea

⁴Researcher, The Korea Gold Hibiscus Association, Goesan 28003, Republic of Korea

⁵Professor, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

ABSTRACT This study investigated the effects of *Abelmoschus manihot* L. Medicus (AM) leaf and stem powder in organic diets on relative organ weight, hematological parameters, and liver characteristics in organic broiler chickens. A total of 16,000 one-day-old Ross 308 broiler chickens were randomly allotted to two dietary treatments: a control group fed a basal organic diet and a treatment group fed a basal diet supplemented with 1% AM powder. Each treatment had 8,000 broiler chickens. At the end of the experiment (45 days of age), 6 birds per treatment were randomly selected and euthanized for sample collection. Results indicated that birds fed organic diets containing 1% AM powder had greater ($P<0.05$) relative liver, thymus, and bursa of Fabricius weights than those fed a basal organic diet. Feeding organic diets supplemented with 1% AM powder decreased ($P<0.05$) neutrophil count and increased ($P<0.05$) lymphocyte count than feeding organic basal diets. However, no significant differences were observed in liver characteristics including liver color, hemorrhage scores, and fatty liver scores. In conclusion, dietary supplementation of 1% AM powder improves liver and immune organ development and hematological parameters without adverse effects on liver health.

(Key words: *Abelmoschus manihot* L. Medicus, organic broiler chicken, hematological parameter, liver characteristic, organic diet)

서 론

최근 전 세계적으로 환경에 대한 인식의 증가와 자연 보호 및 친환경 식품 생산에 대한 중요성이 강조되고 있다. 이에 따라 유기농 가금류 생산 및 유기농 사료 시장도 지속적으로 성장하고 있는 추세이다(Fanatico et al., 2009). 유기농 사료는 친환경적으로 생산된 사료로, 화학 비료나 합성 농

약을 사용하지 않은 유기농 식물 원료, 화학 합성 물질 및 인공 첨가물이 포함되지 않도록 생산된 동물 사료이다 (Taşbozan, 2023). 유기농 농업은 지속 가능 축산업으로 전환 가능한 시스템으로 간주되지만, 현재 상업적으로 사용 가능한 유기농 사료 원료와 유기농 사료에 첨가가 가능한 사료 첨가제는 부족한 실정이다(Escribano, 2018). 따라서, 가금류 산업에서 가금류의 생산성과 품질을 향상시키기 위

* These authors contributed equally to this work.

† To whom correspondence should be addressed : jchoi@chungbuk.ac.kr, jonghyuk@chungbuk.ac.kr

해 다양한 유기농 사료 첨가제의 개발이 증가하고 있으며, 이 중에서도 천연 유래 성분을 활용한 기능성 첨가제에 대한 관심이 증대되고 있다(Mehdi et al., 2018; Abdelli et al., 2021). 특히, 사료내 식물성 성분 첨가는 가금류의 소화율 및 영양소 흡수 증진, 병원균 억제, 항산화 및 면역 증강 효과 등을 통해 가금류의 건강과 생산성을 증진시킨다(Yitbarek, 2015). 따라서, 유기농 사료내 식물성 천연 유래 성분 첨가는 유기농 육계의 건강과 생산성 측면에서 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 예측된다.

천연물 중 금화규(*Abelmoschus manihot* L. Medicus)의 꽃, 잎 및 줄기는 플라보노이드, 아미노산, 다당류 등 128개 이상의 화학적 성분을 포함하고 있으며, 항염증, 항당뇨, 항산화, 항종양 등의 다양한 생리활성 효과를 가지고 있다(Du et al., 2015; Pan et al., 2016; Luan et al., 2020). 이전 연구들에서 금화규 뿌리 추출물은 마우스의 면역력을 증진시키고 지방 축적을 억제시켰으며(Yu et al., 2021), 금화규 잎은 랫트의 항산화능 향상 및 간 보호를 증진시켰다고 보고되었다(Banne et al., 2019). 육계에서는 사료내 금화규 잎 분말을 첨가하였을 때 육계의 복부지방이 감소하는 효과가 나타났다(Mandey et al., 2013). 이에 따라, 사료내 금화규의 첨가는 동물의 면역력 향상과 증진, 지방 축적 억제 등과 같은 긍정적인 효과가 있을 것으로 사료된다.

