



사료에 첨가된 감껍질의 효과

신상수^{1*} · 이준구^{2*} · 공창수³ · 권우성¹ · 류재웅⁴ · 김은경⁵ · 김현진⁵ ·
 하재정² · 홍도영⁶ · 윤두학³ · 김성현⁷ · 김명옥^{1†}

¹경북대학교 축산생명공학과 교수, ²경북축산기술연구소 연구사,
³경북대학교 축산학과 교수, ⁴경북대학교 BK21 Plus 첨단복합 생명과학인력 양성사업단 교수,
⁵경북대학교 축산생명공학과 학생, ⁶현대축산 사장, ⁷한국 폴리텍대학 의약분석학과 교수

Effect of Persimmon Peel as an Additional Feeding

Sangsu Shin^{1*}, Junkoo Yi^{2*}, Changsu Kong³, Woosung Kwon¹, Zaeyoung Ryo⁴, Eungyung Kim⁵,
 Hyeonjin Kim⁵, Jaejung Ha², Doyoung Hong⁶, Duhak Yoon³, Sunghyun Kim⁷ and Myoung Ok Kim^{1†}

¹Professor, Department of Animal Biotechnology, Kyungpook National University, Sangju 37224, Republic of Korea

²Doctor, Gyeongbuk Livestock Research Institute, Yeongju 36052, Republic of Korea

³Professor, Department of Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Republic of Korea

⁴Professor, School of Life Science, BK21 Plus KNU Creative BioResearch Group, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea

⁵Student, Department of Animal Biotechnology, Kyungpook National University, Sangju 37224, Republic of Korea

⁶Director, Hyundai Poultly Sangju, Gyeongbuk 37224, Republic of Korea

⁷Professor, Dept. of Bio-Medical Analysis, Korea Polytechnic College, Nonsan 329436, Republic of Korea

ABSTRACT Huge amount of persimmon peels, which are byproducts usually arising after making dried persimmons from fresh persimmons, are generated in fall, every year. As the dry matter of persimmon peel contains carbohydrates over 80%, it could be a good candidate for feed. In this study, we evaluated the persimmon peel as a feed resource for a hen laying eggs. Persimmon peel has lower ratio of crude protein and fat composition while higher ratio of crude fiber composition compared to a basal laying hen feed. Feeding the persimmon peel by adding to the feed at the level of 2% or 5% did not affect the egg-laying rate from beginning to the peak of laying. In addition, feeding the persimmon peel did not affect the egg quality either, as the pH, Haugh unit, yolk color and shell thickness of the egg were not different from each other. The composition of amino acids and fatty acids were also almost same for each other, except for the linolenic acid which was slightly higher in the persimmon peel feeding groups. In conclusion, addition of persimmon peel to the feed up to 5% might be helpful to increase the income and reduce the waste produced from the agricultural byproduct.

(Key words: persimmon peels, hen laying eggs, feed resource)

서 론

농산물 가공 후 발생하는 부산물은 영양학적 측면에서 볼 때, 사료로 이용 가능할 것이라는 판단하에 다양한 관련 연구들이 진행되어 왔다(Na et al., 2005; Kim et al., 2006; Jang et al., 2007; Lee et al., 2007; Rew et al., 2009; Kang et al., 2010; Moon and Jung, 2010). 특히 사과, 배, 포도 등에서 과즙을 추출하고 남은 부산물이나 감을 깎아 껍질을 만들 때

나오는 감껍질과 같은 과일 가공 부산물들은 영양학적으로 좋은 에너지 공급원이 될 수 있다(Kwak and Yoon, 2003). 과일 가공 부산물들을 건조시켜 수분을 제거하면, 유기물이 96% 이상을 차지하게 되며, 탄수화물이나 섬유질 함량이 많은 것이 특징이다.

2018년 한국농촌경제연구원의 자료에 따르면 2016년 전국적으로 19만 톤 가량의 짧은 감이 생산되고 있으며, 특히 상주는 전국에서 가장 많은 생산량인 4만톤 가량이 생산되어

* These authors have contributed equally to this work.

