

유기 반추동물 전용 수입산 유기사료 및 국내산 유기 부산물의 사료적 가치 평가*

박종국** · 김창현***

Nutritional Evaluation of Imported Organic Feeds and Locally Produced Agricultural By-products for Organic Ruminant Farming

Park, Joong-Kook · Kim, Chang-Hyun

This study was conducted to evaluate the nutritional value of locally produced organic agricultural by-products to substitute imported organic feeds for organic ruminant farming. Imported organic feeds (corn grain, soybean meal, soybean seed, oat grain, barley grain, wheat grain, buckwheat, sunflower seed meal) and by-products (rice bran, grape seed meal, rice straw, soybean hull, soybean curd, rice hull, green kernel rice, and crushed rice grain) were analyzed for chemical composition and NDF, ADF, mineral, and amino acid contents and anti-nutritional factors. Dry matter, NDF and ADF contents in organic feeds were higher than those in conventional feeds. Especially, the 9.65% fat content of organic soybean meal was 6 times higher than the 1.95% fat content of conventional soybean meal. Fat contents of rice bran, grape seed meal, green kernel rice, and crushed rice grain were 25.66, 6.09, 3.57 and 1.59%, respectively. Protein contents of soybean hull and soybean curd were 14.68 and 19.87%, respectively, which are highest among organic by-products. Levels of aflatoxin in all feeds were below the safety level. Therefore, organic rice bran, green kernel rice and crushed rice as energy source, and soybean hull and soybean curd as protein source could partial replace imported feeds for organic ruminant farming.

Key words : *organic feed, by-product, ruminant, nutritional value*

* 본 연구는 농림기술개발연구과제(과제번호 : 106119-3)의 지원에 의한 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

** 국립축산과학원

*** 교신저자, 한경대학교 동물생명환경과학부(kimch@hknu.ac.kr)

I. 서 론

농업의 지속성을 유지하고 생태환경에 상보적인 농업의 순기능을 복원하기 위해서 전 세계적으로 친환경 농업이 화두가 되고 있다. 2009년 기준 세계 유기농산물 시장거래량(유기가공 농식품 포함)은 550억 달러에 이르며 전체 농업면적의 약 0.9%로 추정되고 있으며(IFOAM, 2011), 이러한 세계 유기농산물 시장의 성장은 유기농산물과 관련한 제도가 비교적 잘 확립된 유럽 및 북미에서 주도하고 있다. 우리나라도 국민 소득수준이 높아짐에 따라 농산물에 대한 수요가 양(quantity)에서 질(quality)로 바뀌면서 친환경농산물의 공급과 수요는 매년 증가하고 있는 실정이다. 한편, 소비자의 욕구에 부응하여 축산분야에서도 ‘유기축산’이 등장하게 되었는데, 유기축산이란 축산물의 생산과정에서 수정란 이식이나 유전자 조작을 거치지 않은 유기사료를 급여하는 축산으로 정의한다(Codex Alimentarius, 1999). 하지만 국내 환경 여건은 유기 축산의 선도 국가나 주요 축산국의 여건과는 매우 다르다. 현재 우리나라는 인증된 유기사료자원의 부족으로 아직 준비 단계에 머물러 있으며(이, 2004), 이러한 유기 축산의 전개 시 가장 큰 난제가 유기 사료의 원활한 공급과 자급사료 기반의 확대이다(농림수산식품부, 2009).

유기축산농가에서 발생된 유기질 비료를 사용하여 생산하는 유기사료는 곡물 및 조사료 모두 생산이 용이하지 않으며, 국제적으로 유통되는 수입 유기사료의 가격도 앞으로 더욱 높아질 것으로 예측되어 유기축산의 미래를 좌우하는 유기사료의 공급은 국내 생산으로 유도해야 한다(오, 2005). 단위동물의 사료는 곡류를 원료로 하는 농후사료 의존도가 높은 실정이지만, 곡류는 국가 경쟁력이 낮아 어떠한 경우라도 수입에 의존할 수밖에 없다. 하지만 반추동물은 다양한 농업 부산물을 사료로 이용할 수 있어서 자급 사료의 기반을 높이면서 자원 이용을 극대화할 수 있다(안, 2003).

우리나라에서 연간 생산되는 농업 부산물은 약 6,265천 톤이고 생산되는 농업 부산물 중 50% 정도를 재활용할 경우에는 배합사료를 1,714천 톤 대체할 수 있다(농림부, 2002). 또한 우리나라 전국토지의 약 65%는 산지로 구성되어 있으며, 이곳에서 생산되는 산림부산물이나 낙엽 등을 사료로 활용할 수 있다(조 및 이, 2005). 이와 같이 국내 유기경종단지에서 생산되거나 폐기되는 유기부산물과 유기조사료를 급여한다면 자급사료 확보는 물론 사료 가격 안정화와 함께 유기축산이 가능할 것이다(김 등, 2007).