따라서, 본 연구는 유기농 사료내 금화규 잎과 줄기의 첨가가 유기농 육계의 면역력 증진 및 지방 축적 억제에 영향을 미치는지 확인하기 위해 상대적 장기 무게, 혈구 조성 및 간 특성을 분석하여 유기농 육계 사료 첨가 원료로서의 이용 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 사양관리 및 실험설계

1일령 Ross 308 육계 16,000수를 이용하여 총 45일간 푸른농장(Danyang-gun, Korea)에서 사육하였다. 총 2개의 동에서 각 동당 8,000수씩 배치하여 평사에서 사육하였으며, 사료는 각 동별로 다르게 하여 급여하였다. 대조구는 유기농 옥수수-대두박을 기초로 한 시판 유기농 육계 사료(Grintech F&C, Asan-si, Korea)이며, 실험구는 시판 유기농 육계 사료에 금화규 분말 1% 수준으로 첨가하여 배합되었다. 금화규 분말(Kounblack, Goesan-gun, Korea)은 잎과 줄기를 이용해 건조 후 분쇄 과정을 거쳐 사용하였다. 유기농 육계 사료는 1~10일간 초이사료를 급여하였으며, 11~45일에는 전기사료를 급여하였다. 온습도 및 점등관리는 육계 사양 매뉴얼에

맞추어 사양되었으며, 물과 사료는 무제한 급여하였다. 본 연구의 동물실험은 충북대학교 동물실험윤리위원회 규정에 따라 진행되었다(승인번호: CBNUA-2268-24-01).

2. 조사항목

1) 시료채취

시험 종료일에 처리구별 6수씩 무작위 선별하여 도계를 진행하였다. 혈구 분석을 위해 유기농 육계의 심장에서 EDTA가 처리된 혈액 tube(BD Biosciences, Franklin Lakes, New Jersey, USA)에 약 3 mL의 혈액을 채취하였다. 유기농 육계의 혈액 채취 후 간, 비장, 흉선, F-낭 및 가슴살을 채취하여 무게를 측정하였다. 육계의 각 장기 및 가슴살의 무게는 유기농 육계의 생체중 당 무게로 환산하여 상대적 무게로 나타내었다.

2) 혈구 분석

혈구 분석은 처리구 당 6수씩 선별된 개체들에서 채취한 혈액 샘플을 자동 혈구 분석기(XE2100D, Sysmex, Kobe, Japan)를 통해 분석하였다. 분석 항목으로는 백혈구(white blood cell, WBC), 적혈구(red blood cell, RBC), 헤모글로빈(hemoglobin, Hb), 적혈구용적률(hematocrit, Hct)과 같은 혈액의 일반 성분 검사(complete blood count)와 호중구(neutrophil, Neut), 림프구(lymphocyte, Lymp), 단핵구(monocyte, Mono), 호산구(eosinophil, Eo) 및 호염구(basophil, Baso)와 같은 백혈구 백분율 검사(differential count)를 진행하여 총 9개의 항목을 분석하였다.

