

열량 영양소의 수준이 흰쥐의 단백질 평형과 체조성에 미치는 영향*

장 유 경·한 인 규**

한양대학교 사범대학 가정학과

Effects of Varying the Concentration of Energy Yielding Nutrients on Nitrogen Balance and Body Composition of the Growing Rats

Y.K. Chang and I.K. Han**

Dept. of Home Economics, College of Education, Hanyang University

= ABSTRACT =

In order to investigate the utilization efficiency of dietary protein in the rat body and effects of dietary fat on its protein metabolism, 51 Sprague-Dawley rats of 6 weeks old weighing approximately 106g were subjected to feeding trials for 4 weeks and then subsequently to metabolic trials for 3 weeks using six different diets composed of three different levels of protein (10%, 20% and 30%) with low (20%) and high (40%) fat content for each protein level, total energy being fixed at 4000 Kcal/Kg by addition of an appropriate amount of carbohydrate, and the following results were obtained.

- 1) The body weight gain increased in the low fat diets with increasing protein level whereas it decreased in the high fat diets. Food efficiency also increased in the low fat diets with increasing protein level, but no definitive trend was observed in the high fat diets. The protein efficiency was generally higher at low protein level and tended to decrease as the protein level increased, regardless of the amount of fat intake.
- 2) As the protein level was increasing, digestibility of dry matters and carbohydrate were decreasing whereas that of protein was slightly increasing. On the other hand, digestibility of fat was always very high regardless of the amounts of dietary protein and fat.
- 3) The gross energy intake was affected both by protein and fat contents in the diets: The energy metabolism efficiency was decreasing with increasing protein level and at the

* 이 논문은 1979년도 산학협동재단 학술연구비에 의하여 연구된 것임.

** 서울대학교 농과대학 축산학과

접수일자: 1980년 7월 2일

same protein level the energy utilization was considerably higher in the low fat diets than in the high fat.

4) From the above-mentioned experimental results it may be concluded that the best formula of diet for growing rats is probably composed of 20% protein, 20% fat and 60% carbohydrate.

서 론

식사에 포함된 열량 영양소인 탄수화물, 지방, 단백질의 구성 비율은 어린이 성장 발육에 큰 영향을 줄 뿐 아니라 성인과 노인의 건강유지에도 상당한 영향을 준다 특히 성장기 어린이에게 있어서는 단백질은 체구성 물질로서 더욱 중요시되며 체내에서 다른 영양소와의 상관 관계 즉 생리작용과 생화학적 작용에 대한 연구¹⁾가 많이 이루어진 바 있다. Nakano 등²⁾의 연구 결과에 따르면 고단백질 사료로 성장시킨 쥐에게 탄수화물이나 지방을 첨가시킨 사료를 급여하면 쥐의 간 아미노산분해 효소의 활성을 억제시키므로 노 질소의 배설을 감소시킬 수 있어 단백질의 이용율을 높일 수 있었다고 한다. 그러나 성장에 적당한 단백질과 에너지 수준을 같게 하고 지방의 양만을 변화시킨 사료를 급여하는 경우에는 에너지이용이나 질소 평행에 아무런 영향을 미치지 않았다³⁾. 또한 에너지 수준을 같게하고 성장에 필요한 양 이상으로 단백질을 섭취시켰을 때 단백질섭취량을 증가시킬수록 단백질 이용율이 저하되는 데⁴⁾ 그 이유는 필요 이상으로 섭취된 단백질은 체구성 물질로 이용되기보다는 분해되어 에너지원으로 이용되기 때문이다⁵⁾.

요즈음 우리나라는 경제적 및 문화적 수준의 향상으로 어린이의 성장 발육이 현저하게 향상되고 있으며⁷⁾ 성장 속도의 차이는 환경적 요인⁸⁾¹⁰⁾ 특히 단백질 섭취량과 관련된다고 보고 있다¹¹⁾.

