



인삼 부산물의 첨가 급여가 고온 스트레스 하 육계의 생산성, 혈액 조성, 장기 발달 및 스트레스 지표에 미치는 영향

이준호¹ · 윤지원² · 김봉기³ · 박희복³ · 임규상³ · 김지혁^{3*}

¹공주대학교 동물자원학과 대학원생, ²공주대학교 동물자원학과 학부생, ³공주대학교 동물자원학과 교수

Effects of Ginseng By-Products Supplementation on Performance, Blood Biochemical Profiles, Organ Development, and Stress Parameter in Broiler under Heat Stress Condition

Jun-Ho Lee¹, Ji-Won Yoon², Bong-Ki Kim³, Hee-Bok Park³, Kyu-Sang Lim³ and Ji-Hyuk Kim^{3*}

¹Graduate Student, Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Republic of Korea,

²Undergraduate Student, Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Republic of Korea,

³Professor, Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Republic of Korea

ABSTRACT This study was performed to investigate the effects of dietary supplementation with ginseng by-products on growth, organ development, blood biochemical profiles, immune response, and stress parameter of broilers reared in high ambient temperatures. One hundred one-day-old male chicks (Ross 308) were used. At week two, the birds were randomly allocated into five dietary groups; control (CON), 0.5% ginseng berry (GB1), 1.0% ginseng berry (GB2), 0.5% ginseng leaves and stems (GLS1), and 1.0% ginseng leaves and stems (GLS2). The temperature was maintained at 32±1°C from 9 AM to 5 PM. Growth, serum immunoglobulins and corticosterone levels were monitored and analyzed. No significant differences among groups were observed in growth. However, during the finisher period (21~35d) and overall period (7~35 d), body weight gain in all supplemented groups tended higher than CON group. Blood biochemical profiles did not significantly differ among treatment groups except in bilirubin level. Serum immunoglobulins and corticosterone level showed no significant differences among groups. IgM and IgG levels were numerically higher in GLS1 than in other groups, but the difference was not significant. Corticosterone level also tended lower in all supplemented groups than in CON group, and larger decreases were observed in groups with higher ginseng by-product concentration. In conclusion, dietary supplementation of ginseng by-products shows potential to reduce heat stress in growing broilers with no negative effect on productivity.

(Key words: ginseng berry, performance, blood profile, heat stress, broiler)

서론

고온 스트레스는 가금 사육에 있어서 가장 위험한 요소들 중 하나이다. 고온 환경은 육계의 증체량과 사료섭취량의 감소, 사료요구율과 폐사율 증가 등 부정적인 영향을 미친다(Quinteiro-Filho et al., 2010; Liu et al., 2020). 또한 고온 스트레스에 노출된 육계는 도계 시 가슴육의 pH가 높고 지속적인 근육 대사로 인해 PSE육(pale, soft, exudative)이 발생될 수 있다고 보고되었다(Gregory, 2010).

고온 스트레스는 육계 체내 활성산소종 생산과 항산화 작용의 균형 유지를 방해한다(Lin et al., 2006). 활성산소종

(Reactive Oxygen Species)은 호흡과정에서 흡입한 산소 중 2~3%가 유독한 물질로 전환된 것들을 말한다. 활성산소종이 과하게 축적될 경우 세포 손상, 돌연변이, 암 발생, 노화 촉진 등의 부작용이 일어난다(Dröge, 2002). 식물체에는 활성산소종을 제거하는 항산화 활성을 가진 물질들이 함유되어 있기에(Cho et al., 2015) 식물의 항산화 효과를 이용한 육계의 고온 스트레스 저감 연구들이 수행되어 왔다. 열대 식물인 노니를 첨가한 사료를 고온 환경 내 육계에 급여하였을 경우 스트레스 지표인 corticosterone의 생성을 억제시키는 효과가 있다고 보고되었다(Rajaei-Sharifabadi et al., 2017). 또한 고온 스트레스를 받는 육계에 바나나 껍질을 첨

* To whom correspondence should be addressed : jihyuk@kongju.ac.kr

가 급여하였을 때 nitrogen retention의 증가가 일어났다(Hernawan and Abun, 2014). *Spirulina platensis*의 첨가 급여는 육계의 생산성과 면역활성을 증가시켰다는 보고도 있었다(Zeweil et al., 2016).

약용식물들 중 인삼은 항산화 기능을 비롯한 다양한 생리활성을 가진 사포닌이 함유되어 있어 많이 이용되어져 왔다. 인삼은 근육 이완, 항스트레스, 항염증의 효과를 가지고 있고 간을 보호하며 혈압을 낮추는 기능을 한다(Ao et al., 2011). 진세노사이드(ginsenoside)라고 하는 인삼 내 사포닌은 뿌리보다 잎과 줄기, 그리고 열매인 진생베리에 함유량이 더 높은 것으로 알려졌다(Xie et al., 2002). 또한 진생베리와 인삼잎은 공복혈당의 수치를 낮추고 체내 인슐린 합성을 개선하며, 뿌리보다 당노 예방에 더 효과적인 것으로 보고되었다(Attele et al., 2002; Dey et al., 2003). Sandner et al.(2020)은 인삼 추출물을 사료에 첨가하여 육계에 급여하였을 경우 진세노사이드가 열충격 단백질 생성 감소 등 고온 스트레스로 인해 생기는 부정적인 생리적 영향들을 감소시켰다고 보고하였다.