3) 간 특성 분석

유기농 육계 도계 후 즉시 채취한 간에서 색을 측정하였으며, 간 출혈 지수 및 지방간 지수를 분석하기 위해 간 사진을 촬영하여 분석하였다. 간 색은 색차계(CR-10, Konica Minolta Optics Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L*), 적색도(a*) 및 황색도(b*)를 측정하였다. 간 출혈 지수는 0~5까지 숫자로 나타내었으며, 0은 정상적인 간, 1은 10개 이하의 점상 출혈 또는 반상 출혈이 있는 경우, 2는 10개 이상의 점상 또는 반상 출혈이 있는 경우, 3부터 5까지는 크고 넓은 간 출혈이 있는 경우로 나타내었다. 지방간 지수는 1부터 5까지 숫자로 나타내었으며, 1은 정상적인 간, 2부터 5까지는 숫자가 낮을수록 어두운 붉은색, 높을수록 노란 붉은색인 경우로 나타내었다. 모든 지수 측정은 객관성을 유지하기 위해 숙련된 담당자 5명에 의해 측정하였다. 간 출혈 지수는

Rozenboim et al.(2016)의 방법을 통해 평가하였으며, 지방 간 지수 평가는 Choi et al.(2012)의 방법에 따라 수행하였다.

3. 통계분석

수집된 자료는 SAS(SAS Institute, Cary, NC)의 Proc Mixed procedure를 이용하여 분석되었다. 이상 결과치(outlier)는 SAS의 UNIVARIATE procedure를 통해 분석하였다. 평균 값은 LSMEANS procedure를 통해 계산되었으며 유의한 경우, SAS의 PDIFF option을 이용하여 처리 평균간 비교 분석하였다. 모든 통계분석에서 유의성은 $P<0.05$ 일 경우 유의하다고 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 상대적 장기 무게

유기농 육계 사료내 금화규 분말 첨가에 따른 유기농 육계의 상대적 장기의 무게에 대한 결과는 Table 1에 나타내었다. 본 실험에서 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말 첨가 처리구는 간, 흉선 및 F-낭의 상대적 무게가 시판 유기농 육계 사료에 비해 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 하지만 육계의 가슴살 및 비장의 상대적 무게에서는 처리간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 상대적 장기 무게는 장기 무게를 체중으로 나눈 비율로 서로 다른 체중에서 장기 무게를 비교하기 위해 사용된다(Angervall and Carlström, 1963). 상대적 장기 무게 측정을 통해 체중 차이의 영향을

Table 1. Effects of supplementation of *Abelmoschus manihot* L. (AM) in organic diets on relative organ weight of organic broiler chickens

Items ²	Dietary treatments ¹		SEM	P-value
	CON	1% AM		
Breast meat, %	20.95	19.50	0.728	0.188
Liver, %	4.19 ^b	5.81 ^a	0.276	0.002
Spleen, %	0.16	0.23	0.023	0.057
Thymus, %	0.44 ^b	0.58 ^a	0.042	0.040
Bursa of Fabricius, %	0.29 ^b	0.50 ^a	0.041	0.005

^{a,b} Means within a variable with no common superscript differ significantly ($P<0.05$).

¹ CON, organic diet; 1% AM, organic diet + 1% *Abelmoschus manihot* L. powder.

² The relative organ weight was expressed as a percentage of body weight.