대도시에서는 식사형태가 서구식으로 변화되어가면서 동물성 단백질의 섭취량이 상당히 증가되어 특히 쇠고기의 품귀 현상과 더불어 가격의 불안정을 가져오게 되었고, 지방의 섭취량도 상당히 증가되어 성장하는 어린이들 중에서 체중과다, 또는 비만을 자주 볼 수 있게 되었으며¹²⁾ 이와 같은 영양과다 현상은 오히려 영양장애 및 질병의 원인이 되기도 한다.

따라서 본 연구는 열량 영양소인 탄수화물, 지방, 단백질의 배합 비율을 달리한 사료가 흰쥐의 성장, 단백질 이용, 체성분에 미치는 영향을 알아내고 가장 효율이

높은 단백질의 양을 구하여 우리들의 식생활에 적용시키기 위한 실험적 근거를 찾고자 실시하였고 그 결과를 여기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 시험기간

본 시험은 1980년 1월 18일에 시작되어 3월 7일(총 7주간)에 종결되었는데 사양 시험은 1980년 1월 18일부터 2월 15일까지(4주간), 대사 시험은 1980년 2월 15일부터 3월 7일까지(3주간) 실시하였다.

2. 시험동물 및 시험설계

생후 6주 되고 평균 체중이 105.6g 되는 Sprague-Dawley 계의 albino rat (♀) 51마리중 3마리는 Initial body composition 을 알기 위해서 도체분석하였고 48마리를 사양시험에 공시하였다. 각 처리마다 사료의 에너지(M.E.)함량은 4000 Kcal/Kg 으로 고정하고 단백질 수준은 10%, 20%, 30%로 하고, 지방 수준은 각 단백질 수준마다 총 에너지의 20%, 40% 수준으로 하였으며 6처리로 처리당 4반복, 반복당 2마리씩 완전 임의 배치하였으며 처리 내용은 다음과 같다.

- 1) 저단백질 저지방구(LPLO) = Protein 10% + Oil 20%
- 2) 저단백질 고지방구(LPHO) = Protein 10% + Oil 40%
- 3) 중단백질 저지방구(MPLO) = Protein 20% + Oil 20%
- 4) 중단백질 고지방구(MPHO) = Protein 20% + Oil 40%
- 5) 고단백질 저지방구(HPLO) = Protein 30% + Oil 20%
- 6) 고단백질 고지방구(HPHO) = Protein 30% + Oil 40%

3. 시험사료의 재료 및 구성성분

본 시험에 사용된 시험 사료의 재료는 시판되고 있는 전분, 포도당, Casein, 콩기름, 섬유소, 비타민, 무기질을 사용하였으며 시험 사료의 배합비율 및 영양

註 : M.E.: Metabolizable Energy.

소 함량은 Table 1에서 보는 바와 같다. 그러나 배합된 사료의 분석 결과에 따르면 단백질의 수준은 9.5%, 17.8%, 26.6%, 였다.

4. 사양 관리

흰쥐 2마리씩을 한 cage에 넣어 5단계 철재 cage에서 사육하였으며, 전 시험기간 동안 물과 사료를 자유급식 시켰고, 매주 금요일 일정한 시간에 체중과 사료섭취량을 조사하였다.

5. 대사 시험

4주간의 사양시험 후 각 처리당 처리구의 평균 체

중에 가까운 쥐 4마리씩 선택하여 대사 cage 하나에 2마리씩 넣어 예비기간을 2주로 하여 적응시켰으며 마지막 1주일동안을 분과뇨의 수집기간으로 전분 채취법에 의해서 실시하였다. 매일 수집된 분은 80°C로 조절된 열풍건조기에서 24시간 건조시킨 후 수집기간 동안 건조한 곳에다 두었다가 분쇄하여 뚜껑있는 병에 담아 분석할 때까지 냉장고에 보관했으며 노는 매일 일정한 시간에 수집한 것을 냉장고에 보관해 두었다가 수집이 끝난 후 분석하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diets (%)

