

Production of Lignan-Rich Eggs as Functional Food by Supplementing *Schisandra chinensis* By-Product in Laying Hens

Hye Mi Kang¹, Eun Ji Park¹, Sun Young Park², Dae Youn Hwang³, Jong-Choon Lee⁴, Myunghoo Kim⁵, Young Whan Choi^{1*}

¹Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Myrang 50463, Korea

²Bio-IT Fusion Technology Research Institute, Pusan National University, Busan 46241, Korea

³Department of Biomaterials Science (BK21 FOUR Program), Pusan National University, Miryang 50463, Korea

⁴Arimegg, Geochang-gun, Gyeongsangnam-do, Geochang 50114, Korea

⁵Department of Animal Science, Pusan National University, Myrang 50463, Korea

Received October 12, 2023 /Revised December 1, 2023 /Accepted December 5, 2023

Laying hens are known to be able to 'bio-accumulate' the health-promoting ingredients of their diet into eggs. The purpose of this study was to characterize lignan-rich eggs as functional food fed with *Schisandra* fruit by-product (SCP). Experimental diets were formulated using yellow corn, rice bran, soybean meal, fish meal, meat bone meal, poultry meal, vitamin premix, mineral premix, CaCO₃, and supplemented *Schisandra chinensis* by-product. This experiment conducted a completely randomized design with 5 treatments for 5 laying hens. Levels of SCP were fed control diet or each formulated diet containing 1%, 3%, 5% and 7% SCP powder. The weight of eggs and the lignan content in white and yolk of egg were investigated every 7 days. Egg production and egg weight were not affected by diet at less than 5% SCP in the diet, but were significantly reduced when the diet was supplemented with a high concentration of 7% SCP after 3 weeks. Yolks and white in eggs were analyzed by using a high performance liquid chromatography (HPLC) to determine the lignans profile. Higher dietary SCP supplementation significantly increased gomisin N and schisandrin C in Acetonitrile ($p < 0.05$). Gomisin N in egg white increased in a concentration-dependent manner, but schisandrin C not detected. These results indicated that the use of SCP powder in layering diets was effective in egg quality and for the production of lignans fortified eggs. In conclusion, dietary supplementation of *Schisandra* by-product with less than 5% can produce lignans-enrich eggs used as functional foods.

Key words : Egg yolk, gomisin N, laying hen, *Schisandra* by-product, schisandrin C

서 론

계란 산업은 지난 50년 동안 빠르게 성장하여[20], 전 세계 수요는 수년 동안 계속해서 증가했으며 앞으로도 계속될 증가할 것으로 예상하고 있다[12]. 이러한 계란은 필요한 모든 영양소를 함유하고 있는 자연이 주는 완벽한 식품으로서 인식되고 있다[34]. 특히 난황은 인간의 건강에 중요한 영양 화합물의 풍부한 공급원으로 알려져 있으며[43], 난황의 성분은 산란계의 사료에 함유되어 있는 생리활성 물질이 계란으로 전달하여 계란의 기능성은 사료

에 의해서 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다[21, 44]. 또한 산란계의 사료는 계란의 생산성과 품질, 닭의 면역성 변화 및 사료에 함유된 생리활성 화합물을 축적하는 경우 우수한 사료로 평가될 수 있다[1].

인간의 건강 증진과 유지를 위해서는 동물성 식품의 소비가 매우 중요한 요소이며[13], 전 세계적으로 계란으로부터 동물성 영양소를 섭취하고 있으며, 계란보다 더 다양한 방식으로 영양성분을 공급하는 식품은 없다[43]. 이러한 계란의 품질 또는 생리활성 물질의 함량은 산란계의 사료에 기능성을 가진 소재를 첨가함으로써 변형시킬 수 있는 것으로 알려져 있기 때문에 전 세계적으로 많이 소비되고 있는 계란을 동물성 영양소는 물론 기능성 식품으로 개발 가능성이 제시되고 있다[30], 이러한 이유로 인하여 계란에 함유된 파이토케미컬의 증가는 인체에 유익한 효과를 얻기 위해 엄청난 주목받고 있다. 산란계 사료에 함유되어 있는 이소플라본, 폴리페놀 및 카로티노이드 등의 식물성 화합물은 계란의 색상, 부드러움, 산화 안정성 및 저장 특성 등을 좋게 하여 계란의 품질을 향상시

*Corresponding author

Tel : +82-55-350-5522, Fax : +82-55-350-5529

E-mail : ywchoi@pusan.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

키는 것으로 알려져 있다[3]. 그러나 사료에 첨가되는 소재들은 대부분 생산단가가 높기 때문에 최근에는 사료의 경제성을 고려하여 농산물 부산물이 가금류 사료 산업에서 상당한 주목을 받고 있다[39, 40].

오미자는 한국, 중국, 일본 및 러시아에서 수천 년 동안 기침, 갈증, 발한 및 설사에 대한 전통 의학으로 널리 사용되고 있다[36]. 오미자에는 약 8% 정도의 리그난이 함유되어 있으며, 그 외에도 트리테르페노이드, 디테르페노이드, 세스퀴테르페노이드, 모노테르페노이드 및 지방산 등의 약 200여 종의 화학 성분을 포함하기 때문에 영양가가 매우 높은 것으로 알려져 있다[45]. 특히 오미자(*Schisandra chinensis*)의 주요 생리 활성물질인 리그난은 디벤조시클로옥탄(dibenzocyclooctane) 계열의 물질로서 지금까지 40여종 이상이 보고되고 있다[10, 45], 오미자의 리그난류는 간 보호, 신경 보호, 항암 및 항산화 등의 다양한 효능이 보고되고 있다[37, 45]. 오미자로부터 리그난이 많이 함유된 추출물(schisandrin, gomisin N 및 schisandrin C)은 PPAR- γ 경로를 통한 인슐린 감수성 개선[26], 알츠하이머의 예방 및 치료가 가능하다고 하였다[19]. 또한 오미자 리그난에 대한 약리학적인 연구에서도 항암, 항간암, 항산화 및 항염증 등에 대한 다양한 결과가 보고되었다[10, 45]. 오미자의 주요 생리활성 물질 중의 하나인 고미신 N은 U937 세포의 세포사멸 촉진[24], 간 보호 효과[33], 대장암 치료[22], 항염증 효과[35], 항비만[29], 소포체에 대한 보호 효과, 스트레스성 간 지방증[18], 고지방식이 유도 비만 마우스에서 비만 예방 및 간 지방증 개선[29] 등 다양한 효능이 보고되고 있다. Schisandrin C는 항신경염증 효과[37], PC12 세포에서 신경독성 보호 효과[42] 등이 보고되었다. 또한 최근에는 sesquiterpene 계열 물질의 다양한 생리활성에 대해서 보고되고 있다[23, 27, 38].