부산물을 이용하여 반추동물을 대상으로 한 사양실험은 많이 진행되고 있지만, 대체 가능성이 있는 여러 유기 부산물의 사료가치 평가실험은 몇몇 연구(농림수산식품부, 2009) 외에는 전무한 실정이다. 특히, 유기축산을 위한 영양소 공급체계 및 사양관리를 위해서는 우선적으로 유기사료와 부산물사료에 대한 기초적인 사료가치 평가가 필요하다. 이에 본 연구는 유기축산을 위한 자급 사료 확보에 도움이 되고자 국내에서 수량 측면에서 확보가능성이 높은 유기 부산물을 위주로 하여, 사료적 가치평가 및 수입 유기사료와 대체 가능성

을 평가하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 수입 유기원료 사료

국내에서 수입되는 유기원료사료는 Table 1과 같다. 수입회사는 여주에 위치한 여농에듀팜에서 중국산 옥수수과 대두박을 각각 계절별 4회 채취하였고, 안성에 위치한 그린텍 F&C에서 중국산 대두박과 해바라기씨박을 각각 2회, 그리고 장원낙농영농조합법인에서 러시아산 보리, 메밀, 대두박, 전지대두, 소맥 및 연맥을 각각 2회 채취하여 분석하였다. 국내 유기축산 농가의 규모에 따른 수입량이 낮아 옥수수 및 대두박을 제외한 원료사료는 시험 기간(1년) 동안 2회 채취하였다.

Table 1. Imported organic feeds

Company	Ingredient	Quantity	Origin
Yeonong Edufarm	Corn grain Soybean meal	4	China (Heilong Jiang)
Greentech F&C	Soybean meal Sunflower seed meal	2	
Dairy Farming Cooperation	Barley grain Buckwheat Soybean meal Soybean Wheat grain Oat	2	Russia (Amur Belogorsk)

2) 국내 유기부산물

국내에서 발생하는 유기 부산물은 Table 2와 같이 유기농업을 통해 친환경 농산물을 생산하는 지역을 선택하였다. 홍성 문당리 환경농업마을에서 벼짚, 싸라기, 미강, 왕겨 및 청치를 각각 4회, 안성 푸른들영농조합법인에서 비지, 청치, 싸라기, 미강, 벼짚 및 대두피를 각각 4회씩 채취하였고, 홍천 팔봉리정보화마을에서 벼짚과 미강을 각각 2회, 보은 백록동공동체에서 미강과 영동 옥잠화영농조합법인에서 포도박을 각각 2회씩 계절별 또는 상반

기 및 하반기로 나누어 채취하였다. 모든 시료는 유기인증을 받은 것으로 구성하였으며, 확보한 시료는 hammer mill을 사용하여 1mm로 분쇄한 후, 60°C drying oven에 48시간 이상 건조 후 분석하였다.

Table 2. Organic by-products produced from Korea

Company	Ingredient	Quantity
Mun Dang-ri Environment Agriculture Town	Rice straw Crushed rice Rice bran Rice hull Green kernel rice	4
Green F&C	Soybean curd residue Green kernel rice Crushed rice Rice bran Rice straw Soybean hull	4
Palbong-ri Information Network Village	Rice straw Rice bran	2
Baek Rok-dong Communal Society	Rice bran	2
Ok Jam Hwa Farming Cooperation	Grape seed meal	2

2. 분석 방법

1) 일반성분

분석에 사용한 유기사료 및 유기부산물물의 일반성분 분석은 AOAC(1990)의 방법에 준하였으며, 건물함량은 oven 건조법, 조단백질은 조단백질 증류장치(2200 Kjeltec Auto Distillation, Switzerland), 조지방은 Soxhlet 추출법(Soxtec system HT6, Switzerland), 조회분 함량은 전기회화로(Nabertherm, Germany)를 이용하여 550°C에서 5시간 동안 회화시킨 후 그 함량을 측정하여 백분율(%)로 나타냈다.

2) NDF 및 ADF

NDF(neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber)는 Van Soest 등(1991)의 분석법으로 분석하였다.

3) 아미노산

시료는 6N HCl과 N₂로 치환하여, 이를 110°C 오븐에서 24시간 가수분해시킨 뒤 탈이온수로 50mL 정량플라스크에 0.2µm membrane filter로 여과하여 전처리하였다. 또한 분석은 AccQ-Tag 방법(Water AccQ-Tag Amino Acid Analysis System, 1993)으로 유도체화 시킨 다음 아미노산을 자동분석기(Amino acid analyzer, L-8500A, Hitachi, Japan)를 이용하여 유리된 아미노산을 분석하였다.

4) 광물질

광물질은 calcium(Ca), phosphorous(P), sodium(Na), magnesium(Mg) 및 potassium(K)을 유도 결합 플라즈마 분광분석법(inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy; ICP-AES)을 이용하여 분석하였다. 시료를 약 1g 측정하여 microwave digestion tube에 넣고 미량 무기 성분 분해용 HNO₃ 6mL과 H₂O₂ 1mL을 가한 후 microwave digestion system(MLS 1200 MEGA, Milstone, Italy)에서 시료를 용액화 하였다. Hot plate(100°C)에서 시료를 휘발시켜서 1mL로 한 후 1% HNO₃으로 희석하여 30g으로 정량하여서 ICP-AES(DV 3300, Perkin-Elmer, USA)로 무기성분을 정성 및 정량 분석하였다.

5) 항영양인자

항영양인자로 aflatoxin 분석을 위한 HPLC system은 M510 solvent delivery system, rheodyne injector 및 M474 fluorescence detector로 구성하여 정량분석 하였다.