† To whom correspondence should be addressed : ok4325@knu.ac.kr

지고 있다(Forest products investigation 2016; KOREA Forest Service, 2017; KOREA Rural Economic Institute, 2018). 뿔은 감을 이용한 꺾감 생산은 많은 양의 감껍질을 쓰레기로 생산하고 있다.

감껍질 건물은 유기물 함량이 96% 정도로, 80% 이상이 탄수화물로, 이 중 비섬유성 탄수화물과 섬유질이 대략 절반씩을 차지하는 것으로 알려져 있다(Moon et al., 1995; Kwak and Yoon, 2003). 감껍질의 체외 소화율은 55.4% 정도로, 특히 비섬유성 탄수화물의 소화율이 높을 것으로 예상되었지만, 실제로는 감껍질의 총에너지량(4120 kcal/kg) 중 진정대사에너지(1,089 kcal/kg)는 약 1/4 정도로, 가금의 체내 에너지 이용율은 낮은 것으로 알려져 있다(Do, 1997; Kwak and Yoon, 2003). 감껍질에는 총 지방산 중 불포화지방산이 약 73% 정도 있으며, 그 중엔 계란에는 소량인 linolenic acid나 palmitoleic acid가 다량 포함되어 있다(Moon et al., 1995). 이러한 이유로 감껍질을 이용하여 사료첨가제로 사용가능성이 확인되었다.

본 연구는 버려지는 감껍질을 사료 자원으로 활용함으로써 양계 농가의 수익성을 높이고자, 기본 사료에 감껍질을 일정량 추가하여 급이함으로써 나타나는 산란계의 산란율, 계란의 품질 및 성상 변화 등을 분석하였으며, 사료 자원으로서의 가치를 평가하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물 및 사양관리

20주령의 Isa Brown 산란계 300수를 선발하여 산란계 육추용 배터리 3단 직립 철제 케이지에 각 케이지당 5마리씩 수용하였으며, 실험은 3처리구 3반복으로 진행되었다.

본 실험은 온도와 습도, 점등(14L:10D)이 자동조절 가능한 무창계사에서 실시되었으며, 물은 자유급여 하였다. 수당 사양 면적과 급이 면적, 급수기 숫자는 동일하도록 하였다.

각 군은 대조군, 2% 감껍질 급여군, 5% 감껍질 급여군으로 나뉘며, 대조군은 시판 사료를 급여하였다. 2%와 5% 감껍질 급여군은 시판 사료에 각 2%와 5%의 감껍질을 고르게 섞어 급여하였다. 감껍질은 동결건조 후 분쇄하여 0.1 mm sieve에 걸러 사료의 크기와 동일하게 선별 후 사용하였다.

본 실험은 경북대학교 동물실험윤리위원회의 승인을 받은 후 진행되었다(2018-0140).

2. 영양분 조성분석

시험사료 내 영양소 함량의 일반성분은 AOAC(Associ-

ation of official analytical chemist) 2004 Official Methods at Analysis of The Association 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington. pp 498의 방법에 준하여 분석하였다.

감껍질과 산란기 사료의 영양성분 분석을 위해 각각의 건물을 이용하여 조단백질, 조지방, 조섬유의 비율을 확인하였다.

3. 아미노산 분석

시스테인, 메티오닌, 트립토판 이외의 아미노산 정량용 시험용액 단백질로서 약 10~300 mg을 함유하는 검체를 가수분해 시험관에 정밀히 달아 넣는다. 6N 염산을 40 mL를 가한다. 질소가스를 주입한 후 마개를 막는다. 정온가열로에서 110±1°, 22±1시간 가수분해한다. 가수분해 종료 후 감압하여 50°에서 농축 건조하여 염산을 제거한다. 염산을 최대한 제거하기 위하여 잔사에 물을 가해 다시 농축 건조한다. 0.2N 구연산나트륨 완충액(pH 2.2) 또는 증류수로 일정량으로 만들어 시험용액으로 한다. 침전이 있는 경우에는 필터를 사용하여 여과한다.

4. 산란율 측정

실험 기간 동안 매일 오후 5시에 집란한 산란 개수(정상란, 과란, 연란 등을 포함)를 사육개체 수로 나누어 산란율을 구하였다. 난중은 집란 후 매일 측정하였으며, 각 케이지별 평균값을 기록하였다.