우리나라 사람들은 예로부터 전해 내려오는 음식 섭취를 통한 건강증진, 즉 “식약동원”에 많은 관심을 가지고 있으며, 식품 영양을 연구하는 연구자와 동물의 사료 산업분야에서는 세계적으로 소비량이 많은 기능성 계란을 생산하기 위해 산란계의 사료로 사용될 수 있는 약용 식물에 많은 관심을 보이고 있다. 오미자는 오미자 청 또는 오미자 주로 가공되고 있으며, 가공 후에는 남은 오미자 부산물은 활용도가 매우 높을 것으로 예상된다. 특히 계란은 사료에 첨가되는 소재에 함유되어 있는 성분이 난황에 잘 축적되는 것으로 알려져 있다[21, 44]. 그러나 산란계의 사료에 신선 오미자 또는 오미자 부산물을 사료에 첨가하여 계란에 리그난 축적에 미치는 영향에 대한 연구가 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 한국 토종닭의 사료에 오미자 부산물을 1%, 3%, 5% 및 7%로 첨가하였을 때 계란의 생산성 향상과 리그난 고함유 계란을 생산한다면, 오미자의 리그난이 함유된 계란을 섭취함으로써 인간의 건강에 기여할 수 있을 것으로 기대할 수 있을 것이다.

재료 및 방법

오미자 부산물의 수집

가공 후 부산물 오미자는 열매를 오미자 청으로 만든 후에 추출물을 제거하고 남은 오미자 열매를 70°C의 열풍기에서 3일 동안 건조하였다. 건조한 오미자 부산물은 2021년 대한민국 문경에서 구입하여 -20°C에서 저장하였으며, 사용 직전에 믹서기(한일, 서울, 한국)로 분말화하여 실험의 소재로 사용하였다.

실험동물 및 실험 설계

본 연구는 부산대학교 실험동물윤리위원회(PNU-IACUC)로부터 과학성과 윤리성에 대한 심사를 거쳐 승인(PNU-2022-0240)받아 수행하였다. 오미자 부산물의 분말을 사료에 첨가한 후에 급여가 산란계의 생산성과 계란 내 gomisin N와 schisandrin C의 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 1년생의 한국 토종 산란계를 공시하였다. 처리당 5마리의 산란계를 배치하고, 3주간 사양 실험을 수행하였다. 처리구는 사료에 오미자 부산물 분말을 첨가하지 않은 대조구(C)와 사료에 오미자 부산물 분말을 각각 1%, 3%, 5%, 7% 수준으로 첨가하였다. 시험 사료의 배합비 및 영양소 조성은 Table 1에 나타내었다. 시험 사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수를 시켰으며, 점등은 전 실험기간 동안 16시간의 광과 8시간의 암에서 사육하였다.

계란내 리그난 함량 측정

HPLC 분석에 사용된 acetonitrile (HPLC 등급), 증류수

Table 1. Formula and chemical compositions of experimental diet

Ingredient	Concentration (%) in feed				
Corn	55.40				
Wheat HRW	3.29				
Wheat bran	10.79				
Soybean meal	19.39				
Limestone	9.43				
Calcium phosphate	1.12				
Salt	0.30				
DL-Methionine	0.10				
Vitamin premix ²⁾	0.10				
Mineral premix ³⁾	0.10				
Schisandra by-products	0	1	3	5	7

²⁾Contains per kg: vit. A, 5,500 IU; vit. D3 1,100 ICU; vit. E, 11 mg; vit. B12, 0.0066 mg; vit. K3, 1.1 mg; riboflavin, 4.4 mg; pantothenic acid, 11 mg (calcium pantothenate: 1.96 mg); choline, 190.96 mg; folic acid, 0.55 mg; pyridoxine, 2.2 mg; biotin, 0.11 mg; thiamine, 2.2 mg; ethoxyquin, 125 mg.

³⁾Contains per kg: Cu, 10 mg; Fe, 60 mg; I, 0.46 mg; Mn, 120 mg; Zn, 100 mg.

(Milli-Q)는 Fisher (Thermo Fisher Scientific, USA)와 formic acid (HPLC 등급)는 Sigma-Aldrich 사(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다. 모든 화학물질과 시약은 분석 등급이며 Merck Ltd. (Merck, Germany)에서 구입하여 사용하였다. 표준물질인 gomisin N, schisandrin C 및 schisandrin 은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. HPLC 분석은 이중 펌프, 자동 시료 주입기, 컬럼 온도 조절 장치 및 diode-array detector 검출기가 장착된 Agilent 1100 Series (Agilent Technologies, USA)를 사용하였으며, 물질의 분리는 Luna C18 컬럼(4.6×150 mm i.d., 3.5 μm)을 사용하였다. 난황과 난백의 리그난 함량의 측정은 Avula et al [5]이 제시한 방법을 약간 수정하여 조사하였다(Table 2). 즉, 이동상은 물에 0.025% formic acid가 첨가된 용액(용매 A)과 아세토니트릴(용매 B)로 구성되어 용매 A 100% 0-10분, 용매 B 90% 10-30분, 용매 B 80% 30-50분, 용매 B 70%에서 50-60분의 gradient로 하였다. 유속은 0.5 ml/분이었고, 10 μl를 주입하였으며, 254 nm의 파장에서 각 화합물의 머무름 시간과 스펙트럼 일치되는 시간의 물질을 조사하였다. 샘플의 리그난 정량분석을 위해서 gomisin N, gomisin A, schisandrin 및 schisandrin C의 표준물질을 methanol에 녹인 후 각각을 1, 5, 10, 50 및 100 μg/ml의 농도로 계열 희석하여 검량선과 상관을 분석하였다. 4가지 리그난에 대한 검량선은 $y=ax+b$ (a : 검량선 기울기, b : y절편, x : 시료의 농도, y : peak의 면적)로 나타내었는데, 각각의 검량선은 $y=16.82x+21673.68$, $y=4.87x+25455.88$, $y=2.11x+29016.63$ 및 $y=6.12x+27591.84$ 이었으며, 상관계수(correlation coefficient, r^2)는 모두 0.999 이상으로서 고도의 상관을 나타내었다.

계란의 리그난 함량은 난황과 난백을 분리한 후 동결건조하여 분말화 한 난황과 난백 0.5 g을 2.5 ml의 MeOH를 가하여 vortex한 다음 30분간 소니케이터 추출한 다음 원

Table 2. Analytical conditions of HPLC

Instrument	Agilent 1100 Series equipped with a 1100 dual pump, autosampler, and diode array detector		
Column	Luna C18 (5 μm × 4.6 × 250 mm)		
Mobile phase	A) water/formic acid B) acetonitrile		
Gradient conditions	Time (min)	A (%)	B (%)
	0-10	100	0
	10-30	10	90
	30-50	20	80
	50-60	30	70
Flow rate	0.5 ml/min		
Temperature	30°C		
Detection	254 nm		
Injection volume	10 μl		

심분리하여 상층액을 취하고, 하층에 다시 2.5 ml의 MeOH를 첨가하여 동일한 방법으로 3회 반복 추출하였다. 3회 반복 추출물을 membrane filter (0.45 μm)로 필터하여 10배로 희석한 다음 HPLC 분석 샘플로 사용하였다.