3. 통계분석

본 실험에서 수입 유기사료와 국내산 유기부산물의 일반성분과 aflatoxin 함량은 관행사료와 비교한 결과로써 한국젓소사양표준 사료성분표(농촌진흥청, 2007)를 참고하여 통계분석 없이 수행하였다. 또한 아미노산 조성 및 광물질 함량은 수입 유기사료와 유기부산물로 구분하여 SAS package program(2000, release. 8.1 version)의 GLM(General Linear Model)을 이용하여 원료사료별 분산 분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test에 의해 처리 평균간 유의성(p<0.05)을 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분, NDF 및 ADF

수입 유기사료의 일반성분, NDF 및 ADF 분석 결과는 한국젓소사양표준 사료성분표(농촌진흥청, 2007)의 관행사료 성분과 비교하여 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Chemical composition of imported organic feeds and inorganic feeds (% DM)

Item	CG		SM		SS		OG	
	A ⁴	B ⁵	A	B	A	B	A	B
Dry matter	89.06	86.00	92.83	88.33	94.83	88.70	89.96	90.77
Crude protein	7.55	8.84	39.94	51.53	38.98	41.38	9.97	10.50
Ether extract	4.44	4.09	9.65	1.95	22.28	20.97	4.35	6.51
Crude fiber	2.50	3.00	5.82	6.27	4.74	6.43	11.88	13.66
Crude ash	1.42	1.31	5.72	7.09	5.92	5.52	3.13	2.36
NFE ¹	84.09	82.77	38.87	33.19	28.08	25.99	70.67	66.98
NDF ²	21.27	10.50	25.09	14.30	31.86	8.10	31.18	31.40
ADF ³	6.21	3.00	14.10	8.90	30.31	7.40	17.76	14.30
Item	BG		WG		BW		SSM	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Dry matter	89.91	87.27	90.93	87.05	90.91	86.73	93.42	89.27
Crude protein	9.99	12.73	12.53	17.62	12.15	11.76	22.28	29.26
Ether extract	2.04	2.10	3.36	1.73	3.19	3.02	8.15	3.79
Crude fiber	4.01	5.77	2.55	3.02	11.10	9.44	32.71	30.03
Crude ash	2.74	2.54	2.04	1.92	1.89	6.73	4.56	6.81
NFE	81.22	76.79	79.52	78.73	81.67	69.05	32.20	30.11
NDF	33.75	16.40	27.12	11.50	9.90	-	50.21	34.00
ADF	6.68	6.60	4.02	3.80	3.46	-	38.93	-

Abbreviated CG; corn grain, SM; soybean meal, SS; soybean seed, OG; oat grain, BG; barley grain, WG; wheat grain, BW; buckwheat, SSM; sunflower seed meal.

¹Nitrogen free extract.

²Neutral detergent fiber.

³Acid detergent fiber.

⁴Organic feed.

⁵Conventional feed values obtained from RDA (2007).

수입유기사료의 건물함량은 89.91~94.83%로 관행사료의 86.00~90.77%보다 높았으며, 일반적인 곡류사료의 수분함량(85~90%)과 비교하여 높아 저장성이 용이할 것으로 판단된다. 또한 반추동물의 에너지원으로 구조탄수화물에 해당되는 NDF와 ADF함량 또한 관행사료와 비교하여 높게 나타났다. 일반적으로 유기와 관행의 성분함량 차이는 재배환경, 시비 유무 및 수확시기와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있는데(김 등, 2004), 관행보다 NDF와 ADF 함량이 높게 측정된 것은 시비의 유무 및 수확시기에 따라 목질화가 더 진행된 것으로 판단된다.

특히 반추가축 사료의 단백질원이 될 수 있는 대두박의 조지방 함량은 9.65%로 관행대두박의 1.95%보다 6배 이상 높았다. Codex 규정에 따르면 유기농법은 화학비료, 유기합성농약, 가축 사료 첨가제 등 일체의 합성 화학물질을 사용하지 않아야 한다. 본 실험에 사용된 유기 대두박 또한 가공 시 화학적 방법을 사용할 수 없었으며, 용매추출법이 아닌 압축법에 의해서만 지방을 추출하였기 때문에 높은 지방 함량의 원인이 된 것으로 생각된다.

국내 유기부산물의 일반성분, NDF 및 ADF 분석 결과는 한국사양표준 사료성분표(농촌진흥청, 2007)의 관행사료 분석결과와 비교하여 Table 4에 나타내었다. 본 실험에서 미강의 조지방 함량이 20.66%로 부산물 가운데 가장 높게 나타났다. 미강은 현미를 백미로 도정하는 과정에서 분리되는 부산물로 그 중 일부는 사료 원료로서 이용되고 있다. Farrell 등(1994)은 미강에 지방과 전분 함량이 많아 에너지 함량이 높다고 보고하였으며, White와 Hembry(1985)는 미강이 가축의 사료로서 단백질, 에너지 및 무기물 공급원으로 우수하다고 보고하였다. 또한 미강을 급여하여 반추동물의 성장률을 높일 수 있으며(Moran, 1983), 젓소를 대상으로 농후사료를 약 20% 이내로 사용할 경우 밀기울과 같은 사료적 가치를 나타

Table 4. Chemical composition of organic by-products (% , DM)

Item	RB		GSM		RS		SH	
	A ⁴	B ⁵	A	B	A	B	A	B
Dry matter	90.49	88.00	87.40	88.40	91.42	88.91	92.83	89.11
Crude protein	13.67	14.14	9.53	11.43	3.58	5.03	14.68	12.34
Ether extract	20.66	19.42	6.09	0.79	1.06	1.30	1.67	2.68
Crude fiber	7.62	11.53	33.38	53.96	29.60	36.39	28.82	39.27
Crude ash	10.06	10.63	2.69	3.51	9.94	11.43	4.50	6.22
NFE ¹	42.99	44.28	48.31	30.32	55.82	45.86	50.33	39.48
NDF ²	25.42	24.90	57.74	53.90	69.63	67.88	60.54	54.40
ADF ³	13.04	10.30	51.32	49.20	46.51	44.12	45.23	41.80