5. 계란의 품질평가(pH, Haugh Unit, 난황색, 난각두께)

pH는 pH meter(METTER TOLEDO AG8603, Switzerland)를 이용하여 측정하였고, Egg Multi Force Tester(EMT-7300, Japan)를 이용하여 품질평가를 시행하였다.

6. 지방산 분석

꺾감껍질 및 시험사료 내 총 지방, 포화지방산, 불포화지방산 함량은 산 가수분해 후 가스크로마토 그래프를 이용하여 분석하였다. Folch 등(1957)의 방법에 따라 시료 50 g과 chloroform:methanol(2:1) 용액 150 mL를 homogenizer (2,500 rpm) 로 균질하여 지질을 추출한 다음 무수황산나트륨을 이용하여 수분을 제거하고 여과액을 50~55°C에서 농축하였다. 농축한 액을 100 µL를 따고 0.5N NaOH 용액 1 mL를 가하여 100°C에서 20분간 가열한 후 30분간 방냉한 다음 BF₃-Methanol를 2 mL 첨가하고, 20분간 가열한 후 30분간 방냉하였다. 1 mL heptane과 8 mL NaCl 첨가한 후 상등액을 취하여 GC에 주입하여 지방산 측정하였다.

7. 통계분석

본 실험에서 도출된 자료는 one-way ANOVA로 통계처리 후, Tukey's HSD(honestly significant difference) test를 통해 평균간 차이를 검정하였으며, $P < 0.05$ 이하의 유의성을 통계학적 차이로 인정하였다.

결과 및 고찰

감껍질을 사료에 첨가하기에 앞서 우선 감껍질의 영양학적 특성을 알기 위해 조성 분석을 실시하였다. 영양학적 특성을 비교하기 위해 산란계 산란초기사료를 함께 분석하였으며, 그 결과 감껍질은 기본 사료에 비해 조단백질과 조지방의 비율은 적지만, 조섬유의 비율은 많은 것을 알 수 있었다(Table 1). 건물 기준으로, 감껍질의 조단백질과 조지방의 비율은 사료의 절반 수준이었으며(9.72% vs. 18.06%, 2.24% vs. 4.35%), 반대로 조섬유는 약 3배 정도 많았다(9.53% vs. 2.99%). 아미노산의 경우, 기본 사료와 비교해 감껍질에 함유된 비율이 1/7~1/3 수준인 것으로 나타났다(Table 2, %). 이는 감껍질 자체만으로는 산란계가 필요로 하는 아미노산을 충족시키지는 못할 수도 있으며, 필요시 부족한 아미노

Table 1. Composition of basal diet and persimmon peel measured by AOAC

Composition (%)		Basal diet	Persimmon peel
ADM water		12.50	8.40
Crude protein	ADM	15.80	3.41
	DM	18.06	9.72
Crude fat	ADM	3.81	2.05
	DM	4.35	2.24
Crude fiber	ADM	2.62	8.73
	DM	2.99	9.53
Crude ash	ADM	5.65	3.67
	DM	6.46	4.01
ADF	ADM	4.20	13.86
	DM	4.82	15.13
NDF	ADM	8.06	20.03
	DM	9.21	21.87

ADM, air-dry matter; DM, dry matter; ADF, acid detergent fiber; NDF, neutral detergent fiber.

Table 2. Composition of amino acids in basal diet and persimmon peel measured by amino acid determination (%)

Amino acids	Basal diet	Persimmon peel
Asp	1.366	0.346
Thr	0.597	0.199
Ser	0.771	0.183
Glu	2.728	0.404
Gly	0.609	0.181
Ala	0.842	0.192
Val	0.577	0.160
Ile	0.474	0.137
Leu	1.425	0.256
Tyr	0.463	0.094
Phe	0.730	0.195
Lys	0.729	0.175
His	0.382	0.066
Arg	0.880	0.143
Pro	1.083	0.190

산을 더 첨가해 주어야 한다.