Ingredients or Chemical Composition	Treatment					
	LPLO	LPHO	MPLO	MPHO	HPLO	HPHO
Ingredients						
Casein ¹	9.9	9.9	19.8	19.8	29.6	29.6
Oil ¹	8.7	17.3	8.7	17.3	8.7	17.3
Starch ¹	69.7	47.8	58.8	36.8	47.8	25.3
Glucose	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Methionine	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Lysine	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cellulose ²	0.0	13.3	1.0	14.4	2.2	16.1
Vitamin Mix. ³	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Mineral Mix. ⁴	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Chemical Composition						
Moisture	10.06	8.01	9.47	7.53	9.14	7.10
Crude Protein	9.55	9.38	17.76	17.79	26.68	26.45
Crude Fat	8.36	16.25	8.34	16.37	8.43	16.77
Crude Fiber	1.48	9.96	1.49	11.34	2.95	12.64
Crude Ash	3.08	3.13	3.56	3.49	5.02	3.28
NFE	67.47	53.27	59.33	43.48	47.78	33.76
Ca	0.75	0.74	0.74	0.72	0.76	0.73
P	0.39	0.33	0.38	0.40	0.45	0.45
ME (Kcal/Kg)	4000.0	4000.0	4000.0	4000.0	4000.0	4000.0

¹⁾ Energy values used were: Corn starch: 3650Kcal/Kg, Casein: 4051Kcal/Kg,¹⁴⁾ Soybean oil: 9240Kcal/Kg, ¹⁴⁾¹⁵⁾

²⁾ Cellulose: Alphacellulose, sigma chemical company

³⁾ Vitamin mixture (in IU or milligrams per gram of mixture): Vitamin A, 5000IU; Vitamin D₃, 400IU; thiamin. HCl, 5; riboflavin, 5; Pyridoxine. HCl, 0.5; Cyanocobalamin, 5meg; niacin, 30; Choline, 5; folic acid, 0.5; calciumpantothenate, 5; Vitamin K, 0.2; ascorbic acid, 50;

⁴⁾ Mineral mixture (%): NaCl, 10.64; K₃C₆H₅O₇·H₂O, 23.28; K₂HPO₄, 7.61; CaHPO₄·2H₂O, 34.96; CaCO₃, 16.10; Mg(OH)₂·5H₂O, 5.56; FeC₆H₅O₇, 1.58; CuSO₄·5H₂O, 0.0196; MnSO₄·5H₂O, 0.196; KI, 0.004; CH₃COOZn·2H₂O, 0.049;

6. 도체분석

시험 시작 바로 전 3마리와 4주간의 사양 시험 직후 각 처리당 3마리씩 총 21마리를 도살하기 전 12시간 동안 절식시킨 후에 Ethyl Ether로 마취시키고 도살시켜 장 내용물을 제거하고 냉동시킨 다음 얇게 썰어 열풍건조기에서 60°C로 48시간 건조시킨 다음 분쇄하여 분석하였다.

7. 일반 성분 및 에너지 측정

사료, 분, 뇨, 도체의 일반 성분은 AOAC법¹⁶⁾에 의하여 분석하였고 에너지 측정은 일본 Shimadzu 회사의 Automatic Bomb Calorimeter (model CA-3)를 사용하였고, 뇨 에너지는 韓¹⁷⁾에 의해서 제안된 회귀식을 이용하여 간접적으로 산출하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료 효율 및 단백질 효율

에너지 수준은 같이하고 단백질과 지방의 수준을 달리한 6개의 사료로 4주간 자유 급식하여 얻은 증체량, 사료 섭취량, 사료 효율 및 단백질 효율은 Table 2에서 보는 바와 같다.