Item	SC		RH		GKR		CR	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Dry matter	11.96	18.78	90.31	90.19	86.51	-	87.51	-
Crude protein	19.87	22.95	1.90	4.03	7.99	-	6.43	-
Ether extract	4.03	11.21	1.64	0.82	3.57	-	1.59	-
Crude fiber	19.03	19.76	45.52	45.47	2.80	-	1.67	-
Crude ash	3.96	3.70	15.60	21.04	1.63	-	0.80	-
NFE	53.11	42.39	35.34	28.64	84.01	-	89.51	-
NDF	39.83	44.90	81.42	63.00	14.97	-	21.45	-
ADF	26.89	23.80	71.01	54.00	4.37	-	1.93	-

Abbreviated RB; rice bran, GSM; grape seed meal, RS; rice straw, SH; soybean hull, SC; soybean curd, RH; rice hull, GKR; green kernel rice, CR; crushed rice.

¹Nitrogen free extract.

²Neutral detergent fiber.

³Acid detergent fiber.

⁴Organic feed.

⁵Conventional feed values obtained from RDA (2007).

내지만, 그 이상 급여하면 하리를 일으키고 버터를 연하게 한다(Ewing, 1997). 유산양에서는 최대 10%까지 급여해도 사료섭취량 및 유생산성에 부정적인 영향을 주지 않았다(박, 2010). 특히, 유기용제로 탈지시킨 미강은 저장성이 높고 기호성이 좋으므로 각 가축에 많이 이용될 수 있다. 포도박은 불포화 지방산이 전체 지방산 중의 90% 이상을 차지하고 있고(황 등, 1999; 강 등, 2001), 관행부산물과 비교하여 일반 성분, NDF 및 ADF 함량에서 큰 차이가 없었다. 포도박의 사료 이용에 있어서 가장 큰 문제는 수분함량(약 68%)에 의한 저장, 수송 및 취급의 어려움이 있어 사료화를 위한 적절한 저장 방법의 개발, 건조비를 절감할 수 있는 방법 개발 및 제조 가공방법 개발 등이 필요할 것으로 생각된다. 농산 부산물 중 벧짚은 조단백질 함량이 3.5~4.0% 정도로 낮고 세포벽 구성물질이 높은 특징을 나타냈다. 또한 벧짚의 사료효율을 높이기 위하여 첨가제를 사용하여 가소화 영양소 함량 및 사료섭취량을 증가시킬 수 있다. 대두피는 대두종실의 7% 수준이 생산되며(Smith, 1977), 대두로부터 식용유를 착유하는 공정에서 반드시 생산되는 부산물로서 사료적 가치가 있는 부존자원이다. Owen 등(1984)은 대두피를 착유우 사료에 곡류사료의 21% 수준으로 대체 시 산유량과 우유의 조성에 부정적 영향이 없었다고 보고하였다. 또한 대두피는 소화가 잘 되는 섬유질로 구성되어 있어 고능력우의 생산성을 향상시키기 위해 비유초기에 급여하는 것이 바람직하다고 보고되고 있다(Kloppenstein 및 Owen, 1987). 국산 유기 대두를 이용하여

두부 생산공정에서 배출되는 비지는 대두의 약 1.3배 수준이다. 건물 중 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분 및 가용무질소물 함량이 각각 20.3, 6.0, 15.8, 2.6 및 50.9% 정도이며, 조단백질 중 61.5%가 반추위 미분해단백질이기에 때문에 젖소 사료의 우수한 단백질원으로 알려져 있다(Chiou 등, 1995). 본 실험에서 사용한 유기비지의 건물, 조단백질 및 조지방 함량이 관행비지와 비교하여 차이가 나타나는 원인은 제조물이 두부 또는 두유에 따라 영양적 가치가 다르기 때문이다. 비지는 단백질이 우수한 대신 수분함량이 높아 원료사료로 이용하기 위해서는 포도박과 마찬가지로 건조 등의 가공과정을 거쳐야 보관 및 유통이 가능하지만, TMR 사료의 원료로 사용할 경우 신선한 재료라면 큰 문제없이 사용할 수 있을 것으로 판단된다. Chiou 등(1998)에 따르면, 두부비지를 함유한 사료가 주정박이나 대두박 함유사료에 비하여 산유량 및 비유효율이 더 우수하다고 보고하였다.

쌀에서 왕겨가 차지하는 비중은 18~20%이며, 분석 결과 조단백질과 조지방 함량이 1%내외이며 ADF 함량이 높아 사료적 가치가 낮은 원료로 알려져 있다. 하지만 최근 섬유소 분해효소 생성균주를 이용한 조사료로써 가치를 증진시키는 연구가 진행되었으며(농림부, 2007), 앞으로 이러한 연구를 통하여 왕겨의 사료적 가치가 더욱 향상될 것으로 생각된다. 청치는 여물지 않아 푸른 빛깔을 띤 쌀을 일컬으며, 유기경종농업을 하는 농가에서 화학비료와 살충제를 사용하지 않아 관행 경종농가와 비교하여 발생률이 높은 것이 특징이다. 조단백질, 조지방 및 가용무질소물 함량이 각각 7.99, 3.57 및 70.53%로 옥수수과 비교하여 비슷한 영양적 가치를 나타냈으며, 앞으로 사양실험을 통한 추가적인 연구가 요구된다. 싸라기는 벼 도정과정에서 부스러진 쌀알을 일컬으며, 청치와 마찬가지로 관행 경종농가와 비교하여 발생률이 높다. 조단백질과 조지방이 각각 6.43, 1.59%로 청치보다 약간 낮은 함량을 나타냈다.