건조 오미자(dried fruits)와 오미자 가공부산물(by-products)의 극성 용매별 리그난 함량을 조사하기 위하여 각각의 분말 1 g을 코니컬 튜브에 정량하여 넣고, hexane, ethyl acetate, methanol, 95% 주정(95% POH), 70% 주정(70% POH), 50% 주정(50% POH), 25% 주정(25% POH) 및 증류수 10 ml을 가하여 소니케이터에서 1시간 동안 추출하여 3,000 rpm에서 15분 동안 원심분리하여 상층액을 채취하였다. 남은 분말에 다시 각각의 용매 10 ml을 가하여 1시간 동안 소니케이션하고 원심분리하는 과정을 2회 더 반복 추출한 용액을 membrane filter (0.45 μm)로 필터하여 HPLC 분석샘플을 조제하였다. 계란의 난황과 난백, 건조 오미자 및 오미자 가공부산물의 리그난 함량 분석조건은 Table 2에 나타내었다.

통계처리

모든 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 Statistical Analysis System (SAS, 2002)의 General Linear Model (GLM) procedure를 이용하여 실시하였고, 처리구 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정(Duncan, 1955)을 통해 유의 수준 $p<0.05$ 에서 검정하였다.

결 과

사료에 오미자 부산물 첨가가 계란 생산성에 미치는 영향

산란계의 사료에 오미자 가공 부산물 분말의 첨가 수준 별 급여가 계란의 생산성에 미치는 영향은 Table 3에서 보는 바와 같다. 오미자 가공 부산물을 산란계의 사료에 농도별로 첨가하여 급여한 결과 난황의 색에는 영향을 미치지 않았으며(데이터 제시하지 않음), 부산물의 첨가량이 1% - 5%의 농도에서는 산란율과 생산성에 영향을

Table 3. Effect of *Schisandra chinensis* by-product on egg production in laying hens

Schisandra by-products powder in feed (%)	Egg weight (g)		
	1st week	2nd week	3rd week
Control	63.9±4.3 ²⁾	63.4±4.1	60.6±3.4 ³⁾
1	60.2±4.2	60.5±2.8	59.7±1.7 ^a
3	63.8±5.8	60.6±6.0	58.7±3.6 ^a
5	59.0±4.4	56.3±3.9	59.4±1.9 ^a
7	61.5±3.1	58.9±2.5	48.7±6.4 ^b

²⁾Values are presented Mean ± SD. Each weight was mean of 5 eggs and expressed per each one.

³⁾Mean values within a same row (column) with different superscript letters were significantly different at $p<0.05$.

미치지 않았으나 7%의 고농도로 첨가 시에는 산란율이 40%로 낮아졌으며, 계란의 크기도 현저하게 감소하였다.

난황과 난백의 리그난 함량

오미자 가공부산물 분말을 1%, 3%, 5%, 7%로 첨가한 사료의 급여가 난황과 난백 내의 gomisins N과 schisandrin C 함량에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 오미자 가공 부산물의 분말을 첨가한 사료를 2주 동안 급여하였을 때, 난황 내 gomisins N의 함량은 오미자 분말의 첨가농도를 1%에서 7%까지 높일수록 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 3주 동안 지속적으로 오미자 분말을 사료에 1%, 3% 및 5% 첨가하여 급여하였을 때에 난황 내 gomisins N의 함량은 급여기간이 증가할수록 약간 증가하는 경향이었으나 통계적인 유의차는 없었으며, 고농도인 7%로 급여 시에는 3주 후에는 오히려 유의하게 감소하였다. 난백 내 gomisins N의 함량은 오미자 분말 1%를 첨가한 사료의 급여 시에는 검출되지 않았으며, 3%, 5% 및 7% 오미자 분말 첨가 시에는 약간 증가하는 경향이었으나 통계적인 유의차는 없었으며, 식이기간을 3주까지 연장하더라도 함량의 변화에 통계적인 유의차는 없었다.

난황 내 schisandrin C의 함량도 gomisins N과 유사한 경향으로서 사료에 첨가한 오미자 분말의 농도가 높을수록 유의하게 증가하였으며, 사료에 1%, 3%, 5%의 오미자 분말 첨가는 급식기간에 따른 유의적인 차이는 없었으나, 7%의 고농도 식이는 3주 후에 함량이 유의하게 감소하였다. 그러나 난백 내에는 schisandrin C는 검출되지 않았다. 오미자 분말을 산란계에 식이하였을 경우에 리그난 성분 중에 gomisins N은 계란의 난황과 난백으로 잘 이행되었으며, schisandrin C는 난황에는 잘 이행되었으나 난백에는 이행되지 않았다.

계란의 리그난 함량 분석

계란의 건물율은 난황이 약 51%이고 난백은 약 13% 정도되는 것으로 보고되고 있다[17]. 본 실험에서 계란의 1개 무게(Table 1)를 기준으로 gomisins N과 schisandrin C의 함량을 분석하였다(Table 5). 오미자 분말을 1%, 3%, 5% 및 7%로 첨가한 사료의 식이 1주일 후의 계란 한 개당 gomisins N의 함량은 각각 134.9, 452.3, 679.4 및 1005.2 μg 으로 첨가농도가 높을수록 증가하였으며, 오미자 분말 첨가 사료 식이 3주까지는 함량의 차이가 없었다. 그러나 7% 첨가 사료의 식이의 경우에는 3주 후에 계란 내 함량이 유의하게 감소하였다. Schisandrin C의 함량은 사료에 오미자 분말의 첨가농도가 높을수록 현저하게 증가하였으며, 1% 첨가 식이군은 식이기간이 3주까지 길어질수록 유의하게 증가하였으며, 3%와 5% 식이군은 식이기간에 따른 차이는 없었으며, 7% 식이의 경우에는 2주차 식이까지는 유의하게 증가하였으나, 3주차에는 현저하게 감소하였다.

본 실험의 결과 오미자 부산물 분말을 농도별로 첨가하였을 때에도 농도가 높을수록 계란 한 개 내의 리그난의 함량이 1 mg까지 증가하였다. 매리골드 추출물은 농도별로 첨가하였을 때에 난황 내 루테인 함량이 0.3~1.5 mg/60 g으로 증가하였는데[15], 오미자의 경우에는 비록 추출물이 아닌 분말을 사료에 첨가할 경우에도 첨가하는 오미자 분말의 양이 많을수록 계란 내에 리그난의 함량이 증가하는 경향을 보여서 본 연구와 비슷한 결과를 나타내었다.