증체량은 사료의 단백질 수준이 높을수록 저지방구에서 증가¹⁸⁾되었으나 고지방구에서는 증체량이 오히려 감소되었는데 특히 증체량이 감소된 MPH0 구, HPH0 구의 경우는 저지방구에 비하여 지방의 배합 비율이 증가됨에 따라 배합된 탄수화물의 비율이 작아져서 기호성이 감퇴하였거나 에너지價를 같게하기 위해서 많은 양의 섬유소를 첨가하여 사료부피는 증가되었지만 실제로 섭취한 영양소 양이 적었기 때문이 아닌가 생각된다. 저단백질구(10%)에서는 저지방보다 고지방에서

체중이 13%나 증가했으나 중단백질구(20%)나 고단백질구(30%)인 경우 각각 고지방에서 체중이 16.7%, 16.5% 감소된 것은 고단수화물 사료 보다 고지방 사료로 성장시킨 쥐의 증체량이 오히려 적었다는 Ozelici¹⁸⁾ 등의 보고와도 일치하였다.

사료 효율은 고단백질구가 다른 처리구에 비하여 약간 높았으며 특히 고단백질 저지방구가 가장 높았으나 LPLO 구, LPHO 구, MPLO 구, MPH0 구간에 아무런 차이가 발견되지 않았으며 지방 첨가 수준에 대한 반응도 일정하지 않았다.

단백질 효율은 지방 첨가 수준에 관계없이 단백질 수준이 증가함에 따라 모두 감소했다¹⁹⁾. 중단백질구(20%), 고단백질구(30%)의 경우가 저단백질구(10%)의 경우보다 PER이 감소하는 이유는 체내 저장 가능량이 적은 단백질이 최저 요구량 이상으로 섭취되었을 때 축적되는 것보다 오히려 분해되어 에너지원으로서의 이용율이 높기 때문이라고 생각된다²⁰⁾. 저단백질구(10%)인 경우 고지방구에서 단백질효율이 높았으나 중단백질구나 고단백질구에서는 비록 통계적 유의성은 없었으나 지방첨가량이 높을수록 PER이 약간 감소하는 경향이였다.

따라서 저단백질구(10%)에서는 저지방보다 고지방구의 성장 효과가 좋았고, 중단백질구(20%)와 고단백질구(30%)에서는 반대로 저지방구가 좋았다. 사료의 단백질 수준과 지방 첨가 수준을 달리했을 때 쥐의 성장에 미친 영향을 도표로 그려보면 Fig. 1에서 보는 바와 같이 HPLO 구와 MPLO 구의 증체가 우수하였고 LPHO 구가 중간이며 HPHO 구, MPH0 구, LPLO 구 간에는 큰 차이가 없이 다소 떨어졌다. 이들 처리구의 증체량에 있어서는 5% 수준의 유의차가 검정되었다.

Table 2. Weight gain, food intake, food efficiency ratio and protein efficiency ratio as affected by the level of protein and oil

Items	Treatments					
	LPLO	LPHO	MPLO	MPHO	HPLO	HPHO
Initial wt.(g)	103.0	107.0	107.5	106.0	196.0	104.0
Final wt.(g)	227.0	248.0	257.0	230.5	296.7	233.1
Weight gain*(g)	124.0 ^b	141.0 ^{ab}	149.0 ^{ab}	124.5 ^b	154.7 ^a	129.1 ^{ab}
Food intake*(g)	575.0 ^{ab}	566.1 ^{ab}	631.3 ^a	530.0 ^{ab}	581.2 ^{ab}	507.8 ^b
Food efficiency ratio	0.22	0.25	0.24	0.23	0.27	0.25
Protein efficiency ratio	2.26	2.66	1.33	1.32	1.00	0.96

* Different superscripts are statistically different at 5 percent level of probability.