2. 아미노산

가축의 생산성을 증진시키기 위해서는 사료 내 공급되는 단백질의 함량뿐만 아니라, 이와 더불어 단백질 구성 물질인 아미노산의 공급이 매우 중요하게 대두되고 있다(Tamminga 및 Oldham, 1980). 특히 반추동물이 섭취한 사료 단백질은 비반추 동물에 비해 아주 낭비적인 단백질 이용효율을 가지고 있을 뿐만 아니라, 과잉의 단백질 공급과 낮은 이용효율 때문에 번식 및 면역 저하는 물론이고 질소과잉배출로 환경오염 문제를 야기시킨다. 국내 부존자원 중 단백질 함량 및 사료적 가치가 높다고 인정되는 유기부산물을 선별하여 아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

유기부산물의 총 아미노산은 조단백질 함량이 상대적으로 높은 비지에서 17.78%로 유의하게 가장 높았으며, 미강 12.49, 대두피 11.35, 싸라기 9.06, 청치 7.52, 포도씨박 6.60% 순으로 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 필수아미노산 함량은 동물의 정상적인 성장에 꼭 필

요한 아미노산으로서 체내에서 합성할 수 없거나 그 합성 속도가 수요에 비해서 매우 느리기 때문에 외부에서 공급해 줄 필요가 있는 아미노산을 말하는데 비지, 싸라기, 미강, 대두피, 청치 및 포도박 순으로 각각 8.27, 5.8, 5.84, 5.03, 3.81 및 2.93%로 조사되었다($p<0.05$).

Table 5. Composition of amino acids in organic by-products (% DM)

Amino acid profile		RB	GGR	CR	SH	SC	GSM	SEM ¹
Essential amino acids	Threonine	0.57 ^b	0.31 ^d	0.23 ^e	0.50 ^c	0.89 ^a	0.28 ^d	0.048
	Valine	0.71 ^{bc}	0.46 ^d	3.55 ^a	0.58 ^{cd}	0.95 ^b	0.37 ^d	0.086
	Isoleucine	0.43 ^b	0.29 ^c	0.22 ^{cd}	0.44 ^b	0.78 ^a	0.28 ^c	0.043
	Leucine	0.92 ^b	0.59 ^d	0.47 ^d	0.76 ^c	1.49 ^a	0.49 ^{de}	0.055
	Phenylalanine	0.58 ^b	0.39 ^c	0.32 ^c	0.49 ^{bc}	0.89 ^a	0.32 ^c	0.039
	Lysine	0.82 ^b	0.35 ^c	0.22 ^d	0.98 ^{ab}	1.18 ^a	0.38 ^c	0.064
	Histidine	0.42 ^b	0.21 ^c	0.16 ^c	0.37 ^{bc}	0.60 ^a	0.22 ^c	0.054
	Arginine	1.16 ^a	0.67 ^c	0.54 ^d	0.75 ^b	1.16 ^a	0.49 ^d	0.075
	Methionine	0.23 ^b	0.19 ^{bc}	0.15 ^{bc}	0.16 ^{bc}	0.33 ^a	0.10 ^c	0.053
Non essential amino acids	Aspartic acid	1.37 ^b	0.76 ^c	0.56 ^d	1.19 ^{bc}	1.95 ^a	0.60 ^{cd}	0.069
	Serine	0.61 ^b	0.39 ^c	0.31 ^c	0.69 ^b	1.00 ^a	0.33 ^c	0.031
	Glutamic acid	1.79 ^b	1.27 ^c	1.07 ^d	1.55 ^{bc}	2.80 ^a	1.20 ^c	0.103
	Glycine	0.77 ^c	0.38 ^e	0.28 ^f	1.02 ^a	0.95 ^{ab}	0.54 ^d	0.543
	Alanine	0.88 ^{ab}	0.46 ^{bc}	0.34 ^c	0.57 ^b	0.91 ^a	0.42 ^{bc}	0.052
	Tyrosine	0.33 ^c	0.27 ^{cd}	0.22 ^{cd}	0.41 ^b	0.56 ^a	0.11 ^d	0.045
	Proline	0.61 ^b	0.37 ^c	0.26 ^d	0.66 ^b	1.02 ^a	0.32 ^c	0.038
	Cystine	0.29 ^{ab}	0.19 ^b	0.16 ^{bc}	0.23 ^b	0.32 ^a	0.15 ^{bc}	0.029
Essential amino acids		5.84 ^b	3.81 ^d	5.86 ^b	5.03 ^c	8.27 ^a	2.93 ^e	0.253
Nonessential amino acids		6.65 ^b	3.71 ^c	3.20 ^d	6.32 ^{bc}	9.51 ^a	3.67 ^c	0.325
Total		12.49 ^b	7.52 ^d	9.06 ^c	11.35 ^{bc}	17.78 ^a	6.60 ^c	3.262

Abbreviated RB; rice bran, GGR; green grains of rice, CR; crushed rice, SH; soybean hull, SC; soybean curd, GSM; grape seed meal.

¹SEM, standard error of means.