오미자, 오미자 부산물 및 용매 추출물의 리그난 함량

실험에 사용된 오미자의 부산물과 오미자에 함유된 gomisins N, schisandrin C 및 schisandrin의 리그난 함량은 Fig. 1 및 Table 6과 같다. 미가공 건조 오미자의 Gomisins N, Schisandrin C, Gomisins A, Schisandrin은 각각 20.89 ± 0.07 , 4.45 ± 0.01 , 9.28 ± 0.03 , 32.17 ± 0.11 으로서 4종의 리그난 함량

Table 4. Content of gomisins N and schisandrin C in egg yolk and white of laying hens

Sample	Schisandra powder (%) in feed ²⁾	Gomisins N (μg /g dry weight egg)			Schisandrin C (μg /g dry weight egg)		
		1st week	2nd week	3rd week	1st week	2nd weeks	3rd weeks
Yolk	Control	nd ^{y)}	nd	nd	nd	nd	nd
	1	14.65 ± 2.44	14.56 ± 3.28	17.73 ± 2.13	9.56 ± 0.79	11.38 ± 1.76	13.05 ± 1.53
	3	38.02 ± 3.03	38.31 ± 3.76	37.78 ± 1.95	32.03 ± 2.25	30.29 ± 2.59	33.23 ± 4.09
	5	65.95 ± 4.29	70.69 ± 5.70	72.67 ± 5.65	58.53 ± 3.90	59.15 ± 1.69	58.75 ± 4.86
	7	96.35 ± 4.25	93.05 ± 0.78	71.77 ± 6.47	70.87 ± 6.06	81.08 ± 0.84	50.26 ± 2.93
White	Control	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	3	15.79 ± 1.69	14.93 ± 1.34	17.06 ± 1.52	nd	nd	nd
	5	17.68 ± 3.93	16.51 ± 2.42	24.18 ± 3.94	nd	nd	nd
	7	19.89 ± 1.25	20.20 ± 0.61	20.96 ± 0.37	nd	nd	nd

²⁾Laying hens were fed feed supplemented with 1%, 3%, 5% and 7% *Schisandra chinensis* by-product powder for 3 weeks.

^{y)}nd means not detected.

Table 5. Content of gomisin N and schisandrin C per egg

Egg part	Conc. (%) in feed ²⁾	Content of lignans (µg)/egg					
		Gomisin N			Schisandrin C		
		1st week	2nd week	3rd week	1st week	2nd week	3rd week
Egg yolk	Control	0	0	0	0	0	0
	1	134.9±22.4	134.1±30.2	163.3±19.6	88.1±7.2	104.9±16.2	120.2±14.1
	3	371.2±29.6	374.0±36.7	368.8±11.0	312.6±22.0	295.7±25.3	324.3±39.9
	5	595.3±38.7	638.1±51.5	656.0±51.4	528.4±35.2	533.9±15.2	530.3±43.9
	7	906.6±40.0	875.6±7.4	675.3±43.0	666.8±57.0	763.0±7.9	461.7±22.5
Egg white	Control	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	81.2±8.7	76.9±6.9	87.7±7.8	0.0	0.0	0.0
	5	84.1±18.7	78.5±11.5	115.0±18.8	0.0	0.0	0.0
	7	98.6± 6.2	66.8±33.5	69.3±34.7	0.0	0.0	0.0
Total	Control	0	0	0	0	0	0
	1	134.9±22.4	134.1±30.2	163.3±19.6	88.1±7.2	104.9±16.2	120.2±14.1
	3	452.4±33.6	450.9±43.5	456.5±9.4	312.6±22.0	295.7±25.3	324.3±39.9
	5	679.4±56.7	716.6±61.4	771.0±69.8	528.4±35.2	533.9±15.2	530.3±43.9
	7	1005.2±34.0	942.3±34.1	744.6±54.2	666.8±57.0	763.0±7.9	461.7±22.5

²⁾Laying hens were fed feed supplemented with 1%, 3%, 5% and 7% *Schisandra chinensis* by-product powder for 3 weeks.

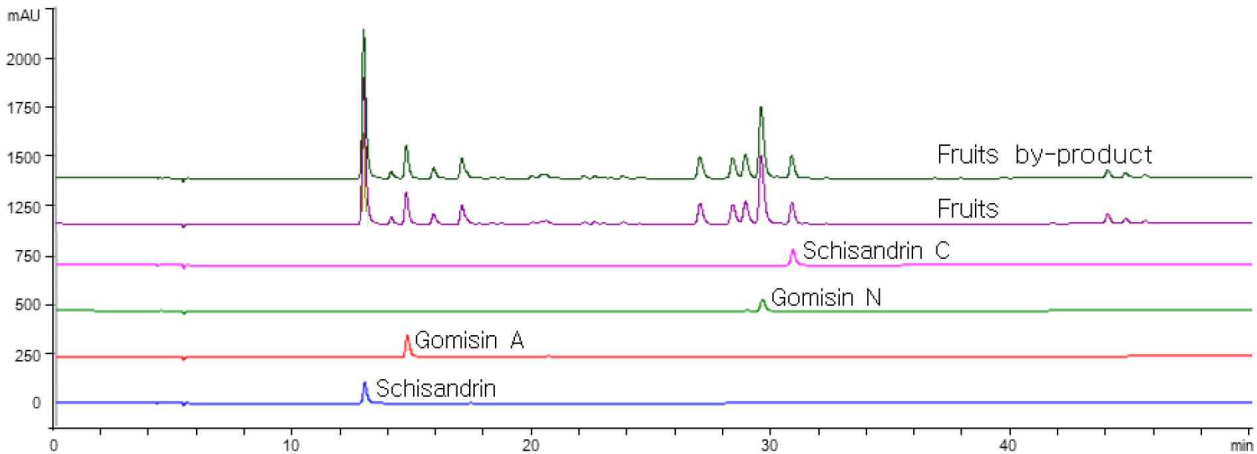


Fig. 1. HPLC chromatogram of hexane extract of *Schisandra chinensis* fruit, by-product and authentic compounds: Schisandrin, Gomisin A, Gomisin N and Schisandrin C. A mobile phase consisting of mixture of solvent A (water containing 0.025% formic acid) and B (acetonitrile) and employing a gradient elution (from 10:90 to 100:0, v/v) at a flow rate of 0.5 mL/min. The detection wavelength was set at 280 nm.