본 실험은 인삼 재배 부산물인 진생베리와 잎·줄기를 고온 스트레스 환경의 육계 사료에 첨가하였을 때 육계의 생산성, 주요 장기 발달, 혈액 생화학 특성, 면역활성 및 스트레스 지표에 미치는 영향 등을 조사하여 가금용 기능성 사료 첨가 물질로서의 이용 가능성을 조사하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료 및 실험설계

1) 공시재료

진생베리 첨가물은 원심분리 후 씨를 제거한 과육을 냉동보관하였다가 해동 후 거즈 4겹으로 여과하여 추출물의 수분을 분리하였다. 이후 110℃ 드라이오븐에서 72시간동안 건조한 후 1 mm 이하로 분쇄하여 제조하였다. 인삼 줄기와 잎은 자연 건조 후 세절하여 1 mm 이하로 분쇄하여 이용하였다.

2) 실험설계 및 사양관리

실험은 1일령 육계(Ross 308) 수컷 100수를 이용하여 5주간 실시하였으며, 육계용 3단 배터리 케이지(W751 × D620 × H520 cm)에서 사육하였다. 첫 1주간은 32℃에서 사육하며 동일한 기초사료를 급여하였다. 기초사료는 NRC 사양표

준(1994)에 준하여 배합된 시판 사료를 이용하였고(Table 1), 1~3주령(전기)에는 크럼블, 4~5주령(후기)에는 펠릿 형태로 급여하였다.

2주차부터 오전 9시부터 오후 5시까지 8시간동안 32±1℃를 유지하였고 이후 16시간은 28±1℃를 유지하도록 하였으며, 실험 종료일까지 처리구별로 실험사료를 급여하였다. 처리구는 대조구(CON), 진생베리 0.5% 첨가구(GB1), 1.0% 첨가구(GB2), 인삼 잎·줄기 0.5% 첨가구(GLS1), 1.0% 첨가구(GLS2)로 나누었으며, 총 5처리 4반복, 반복당 5수로 배치하였다.

물과 사료는 자유채식(*ad libitum*) 시켰으며 점등은 24시간 연속점등, 습도는 60% 이상으로 조절하였다. 본 실험은 공주대학교 동물실험윤리위원회의 규정에 따라 승인을 받아 실시하였다(KNU 2021-05).

2. 분석항목

1) 생산성

증체량과 사료섭취량은 매주 7일 간격으로 동일한 시간대에 체중과 사료잔량을 측정하여 구하였고, 사료요구율은 체중 증가에 소요된 사료섭취량의 비율로 계산하였다. 산출된 각 지표들은 전기(1~3주령), 후기(4~5주령), 및 전기간(1~5주령)으로 구분하여 표시하였다.

2) 혈청 생화학 분석

35일령에 평균 체중에 가까운 육계들을 처리구당 5수씩 선발하여 익하정맥에서 약 5 mL의 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 plain tube에 옮긴 후 3000 rpm으로 10분간 원심분리하여 혈청 생화학치를 분석하였다. 분석은 혈액 자동분석기(AU840 Chemistry Analyzer, Beckman Coulter Inc., CA, USA)를 이용하였다.

분석항목은 총단백질(total protein), 알부민(albumin), 총 빌리루빈(total bilirubin), 글루코오스(glucose), 혈중요소질소(blood urea nitrogen), 크레아티닌(creatinine), Aspartate Aminotransferase(AST), Alanine Aminotransferase(ALT), 콜레스테롤(cholesterol), 중성지방(triglyceride) 등 총 10개였다.

3) 혈구 분석

실험종료일에 평균 체중에 가까운 닭들을 처리구당 5수씩 선발하여 익하정맥에서 약 3 mL의 혈액을 채취하여 EDTA가 첨가된 튜브에 옮겨 보관하였다가 분석하였다.

분석항목은 적혈구수(RBC), 헤모글로빈(HGB), 적혈구용

Table 1. Ingredients and nutrient composition of basal diets

Items	Grower	Finisher
Ingredients (%)		
Corn	54.00	54.36
Wheat	6.00	6.00
Wheat bran	2.00	4.00
Soybean meal	20.00	17.14
Rapeseed meal	3.00	3.00
DDGS	8.00	8.00
Corn gluten	0.13	0.00
Feather meal	2.00	2.00
Tallow	1.30	1.80
Lysine-HCl (78%)	1.45	1.20
DL-Methionine (99%)	0.32	0.29
Salt	0.14	0.14
Limestone	1.04	1.46
NSP enzyme	0.06	0.05
Mineral premix ¹	0.20	0.20
Vitamin premix ²	0.04	0.04
Choline chloride	0.05	0.05
Monocalcium phosphate	0.20	0.20
Phytase	0.01	0.01
Antibiotics alternatives	0.05	0.05
Coccidiostat	0.01	0.01
Total	100.00	100.00
Chemical composition		
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,100	3,150
Crude protein (%)	20.06	18.85
Calcium (%)	0.89	1.00
Available phosphorus (%)	0.39	0.38
Lysine (%)	1.25	1.11
Methionine (%)	0.59	0.55
Sulfur-containing amino acids (%)	0.97	0.91
Threonine (%)	0.75	0.73
Tryptophan (%)	0.22	0.21

¹ Provided per kg of diet: Fe, 60 mg; Cu, 10 mg; Zn, 80 mg; Mn, 110 mg; Iodine, 0.48 mg; Se, 0.40 mg.