배제하고, 화합물 또는 처리 조건이 장기 자체에 미치는 직접적인 영향을 파악할 수 있다. 특히, 본 연구에서는 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말을 첨가한 처리구에서 상대적 간 무게가 증가하는 것으로 나타났다. 이전 연구에서는 금화규 잎 추출물을 첨가한 음수를 급여하였을 때 토종닭의 상대적 간 무게가 증가하였다(Mandey et al., 2019). 일반적으로 가금류의 간은 다양한 대사 및 항상성 기능을 통해 지질, 단백질 및 탄수화물 합성, 저장 및 배출 등에 대한 역할을 수행한다(Denbow, 2015). 이처럼 다양한 역할을 수행하는 간의 무게가 증가한다는 것은 육계의 체내 대사 및 항상성 기능 향상을 의미한다(Zaefarian et al., 2019). 금화규 잎과 줄기에는 플라보노이드 성분을 함유하고 있어 항산화 작용, 면역 증진 및 단백질 대사를 증가시키는 효과가 있다(Luan et al., 2020). 또한, 금화규 잎에는 간 보호(hepatoprotective) 및 간 재생 특성을 가지고 있다고 보고되었다(Onakpa, 2013). 따라서, 금화규가 첨가된 유기농 사료를 섭취한 육계는 간 무게의 증가를 통해 체내 대사 작용 증가 및 항상성 증진과 같은 긍정적인 영향이 나타날 것으로 예측된다. 이전 연구에서 플라보노이드가 풍부한 허브 추출물(virginiamycin 및 coneflower)이 첨가된 사료를 육계에게 급여하였을 때 흉선 및 F-낭 무게가 증가하였다(Rehman et al., 2023). 닭은 척추동물에서 가장 명확하게 림프계의 이분화가 나타나며, 각각 흉선과 F-낭에서 발달하는 T세포 및 B세포의 상호작용을 통해 항체 생성 및 세포 매개 면역반응이 나타난다고 보고되었다(Hammer, 1974). 금화규 잎과 줄기에 풍부한 플라보노이드는 mTOR경로를 억제하여 T세포 및 B세포 유도를 통해 면역 체계에 긍정적인 영향을 미친다(Hosseinzade et al., 2019; Martínez et al., 2019). 따라서, 금화규 분말이 첨가된 유기농 육계 사료는 유기농 육계의 흉선 및 F-낭의 무게를 증가시켜 T세포 및 B세포의 활성화를 통한 면역 기능 강화가 나타날 것으로 사료된다.

2. 혈구 조성

유기농 육계 사료내 금화규 분말 첨가에 따른 유기농 육계의 혈구 조성에 대한 결과는 Table 2에 나타내었다. 혈구 조성 분석 결과에서 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말 첨가 처리구가 호중구 함량이 시판 유기농 육계 사료에 비하여 유의적으로 낮게 나타났고($P<0.05$), 림프구가 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$). 하지만 그 외의 항목에서는 처리간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 혈구 조성은 체내 여러 대사물질과 기타 성분을 통해 육안으로 관찰되지 않는 동물의 생리적, 영양적, 병리적 상태를 평가하는 데 중요한

Table 2. Effects of supplementation of *Abelmoschus manihot* L. (AM) in organic diets on hematological parameters of organic broiler chickens

Items ²	Dietary treatments ¹		SEM	P-value
	CON	1% AM		
WBC, 10 ³ /uL	9.25	10.56	1.694	0.597
RBC, 10 ⁶ /uL	2.25	2.36	0.055	0.205
Hemoglobin, g/dL	6.88	6.92	0.174	0.895
Hematocrit, %	32.23	33.15	0.768	0.418
Neutrophil, %	31.35 ^a	17.58 ^b	3.320	0.015
Lymphocyte, %	67.08 ^b	80.97 ^a	3.370	0.016
Monocyte, %	0.57	0.62	0.189	0.855
Eosinophil, %	0.05	0.02	0.027	0.401
Basophil, %	0.95	0.82	0.207	0.658

^{ab} Means within a variable with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

¹ CON, organic diet; 1% AM, organic diet + 1% *Abelmoschus manihot* L. powder.

² WBC, white blood cell; RBC, red blood cell.

역할을 한다(Etim et al., 2014). 이전 연구 결과에 따르면 플라보노이드는 호중구의 과도한 방출을 억제하여 염증 반응을 감소시킨다고 보고되었다(Martínez et al., 2019). 또한, 이전 연구에서는 플라보노이드가 풍부한 *Gynura divaricata* L. 잎과 줄기 분말을 육계 사료내 첨가하였을 때 육계의 혈액 내 림프구 수가 증가하였다(Jamjang et al., 2020). 본 연구 결과에서 나타난 유기농 육계 사료내 금화규 분말 첨가가 유기농 육계의 혈액내 호중구 수 감소 및 림프구 수의 증가는 금화규의 플라보노이드 성분의 영향으로 생각되며, 이는 염증 발현을 억제할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서, 금화규에 다량 함유되어 있는 플라보노이드가 면역 세포의 활성화, 분화 및 증식과 관련된 신호 전달 경로에 개입하여 면역 반응을 조절한다고 사료된다(Martínez et al., 2019).