^{a, b, c, d, e, f}Means in the same row with different superscripts differ significantly ($p<0.05$).

한국식품연구원(2006)에 따르면 유기 재배된 쌀들이 일반관행 쌀과 비교하여 총 아미노산이 다소 높은 경향을 나타냈다고 보고하였으며, 본 연구에서도 미곡부산물인 미강이 한국사양표준 사료성분표(농촌진흥청 등, 2007)의 관행 미강과 비교하여 아미노산 함량이 다소 높은 것으로 나타났다. 미강은 필수아미노산 중 arginine의 함량이 1.16%로 식물성 단백질원의 비지와 비슷한 함량을 나타냈으며, 사료의 저장성을 위해 탈지할 경우 아미노산 함량이 더욱 증가할 것으로 판단된다. 싸라기에서 valine의 함량이 3.55%로 관행 식물성 박류인 대두박의 2.13%보다 높게 나타났다. 대두피는 에너지 사료의 아미노산 조성파 비슷하게 나타났으며, 비지는 아미노산 조성이 다른 부산물에 비하여 우수할 뿐만 아니라 식물성 단백질 원료의 조성파 비슷하게 나타났다. 결과적으로 비지 및 대두피는 식품가공부산물로 아미노산 조성이 우수하였으며 다른 미곡부산물 또한 관행 부산물과 비교하여 아미노산 함량이 높게 나타났다.

3. 미량 광물질

유기사료와 부산물의 미량 광물질 함량은 Table 6과 같다. 광물질은 모든 체내 조직에 함유되어 있으며, 비록 소량이라고 할지라도 생명현상에 필수적으로 관여하기 때문에 사료내 함유된 광물질의 역할은 아주 중요하다. 수입유기사료 및 국내 부산물의 광물질 함량은 한국사양표준 사료성분표(농촌진흥청 등, 2007)의 관행사료와 비교하여 높은 함량을 나타냈다. 칼슘과 인은 광물질 중에서도 가장 많이 존재하는 광물질로 골격유지 및 우유에 상당량 함유되어 있으며 기타 생체내의 연조직 내에서 중요한 생리적 기능을 수행한다. 칼슘의 함량은 식물성 단백질원인 대두박, 대두종실 및 대두피에서 다른 곡류사료 및 부산물과 비교하여 높게 나타났으며, 인의 함량은 미강이 18,300ppm으로 다른 부산물과 비교하여 가장 높은 함량을 나타냈다($p < 0.05$). 세포 외액 중 대표적인 양이온 무기질이며, 삼투압과 수분 조절을 하는 주요 전해질로 알려져 있는 나트륨은 밀에서 1,420ppm으로 가장 높았다($p < 0.05$). 마그네슘은 뼈 속에 약 70%가 함유되어 있는 골격을 구성하고 있는 성분이고 반추가축에 결핍시 목초강직증(grass tetany)을 일으킬 수 있다. 비유중인 젖소는 1일 약 20g의 마그네슘이 필요하고 대부분의 축종에서 0.07~0.20% 정도를 공급해야 하는 것으로 보고되었으며(NRC, 1989), 본 실험의 부산물 중에서는 포도박이 1,210ppm으로 가장 높은 함량을 나타냈다($p < 0.05$). 구리는 생체 내의 중요한 효소, 즉 cytochrome oxidase, catalase, oxidase 등의 구성성분이 되거나 활성제로 이용되며, 성장 중인 가축에 있어서는 최소한 6ppm 이상을 급여해야 결핍증을 보이지 않으며, 10ppm 정도를 급여한 것이 최저 수준인 것으로 보고되고 있다(NRC, 1989). 구리는 수입유기사료에서는 대두박이 25.3ppm으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 국내 유기부산물에서는 벧짚에서 11.7ppm으로 높은 함량을 나타냈다($p < 0.05$).

Table 6. Comparison of mineral compositions in organic feeds and by-products (ppm, DM)

Organic feed	CG	SM	SS	BG	OG	WG	BW	SEM ¹
Ca	220 ^e	5,700 ^a	5,620 ^a	620 ^{cd}	1,520 ^b	480 ^d	680 ^c	506.181
P	2,550 ^e	8,200 ^a	7,250 ^b	3,570 ^d	4,010 ^c	3,740 ^{cd}	3,520 ^d	439.395
K	3,220 ^d	23,400 ^a	22,000 ^a	5,320 ^{cd}	10,200 ^b	5,870 ^c	4,350 ^{cd}	1737.410
Na	380 ^d	980 ^b	870 ^b	200 ^e	540 ^c	1,420 ^a	80 ^f	99.375
Mg	970 ^c	420 ^d	380 ^d	1,320 ^a	1,320 ^a	140 ^e	1,200 ^b	108.815
Cu	5 ^b	25 ^a	23 ^a	8 ^b	3 ^b	4 ^b	8 ^b	1.905
By-product	RB	GGR	CR	RS	SC	SH	GSM	SEM
Ca	240 ^e	78 ^e	70 ^e	3,410 ^b	1,220 ^d	4,280 ^a	1,500 ^c	346.646
P	18,300 ^a	4,210 ^c	4,820 ^b	1,320 ^{ef}	1,780 ^e	3,280 ^d	980 ^f	1253.130
K	17,840 ^c	2,640 ^e	2,890 ^e	21,200 ^b	2,700 ^e	24,200 ^a	5,780 ^d	1997.080
Na	420 ^d	120 ^f	285 ^e	1,150 ^a	570 ^c	770 ^b	120 ^f	76.944
Mg	670 ^d	275 ^e	180 ^e	1,000 ^b	30 ^f	780 ^c	1,210 ^a	94.600
Cu	14 ^a	4 ^b	3 ^{bc}	12 ^a	3 ^{bc}	1 ^c	1 ^{dc}	1.097

Abbreviated CG; corn grain, SM; soybean meal, SS; soybean seed, BG; barley grain, OG; oat grain, WG; wheat grain, BW; buckwheat, RB; rice bran, GGR; green grains of rice, CR; crushed rice, RS; rice straw, SC; soybean curd, SH; soybean hull, GSM; grape seed meal.