² Provided per kg of diet: vitamin A, 10,000 IU; vitamin D₃, 2,500 IU; vitamin E, 20 IU; vitamin B₁, 1.5 mg; vitamin B₂, 5.0 mg; vitamin B₆, 0.15 mg; vitamin B₁₂ 0.02 mg; choline, 300 mg; pantothenate, 12 mg; nicotinic acid, 50 mg; biotin, 0.15 mg; folic acid, 1.5 mg.

적률(HCT), 평균 적혈구 용적(MCV), 평균적혈구색소량(MCH), 헤모글로빈 농도(MCHC), 혈소판(PLT), Red Cell distribution width-coefficient of variation(RDW-CV), Red Cell distribution Width(RDW-SD), 백혈구 수(WBC),

lymphocyte, heterophil, monocyte, eosinophil, basophil 등 14 개였으며, 자동혈구분석기(HEMAVET, 950FS, Oxford, UK)를 이용하였다.

4) 혈청 내 Immunoglobulin 및 Corticosterone 함량 분석

채취한 혈청에서 면역글로불린 (IgA, IgM, IgG)와 Corticosterone 함량을 측정하였다. 분석은 각각 Chicken IgA, IgM, IgG ELISA Kit(MyBio Source, Inc, San Diego, CA, USA)와 Chicken Corticosterone ELISA Kit(Wuhan Fine Biotech Co. Ltd., Wuhan, China)를 이용하였다.

5) 장기 발달

혈액을 채취한 닭들을 도계하여 심장, 간, 췌장, 비장, 근위 F낭 등 주요 장기의 무게를 측정하였다. 각 장기의 무게는 생체중 100 g당 무게로 환산하여 비교하였다.

3. 통계분석

통계분석은 SAS 통계 패키지(Statistics Analytical System ver. 9.3)를 이용하여 one-way ANOVA분석을 하였으며, 처리구간 비교는 Duncan's multiple range test로 5% 유의 수준

에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 생산성

사육 전기에는 육계의 생산성에 대한 유의차가 나타나지 않았다. 사육 후기와 전기간을 분석했을 때에는 CON에 비하여 다른 처리구에서 증체량과 사료요구율이 개선되는 경향을 보였으나 통계적 유의차는 볼 수 없었다(Table 2).

이는 육계 사료에 인삼첨가구와 대조구를 고온환경에 노출시킨 시간(0, 2, 4, 6 hr)에 따라 증체량에서 유의차가 없었던 Ibrahim and Al-Muslimawi(2019)의 실험과 유사하였다. 그러나 인삼을 육계에 첨가 급여한 다른 선행 연구들에서는 다양한 결과를 나타냈다.

Bong et al.(2011)은 홍삼박을 육계에 첨가 급여하였을 때 고온 환경에서 홍삼박 처리구가 대조구보다 증체량이 낮아

Table 2. Effect of dietary supplementation of ginseng by-products on body weight gain, feed intake, feed conversion ratio and mortality in broilers under heat stress condition

Items	Treatments ²					SEM ¹
	CON	GB1	GB2	GLS1	GLS2	
Grower (1~3 wk)						
Weight gain (g/bird)	928.5	922.5	918.3	940.8	927.0	31.23
Feed intake (g/bird)	1,265	1,268	1,280	1,296	1,281	35.23
FCR (feed/gain)	1.36	1.38	1.40	1.38	1.39	0.056
Mortality	0	0	0	0	0	-
Finisher (4~5 wk)						
Weight gain (g/bird)	816.8	890.8	916.3	887.0	876.3	89.57
Feed intake (g/bird)	1,544	1,543	1,529	1,574	1,543	59.50
FCR (feed/gain)	1.90	1.74	1.67	1.80	1.77	0.146
Mortality	4	0	0	4	4	6.197
Overall (1~5 wk)						
Weight gain (g/bird)	1745	1813	1835	1828	1803	102.64
Feed intake (g/bird)	2,809	2,811	2,809	2,870	2,824	90.98
FCR (feed/gain)	1.61	1.55	1.53	1.58	1.57	0.070
Mortality	4	0	0	4	4	6.197

¹ SEM, standard error of means.

² CON, basal diet; GB1, basal diet + ginseng berry 0.5%; GB2, basal diet + ginseng berry 1.0%; GLS1, basal diet + ginseng leaves and stems 0.5%; GLS2, basal diet + ginseng leaves and stems 1.0%.

지는 경향을 보였다고 하였다. 그러나 Yan et al.(2011)은 육계 사료에 0.1%의 인삼을 첨가한 경우 증체량과 사료섭취량이 늘었고, 0.3%의 인삼을 첨가한 경우에는 대조구보다 증체량이 낮아지고 사료섭취량이 비슷하였다고 보고하였다. Milgate and Roberts(1995)는 그 이유를 사포닌의 쓴맛이 사료섭취량과 증체량을 떨어뜨리기 때문일 것으로 추측하였다.