사료의 일부를 감껍질로 대체할 경우, 산란율에 미치는 영향을 평가하기 위해 감껍질을 전혀 포함하지 않은 기본 사료와 기본 사료에 감껍질을 2% 또는 5% 포함하고 있는 사료를 첫 산란이 시작되는 시점부터 세 군에 각각 급이하였다. 산란율 측정결과, 세 군에서 시간이 지남에 따라 모두 산란율이 증가하여 5주차에 모두 최고 산란율에 도달하였다(Fig. 1). 각 주차별로 대조군과 실험군들 간 산란율 비교에서는 유의적 차이는 나타나지 않았다. 이는 감껍질을 사료에 5%까지 추가하여도 산란계의 산란율에는 별다른 영향을 미치지 않는다는 의미로 해석 가능하며, 따라서 감껍질을 사료로 이용 가능하다는 결론을 내릴 수 있다.

다음은 감껍질의 급이가 계란의 품질에 어떤 영향을 주는지를 평가하였다. 우선 계란 내 산도를 측정했으며, 그 결과 사료에 감껍질을 첨가한 경우는 그렇지 않은 경우에 대해 평균 pH(7.37 vs. 7.47 vs. 7.46)가 약 0.1 정도 증가했지만, 통계적 유의성은 없었다(Fig. 2A). 계란 내부 pH는 저장 기간보다는 저장 온도, 즉 고온에서 변화되는데, 이는 계란에서 이산화탄소가 소실되어 pH가 증가하고 신선도가 떨어지는 것으로 알려져 있다(Akyurek and Okur, 2009; Jin et al., 2011; Kim et al., 2014; Lee et al., 2016). 계란에서 난백의 품질을 평가하고 신선도를 판단하는 지표로 사용되는 Haugh

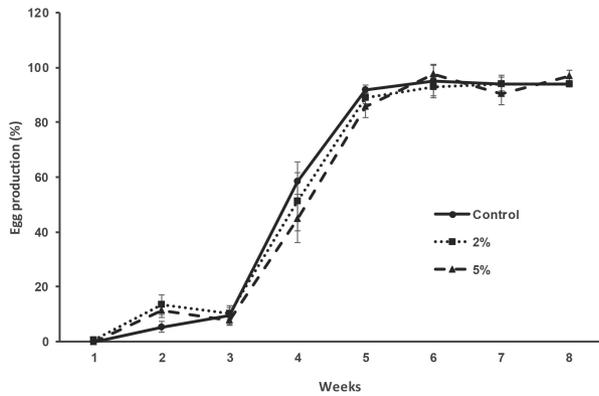


Fig. 1. Effects of feeding persimmon peel on egg production. There was no difference in egg production between a control group and persimmon peel feeding groups in each week. Control, basal diet group; 2%, 2% persimmon peel diet group; 5%, 5% persimmon peel diet group.

unit을 측정된 결과, 감껍질을 첨가한 사료를 먹인 군(90.1) 모두에서 대조군(88.3)에 비해 약 2 단위 정도 높게 나왔지만 유의적 차이는 없었다(Fig. 2B). Haugh unit은 값이 높을수록 고품질의 신선한 계란으로 평가할 수 있으며, 저장 온도가 높고 저장 기간이 길수록 감소하는 것으로 알려져 있다(Eisen et al., 1962; Kim et al., 2014). 다음은 계란 품질 지표 중 하나인 난황색을 평가하였다(Fig. 2C). 난황색의 경우, 감껍질을 첨가한 사료를 먹인 실험군들 간에 유의적 차이를 나타냈으며, 2%를 먹인 군(12.3)이 5%를 먹인 군(11.7)에 비하여 약 0.5 단위 정도 높은 것으로 나타났다. 대조군(11.9)과 비교해서는 두 실험군 모두 유의적 차이는 없었다. 난황색은 주로 카로티노이드, 특히 엽황소(xanthophyll)의 침착에 의해 결정되며, 닭은 스스로 카로티노이드 계열의 색소를 합성하지 못하므로 난황에 축적된 카로티노이드는 대부분 닭이 섭취한 사료 내 곡물 등에 함유된 카로티노이드