이 총 66.79±0.21 mg/g이었으나, 오미자 가공 부산물에는 각각의 리그난이 24.22±0.30, 6.63±0.08, 10.38±0.12, 33.43 ±0.41이었으며 총 함량은 74.66±0.90 mg/g으로 4종 리그난 각각과 총 함량은 가공부산물에서 유의하게 많았다. 일반적으로 농산물을 가공할 경우에는 주요 물질이 감소되는 것으로 알려져 있는데, 본 실험의 결과 리그난의 함량은 가공 부산물에서 가공하지 않은 오미자보다 더 많았는데, 그 원인은 오미자의 리그난은 극성이 낮아서 물에는 거의 녹지 않기 때문에 과일에서 유출되지 않았을 것이며, 과일에 함유된 수용성 물질은 가공시에 사용된 용매로 유출

되었기 때문에 가공 부산물 오미자에 리그난 함량이 더 많아졌을 것으로 추측된다.

건조한 오미자(dried fruit)와 오미자 가공 부산물(by-product)을 건조한 후 hexan, 에틸아세테이트, 메틸알콜, 95% 주정(95% pretanol, 95% POH), 75% 주정, 50% 주정, 25% 주정 및 물로 3회 추출하여 gomisin N, gomisin A, schisandrin 및 schisandrin C 함량을 조사한 결과는 그림 2에서 보는 바와 같다. 건조 오미자보다는 오미자 가공 부산물에서 gomisin N, gomisin A, schisandrin 및 schisandrin C 등 4종의 리그난 함량이 모든 용매로 추출하였을

때에 유의하게 많았다. Gomisin N, gomisin A, schisandrin 및 schisandrin C 모두 메틸알콜로 추출하였을 때에 함량이 가장 많았다. 95%, 70%, 50%, 25% 주정 및 물로 주정의 농도를 조정한 용매로 추출하였을 경우에는 schisandrin과 gomisin A는 70% 주정 추출물에서 가장 많았으며 주정의 농도가 낮을수록 현저하게 감소하였다. Gomisin N과 schisandrin C는 95%의 주정으로 추출하였을 경우에 함량이 가장 많았으며 주정의 농도가 감소할수록 함량이 점점 감소하여 schisandrin C는 물로 추출할 때에는 검출되지 않았다.

고 찰

계란의 난황과 난백 성분은 급여하는 사료의 종류에 따라서 기능성성분의 함량[25]과 난황의 콜레스테롤[41], 트리글리세리드 감소[11], 난황의 황색정도[16, 31], 및 생산성 향상[7] 등의 성분변화를 통한 기능성 계란의 생산이 가능한 것으로 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라에서 다량 재배되고 있는 오미자의 가공 부산물 분말을 사료에 섞어서 급여함으로써 계란내의 기능성 성분 함량의 측정하고, 기능성 계란의 생산 가능성을 조사하기 위하여 실험을 수행하였다.

사료에 특정한 식물성 사료를 첨가(24%의 모링가 잎)는 장내 미생물 병원체 및 내독소를 억제하고 채장 활동을 증가시켜 대사 및 영양소 이용을 개선[14], 섭취량의 감소[6] 또는 영향을 미치지 않는 경우[9]도 있으며, 사료의 효율을 개선하기 위한 효과적인 방법으로 활용될 수도 있다고 하였다[4]. 식물에 함유되어 있는 탄닌, 테르페노이드, 알칼로이드 및 플라보노이드와 같은 다양한 2차 대사산물은 가금류의 소화관에서 흡수가 되는데[2], 마늘 화합물은 용모 높이고 크립토 깊이를 증가시키고 십이지장, 용모 세포 수와 상피 두께를 감소시켜서 영양소 흡수를 증가시킨다고 하였다[2]. 또한 사료에 생리활성 물질의 첨가는 산란계의 사료에서 노른자로 옮겨질 수 있음이 입증되었으며, 이러한 결과는 식물에 함유되어 있는 건강에 유익한 특정 파이토케미컬은 계란에 풍부하게 축적할 수

있다고 하였다[43]. 이처럼 식물체에 함유되어 있는 다양한 생리활성 물질들은 가금류의 성장, 발육 및 계란의 생산성과 품질에 영향을 미칠 수 있는데, 오미자 부산물의 첨가 농도가 높은 사료를 섭취할수록 난황과 난백으로 오미자의 분말에 함유되어 있는 gomisin N과 schisandrin C의 이동량이 증가하였다. Schisandrin C는 난백에서는 검출되지 않았으며, 난황의 리그난 축적이 난백에 비해 유의하게 높았다. 오미자의 가공 부산물에서 가장 함량이 많은 schisandrin (Table 6)은 계란의 노른자와 흰자에서 검출되지 않았고, 함량이 낮은 gomisin N과 schisandrin C가 더 많이 검출된 원인은 물질의 극성 때문인 것으로 추측된다(Fig. 2). 본 연구에서 사용된 오미자는 간 보호, 항산화, 항염증, 항비만 등에 효능[10, 45]이 보고되었다. 오미자 가공 부산물 분말을 5% 이하의 저농도로 사료에 첨가하였을 경우에는 계란의 생산에는 관계가 없었으며(Table 3), 난황과 난백의 리그난 함량을 증가시켜서 기능성 계란의 생산이 가능할 것으로 기대되었다. 일반적으로 계란의 난황은 황색이 진할수록 소비자가 선호하는 것으로 알려져 있다. 사료에 카로티노이드 함량이 높은 소재를 첨가하면 난황의 노란색의 증가시키는 것으로 알려져 있는데, 모링가의 잎[7], 뽕나무 잎[31], 은행나무[45], 마늘[7], 및 당근[15] 등의 첨가는 난황의 노란색을 증가시킨다고 하였다. 그러나 오미자의 가공부산물 급여 시에는 난황의 색을 변화시키지 않았는데(테이터 미제시), 이러한 결과는 오미자 신선과일에는 다양한 색소를 함유하고 있으나, 오미자 청 가공 부산물에는 색소가 거의 남아 있지 않기 때문에 계란의 색에는 전혀 영향을 주지 않았을 것으로 사료된다. 오미자 가공 부산물 분말을 첨가하여 만든 사료를 산란계에 급여한 경우에는 계란에 리그난이 다량 함유되어 있었고, 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려진 gomisin N 과 schisandrin C를 함유하고 있는 계란의 섭취는 인류의 건강을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

결론적으로 사료에 첨가된 오미자 부산물 분말에 함유되어 있는 gomisin N 과 schisandrin C 등의 리그난은 계란의 난황과 난백으로 전이된다는 것을 확인하였다. 이러한 결과로부터 오미자에 함유되어 있는 리그난 화합물은 계

Table 6. Content of gomisin N, gomisin A, schisandrin C and schisandrin in dried fruit with fresh and by-products fruits in *Schisandra chinensis*

<i>Schisandra chinensis</i> fruits	Content (mg/g extract)				
	Gomisin N	Schisandrin C	Gomisin A	Schisandrin	Total
Fresh dried ²⁾	20.89±0.07 ³⁾	4.45±0.01	9.28±0.03	32.17±0.11	66.79±0.21
By-products ³⁾	24.22±0.30	6.63±0.08	10.38±0.12	33.43±0.41	74.66±0.90

²⁾Fresh *Schisandra* is dried fruits at 70°C for 3 days and then extracted with hexane.