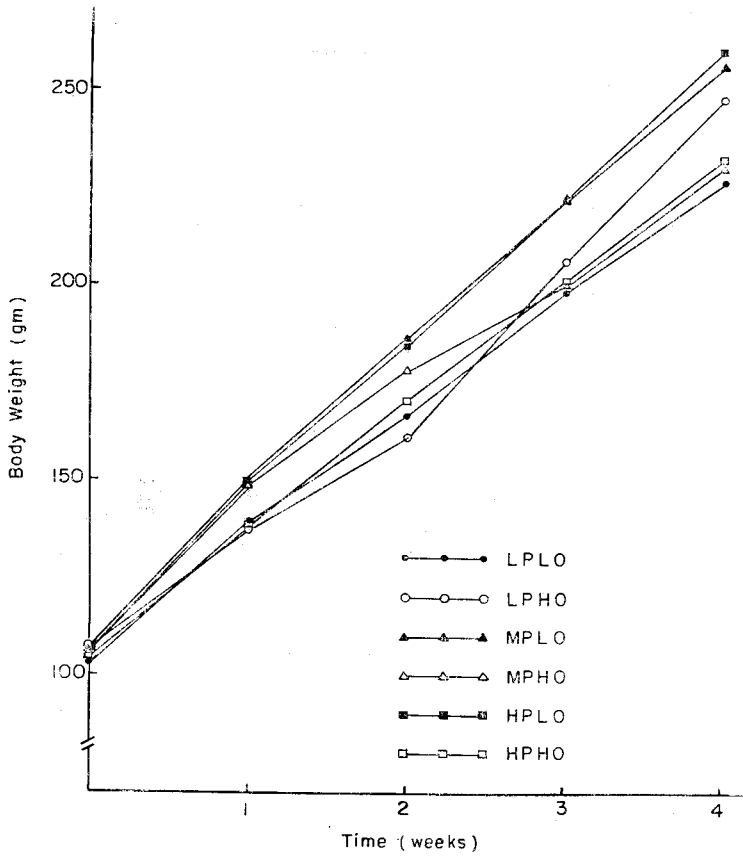


Fig. 1. Effect of protein and oil levels on body weight.

2. 영양소 소화율 및 질소 보유율

시험 사료에 함유된 각 영양소의 소화율은 Table 3에서 보는 바와 같이, 고형물의 소화율은 같은 단백질 수준에서는 저지방구보다 고지방구에서 훨씬 ($P < 0.05$) 저하되었으며 사료의 단백질 수준에 관계없이 고지방구의 고형물 소화율은 모두 비슷하였으나 같은 저지방구에 있어서는 단백질의 공급량이 높아질수록 고형물 소화율이 약간씩 감소되는 경향이였다. 또한 사료에 첨가된 섬유소의 양이 증가됨에 따라 저하되는 경향이다.

단백질의 소화율은 일반적으로 단백질 수준이 높아질수록 향상되고 지방수준이 높아질수록 감소되는 경

향이였다. 즉 저지방구의 단백질 소화율은 90—95%이었으나 고지방구의 그것은 86—92%이었으며, 단백질 수준이 증가되면 시험 사료의 지방량에는 관계없이 단백질의 소화율이 모두 증가되었다. 시험 사료의 단백질 수준이 같을 때는 저지방구 보다 고지방구에서 단백질 소화율이 떨어졌는데 그 이유는 이 사료에 첨가된 섬유소에 의한 영향으로²⁰⁾ 생각된다.

지방 소화율은 96—99%로서 상당히 높았으나 처리 간에는 큰 차이를 찾을 수 없었으며 사료에 첨가된 섬유소에 따라서도 아무런 영향을 받지 않았다.

총 탄수화물의 소화율은 저지방구에서 95—99%로써 높았으나 고지방구에서는 67—77%로써 상당히 낮았는

Table 3. Digestibility of experimental diets (%)

Treatments	Digestibility*			
	Dry matter	Crude protein	Crude fat	Total carbohydrate
LPLO	96.13 ^a	89.91 ^{ac}	98.78 ^a	98.70 ^a
LPHO	80.93 ^b	86.70 ^a	96.77 ^b	77.38 ^b
MPLO	94.46 ^a	93.72 ^b	98.22 ^a	96.01 ^{ad}
MPHO	80.05 ^b	87.08 ^a	97.03 ^{ac}	73.98 ^b
HPLO	93.88 ^a	95.31 ^b	98.95 ^a	94.99 ^d
HPHO	80.00 ^b	92.81 ^{bc}	98.10 ^{ac}	67.54 ^c

* Different superscripts are statistically different at 5 percent level of probability.