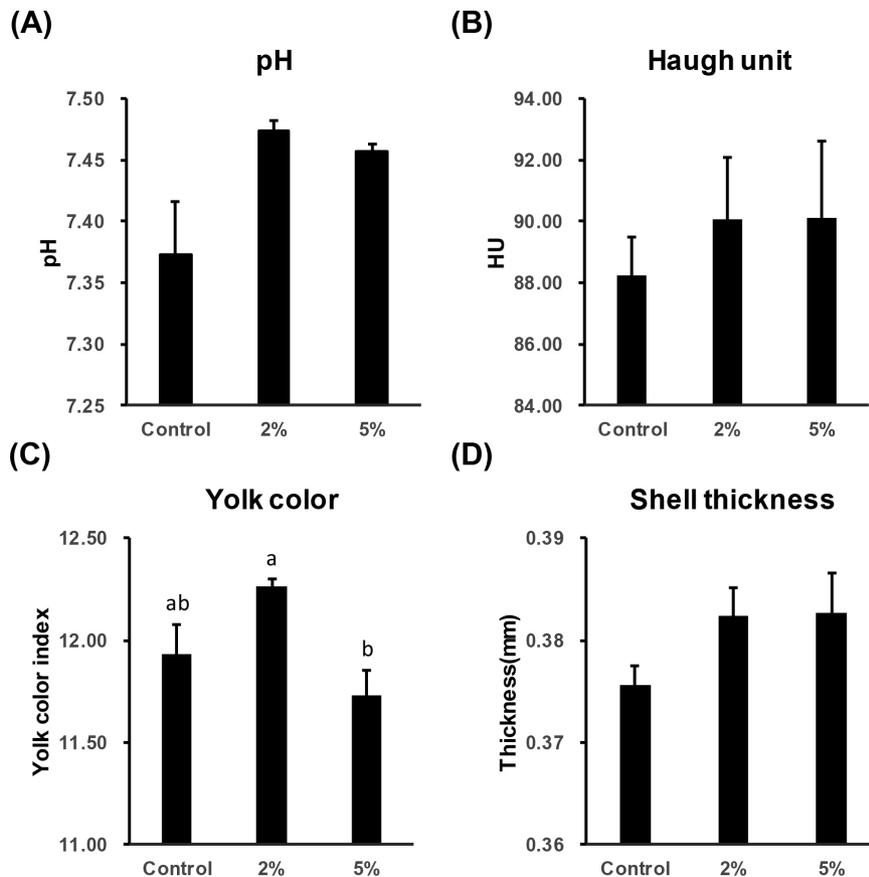


Fig. 2. Effect of feeding persimmon peel on egg quality.

Egg quality was evaluated by measuring pH (A), Haugh unit (B), yolk color (C), and shell thickness (D). The yolk color was significantly different between 2% and 5% persimmon peel feeding groups and it is indicated by different letters ($P < 0.05$, $n = 3$ for each group).

Control, basal diet group; 2%, 2% persimmon peel diet group; 5%, 5% persimmon peel diet group.

라고 알려져 있다(Marusich et al., 1960; Karunajeewa et al., 1984). 감이나 감껍질에 함유된 카로티노이드 중 β -cryptoxanthin이라는 엽황소가 대략 60% 이상을 차지하는 것으로 알려져 있으며, 이 성분 역시 난황에 침착되어 난황색에 영향을 줄 수 있다(Kang et al., 2004; Kim, 2012). 본 실험에서는 감껍질 5%를 첨가한 사료를 먹인 실험군의 난황색이 가장 낮은 것으로 나타났는데, 그 차이는 크지 않았으며, 전반적으로 난황색이 세 군 모두 높은 수준으로 측정되었다. 이는 기본 사료 내에 포함된 카로티노이드 성분이 감껍질과 비교해 비교적 높은 수준으로 존재할 것이라 추정할 수 있다. 끝으로 난각 두께는 감껍질이 첨가된 사료를 먹인 닭의 계란이 더 두꺼운 것으로 나타났지만(0.376 vs. 0.382 vs. 0.383), 유의성은 없었다(Fig. 2D). 이상의 결과에서, 감껍질의 사료 내 소량 첨가가 계란의 품질에 큰 영향을 주지 않기 때문에 사료로서 가치가 충분하다는 것을 알 수 있다.