사포닌을 함유한 다른 식물들과 비교해 보면, 고온 환경에 노출된 육계에 바나나껍질을 첨가한 사료를 급여한 실험에서는 생산성에 영향이 없었다(Hernawan and Abun, 2014). Zeweil et al.(2016)은 *Spirulina platensis*를 육계에 사료에 첨가하면 사료섭취량이 낮아졌으나 증체량과 사료요구율에는 변화가 없다고 보고하였다. Sugito et al.(2020)은 육계에 버드나무 잎 추출물을 음수에 첨가하여 고온 환경에서 실험한 경우 사료요구율이 높아지는 경향을 보였으나 유의차가 나타나지는 않았다고 보고하였다.

Jenkins and Atwal(1994)은 사포닌의 종류와 첨가량에 따라 증체량과 사료섭취량이 증가하거나 감소한다고 하였으며, 사포닌이 사료 내 비타민 A, E 등 필수영양소의 흡수를 방해하여 증체량을 떨어뜨리는 것으로 추측된다고 보고하였다.

이와 같이 사포닌이 육계의 생산성에 미치는 효과는 사포닌을 함유한 식물의 종류와 첨가 수준에 따라 그 결과가 달라질 수 있는 것으로 보이며, 고온환경 하의 육계에서 인삼 부산물을 급여 효과를 보다 명확히 구명하기 위해서는 농장 수준의 사육환경에서 첨가 수준 및 급여방법 변경 등을 통한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2. 장기 발달

주요 장기의 무게는 모든 항목에서 처리구간 유의차가 나타나지 않았으나, 근위의 무게가 CON이 다른 처리구들에 비해 높은 경향을 보였다(Table 3).

이는 육계에 사포닌을 배합한 사료를 급여한 실험과 *Yucca* 추출물 배합사료를 급여한 실험에서 근위의 무게가 대조구가 다른 처리구보다 높은 것과 유사하였다(Miah et al., 2004; Begum et al., 2015). 하지만 본 실험에서는 CON의 증체량이 다른 처리구보다 낮은 경향을 보였기 때문에 체중 대비 환산에서 다소 높게 나온 결과로 사료된다. 사육 적온(20℃) 환경에서 육계에게 진생베리와 인삼 잎·줄기를 첨가한 사료를 급여한 선행 연구에서도 처리구들 간 장기 무게에 유의차를 보이지 않아(Lee et al., 2021), 섭취한 인삼 부산물이 주요 장기 발달에 부정적인 영향을 나타내지 않은 것으로 판단된다.

3. 혈청 생화학 및 혈구 성분

고온 환경 하에서 인삼 부산물을 급여한 육계의 혈청 생화학 및 혈구 분석에서는(Table 4, 5) GLS2의 총 빌리루빈 함량이 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$) 그 외의 항목에서는 유의차를 볼 수 없었다.

혈청 내 총 빌리루빈 함량은 간의 질병 유무를 예측하는 성분으로 0.2~1.2 mg/dL 이 정상범위로 알려져 있다(Lee et al., 2013). 또한 빌리루빈은 항산화 효과를 가지고 있어 정상 범위 내 농도가 높을수록 심혈관 질환을 예방하는 효과가 있다고 보고되었다(Moon et al., 2008). 본 실험에서도 GLS2의 총 빌리루빈 함량이 정상 범위 안에서 높은 수치를 보여 간에 부정적인 영향 없이 혈액 내 빌리루빈 농도에

Table 3. Effect of dietary supplementation of ginseng by-products on organ weight in broilers under heat stress condition

Items	Treatments ²					SEM ¹
	CON	GB1	GB2	GLS1	GLS2	
Heart (g/100g BW)	0.39	0.34	0.36	0.34	0.37	0.045
Liver (g/100g BW)	2.66	2.19	2.37	2.00	2.53	0.562
Pancreas (g/100g BW)	0.17	0.17	0.17	0.16	0.19	0.028
Spleen (g/100g BW)	0.10	0.06	0.13	0.11	0.09	0.063
Gizzard (g/100g BW)	1.21	1.11	1.07	1.03	1.10	0.109
Bursa of fabricius (g/100g BW)	0.11	0.13	0.08	0.09	0.10	0.041

¹ SEM, standard error of means.

² CON, basal diet; GB1, basal diet + ginseng berry 0.5%; GB2, basal diet + ginseng berry 1.0%; GLS1, basal diet + ginseng leaves and stems 0.5%; GLS2, basal diet + ginseng leaves and stems 1.0%.