Table 4. Effect of level of dietary protein and oil on nitrogen balance and nitrogen retention of rats

Items	Treatments					
	LPLO	LPHO	MPLO	MPHO	HPLO	HPHO
Nitrogen intake (mg/day)	258.1	290.9	594.7	457.4	700.7	719.4
Fecal Nitrogen (mg/day)	25.3	38.4	37.9	58.7	33.1	52.5
Digested Nitrogen (mg/day)	232.8	252.5	556.8	398.7	667.7	666.9
Urinary Nitrogen (mg/day)	16.3	16.4	48.0	38.4	82.3	57.0
Nitrogen balance (mg/day)	216.5	236.1	508.8	360.3	585.3	609.9
Nitrogen retention (%)	83.9	81.2	85.6	78.8	83.5	84.8

데 이같은 차이를 보이는 이유 또한 섬유소에 의한 것으로 생각된다.

결론적으로 본 시험에서는 고형물, 단백질 및 총 탄수화물의 소화율은 고지방보다 저지방에서 높았으며 지방의 소화율에는 별로 큰 차이가 없었다.

시험 사료의 질소 보유율은 Table 4에서 보는 바와 같다.

표에서 보면 분이나 노 질소의 배설량은 섭취한 단백질 양에 비례하며 분으로 배설되는 질소는 단백질 수준이 같을 경우 지방 급여량이 많을수록 뚜렷하게 증가하였다. 이것은 고지방구에 사용된 섬유소가 단백질의 소화율을 저하시키기 때문이라 생각된다. 노 질소의 경우 같은 양의 단백질을 공급한 경우에는 고지방구에서 배설량이 감소되었는데 그 이유는 Nakano²³⁾ 등이 밝힌 바와같이 고지방사료가 간에서 아미노산 분해효소의 활성을 억제시키기 때문인 것으로 설명된다.

질소 보유율은 중단백질 (20%) 구까지는 고지방구보다 저지방구에서 약간 더 높았으며²¹⁾ 고단백질 (30%) 구에서는 약간 낮은 결과를 보이는 등 일정한 경향이 없었으나 처리구간에 큰 차이는 인정되지 않았다. 질소 보유율이 가장 높은 것은 MPLO 구였고 사료에 포함된 단백질의 수준은 같아도 고지방구인 MPHO 구는 가장 낮았던 것으로 보아 고지방구에 비하여 저지방구에서, 사료 섭취량과 특히 단백질 소화율이 높기 때문이라 생각된다

3. 에너지 이용률 및 체성분

단백질과 지방의 공급수준을 달리했을 때 흰쥐의 에너지 이용에 미치는 영향을 조사했던 바 그 결과는 다음 Table 5에서 보는 바와 같다. 이 표에서 보면 섭취된 총 에너지 (G.E.) 양은 처리간에 상당한 차이를 보여 LPHO 구가 가장 높았으며 LPLO 구와 HPLO 구가 가장 낮았고, 중단백질구를 제외하고는 같은 수준의 단

Table 5. Distribution of food energy at differing dietary protein and oil levels (Kcal/day)

Items	Treatments					
	LPLO	LPHO	MPLO	MPHO	HPLO	HPHO
Gross energy intake	74.26	92.66	88.05	76.98	74.21	86.86
Fecal energy	1.97	15.00	3.64	12.43	3.7	14.07
Digestible energy	72.29	77.66	84.41	64.55	70.51	72.79
Urinary energy	0.33	0.33	0.61	0.53	0.92	0.69
Metabolizable energy	71.96	77.33	83.80	64.02	69.59	72.10
% of GE (%)	96.90	83.45	95.17	83.16	93.77	83.01

Table 6. Change in body composition (%)

Nutrients	Initial body composition	Final body composition					
		LPLO	LPHO	MPLO	MPHO	HPLO	HPHO
Moisture	73.8	64.3	66.0	63.9	69.0	67.5	69.4
C. Protein	18.3	22.0	21.5	20.7	20.3	20.3	21.6
C. Fat	4.9	10.3	8.9	9.6	8.3	8.1	4.9