3. 간 특성

유기농 육계 사료내 금화규 분말 첨가에 따른 유기농 육계의 간 특성에 대한 결과는 Table 3에 나타내었다. 간 색, 간 출혈 지수 및 지방간 지수에서 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말 첨가 처리구와 시판 유기농 육계 사료 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 지방간 및 간 출혈은 가금의 생명을 위협하는 대사 장애로 가금 산업에 심각한 문제를 일으킨다(Hashish et al., 2019). 지방간은 지방산 산화의 저하, 지질단

Table 3. Effects of supplementation of *Abelmoschus manihot* L. (AM) in organic diets on liver characteristics of organic broiler chickens

Items ²	Dietary treatments ¹		SEM	P-value
	CON	1% AM		
Liver color (CIE Lab value)	L* 22.38	22.45	0.763	0.952
	a* 13.10	13.40	0.653	0.756
	b* 2.45	2.22	0.372	0.667
Liver hemorrhagic score	0.37	0.23	0.163	0.575
Fatty liver score	1.17	1.00	0.118	0.341

¹ CON, organic diet; 1% AM, organic diet + 1% *Abelmoschus manihot* L. powder.

² L*, lightness; a*, redness; b*, yellowness.

백질 운반 장애 및 비정상적인 지방 합성으로 인해 발생하며 이는 육계에서 빠른 성장을 촉진하기 위해 사용되는 고에너지 사료에 의해 악화된다(Hu et al., 2024). 간 출혈은 간과 복부 지방의 과도한 축적 및 염증 반응으로 발생하며, 사료, 환경 및 독성 요인이 관여한다(Yang et al., 2017). 하지만, 유기농 육계는 일반 육계에 비해 사육 기간이 길며, 성장 속도가 느리기 때문에 지방 축적이 감소해 간 대사에 가해지는 부담이 상대적으로 적어진다(Zubair and Leeson, 1996; Baxter et al., 2021). 이는 빠른 성장이 간에 무리를 가할 수 있는 일반 육계와 달리 유기농 육계에서는 위와 같은 이유로 인해 지방간 및 간 출혈의 발생 가능성을 저감시킬 수 있을 것으로 예측된다. 따라서, 본 연구에서는 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말 첨가는 유기농 육계의 간 특성 결과에서 대조구와 유사한 수준이 나타나 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 지방간 및 간 출혈 지수에서 낮은 수치가 확인되어 유기농 육계의 간 특성에는 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 유기농 육계 사료에 금화규 잎과 줄기 분말을 첨가하여 유기농 육계의 상대적 장기 무게, 혈구 조성 및 간 특성에 대해 조사하였다. 1일령 Ross 308 육계를 2처리로 하여 총 16,000수를 2동으로 나누어 배치하여 45일간 사육하였다. 실험 사료는 유기농 옥수수-대두박 기반 시판 유기농 육계 사료인 대조구와 유기농 육계 사료에 금화규 잎과 줄기 분말을 1% 수준으로 첨가한 처리구로 나누어 배합하였으며, 각 동별로 2개의 실험 사료를 구분하여 급여하였다. 본 연구 결과에서 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말을 첨

가한 처리구가 육계의 상대적 간, 흉선 및 F-낭 무게에서 대조구에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였다. 혈구 조성에서는 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말 첨가 처리구가 시판 유기농 사료에 비하여 혈액내 호중구 수가 유의적으로 낮게 나타났으며, 림프구에서는 유의적으로 높게 나타났다. 간 특성에 대한 모든 분석 항목에서는 처리간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 결론적으로 유기농 육계 사료내 1% 금화규 분말 첨가는 유기농 육계의 간과 면역 장기 발달 및 혈구 조성에 긍정적인 영향이 나타나며, 간 특성에 부정적인 영향을 미치지 않는다. 또한, 추가적인 연구를 통해 금화규 잎 및 줄기 분말 내 특정 유효성분이 유기농 육계의 건강과 생산성 증진에 미치는 기전을 검증하는 세부적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