다음은 감껍질의 첨가가 계란 내 지방산과 아미노산 등 영양 성분에 미치는 영향을 조사했다. 우선 난황내 지방산

의 성분을 비교 분석한 결과, 검출된 지방산들 중 α -linolenic acid[C18:3(n-3)]를 제외한 모든 지방산의 구성 비율이 대조군과 실험군들 사이에 유의적 차이가 없었다(Table 3). 감껍질의 지방산은 4종류가 주를 이루며, 그 함량 비율은 oleic acid가 33.4%, linolenic acid가 22.7%, palmitic acid가 19.8%, palmitoleic acid가 13.4%인 것으로 알려져 있다(Moon et al., 1995). 따라서 감껍질 내 다량 함유된 linolenic acid가 계란으로 전이될 가능성이 많다. 꽃감 부산물 급여가 계육 내 지방산 함량에 미치는 영향을 조사한 연구에서는 stearic acid와 linoleic acid는 감소하고, oleic acid는 증가하였으나, linolenic acid의 함량은 변화가 없는 걸로 알려져 있어, 감껍질 급여가 계육과 계란 내 지방산 함량에 미치는 영향이 다소 차이가 있을 것으로 추정된다(Kim, 2005). 감껍질의 사료 내 첨가에 따른 계란 내 아미노산의 변화는 영향이 없으므로 나타냈다(Table 4). 감껍질 내 아미노산 함량은 Glu, Pro, Met, Asp, Gly, Ser 등이 많은 것으로 알려져 있지만, 본 실험에서는 감껍질의 사료 내 첨가가 계란 내 아미노산 구성에 변화는 주지 않았다(Moon et al., 1995).

Table 3. Effect of feeding persimmon peel on fatty acid composition of egg yolk

Fatty acids	Control	2%	5%	P-value
C14:0	0.31±0.03	0.32±0.01	0.33±0.01	0.904
C16:0	24.91±0.54	25.65±0.35	24.77±0.37	0.361
C16:1(n-7)	3.50±0.14	3.73±0.16	3.64±0.07	0.489
C18:0	9.07±0.05	8.82±0.14	8.98±0.09	0.287
C18:1(n-9)	48.02±0.18	47.23±0.54	49.02±0.41	0.055
C18:2(n-6)	11.65±0.68	11.65±1.04	10.65±0.15	0.564
C18:3(n-6)	0.09±0.01	0.1±0.00	0.1±0.01	0.470
C18:3(n-3)	0.19±0.00 ^a	0.22±0.01 ^b	0.22±0.00 ^b	0.001
C20:1(n-9)	0.35±0.02	0.35±0.02	0.35±0.02	0.961
C20:4(n-6)	1.91±0.11	1.93±0.03	1.94±0.02	0.946
Total	100	100	100	
SFA	34.3±0.53	34.79±0.49	34.08±0.42	0.590
USFA	65.7±0.53	65.21±0.49	65.92±0.42	0.590
MUFA	51.87±0.18	51.32±0.68	53.01±0.36	0.096
PUFA	13.83±0.60	13.89±1.02	12.91±0.12	0.557

Mean±SEM (n=3).

^{a,b} Means with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SAF, saturated fatty acid; USFA, unsaturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid; PUFA, polyunsaturated fatty acid. Control, basal diet group; 2%, 2% persimmon peel diet group; 5%, 5% persimmon peel diet group.

Table 4. Effect of feeding persimmon peel on amino acid composition of egg

Amino acids	Control	2%	5%	P-value
Asp	1.19±0.03	1.16±0.01	1.15±0.01	0.252
Thr	0.59±0.01	0.58±0.01	0.57±0.01	0.296
Ser	0.92±0.01	0.9±0.01	0.89±0.01	0.281
Glu	1.53±0.03	1.48±0.01	1.46±0.01	0.136
Gly	0.39±0.01	0.38±0.00	0.38±0.01	0.211
Ala	0.66±0.01	0.64±0.01	0.63±0.01	0.207
Val	0.65±0.01	0.62±0.02	0.61±0.01	0.202
Ile	0.46±0.01	0.44±0.02	0.44±0.01	0.491
Leu	0.95±0.01	0.92±0.03	0.92±0.02	0.618
Tyr	0.43±0.01	0.42±0.01	0.43±0.01	0.735
Phe	0.59±0.01	0.59±0.03	0.61±0.03	0.898
Lys	0.84±0.01	0.82±0.02	0.82±0.01	0.708
His	0.28±0.00	0.27±0.01	0.27±0.00	0.447
Arg	0.73±0.01	0.71±0.02	0.71±0.01	0.507
Pro	0.41±0.01	0.43±0.01	0.41±0.01	0.532

Mean±SEM (n=3).

