

가금영양학 (完)

M.L. Scott, et. al. 저

김 규 일 역

<미국위스콘신주립대학원>

소화율 검정

사료를 평가하는 고전적 방법은 소화율의 측정이다. 근본적으로 소화율의 측정은 주어진 사료의 양에서 소화기를 통해서 흡수된 주어진 영양소의 양을 측정하기 위한 시도이다. 여기에는 두 가지 소화과정이 포함되는데 즉 영양소를 흡수될 수 있는 상태로 유리시키는 가수분해와 장관으로부터의 흡수이다. 어떤 학자들은 이 과정을 소화율이라고 부르기도 하는 흡수율이라는 말을 사용하기도 한다.

소화율은 사료섭취량과 분 생산량을 정확하게 측정함으로써 계산할 수 있다. 영양소의 화학적 분석과 함께 이들 측정에서 소화율이 결정된다. 예를 들면 단백질의 소화율(%)은 다음과 같이 계산된다.

$$\frac{\text{섭취사료의 고탄물} \times \text{사료중 단백질} \% - \text{분중고탄물} \times \text{분중단백질} \%}{\text{섭취사료의 고탄물} \times \text{사료중 단백질} \%} \times 100$$

위와 같은 방법으로 지방, 조섬유, 고탄물, 에너지, 기타 영양소의 소화율을 구할 수 있다.

배설물을 모두 수집하는 수고를 덜기 위하여 대사에너지를 측정할 때 사용하는 크로믹 옥사이드와 같은 지시약 사용방법이 이용될 수도 있다.

“실제소화율”은 내장유실에 대한 자료를 보정하지 않은 것이다. (예를 들면 무단백질 사료를 먹는 동물의 분에 나타나는 단백질의 손실). “순소화율”은 이러한 손실을 보정하여 결정한다.

사료의 조성분의 소화율을 알고 있을 때 가소

화양분총량(TDN) 수준으로 평가할 수 있다. 사료중의 TDN은 다음과 같이 정의된다.

$$\text{TDN}(\%) = \text{가소화단백질}(\%) + \text{가소화NFE}(\%) + \text{가소화섬유}(\%) + 2.25 \times \text{가소화조지방}(\%)$$

예시하면 사료의 조성분과 소화율이 다음과 같다.

	%	%, 소화율
단백질	10	75
NFE	65	90
섬유소	10	15
조지방	3	90

그러므로 이 사료의 TDN은

$$(10 \times 0.75) + (65 \times 0.9) + (10 \times 0.15) + (3 \times 0.9 \times 2.25) = 7.5 + 58.5 + 1.5 + 6.1 = 73.6$$

양계사료를 평가하는데 있어서 이 방법은 일본에서만 사용되고 있는데 그 밖의 지역에서는 닭에서 소화율이 쉽게 측정되지 않기 때문에 일반적으로 사용이 안되고 있다. 분뇨가 함께 배설되고 배설물 중에서 분뇨를 따로 분리하기가 어렵다. 다음 표에 나타난 자료는 반추수에 대한 여러가지 사료의 TDN가와 더불어 가금에 대한 동일사료의 ME가를 수록한 것이다.

또한 ME가와 TDN 가는 옥수수과 비교한 값의 %로서 표현되기도 한다. 가금에 비해서 반추수에서는 어떤 사료의 상대적 에너지가가 다르다는 것을 주의하라. 각 사료의 경제적인 가치는 옥수수에 대한 상대적인 에너지가에 거의 정비례한다. 그러므로 옥수수가 100파운드당 2.50볼에 팔린다면 밀미들링은 가금 사양을 위해서는 100파운드당 단지 1.30볼정도의 가치 밖에 없지만 반추수에 해서는 100 파운드당 2.42볼의