Table 4. Effect of dietary supplementation of ginseng by-products on serum biochemical characteristics in broilers under heat stress condition

Items ³	Treatments ²					SEM ¹
	CON	GB1	GB2	GLS1	GLS2	
TP (g/dL)	3.18	3.30	2.92	3.23	2.95	0.598
ALB (g/dL)	1.12	1.15	0.95	1.08	0.97	0.264
T.BIL (mg/dL)	0.85 ^b	0.87 ^b	0.78 ^b	0.90 ^b	1.15 ^a	0.187
GLU (mg/dL)	250.2	236.8	219.3	269.8	263.7	30.80
BUN (mg/dL)	1.50	1.08	1.17	0.72	0.95	0.478
CREAT (mg/dL)	0.10	0.10	0.10	0.08	0.10	0.018
AST (U/L)	350.2	336.5	433.5	370.2	388.8	98.87
ALT (U/L)	1.33	1.30	1.40	1.40	1.55	0.647
CHOL (mg/dL)	181.0	178.5	155.0	173.0	174.2	31.22
TG (mg/dL)	73.8	79.3	63.8	89.3	64.0	40.79

^{a,b} Values with different superscript within the same row significantly differ ($P < 0.05$)

¹ SEM, standard error of means.

² CON, basal diet; GB1, basal diet + ginseng berry 0.5%; GB2, basal diet + ginseng berry 1.0%; GLS1, basal diet + ginseng leaves and stems 0.5%; GLS2, basal diet + ginseng leaves and stems 1.0%.

³ TP, total protein; ALB, Albumin; T.Bil, Total bilirubin; GLU, glucose; BUN, blood urea nitrogen; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase; CHOL, cholesterol; TG, triglycerides.

Table 5. Effect of dietary supplementation of ginseng by-products on erythrocyte and leukocytes profile in broilers under heat stress condition

Items ³	Treatments ²					SEM ¹
	CON	GB1	GB2	GLS1	GLS2	
Erythrocyte						
RBC (K/ μ L)	1.87	1.65	1.69	1.80	1.78	0.134
HGB (g/ μ L)	5.93	5.35	5.43	5.78	5.87	0.499
HCT (%)	25.7	22.6	24.2	25.1	24.4	1.831
MCV (fL)	130.3	124.9	129.7	128.2	125.2	4.267
MCH (g/dL)	30.0	29.7	29.1	29.6	125.2	4.267
MCHC (g/dL)	23.0	23.7	22.5	23.1	24.0	0.933
PLT (K/ μ L)	44.2	52.3	45.3	44.7	54.7	13.21
RDW-CV (%)	9.48	9.23	9.57	9.88	9.48	0.649
RDW-SD (%)	12.7	11.8	12.8	12.8	12.2	0.999
Leukocytes						
WBC (K/ μ L)	21.3	18.2	30.4	23.0	20.4	7.163
Lymp (K/ μ L)	35.7	39.0	26.0	39.0	33.0	15.67
Neut (K/ μ L)	49.7	38.7	48.5	39.7	39.8	15.04
Mono (K/ μ L)	13.5	15.7	13.5	11.7	6.67	7.373
Eo (K/ μ L)	1.17	6.67	12.0	9.67	20.5	7.785

¹ SEM, standard error of means.

² CON, basal diet; GB1, basal diet + ginseng berry 0.5%; GB2, basal diet + ginseng berry 1.0%; GLS1, basal diet + ginseng leaves and stems 0.5%; GLS2, basal diet + ginseng leaves and stems 1.0%.

³ RBC, red blood cell count; HGB, hemoglobin; HCT, hematocrit; MCV, mean corpuscular volume; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration; PLT, platelets; RDW- CV, red cell distribution width-coefficient of variation; RDW-SD, red cell distribution width; WBC, white blood cell count; Lymp, lymphocyte; hetero, heterophil; Mono, monocyte; Eo, eosinophil; Baso, basophil.

영향을 미친 것으로 사료된다.

혈청 콜레스테롤 함량은 처리구간 유의차는 얻지 못하였으나, 인삼부산물 처리구가 CON보다 낮은 경향을 보였다. Tadele(2015)의 연구에 따르면 사포닌은 체내 혈중 콜레스테롤 감소에 효과를 보인다고 하였다. Kim(2014)은 홍삼박 첨가 사료가 육계의 혈중 콜레스테롤 수치를 낮춘다고 보고하였다. 그 이유로써 식물의 flavonoid 성분이 지질 대사에 관여해 콜레스테롤 수치를 낮춘다고 주장하였다. 사포닌은 혼합 micelles을 형성해 담즙의 장내 순환에 영향을 주어 콜레스테롤의 수치를 낮춘다는 연구도 있다(Abdulkarimi et al., 2011). 그러나 앞서 언급한 선행연구들은 고온 스트레스 환경이 아닌 적온 환경에서 수행되었다. Keatinge et al.(1986)은 고온 스트레스가 혈중 콜레스테롤을 14% 높인다고 보고하였는데, 본 실험의 인삼 부산물 처리구에서는 혈중 콜레스테롤이 낮아지는 경향을 보였다. 이를 볼 때, 인삼 부산물의 첨가 수준이나 환경 요인 등에 따라 혈중 콜레스테롤 농도 조절에 효과가 있을 것으로 사료된다.

4. 혈청 내 Immunoglobulin 및 Corticosterone 수준

통계적인 유의차를 보이지는 않았으나 면역 글로블린인 IgM과 IgG가 모든 처리구에서 CON에 비하여 높아지는 경향을 보였다. 또한 corticosterone 수치는 CON에 비하여 인삼 부산물 처리구에서 낮아지는 경향을 보였다(Table 6). Corticosterone 수준의 경우, 처리구 간에 수치상 큰 차이를 보였음에도 유의차는 얻지 못하였는데 이는 분석치들의 variation이 큰 것에 기인한 결과로 사료된다.