백질을 급여하는 경우에는 저지방구보다 고지방구의 에너지 섭취량이 더 높았다. 분으로 배설된 에너지(F.E.)는 어느 수준의 단백질에서나 저지방구보다 고지방구에서 더 많았고, 노로 유실된 에너지(V.E)는 어느 단백질수준에서나 앞에서 설명한 바와 같이 고지방구보다 저지방구에서 더 많았고, 특기할 사실은 노로 손실되는 에너지의 손실은 지방함량과 관계없이 사료내의 단백질 수준이 증가함에 따라 증가했다는 사실이다.

각 사료에 대한 1일 대사 에너지(M.E.) 섭취량은 64—84Kcal 이었으며 중단백질구까지는 M.E. 섭취량이 높았던 것이 역시 증체량은 높았으나 고단백질구에서는 반대로 저지방구는 고지방구보다 M.E. 섭취량은 낮았지만 증체량이 높았다.

여기서 각 처리구별로 에너지의 대사율을 비교해 보면 단백질 수준이 높아질수록 에너지 대사율은 약간씩 낮아지는 경향이 있고 특히 같은 단백질 수준에서는 저지방구의 에너지 이용효율이 고지방구의 그것보다 훨씬 높다는 것이 확실하다. 이것은 지방이 에너지의 이용율을 떨어뜨리기 때문이라는 종래의 학설을 뒷받침하는 결과이기도 하다. 또한 고지방구의 사료에 첨가된 섬유소 역시 에너지의 이용율을 떨어뜨린다고 생각

된다.

각 시험사료가 흰쥐의 체성분에 미치는 영향을 보기 위하여 4주간의 사양시험을 마친 후에 도체분석한 결과는 다음 Table 6에 나타난 바와 같다.

Initial body composition에 비교하여 볼 때 체수분은 6—13%나 감소되었고 체단백질과 체지방은 각각 11—20%, 14—139%나 증가되었다.

체수분은 사료의 단백질 수준이 증가함에 따라 증가된다는 Edozein¹¹⁾의 Hegsted²²⁾²³⁾ 보고와 일치하였으며 같은 수준의 단백질을 급여하는 경우에는 저지방구보다 고지방구의 체수분 함량이 더 높았다.

체단백질은 저단백질구가 제일 높았고 중단백질구와 고단백질구 사이에는 큰 차이가 보이지 않았으나 단백질 수준이 같을 때 질소 보유율이 높은 사료가 체단백질 함유율도 높았음을 알 수 있었다.

체지방은 사료 단백질 함량이 높아짐에 따라 사료의 지방 함량에 관계없이 모두 감소되었고²³⁾ 단백질 수준이 같을 때에는 저지방구의 경우가 고지방구의 경우보다 체지방의 함량이 높았다.

결론적으로 사료내 단백질 함량을 증가시키면 체수분의 양은 증가되었고, 체단백질과 체지방은 감소되었으며 저단백질구에서 단백질의 이용율이 가장 높았고, 체단백질 함량도 높았다. 따라서 그 이상의 단백질을 섭취한다고 하더라도 체단백질의 함량은 높아지지 않

註 : G.E.: Gross Energy
F.E.: Fecal Energy
U.E.: Urinary Energy

음을 알 수 있었다. 체지방은 사료에 포함된 지방 함량에 의해서 영향을 받기보다는 오히려 에너지 수준을 동일하게 하기 위해서 첨가된 탄수화물의 양에 따라 영향을 받는 것으로 생각된다.