There was no significant difference of amino acid composition between each group.

Control, basal diet group; 2%, 2% persimmon peel diet group; 5%, 5% persimmon peel diet group.

이상에서, 감껍질을 산란계 사료로 이용 가능한지를 여러 가지 측면에서 연구한 결과, 감껍질을 사료에 5%까지 사용해도 산란율이나 계란의 품질 및 성분에 큰 영향을 주지 않아, 사료로서 충분히 이용 가능할 것으로 사료된다. 기존에 행해진 몇몇 연구에서는 10% 이상 더 많은 양의 감껍질을 사료에 첨가한 경우 오히려 산란계의 성적에 나쁜 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다(Park et al., 1996; Do, 1997). 이는 소화율이 떨어지는 감껍질의 다량 첨가로 인한 영양소 이용율이 나빠지기 때문인 것으로 알려져 있다(Do, 1997). 또한, 탄수화물의 함량이 높은 감껍질의 첨가에 의한 다른 영양 성분의 상대적 감소가 문제일 것으로 생각된다. 결과적으로 감껍질을 5%까지 사료에 첨가해 사용함으로써 감껍질을 이용할 수 있고, 동시에 사료비도 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

본 연구를 통해 감껍질의 산란계 사료 자원으로써의 가치

를 평가하였다. 감껍질은 기본 사료에 비해 조단백질과 조지방의 비율은 적지만 조섬유의 비율은 높은 것으로 나타났다. 사료에 감껍질을 2%와 5% 첨가하여 급이한 결과, 모두 산란율에 아무런 영향을 주지 않았다. 또한 감껍질 급이가 계란의 pH, Haugh unit, 난황색 및 난각두께에도 대체로 아무런 영향을 주지 않아, 계란 품질 변화도 유발하지 않았다. 계란내 영양 성분을 분석한 결과에서는 감껍질의 급이가 계란 내 아미노산 성분의 변화에 아무런 영향을 주지 않았으며, 지방산의 경우 감껍질에 많은 linolenic acid가 난황에 전이되어 증가하는 결과를 나타냈다. 이상에 감껍질을 최대 5%까지 산란계 사료에 이용 가능할 것으로 사료되며, 이는 농가 소득 증대에도 도움이 될 것으로 사료된다.

사 사

This work(Grants No.C0507972) was supported by project for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Korea Ministry of SMEs and Startups in 20.

ORCID

Sangsu Shin <https://orcid.org/0000-0002-5264-9632>
 Junkoo Yi <https://orcid.org/0000-0003-2593-6529>
 Changsu Kong <https://orcid.org/0000-0002-3876-6488>
 Woosung Kwon <https://orcid.org/0000-0002-0848-7189>
 Zaeyoung Ryoo <https://orcid.org/0000-0001-6993-3624>
 Eungyung Kim <https://orcid.org/0000-0001-8434-0915>
 Hyeonjin Kim <https://orcid.org/0000-0002-6553-3524>
 Jaejung Ha <https://orcid.org/0000-0001-6785-6346>
 Doyoung Hong <https://orcid.org/0000-0002-9390-3350>
 Duhak Yoon <https://orcid.org/0000-0002-3983-9757>
 Sunghyun Kim <https://orcid.org/0000-0002-7350-0538>
 Myoung Ok Kim <https://orcid.org/0000-0001-6650-7734>