³⁾*Schisandra* by-product is dried fruits at 70°C for 3 days after primary processing of omijacheong and then extracted with hexane.

³⁾Values are presented Mean ± SD.

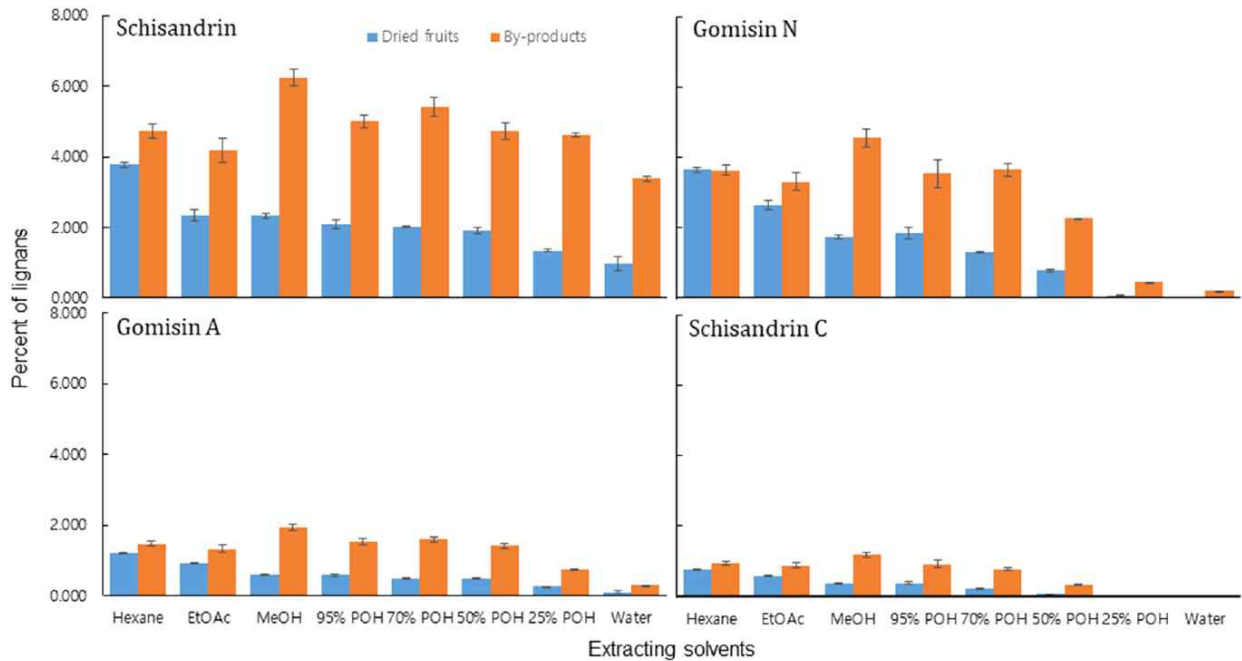


Fig. 2. Percent of schisandrins, gomisin N, gomisin A and schisandrin C in fresh-dried and by-products of *Schisandra chinensis* fruits. *Schisandra* fruits were extracted with hexane, ethylacetate (EtOAc), methanol, 95% pretanol (95% POH), 70% pretanol (70% POH), 50% pretanol (50% POH), 25% pretanol (25% POH) and water in sonicator for 1 hr at three times.

란내에 생리활성 물질을 축적시킬 수 있다는 것을 보여주었다. 오미자에 함유되어 있는 gomisin N와 schisandrin C는 간 보호 효과[33], 대장암 치료[22], 항염증 효과[35], 스트레스성 간 지방증[18], 비만 억제 및 간 지방증 개선[28] 등 다양한 효능[47]이 보고되고 있으므로 계란이 원래 가지고 있던 기능성 외에 오미자에 함유되어 있는 기능성 성분을 강화를 통한 기능성 식품의 소재로서 개발 가능성이 높음을 시사한다.

감사의 글

이 과제는 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest with the contents of this article.

References

1. Abd El-Azeem, N. A., Madkour M., Aboelazab. O. M. and El-Wardany, I. 2019. Physiological responses of Japanese quail breeders to age at mating and silver nanoparticles administration. *Inter. J. Vet. Sci.* **8**, 67-72.
2. Adibmoradi, M., Navidshad, B., Seifdavati, J. and Royan, M. 2006. Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. *J. Poult. Sci.* **43**, 378-383.
3. Adlercreutz, H. 1995. Phytoestrogens: Epidemiology and a possible role in cancer prevention. *Environ. Health Perspect.* **103**, 103-112.
4. Akhouri, S., Prasad, A. and Ganguly, S. 2013. *Moringa oleifera* leaf extract imposes better feed utilization in broiler chicks. *J. Biol. Chem. Res.* **30**, 447-450.
5. Avula, B., Choi, Y. W., Srinivas, P. V. and Khan, I. A. 2005. Quantitative determination of lignan constituents from *Schisandra chinensis* by liquid chromatography. *Chromatographia* **61**, 515-518.
6. Ayssiwede, S. B., Dieng, A., Bello, H., Chrysostome, C. A. A. M., Hane, M. B., Mankor, A., Dahouda, M., Houinato, M. R., Hornick, J. L. and Missohou, A. 2011 Effects of *Moringa oleifera* (Lam.) leaves meal incorporation in diets on growth performances, carcass characteristics and economics results of growing indigenous senegal chickens. *Pakistan J. Nutr.* **10**, 1132-1145.
7. Bidura, I. G. N. G., Partama, I. B. G., Putri, B. R. T. and Watiniasih, N. L. 2017. Effect of water extract of two leaves (*Allium sativum* and *Sauropus androgynus*) on egg production and yolk cholesterol levels in egg laying hens. *Pak. J. Nutr.* **16**, 482-487.
8. Bidura, I. G. N. G., Partama, I. B. G., Utami, I. A. P., Candrawati, D. P. M. A., Puspani, E., Suasta, I. M., Warmadewi, D. A., Okarini, I. A., Wibawa, A. A. P. and