(색인어 : 금화규, 유기농 육계, 혈구 조성, 간 특성, 유기농 사료)

사 사

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

ORCID

Ju Yeong Park <https://orcid.org/0009-0008-1938-977X>
 Gyu Lim Yeom <https://orcid.org/0009-0006-1849-053X>
 Yeong Bin Kim <https://orcid.org/0009-0007-9151-0135>
 Ha Neul Lee <https://orcid.org/0009-0007-8352-4182>
 Geun Yong Park <https://orcid.org/0009-0001-3453-6941>
 Sanghun Park <https://orcid.org/0000-0003-4804-0848>
 Gyutae Park <https://orcid.org/0000-0003-1614-1097>
 Soyoung Jang <https://orcid.org/0009-0001-1146-2695>
 Yang-il Choi <https://orcid.org/0000-0002-3423-525X>
 Taeyeon Moon <https://orcid.org/0000-0002-6235-5750>
 Myung-soo Ban <https://orcid.org/0009-0003-1357-955X>
 Jungseok Choi <https://orcid.org/0000-0001-8033-0410>
 Jong Hyuk Kim <https://orcid.org/0000-0003-0289-2949>

REFERENCES

Abdelli N, Solà-Oriol D, Pérez JF 2021 Phytogenic feed additives in poultry: achievements, prospective and

challenges. *Animals* 11(12):3471.

Angervall L, Carlström E 1963 Theoretical criteria for the use of relative organ weights and similar ratios in biology. *J Theor Biol* 4(3):254-259.

Banne Y, Ponidjan TS, Dumanauw JM 2019 Antioxidant and hepatoprotective activity of *Abelmoschus manihot* L. Medik leaf fraction against CC14 - induced liver damage in rats. *Int J of Appl Pharm* 11(3):17-19.

Baxter M, Richmond A, Lavery U, O'Connell NE 2021 A comparison of fast growing broiler chickens with a slower-growing breed type reared on higher welfare commercial farms. *PLoS One* 16(11):e0259333.

Choi YI, Ahn HJ, Lee BK, Oh ST, An BK, Kang CW 2012 Nutritional and hormonal induction of fatty liver syndrome and effects of dietary lipotropic factors in egg-type male chicks. *Asian-Australas J Anim Sci* 25(8):1145-1152.

Denbow DM 2015 *Sturkie's Avian Physiology*. 6th ed. Academic Press Cambridge, US.

Du LY, Qian DW, Jiang S, Shang EX, Guo JM, Liu P, Su SL, Duan JA, Zhao M 2015 Comparative characterization of nucleotides, nucleosides and nucleobases in *Abelmoschus manihot* roots, stems, leaves and flowers during different growth periods by UPLC-TQ-MS/MS. *J Chromatogr B* 1006:130-137.

Escribano AJ 2018 Organic feed: a bottleneck for the development of the livestock sector and its transition to sustainability? *Sustainability* 10(7):2393.

Etim NN, Williams ME, Akpabio U, Offiong EE 2014 Haematological parameters and factors affecting their values. *Agric Sci* 2(1):37-47.

Fanatico AC, Owens CM, Emmert JL 2009 Organic poultry production in the United States: broilers. *J Appl Poult Res* 18(2):355-366.

Hammer DK 1974 The immune system in chickens. *Avian Pathol* 3(2):65-78.

Hashish EA, Mostafa DIA, El Khder GM 2019 The effect of lipotropic agents on the nutritional induction of fatty liver syndrome in broilers. *Comp Clin Path* 28:603-611.