REFERENCES

- Akyurek H, Okur AA 2009 Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *J Anim Vet Adv* 8(10):1953-1958.
- Do S-L 1997 Nutritive value of persimmon peelings for chicken and effects of its dietary supplementation on the laying performance of hens. Master of Agriculture. Kon-Kuk University, Seoul, Korea.
- Eisen EJ, Bohren BB, McKean HE 1962 The haugh unit as a measure of egg albumen quality 1. *Poult Sci* 41(5):1461-1468.
- Jang HD, Kim HJ, Cho JH, Chen YJ, Yoo JS, Min BJ, Park JC, Kim IH 2007 Effects of dietary supplementation of fermented wild-ginseng culture by-products on egg productivity, egg quality, blood characteristics and ginsenoside concentration of yolk in laying hens. *Korean J Poult Sci* 34(4):271-278.
- Jin YH, Lee KT, Lee WI, Han YK 2011 Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australasian J Anim Sci* 24(2):279-284.
- Kang HK, Seo OS, Choi HC, Chae HS, Na JC, Yu DJ, Kang GH, Bang HT, Park SB, Kim MJ, Lee JE, Kim DW, Kim SH 2010 Effects of feed supplementations for fermented apple pomace and cinnamon on egg quality and performance in laying hens. *Korean J Poult Sci* 37(1):63-68.
- Kang M-J, Yoon K-Y, Seong J-H, Lee K-H, Kim K-S 2004 The stability of carotenoid pigments in astringent persimmon (*Diospyros kaki*) consumed in Korea. *J East Asian Soc Diet Life* 14(4):355-362.
- Karunajeewa H, Hughes R, McDonald M, Shenstone F 1984 A review of factors influencing pigmentation of egg yolks. *Worlds Poult Sci J* 40(1):52-65.
- Kim B-K, Park C-E, Kim B-S, Kim Y 2014 Quality factors affecting egg freshness and palatability during storage. *Korean J Food Sci Technol* 46(3):295-302.
- Kim EJ 2012 Extract carotenoids from daebong persimmon (*Diospyros kaki*) peels and investigation into the antioxidant activity. Master of Agriculture, Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Kim JH, Na JC, Kim SH, Jang BG, Kang HS, Lee DS, Lee SJ, Jwa SH 2006 Effect of dietary medicinal plant by-products on egg production and egg quality in laying hens. *Korean J Poult Sci* 33(2):121-126.
- Kim YJ 2005 Effect of dietary dried persimmon by-product on broiler performance and fatty acid contents in chicken meat. *Korean J Poult Sci* 32(3):165-170.
- KOREA Forest Service 2017.
- KOREA Rural Economic Institute 2018.
- Kwak WS, Yoon JS 2003 On-site output survey and feed value evaluation on agro-industrial by-products. *J Anim Sci Technol* 45(2):251-264.
- Lee JH, Kim KS, Shin SO, Cho JH, Chen YJ, Kim IH 2007 Effects of dietary pine cone meal on egg production, egg quality, serum cholesterol and cholesterol content and fatty acid composition of egg yolk in laying hens. *Korean J Poult Sci* 34(3):223-229.
- Lee MH, Cho EJ, Choi ES, Sohn SH 2016 The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. *Korean J Poult Sci* 43(1):31-38.
- Marusich W, De Ritter E, Bauernfeind JC 1960 Evaluation of carotenoid pigments for coloring egg yolks. *Poult Sci* 39(6):1338-1345.
- Moon K-D, Kim J-K, Kim J-H, Oh S-L 1995 Studies on valuable components and processing of persimmon flesh and peel. *J Korean Soc Food Cult* 10(4):321-326.

- Moon Y-H, Jung I-C 2010 Effect of citrus byproduct on quality and fatty acid composition of chicken eggs. *J Life Sci* 20(9):1358-1364.
- Na JC, Jang BG, Kim SH, Kim JH, Kim SK, Kang HS, Lee DS, Lee SJ, Cheong JC, Lee JK 2005 Influence of feeding flammuling veluipes media on productivity and egg quality in laying hens. *Korean J Poult Sci* 32(2):143-147.
- Park SH, Kim JH, Nam KT, Kang CY 1996 The study of Korea persimmon peelings for feed. Page 117 In: The 13th Proceedings on the Annual Meeting of Korean Society of Poultry Science, 11.
- Rew HJ, Shin MH, Lee HR, Jo C, Lee SK, Lee BD 2009 Effects of corn distiller's dried grains with solubles on production performance and economics in laying hens. *Korean J Poult Sci* 36(1):15-21.
-
- Received Mar. 23, 2019, Revised Jun. 13, 2019, Accepted Jun. 15, 2019