IgM은 IgG의 생산을 용이하게 하고 외부에서 오는 항원에 대하여 제일 먼저 면역반응을 일으키며 후속 면역반응의 발현을 억제하는 기능을 한다(Human et al., 2019). Liou et

al.(2004)은 인삼은 혈중 Immunoglobulin의 농도를 증가시키나 인삼 첨가량이 0.4%인 경우 IgA의 농도가 낮아진다고 보고하였다. Oura et al.(1975)은 인삼에 의해 혈중 알부민이나 감마글로블린등의 단백질 합성이 증가된다고 보고하였다. 그러나 Seol et al.(2010)의 보고에 따르면 육계에서 산삼배양액 급여 시 혈액 내 면역글로블린 수치가 대조구에 비하여 증가하거나 감소하는 경향을 보였다.

본 실험에서 corticosterone에 대한 분석 결과는 chronic stress 환경 하에서 인삼 첨가 사료를 급여한 쥐에서 corticosterone 수치가 감소한 Rai et al.(2003)의 연구 결과와 비슷하였다. 인삼 사포닌을 쥐에게 급여하여 45°C의 환경에 15분간 노출시킨 실험에서도 corticosterone 수치가 낮아지는 경향을 보였으나 유의차는 나타나지 않았다(Yuan et al., 1989).

Kim et al.(2002)은 진세노사이드가 시상하부와 뇌하수체 부신 축의 corticosterone 분비를 낮춘다고 보고하였다. 또한 진세노사이드의 종류와 급여 방법, 그리고 스트레스의 원인에 따라 작용기전이 다를 수 있다고 주장하였다. 이러한 사실들을 고려하면, 인삼 부산물의 첨가 급여는 육계의 혈청 내 corticosterone 감소에 긍정적인 효과가 있을 것으로 사료된다.

결과들을 종합할 때, 고온 스트레스 환경 하에서 육계 사료 내 진생베리와 같은 인삼 부산물의 첨가 급여는 닭의 성장과 생리 및 대사에 부정적인 영향 없이 생산성 개선, 혈중 콜레스테롤 및 corticosterone 감소에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 보이며, 실험실 환경이 아닌 대규모 밀집사육으로 환경스트레스 요인이 많은 농장 수준의 사육 환경에서는 그 효과가 보다 크게 나타날 것으로 기대된다. 결론적으로 진생베리 및 인삼 잎·줄기는 고온 환경 하에서 육계의 기능성 사료 첨가제로 활용할 잠재력이 있을 것으로 보이며

Table 6. Effect of dietary supplementation of ginseng by-products on serum immunoglobulin and corticosterone level in broilers under heat stress condition

Items ³	Treatments ²					SEM ¹
	CON	GB1	GB2	GLS1	GLS2	
IgM (mg/mL)	7.22	9.47	21.0	22.8	15.8	11.48
IgG (mg/mL)	7.38	20.4	31.5	32.2	15.2	22.96
IgA (mg/mL)	256.6	250.5	235.0	213.5	226.9	29.52
Corticosterone (mg/mL)	680.3	620.1	324.3	611.5	445.4	347.7

¹ SEM, standard error of means.

² CON, basal diet; GB1, basal diet + ginseng berry 0.5%; GB2, basal diet + ginseng berry 1.0%; GLS1, basal diet + ginseng leaves and stems 0.5%; GLS2, basal diet + ginseng leaves and stems 1.0%.

이를 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Ji-Hyuk Kim <https://orcid.org/0000-0002-6266-2160>

적 요

본 연구는 인삼 부산물 첨가 급여가 고온에서 사육된 육계의 생산성, 장기 발달, 혈액생화학적 특성, 면역반응 및 스트레스 지표에 미치는 영향을 구명하기 위해 실시하였다. 총 100수의 1일령 수컷 병아리(Ross 308)를 공시하여 5주간 육계용 실험 케이지에서 사육하였다. 첫 일주일간은 동일한 초기사료를 급여하였고, 2주차부터 대조구(CON), 진생베리 0.5% 첨가(GB1), 진생베리 1.0% 첨가(GB2), 인삼 잎·줄기 0.5% 첨가(GLS1), 인삼 잎·줄기 1.0% 첨가(GLS2), 총 5개의 시험구에 임의배치 하였다. 환경 온도는 매일 오전 9시부터 오후 5시까지 32±1℃, 이후 시간은 28±1℃를 유지하였고, 사료와 물은 자유채식 시켰다. 생산성은 처리구들 간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 사육후기(21~35일)와 전 기간(7~35일)에는 증체량이 모든 첨가급여구들에서 CON보다 높은 경향을 보였다. 혈액 생화학적 특성은 빌리루빈 수치를 제외하고는 시험구들 간에 유의한 차이가 없었다. 혈청 면역글로불린과 코르티코스테론 수치는 시험구들 간에 유의차가 나타나지 않았으나, 코르티코스테론 함량이 CON보다 첨가급여구들에서 첨가수준에 따라 감소하는 경향이 나타났다. 결론적으로, 인삼 부산물의 사료 내 첨가급여는 육계의 생산성 및 각종 생리지표에 부정적인 영향을 미치지 않으면서 성장기 육계의 고온 스트레스 저감에 긍정적인 효과가 기대되어 향후 지속적인 관심과 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

(색인어 : 진생베리, 생산성, 혈액 특성, 고온 스트레스, 육계)

사 사

본 연구는 한국연구재단 기본연구사업(과제번호 2020-0471-01)의 지원을 받아 수행되었음.