표. 곡류와 곡류생산물의 에너지, 지방, 섬유소, NFE, TDN

사	료	조섬유	NFE	지방	대사에너지		TDN	
					kal/μ	옥수수가의%	%	옥수수가의%
옥수수	수	2	72	4	1560	100	80.0	100
호미사	료	5	66	6	1300	83	83.9	105
옥수수및	속의	11	64	3	1280	82	73.2	92
기	장	2	71	3	1480	95	79.4	99
밀		2.5	70	2	1500	96	80.0	100
밀	레드	3	65	3	1250	80	85.5	107
밀	분	5	58	5	1200	77	79.2	99
밀	미들	8	57	5	820	52	77.2	97
밀	링	10	55	4	520	33	66.9	84
보	리	6	67	2	1290	83	75.6	94
귀	리	11	60	5	1190	76	70.1	88
귀	리	2	66	7	1500	96	91.4	114
귀	리	35	50	1	150	10	36.8	46
쌀		9	65	2	1210	78	81.0	101
쌀	겨	13	41	14	1060	68	67.4	84
당	밀	0	65	0	910	58	53.7	67
크	랙	1	67	8	1650	106	82.0	103

가치가 있다.

지방의 소화율은 본래 닭의 노에 지방이 들어 있지 않기 때문에 혼합 배설물을 사용해서 쉽게 구할 수 있다. 그러므로 지방의 소화율은 지방을 시험사료에서 정확한 ME가를 얻기에 충분한 높은 수준으로 대치할 수 없기 때문에 ME가 보다 더 좋다. 그러나 이러한 경우에 가소화에너지가는 대사에너지가와 동일하다.

닭에 있어서 단백질소화율의 간접측정법

혼합배설물을 수집하여 닭에 있어서 단백질의 소화율을 측정하는 방법을 고안해 내려고 많은 연구를 계속해 왔다. 노배설물중에는 노산과 암모니아의 질소가 많기 때문에 배설물 중 질소의 보통 측정방법에 의한 단백질소화율의 직접측정은 닭에서는 이용할 수 없다. 단백질소화율을 얻기 위하여 두 개의 간접방법을 사용하는데 어느 정도 성공하였다.

혼합배설물 분석에의 접근은 배설물 중 순단백질을 정량하여 다른 형태로 존재하는 질소를 구별하려는 시도로 이루어져 왔다. 쉬든의 왕립 농과대학에 있는 에크만 등이 닭의 혼합배설물 중 질소를 화학적으로 분리해냄으로서 순단백질

을 측정하려고 하였다. 에크만은 노산을 과망간산가리로 산화하여 용해시킨 후에 단백질을 침전시키기 위하여 유라닐 아세테이트를 사용하였다. 침전된 단백질은 가용성 질소불순물을 제거하기 위하여 세척된다. 침전상태로 측정된 단백질의 양은 사료에서 오는 불소화 조단백질을 측정하는데 이용된다. 어떤 사료에 있어서는 이방법이 잘 일치하는 것 같지만 그의 전반적인 응용을 하기 위해서는 더 이상의 연구가 필요하다.

혼합배설물 중의 노질소는 노산질소가 노질소 중에 일정한 함량을 차지하고 있다는 가정에 의해서 추정되어 왔다. 보통 노질소의 80%는 노산질소라고 생각된다. 혼합배설물중의 잔여질소는 분에서 온 것으로 고려되며 일상방법으로 소화율측정을 위하여 이용될 수 있다. 이 방법은 어떤 환경에서는 만족할지 몰라도 그의 가장 큰 결점은 노중에 들어있는 노산질소함량이 일정하다는 가정인데 그 이유는 이 노산질소는 사료중 단백질의 함량, 배설물 중에서 일어날 수 있는 세균분해의 양, 닭의 노중노산함량에 변화를 주는 기타의 요인들에 의하여 다소 좌우되기 때문이다.

◇ 가금영양학 ◇

소화율 측정을 위한 외과적 방법

닭에 있어서 노와 분은 함께 배설되기 때문에 영양소나 약품의 분 혹은 노로의 배설을 조사하기란 곤란하다. 그러므로 닭에서는 분노를 분리하는 방법이 이용된다. 가장 좋은 방법들은 (1) 새로운 구멍을 대장에 만들어 체 외부로 통하게 하는 인공항문성형 수술이나 (2) 적당한 분리기가 노의 흐름을 배설장에서 수집기로 가도록 외과 수술에 의하여 노관을 노출시킨 인공항문성형을 위하여 많은 방법이 연구되었다. 배설장은 일반적으로 완전하게 남겨두고 노의 흐름은 장애를 받지 않는다. 피부를 통하는 직장의 새로운 구멍은 분이 정상적으로 배출되도록 관이나 기타 기구에 의하여 열려있어야만 한다.