Hosseinzade A, Sadeghi O, Naghdipour Biregani A, Soukhtehzari S, Brandt GS, Esmailzadeh A 2019 Immunomodulatory effects of flavonoids: possible induction of

- T CD4+ regulatory cells through suppression of mTOR pathway signaling activity. *Front Immunol* 10:51.
- Hu D, Hou M, Song P, Chen Q, Feng Y, Wu X, Ni Y 2024 Dietary bile acids supplementation improves the growth performance and alleviates fatty liver in broilers fed a high-fat diet via improving the gut microbiota. *Poult Sci* 103(2):103270.
- Jamjang C, Kijpakorn S, Angkanaporn K 2020 Effect of dietary inclusion of *Gynura divaricata* (L.) on growth performance, hematology, and carcass fat deposition in broilers. *J Poult Sci* 57(2):114-123.
- 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. *Front Pharmacol* 11:1068.
- Mandey JS, Soetanto H, Sjoefjan O, Tulung B 2013 The effects of native gedi leaves (*Abelmoschus manihot* L. Medik.) of Northern Sulawesi-Indonesia as a source of feedstuff on the performance of broilers. *Int J Biosci* 3(10):82-91.
- Mandey JS, Kogoya D, Sondakh BFJ, Pontoh CJ, Junus C 2019 Carcass characteristics of native chickens consumed *Abelmoschus manihot* leaves juice in drinking water. *Sci Papers Ser D Anim Sci* 62(1):69-74.
- Martínez G, Mijares MR, De Sanctis JB 2019 Effects of flavonoids and its derivatives on immune cell responses. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov* 13(2):84-104.
- Mehdi Y, Létourneau-Montminy MP, Gaucher ML, Chorfi Y, Suresh G, Rouissi T, Brar SK, Côté C, Ramirez AA, Godbout S 2018 Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Anim Nutr* 4(2):170-178.
- Onakpa MM 2013 Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological profile of genus *Abelmoschus*. *Phytopharmacology* 4(3):648-663.
- Pan XX, Tao JH, Jiang S, Zhu Y, Qian DW, Duan JA 2018 Characterization and immunomodulatory activity of polysaccharides from the stems and leaves of *Abelmoschus manihot* and a sulfated derivative. *Int J Biol Macromol* 107:9-16.
- Rehman A, Hussain K, Zaman MA, Faurk MAZ, Abbas A, Mero WMS, Abbas RZ, Waqas MU, Rani Z, Khan JA, Raza MA, Nadeem M 2023 Effect of coneflower, neem, and thyme extracts on growth performance, blood chemistry, immunity and intestinal microbial population of broilers. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 29(4):107-413.
- Rozenboim I, Mahato J, Cohen NA, Tirosh O 2016 Low protein and high-energy diet: a possible natural cause of fatty liver hemorrhagic syndrome in caged White Leghorn laying hens. *Poult Sci* 95(3):612-621.
- Taşbozan O 2023 Organic aquaculture and organic feeds. *Turk J Agric Food Sci Tech* 11(4):774-779.
- Yang F, Ruan J, Wang T, Luo J, Cao H, Song Y, Huang J, Hu G 2017 Improving effect of dietary soybean phospholipids supplement on hepatic and serum indexes relevant to fatty liver hemorrhagic syndrome in laying hens. *Anim Sci J* 88(11):1860-1869.
- Yitbarek MB 2015 Phytochemicals as feed additives in poultry production: a review. *Int J Extensive Res* 3:49-60.
- Yu JH, Geum NG, Ye JH, Jeong JB 2021 Immuno-enhancing and anti-obesity effect of *Abelmoschus manihot* root extracts. *Korean J Plant Resour* 34(5):411-419.
- Zaefarian F, Abdollahi MR, Cowieson A, Ravindran V 2019 Avian liver: the forgotten organ. *Animals* 9(2):63.
- Zubair AK, Leeson S 1996 Compensatory growth in the broiler chicken: a review. *Worlds Poult Sci J* 52(2):189-201.

Received Dec. 10, 2024, Revised Dec. 12, 2024, Accepted Dec. 12, 2024