- Nuriyasa, I. M. 2020. Effect of *Moringa oleifera* leaf powder in diets on laying hens performance, β -carotene, cholesterol, and minerals contents in egg yolk. *Mater. Sci. Eng.* **823**, 012006.
9. Carvalho, T. S. M., Sousa, L. S., Nogueira, F. A., Vaz, D. P., Saldanha, Triginelli, M. M. M. V., Pinto, M. F. V. S., Baião, N. C. and Lara, L. J. C. 2018. Digestible methionine+cysteine in the diet of commercial layers and its influence on the performance, quality, and amino acid profile of eggs and economic evaluation. *Poult. Sci.* **97**, 2044-2052.
 10. Choi, Y. W., Takamatsu, S., Khan, S. I., Srinivas, P. V., Ferreira, D., Zhao J. and Khan, I. A. 2006. Schisandrene, a dibenzocyclooctadiene lignan from *Schisandra chinensis*: structure-antioxidant activity relationships of dibenzocyclooctadiene lignans. *J. Nat. Prod.* **69**, 356-359.
 11. El-Sheikh, N. I., El-Shazly, E. S., Abbas, E. A. and El-Gobary, G. I. A. 2015. Effect of *Moringa* leaves on lipid content of table eggs in layer hens. *Egypt. J. Chem. Environ. Health* **1**, 291-302.
 12. FAO. 2013. Poultry development review. V Ravindran Rome, Italy
 13. Flachowsky, G. 2002. Efficiency of energy and nutrient use in the production of edible protein of animal origin. *J. App. Anim. Res.* **22**, 1-24.
 14. Grashorn, M. A. 2010. Use of phytobiotics in broiler nutrition: an alternative to infeed antibiotics ?. *J. Anim. Feed. Sci.* **19**, 338-347.
 15. Grčević, M., Kralik, Z., Kralik, G. and Galović. O. 2019. Effects of dietary marigold extract on lutein content, yolk color and fatty acid profile of omega-3 eggs. *J. Sci. Food. Agric.* **99**, 2292-2299.
 16. Hammershoj, M., Kidmose, U. and Steinfeldt, S. 2010. Deposition of carotenoids in egg yolk by short-term supplement of coloured carrot (*Daucus carota*) varieties as forage material for egg-laying hens. *J. Sci. Food. Agric.* **90**, 1163-1171.
 17. Hien, T. Q., Hoan, N. D., Hoan, T. T. and Trung, T. Q. 2016. Relation between carotenoids content in egg yolk and hatching egg quality according to the time laying hens are fed diet containing leaf meal. *Bulgarian J. Agri. Sci.* **22**, 92-98.
 18. Jang, M. K., Nam, J. S., Kim, J. H., Yun, Y. R., Han, C. W., Kim, B. J., Jeong, H. S., Ha, K. T. and Jung, M. H. 2016. *Schisandra chinensis* extract ameliorates non-alcoholic fatty liver via inhibition of endoplasmic reticulum stress. *J. Ethnopharmacol.* **185**, 96-104.
 19. Jeong, E. J., Lee, H. K., Lee, K. Y., Jeon, B. J., Kim, D. H., Park, J. H., Song, J. H., Huh, J., Lee, J. H. and Sung, S. H. 2013. The effects of lignan-riched extract of *Schisandra chinensis* on amyloid- β -induced cognitive impairment and neurotoxicity in the cortex and hippocampus of mouse. *J. Ethnopharmacol.* **146**, 347-354.
 20. Jha, R. and Berrococo, J. D. 2015. Review: Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. *Animal* **9**, 441-452.
 21. Jiang, Z. Y., Jiang, S. Q., Lin, Y. C., Xi, P. B., Yu, D. Q. and Wu, T. X. 2007. Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality, and antioxidation in male broilers. *Poult. Sci.* **86**, 1356-1362.
 22. Kang, K., Lee, K. M., Yoo, J. H., Lee, H. J., Kim, C. Y. and Nho, C. W. 2012. Dibenzocyclooctadiene lignans, gomisins J and N inhibit the Wnt/ β -catenin signaling pathway in HCT116 cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **428**, 285-291.
 23. Kang, S., Lee, K. P., Park, S. J., Noh, D. Y., Kim, J. M., Moon, H. R., Lee, Y. G., Choi, Y. W. and Im, D. S. 2014. Identification of a novel anti-inflammatory compound, α -cubebeneoate from *Schisandra chinensis*. *J. Ethnopharmacol.* **153**, 242-249.
 24. Kim, S. G., Kim, G. Y., Choi, I. W., Hwang, W. D., Jeong, Y. K., Kim, S. K. and Y. H. Choi. 2010. Apoptosis induction of human leukemia U937 cells by gomisins N, a dibenzocyclooctadiene lignan, isolated from *Schisandra chinensis* Baill. *Food Chem. Toxicol.* **48**, 807-813.
 25. Kljak, K., Carović-Stanko, K., Kos, I., Janječić, Z., Kiš, G., Duvnjak, M., Safner, T. and Bedeković, D. 2021. Plant carotenoids as pigment sources in laying hen diets: Effect on yolk color, carotenoid content, oxidative stability and sensory properties of eggs. *Foods* **10**, 721.
 26. Kwon, D. Y., Kim, D. S., Yang, H. Y. and Park, S. M. 2011. The lignan-rich fractions of Fructus Schisandrae improve insulin sensitivity via the PPAR- γ pathways in *in vitro* and *in vivo* studies. *J. Ethnopharmacol.* **135**, 455-462.
 27. Lee, J. E., Choi, Y. W. and Im, D. S. 2022. Inhibitory effect of α -cubebeneoate on atopic dermatitis-like symptoms by regulating Th2/Th1/Th17 balance *in vivo*. *J. Ethnopharmacol.* **291**, 115162.
 28. Lee, J. Y., Lee, J. H. and Cheon, C. K. 2020. Functional characterization of gomisins N in high-fat-induced drosophila obesity models. *Int. J. Mol. Sci.* **21**, 7209.
 29. Lee, K., Lee, Y. J., Kim, K. J., Chei, S., Jin, H., Oh, H. J. and Lee, B. Y. 2020. Gomisins N from *Schisandra chinensis* ameliorates lipid accumulation and induces a brown fat-like phenotype through AMP-activated protein kinase in 3T3-L1 adipocytes. *Int. J. Mol. Sci.* **21**, 2153.
 30. Lemahieu, C., Bruneel, C., Termote-Verhalle, R., Muylaert, K., Foubert, J. and Buyse, J. 2015. Dynamics of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid incorporation in egg yolk by autotrophic microalgal supplementation. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **117**, 1391-1397.
 31. Liu, H. N., Liu, Y., Hu, L. L., Suo, Y. L., Zhang, L., Jin, F. and Li, Y. 2014 Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens. *Poult. Sci.* **93**, 347-353.
 32. Lokaewmanee, K., Mompanuon, S., Khumpeerawat, P. and Yamauchi, K. 2009 Effects of dietary mulberry leaves (*Morus alba* L.) on egg yolk color. *J. Poult. Sci.* **46**, 112-115.
 33. Nagappan, A., Jung, D. Y., Kim, J. H., Lee, H. and Jung, M. H. 2018. Gomisins N alleviates ethanol-induced liver