ORCID

Jun-Ho Lee <https://orcid.org/0000-0001-7143-1623>
 Ji-Won Yoon <https://orcid.org/0000-0002-4251-9551>
 Bong-Ki Kim <https://orcid.org/0000-0002-5229-7294>
 Hee-Bok Park <https://orcid.org/0000-0002-9418-1898>
 Kyu-Sang Lim <https://orcid.org/0000-0001-5406-266X>

REFERENCES

- Abdulkarimi R, Daneshyar M, Aghazadeh A 2011 Thyme (*Thymus vulgaris*) extract consumption darkens liver, lowers blood cholesterol, proportional liver and abdominal fat weights in broiler chickens. *Ital J Anim Sci* 10(2):101-105.
- Ahmad T, Khalid T, Mushtaq T, Mirza MA, Nadeem A, Babar ME, Ahmad G 2008 Effect of potassium chloride supplementation in drinking water on broiler performance under heat stress conditions. *Poult Sci* 87(7):1276-1280.
- Ao X, Zhou TX, Kim HJ, Hong SM, Kim IH 2011 Influence of fermented red ginseng extract on broilers and laying hens. *Asian-Aust J Anim Sci* 24(7):993-1000.
- Attele AS, Zhou YP, Xie JT, Wu JA, Zhang L, Dey L, Pugh W, Rue PA, Polonsky KS, Yuan CS 2002 Antidiabetic effects of *Panax ginseng* berry extract and the identification of an effective component. *Diabetes* 51(6):1851-1858.
- Begum M, Hossain MM, Kim IH 2015 Effects of caprylic acid and *Yucca schidigera* extract on growth performance, relative organ weight, breast meat quality, haematological characteristics and caecal microbial shedding in mixed sex Ross 308 broiler chickens. *Vet Med* 60(11):635-643.
- Bong MH, Ji SY, Park JC, Moon HK, Lee SC, Lee JH, Hong JK 2011 Effect of feeding plum and red ginseng marc on vital reaction in broiler stress. *Korean J Poult Sci* 38(3):213-223.
- Cho M, Lee JS, Lee S, Son YK, Bae CH, Yeo JH, Lee HS, MA JG, Lee OH, Kim JY 2015 Antioxidant activity of 11 species in Korean native forest plants. *Korean J Food Nutr* 28(6):1098-1106.
- Dey L, Xie JT, Wang A, Wu J, Maleckar SA, Yuan CS 2003 Anti-hyperglycemic effects of ginseng: comparison between root and berry. *Phytomedicine* 10(6-7):600-605.
- Dröge W. 2002 Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* 82(1):47-95.
- Ghazalah AA, Abd -Elsamee MO, Ali AM 2008 Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat therm. *Int J Poult Sci* 7(4):355-359.
- Gregory NG 2010 How climatic changes could affect meat quality. *Food Res Int* 43(7):1866-1873.