¹SEM, standard error of means.

^{a, b, c, d, e, f} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

4. 곰팡이 독소

수입 유기원료와 국내 유기부산물의 아플라톡신 검출결과는 Table 7과 같다. 곡류를 주식으로 하고 많은 식품과 원료 농산물을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 경우 아플라톡신에 노출될 가능성이 높을 것으로 예상되어(박 등, 2008), 수입유기사료와 국내 유기부산물 일부를 선정하여 분석하였다. 현재까지 알려진 곰팡이 독소는 약 200종 이상이며, 그 중에서 아플라톡신이 가장 독성이 강한 것으로 알려져 있다. 환경 중에 널리 분포하고 있으며 동물에 있어서 강력한 간 독성과 발암성을 갖는 물질로 알려져 있는데(여 및 김, 2002), 미국 식품의약국(FDA)에서는 사료 내 아플라톡신 함량을 5~100ppb 정도로 규제하고 있다. 본 실험에서는 아플라톡신이 검출되지 않았거나 기준치보다 낮은 것으로 나타나 곰팡이 독소에 안전한 것으로 판단되었다. 그러나 수분함량이 높은 비지 및 포도씨박은 식품가공

후 저장 및 보관 시 세심한 주의가 필요할 것으로 생각된다.

결과적으로 부산물 중 에너지원으로는 미강, 청치 및 싸라기가 사료적 가치가 있으며, 단백질원으로는 대두피 및 비지가 사료적 가치가 높은 것으로 나타났다. 에너지원인 미강은 발생량이 많고 지방함량이 높은 반면에, 저장성이 떨어지는 단점을 가지고 있으므로 별도의 탈지공정이 필요할 것으로 생각된다. 청치 및 싸라기는 관행보다 유기경종 농업에서 발생량이 더 높아 수량면에서 유기사료로 가치가 높다고 판단된다. 단백질원인 대두피 및 비지는 대두 가공시 반드시 생산되는 부산물로 수량이나 영양적인 측면에서 우수하였다. 하지만 비지는 높은 수분함량으로 별도의 가공공정이 필요할 것으로 판단된다. 한편, 포도씨박은 불포화 지방산 함량이 높지만, 사료 이용성에 대한 연속성이 떨어지므로 첨가제 형태로 개발이 가능할 것으로 생각된다. 앞으로 추가적인 유기 부산물에 대한 사료적 가치평가 및 사양실험을 통한 연구가 필요하며, 현장과 접목시킬 수 있는 방안들이 추후 연구되어야 할 것으로 판단된다.

Table 7. Concentrations of aflatoxin in organic feeds and by-products (ppb)

Organic feed	Aflatoxin	By-product	Aflatoxin
Corn grain	N.D. ¹	Rice bran	5.60
Soybean meal	1.62	Green grains of rice	N.D.
Soybean seed	0.16	Crushed rice	N.D.
Barley grain	2.91	Soybean curd	4.05
Oat grain	1.14	Soybean hull	0.25
Wheat grain	N.D.	Grape seed meal	5.37
Buckwheat	1.68	Rice straw	4.94

¹ N.D. means not detected

IV. 요약

본 연구는 유기축산을 위한 자급 사료 확보에 도움이 되고자 수량이 많은 유기 부산물을 위주로 하여, 사료적 가치평가 및 수입 유기사료 대체 가능성을 평가하고자 실시하였다. 수입 유기원료사료(옥수수, 대두박, 대두종실, 귀리, 보리, 소맥, 메밀, 해바라기박) 및 국내 유기 부산물(미강, 포도씨박, 벧짚, 대두피, 비지, 왕겨, 청치, 싸라기) 총 16점을 일반성분, NDF, ADF, 아미노산, 광물질 및 항영양인자 분석을 실시하였다. 수입 유기원료사료의 일

반성분, NDF 및 ADF 분석 결과에서 건물과 NDF, ADF 함량은 관행과 비교하여 유기사료에서 더 높았으며 특히, 유기 대두박의 지방 함량은 9.65%로 관행대두박의 1.95%보다 6배 이상 높게 나타났다. 또한 조지방 함량은 미강, 포도씨박, 청치 및 싸라기에서 각각 25.66, 6.09, 3.57 및 1.59% 순으로 나타났으며, 조단백질은 비지와 대두피에서 19.87, 14.68%로 가장 높은 함량을 나타냈다. 아플라톡신의 검출 결과에서 모든 원료사료에서 검출되지 않았거나 기준치보다 낮게 측정되어 안전한 것으로 판단되었다. 따라서 부산물 중 에너지원으로는 미강, 청치 및 싸라기가 사료적 가치가 높았으며, 단백질원으로는 대두피 및 비지가 이용 가능할 것으로 판단된다. 이러한 결과를 바탕으로 추후 사양실험을 통해 유기 부산물의 유기사료 대체 효과에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

[논문접수일 : 2011. 8. 3. 논문수정일 : 2011. 11. 3. 최종논문접수일 : 2011. 12. 14.]