- injury through ameliorating lipid metabolism and oxidative stress. *Int. J. Mol. Sci.* **19**, 2601.
34. Nimalaratne, C., Lopes-Lutz, D., Schieber, A. and Wu, J. 2011. Free aromatic amino acids in egg yolk show antioxidant properties. *Food Chem.* **129**, 155-161.
 35. Oh, S.-Y., Kim, Y. H., Bae, D. S., Um, B. H., Pan, C.-H., Kim, C. Y., Lee, H. J. and Lee, J. K. 2010. Anti-inflammatory effects of gomisin N, gomisin J, and schisandrin C isolated from the fruit of *Schisandra*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **74**, 285-291.
 36. Panossian, A. and Wikman, G. 2008. Pharmacology of *Schisandra chinensis* Bail.: an overview of Russian research and uses in medicine. *J. Ethnopharmacol.* **118**, 183-212.
 37. Park, S. Y., Park, S. J., Park, T. G., Rajasekar, S., Lee, S. J. and Choi, Y. W. 2013. Schizandrin C exerts anti-neuroinflammatory effects by upregulating phase II detoxifying/antioxidant enzymes in microglia. *Int. Immunopharmacol.* **17**, 415-426.
 38. Park, S. Y., Park, T. G., Lee, S. J., Bae, Y. S., Ko, M. J. and Choi, Y. W. 2014. α -Iso-cubebenol inhibits inflammation-mediated neurotoxicity and amyloid beta 1-42 fibril-induced microglial activation. *J. Pharm. Pharmacol.* **66**, 93-105.
 39. Reda, F. M., Madkour, M., El-Azeem, N. A., Aboelazab, O., Ahmed S. Y. A. and Alagawany, M. 2022. Tomato pomace as a nontraditional feedstuff: productive and reproductive performance, digestive enzymes, blood metabolites, and the deposition of carotenoids into egg yolk in quail breeders. *Poult. Sci.* **101**, 101730.
 40. Ruan, D., Lin, Y. C., Chen, W., Wang, S., Xia, W. G., Fouad, A. M. and Zheng, C. T. 2015. Effects of rice bran on performance, egg quality, oxidative status, yolk fatty acid composition, and fatty acid metabolism-related gene expression in laying ducks. *Poult. Sci.* **94**, 2944-2951.
 41. Siti, N. W., Bidura, I. G. N. G. and Utami, I. A. P. 2017. The effect of water extract of leaves *Moringa oleifera* on egg production and yolk cholesterol levels in egg laying hens. *J. Biol. Chem. Res.* **34**, 657-665.
 42. Song, J. X., Lin, X. A., Wong, R. N. S., Sze, S. C.-W., Tong, Y., Shaw, P.-C. and Zhang, Y.-B. 2011. Protective effects of dibenzocyclooctadiene lignans from *Schisandra chinensis* against beta-amyloid and homocysteine neurotoxicity in PC12 cells. *Phytother. Res.* **25**, 435-443.
 43. Surai, P. F. and Sparks, N. H. C. 2001. Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. *Trends Food Sci. Technol.* **12**, 7-16.
 44. Wang, J., Yue, H., Wu, S., Zhang, H. and Qi, G. 2017. Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of the layers. *Anim. Nutr.* **3**, 91-96.
 45. Yang, S. and Yuan, C. 2021. *Schisandra chinensis*: A comprehensive review on its phytochemicals and biological activities. *Arabian J. Chem.* **14**, 103310.
 46. Zhao, L., Zhang, X., Cao, F., Sun, D., Wang, T. and Wang, G. 2013. Effect of dietary supplementation with fermented ginkgo-leaves on performance, egg quality, lipid metabolism and egg-yolk fatty acids composition in laying hens. *Live. Sci.* **155**, 77-85.
 47. Zhou, Y., Men, L., Sun, Y., Wei, M. and Fan, X. 2021. Pharmacodynamic effects and molecular mechanisms of lignans from *Schisandra chinensis* Turcz. (Baill.), a current review. *Eur. J. Pharmacol.* **892**, 173796.

초록 : 사료에 오미자 가공부산물 분말의 첨가 급여가 계란의 리그난 함량에 미치는 영향

강혜미¹ · 박은지¹ · 박순영² · 황대연³ · 이종춘⁴ · 김명후⁵ · 최영환^{1*}

(¹부산대학교 원예생명과학과, ²부산대학교 BIT융합기술연구소, ³부산대학교 바이오소재과학과, ⁴아림에그, ⁵부산대학교 동물생명자원과학과)

산란계는 식단의 건강 증진 성분을 계란에 '생체 축적'이 가능한 것으로 알려져 있다. 본 연구의 목적은 오미자 가공 부산물의 분말을 사료에 첨가하여 산란계에 급여가 리그난이 풍부한 기능성 계란의 생산 가능성을 조사하기 위하여 수행하였다. 실험에 사용된 사료는 황옥수수, 쌀겨, 대두박, 어분, 육골분, 가금류분, 프리믹스, CaCO₃ 등이 첨가된 기본 사료에 오미자 가공 부산물 분말을 첨가하여 제형화하였다. 실험의 설계는 대조구와 오미자 가공부산물을 1%, 3%, 5% 및 7% 첨가한 실험군으로 분류하여 완전임의 배치법으로 배치하였다. 계란의 생산성, 평균 무게, 난황과 난백의 리그난 함량은 7일 간격으로 조사하였다. 계란 생산과 평균 계란 무게는 오미자 가공부산물 분말을 사료에 5% 이하로 첨가하여 급여하였을 경우에는 차이가 없었으나, 7%의 고농도로 첨가하여 사료를 급여하였을 경우에는 처리 3주후에는 유의하게 감소하였다. 계란내의 리그난 함량을 조사하기 위하여 액체 크로마토그래피(HPLC)로 분석한 결과, 오미자 가공부산물 분말의 첨가 농도가 높을수록 난황의 gomisins N 과 schisandrin C의 함량을 유의하게 증가시켰으나($p < 0.05$), 난백에서는 gomisins N은 농도 의존적으로 증가하였으나 schisandrin C는 검출되지 않았다. 이러한 결과는 오미자 가공 부산물 분말을 사료에 첨가하여 산란계에 급여할 경우에는 계란의 품질을 향상시키고 리그난이 함유된 계란의 생산이 가능한 것으로 나타났다. 결론적으로 오미자 가공 부산물 분말을 5% 이하로 사료에 첨가하여 급여한다면 오미자의 주요 생리활성인 gomisins N 와 schisandrin C가 풍부한 기능성 계란의 생산이 가능할 것으로 판단된다.