- Hernawan E, Abun 2014 Effect of banana peel application in ration on hematological level, nitrogen retention and body weight gain of heat exposed broiler chicken. *Anim Sci* 57:101-107.
- Humam AM, Loh TC, Foo HL, Samsudin AA, Mustapha NM, Zulkifli I, Izuddin WI 2019 Effects of feeding different postbiotics produced by *Lactobacillus plantarum* on growth performance, carcass yield, intestinal morphology, gut microbiota composition, immune status, and growth gene expression in broilers under heat stress. *Animals* 9(9):644.
- Ibrahim DK, AL-Muslimawi NA 2019 Effect of early exposure to heat and addition of ginseng extract on production traits in broiler chicks. *Biochem Cell Arch* 19(1):1683-1686.
- Jenkins KJ, Atwal AS 1994 Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols, and availability of vitamins A and E in the chick. *J Nutr Biochem* 5(3):134-137.
- Keatinge WR, Susan Coleshaw MR, Easton JC, Cotter F, Martin Mattock MB, Chelliah R 1986 Increased platelet and red cell counts, blood viscosity, and plasma cholesterol levels during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *Am J Med* 81(5):795-800.
- Kim DH, Min SK, Son BK, Lee SK, Song DK 2002 Effects of ginseng saponin on the stress-induced plasma corticosterone levels in mice. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 41(3):389-398.
- Kim YJ 2014 Effects of dietary supplementation of red ginseng mare and Korean mistletoe powder on performance and meat quality of broiler chicken. *Korean J Poultry Sci* 41(3):197-204.
- Lee JH, Park HS, Song JY, Kim BK, Park HB, Kim JH 2021 Effects of dietary supplementation of ginseng by-products on growth performance, organ weight and blood biochemical characteristics in broiler. *Korean J Poultry Sci* 48(4):267-275.
- Lee SB, Lee Y, Cho SK 2013 Effect of feeding the *Glycyrrhiza uralensis* Fisch powder on the productivity and serum contents in broiler chicken. *Anim Biotechnol Bull* 5:29-41.
- Lin H, Decuyper E, Buyse J 2006 Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. *Comp Biochem Physiol: Mol Integr Physiol* 144(1):11-17.
- Liou CJ, Li ML, Tseng J 2004 Intraperitoneal injection of ginseng extract enhances both immunoglobulin and cytokine production in mice. *Am J Chin Med* 32(1):75-88.
- Liu L, Ren M, Ren K, Jin Y, Yan M 2020 Heat stress impacts on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. *Poult Sci* 99(11):6205-6211.
- Miah M, Rahman M, Islam M, Monir M 2004 Effects of saponin and L-carnitine on the performance and reproductive fitness of male broiler. *Int J Poultry Sci* 3(8):530-533.
- Milgate J, Roberts DCK 1995 The nutritional & biological significance of saponins. *Nutr Res* 15(8):1223-1249.
- Moon JS, Chang J, Lee CH, Lee JE, Chun KA, Yoon JS, Cho IH, Lee HW, Won KC 2008 Relationship between serum bilirubin levels and coronary atherosclerosis in patients with type 2 Diabetes. *Kor Diabetes J* 32(4):338-345.
- Ncho CM, Jeong C, Gupta V, Goel A 2021 The effect of gamma-aminobutyric acid supplementation on growth performances, immune responses, and blood parameters of chickens reared under stressful environment: a meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res* 28:45019-45028.
- Oura H, Hiai S, Odaka Y, Yokozawa T 1975 Studies on the biochemical action of ginseng saponin: I. Purification from ginseng extract of the active component stimulating serum protein biosynthesis. *J Biochem* 77(5):1057-1065.
- Quinteiro-Filho WM, Ribeiro A, Ferraz-de-Paula V, Pinheiro ML, Sakai M, Sá LRM, Ferreira AJP, Palermo-Neto J 2010 Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poult Sci* 89(9):1905-1914.
- Rai D, Bhatia G, Sen T, Palit G 2003 Anti-stress effects of ginkgo biloba and *Panax ginseng*: a comparative study. *J Pharmacol Sci* 93(4):458-464.
- Rajaei-Sharifabadi H, Ellestad L, Porter T, Donoghue A, Bottje WG, Dridi S 2017 Noni (*Morinda citrifolia*) modulates the hypothalamic expression of stress- and metabolic-related genes in broilers exposed to acute heat stress. *Front Genet* <https://doi.org/10.3389/fgene.2017.00192>
- Sandner G, Mueller AS, Zhou X, Stadlbauer V, Schwarzinger B, Schwarzinger C, Wenzel U, Van-der-klijs JD, Hirtenlehner S, Aumiller T, Weghuber J 2020 Ginseng extract ameliorates the negative physiological effects of heat stress by supporting heat shock response and

- improving intestinal barrier integrity: evidence from studies with heat-stressed caco 2 cells, *C. elegans* and growing broilers. *Molecules* 25(4):835.
- Seol JW, Park JH, Chae JS, Kang HS, Ryu KS, Kang CS, Park SY 2010 Effect of tissue culture medium waste after harvest of Korean wild ginseng on growth performance and diseases resistance in broiler chickens. *Kor J Vet Res* 50(2):85-91.
- Shakeri M, Oskoueian E, Le HH, Shakeri M 2020 Strategies to combat heat stress in broiler chickens: unveiling the roles of selenium, vitamin E and vitamin C. *Vet Sci* 7(2):71.
- Sugito S, Rahmi E, Delima M, Nurliana N, Rusli R, Isa M 2020 Effect of *Salix tetrasperma* Roxb. extract on the value of feed conversion ratio, carcass weight, and abdominal fat content of broiler chicken with heat stress condition. *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences.
- Tadele Y 2015 Important anti-nutritional substances and inherent toxicants of feeds. *Food Sci Qual Manag* 36:40-47.
- Xie JT, Zhou YP, Dey L, Attele AS, Wu JA, Gu M, Polonsky KS, Yuan CS 2002 Ginseng berry reduces blood glucose and body weight in db/db mice. *Phytomedicine* 9(3):254-258.
- Yan L, Meng QW, Lee JH, Wang JP, Kim IH 2011 Effects of dietary wild-ginseng adventitious root meal on growth performance, blood profiles, relative organ weight and meat quality in broiler chickens. *Asian-Aust J Anim Sci* 24(2):258-263.
- Yuan WX, Wu XJ, Yang FX, Shang XH, Zhang LL 1989 Effects of ginseng root saponins on brain monoamines and serum corticosterone in heat-stressed mice. *Zhongguo Yao Li Xue Bao* 10(6):492-496.
- Zeweil H, Abaza IM, Zahran SM, Ahmed MH, Haiam M, Aboul-Ela, Asmaa AS 2016 Effect of *Spirulina platensis* as dietary supplement on some biological traits for chickens under heat stress condition. *Asian J Pharm Sci* 6(56):8-12.

Received Nov. 25, 2022, Revised Dec. 27, 2022, Accepted Dec. 28, 2022