인 용 문 헌

1. 강한철·이선화·김중범. 2001. 포도씨 지방질의 분획정량과 이화학적 특성. 한국농화학회지 44: 173-178.
2. 김광국·조익환·황보순. 2007. 총체 보리사일리지를 첨가한 유기 TMR 급여가 흑염소의 사료섭취량, 영양소 소화율 및 혈액성상에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 15: 413-424.
3. 김경량·김석중. 2002. 세계 유기축산의 동향과 전망. 한국농업정책학회지 29: 153-171.
4. 김형열·이근보·임홍열. 2004. 유기농 야채의 무기물 및 비타민 함량. 한국식품저장유통학회지 11: 424-429.
5. 농림부. 2002. 조사료 생산 이용 교육. pp. 72-76.
6. 농림부. 2007. 섬유소 분해효소 생산균주를 이용한 왕겨와 쌀겨의 재활용 기술 개발. pp. 70-87.
7. 농촌진흥청 축산과학원. 2007. 한국사양표준(젓소). 상록사.
8. 농림수산식품부. 2009. 국내 부존 유기사료의 발굴·자료화와 최적유기사료 가공방법 개발 및 유기가축에서의 활용 방법 개발. pp. 28-30.
9. 박민정·윤미혜·홍해근·조태석·이인숙·박정화·고환욱. 2008. 식품 중 아플라톡신 오염도 조사. 한국식품위생안전성학회지 23: 108-112.
10. 박중국. 2010. 유기 유산양 사양을 위한 영양소 공급수준에 관한 연구. 박사학위 논문. pp. 91-104.

11. 신용광·황운재. 2007. 해외유기농산물 인증제도와 시사점. 농수산물무역정보. 229: 2-9.
12. 안중호. 2003. 우리나라 유기축산의 발전방안. 한국유기농업학회. 심포지엄.
13. 오상집. 2005. 유기축산의 현황과 한국형 모형 구축방안. 강원농수산포럼. p. 28.
14. 오상집. 2007. 유기축산을 위한 사료의 개발 및 활용. 오리저널. pp. 1-10.
15. 여현종·김종규. 2002. 쌀의 조리 및 가공 과정 중 Aflatoxin 감소에 관한 연구. 한국식품안전성학회지 17: 79-86.
16. 이상수. 2004. 유기축산의 현황과 사양관리 방안. 건국대학교 석사학위논문. pp. 28-29.
17. 조익환·이성훈. 2005. 유기사료급여가 흑염소의 사료섭취량, 영양소소화율 및 질소 축적에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 13: 85-99.
18. 친환경 농산물 정보시스템. <http://www.enviagro.go.kr>
19. 한국식품연구원. 2006. 친환경농산물의 성분함량 및 품질상의 차별성 연구. pp. 78-81.
20. 황종택·강한철·김태수·박원중. 1999. 포도씨의 지방질 조성과 이화학적 특성. 한국식품영양학회지 12: 150-155.
21. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis(15th ed.) Association of Official Agricultural Chemists Washington, D.C., USA.
22. Chiou, P. W. S., C. R. Chen, K. J. Chen, and B. Yu. 1995. Studies on the protein degradabilities of feedstuffs in Taiwan. Anim. Feed Sci. Technol. 55: 215-226.
23. Chiou, P. W. S., C. R. Chen, K. J. Chen, and B. Yu. 1998. Wet brewer's grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows. Anim. Feed Sci. Technol. 74: 123-134.
24. Codex Alimentarius. 1999. Guidelines for the production, processing, labeling and Marketing of Organic Produced foods, Commission, CAL/GL 32.
25. Ewing, W. N. 1997. Rice bran. In: The feeds directory: commodity products guide. W. N. Ewing(Ed). British Library Cataloguing in Publication Data. Vol 1. p. 86.
26. Farrell, D. J. 1994. Utilization of rice bran in diets for domestic fowl and duckling. World's Poultry. Sci. J. 50: 115-131.
27. IFOAM. 2011. International Farmers Organic Agriculture.
28. Klopfenstein, T. and F. Owen. 1987. Soybean hulls. An energy supplement for ruminants. Anim. Health Nutr. 43: 28-32.
29. Moran, J. B. 1983. Rice bran as a supplement to elephant grass for cattle and buffalo in Indonesia. I. Feed intake, utilization and growth rate. J. Agric. Sci. Camb. 100: 709-716.
30. NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th Ed.). National Academy Press. Washington, D.C.
31. Owen, F. G., L. L. Larson, J. Meader, and E. Hawkins. 1984. Make use of agric. by-

- products for dairy cow diets, Nebraska, Dairy Report EC 83-220, p. 17.
32. SAS. 2000. SAS/STAT[®] Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 33. Smith, K. J. 1977. Soybean meal: Production, composition and utilization. Feedstuffs. 48: 22-25.
 34. Tamminga. S. and J. D. Oldham. 1980. Amino acid utilization by dairy cows. II. Concept of amino acid requirements. Livest. Prod. Sci. 7: 463-465.
 35. Van Soest P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
 36. Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System. 1993. Operator's manual, Manual number 154-02TP REV 0 June, USA.
 37. White, T. W. and F. G. Hembry. 1985. Rich by-products in ruminant rations. Louisiana Agricultural Experiment Station. Bull. 771: 1-18.