노관의 노출로 분에서 노를 분리하는 방법은 오델 등에 의하여 발표되었다; 성계에서 장기간 수집을 예정한다면 인공항문이 더 좋다. 반면에 외통노관은 단기간 특히 어린 닭에서 더 좋다.

영양학의 연구를 위한 순수사료

영양소의 수준이 잘 정하여져 있는 사료는 영양학의 연구에 극히 유용하다. 닭의 연구에 사용

표. 성장중인 닭의 연구에 사용되는 순수사료

성분	a	b	c
	%	%	%
대두박분리단백질		25.00	
카제인	25.00		
아미노산프리믹스			23.64
L-알지닌 HCl	1.50		
DL-메치오닌	0.40	0.60	
글라이신	1.00	0.40	
정제옥수수유	4.00	4.00	5.00
설탕			59.46
포도당	57.54	60.17	
섬유소	3.00	3.00	3.00
비타민프리믹스	1.20	1.20	1.20
광물질프리믹스	6.36	5.63	7.70

★ L-알지닌 HCl, 1.33; L-히스티딘 HCl : H₂O, 0.41; L-라이신 HCl, 1.40; L-타이로신, 0.63; L-트립토판 0.22; L-페닐알라닌, 0.68; DL-메치오닌, 0.55; L-시스틴, 0.35; L-트레오닌, 0.65; L-류신, 1.20; L-이소류신, 0.80; L-발린, 0.82; 글라이신, 1.60; L-글루타미산, 12.00; L-폴로린, 1.00.

된 3가지 사료가 다음 표에 나타나 있다.

이들은 아미노산을 공급하기 위하여, 대두분리단백질, 카제인, 결정아미노산과 기타 영양소를 공급하기 위하여 순수탄수화물, 정제식물유, 비타민, 광물질 등에 기초를 두고 있다. 닭이 필요한 실제로 알려진 모든 영양소의 결핍은 이 사료들 중의 하나에서 적당한 영양소를 제거함으로써 이루어 질 수 있다.

표. 순수사료에 사용되는 비타민프리믹스

비타민	사료 100g 당 양
지아민 HCl, mg	1.5
리보플라빈, mg	1.5
니코틴산, mg	5.0
엽산, mg	0.6
피리독신, mg	00.6
비오틴, mg	0.06
비타민 B ₁₂ , mg	2.0
콜린 Cl, mg	200
d-칼슘판토텐네이트, mg	2.0
메나디온 소디엄 바이셀파이트, mg	0.15
비타민 E, IU	5
비타민 D ₃ , IU	450
비타민 A, IU	450
항산화제 (BHT, 에톡시켄), mg	10.
포도당	1.20g

표. 순수사료를 위한 광물질 프리믹스

광물질	사료 a	사료 b	사료 c
	g/100g	g/100g	g/100g
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	1.80	2.07	3.40
CaCO ₃	1.90	1.48	1.50
KH ₂ PO ₄	1.40	1.00	
NaHCO ₃	0.88		1.10
KHCO ₃			1.10
KCl		0.10	
NaCl		0.60	
MnSO ₄ ·H ₂ O	0.035	0.035	0.055
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.05	0.05	0.05
MgCO ₃			0.05
MgSO ₄	0.30	0.30	
KIO ₃	0.001	0.001	0.001
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.003	0.003	0.003
ZuCO ₃	0.015	0.015	0.015
COCl ₂	0.00017	0.00017	0.0002
NaMoO ₄ ·2H ₂ O	0.00083	0.00083	0.0008
Na ₂ SeO ₄	0.0002	0.0002	0.0002

☆ 이 광물질 혼합물은 염소 첨가가 없다. L-알지닌 HCl이 사료에서 빠졌을 때 추가로 염소를 공급해야 한다.