요 약

섭취된 단백질이 성장하는 쥐의 체내에서 이용되는 효율을 알고, 지방 섭취량이 단백질 대사에 어떤 영향을 주는지 알기 위해서 생후 6주되고 평균 체중이 약 106g 정도되는 Sprague-Dawley 계 albino rat 숫컷 51 마리를 사용하여 (3 마리는 개시시 도체분석에 사용하였고, 48 마리는 사양시험에 사용하였음) 시험 사료의 에너지 수준은 M.E.價가 4000Kcal/Kg 으로 모두 같게 하되 단백질 공급 수준은 저단백질구(10%), 중단백질구(20%), 고단백질구(30%)로 하고, 지방 급여 수준은 각 단백질 수준마다 총 에너지의 20%(저지방구), 40%(고지방구)로 정하고 나머지 에너지는 전분과 포도당으로 보충한 6종의 사료처리구에 대한 사양시험, 대사시험 및 도체분석 시험을 실시했던 바 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 증체량은 사료의 단백질 수준을 증가시킬 경우 저지방구에서는 증가했으나 고지방구에서는 오히려 감소되었다. 사료 효율은 저지방구에서는 단백질 공급수준을 높일수록 증가되었으나 고지방구에서는 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 단백질 효율에 있어서는 저단백질구의 그것이 높았는데 특히 저단백질 고지방구(LPHO)의 단백질 효율이 가장 높았으며 단백질 수준이 높아질수록 지방의 공급량에 관계없이 저하되었다.

2) 고형물, 단백질 총탄수화물의 소화율은 같은 수준의 단백질을 공급하는 경우 고지방구의 것보다 저지방구의 것이 높았으며, 단백질 급여 수준이 높을수록 고형물과 탄수화물의 소화율은 약간 감소되었으나, 단백질의 소화율은 오히려 약간 증가되었다. 지방의 소화율은 사료의 단백질이나 지방의 급여 수준에 큰 영향을 받지 않고 모두 높았다.

3) 질소 이용율에 있어서는 중단백질구(20%)인 경우 저지방구가 가장 높았으나, 고지방구는 가장 낮았다. 사료단백질 20%까지는 저지방 수준인 경우 질소 이용율이 뚜렷하게 높은 것을 알 수 있었으나 고단백질구(30%)에서는 지방의 급여량에 따른 차이를 볼 수 없었다.

4) 에너지 섭취량은 사료의 단백질과 지방 수준에 따

라서 영향을 받았다. 각 처리구별로 에너지의 대사율을 비교해 보면, 첫째로 사료의 단백질 수준이 높아질수록 에너지 대사율은 약간씩 낮아졌고, 둘째로 같은 단백질 수준에서는 저지방구의 에너지 이용율이 고지방구의 그것보다 훨씬 높았다.

5) 체성분은 시험개시시 체조성에 비하여 체수분은 감소되었고 체단백질과 체지방은 모두 증가되었다. 단백질 공급 수준이 높아질수록 체수분은 높았고, 체단백질과 체지방은 모두 낮은 경향이 있었다. 단백질 수준이 같을 경우 고지방구의 체수분은 저지방의 그것보다 높았으며 체단백질과 체지방은 오히려 고지방구에서 낮은 경향을 보였다.

6) 이상에서 설명한 실험결과를 종합하여 불 배 성장하는 흰쥐의 경우 단백질 20%, 지방 20%, 탄수화물 60%로 구성된 식이가 가장 이상적인 것으로 생각된다.

—References—

- 1) Howarth, R.E.: Influence of dietary protein on rat skeletal muscle growth. *J. Nutr.* 102 : 37—44, 1972.
- 2) Nakano, K., Katsuzaki, M., Mizutani, M. & Ashida, K.: Further studies on the effect of dietary carbohydrate and fat on protein metabolism in rats. *J. Nutr.* 102 : 283—290, 1972.
- 3) Nakano, K., & Ashida, K.: Effect of dietary carbohydrate and fat on amino acid degrading enzymes in relation to their protein sparing action. *J. Nutr.* 100 : 208—216, 1969.
- 4) Swift, R.W., Barron, G.P., Fisher, K.H., Cowan, R.L.: Hartsook, E.W. Hershberger, T.V. Keck, E. King, R.P. Long, T.A. & Berry M.E.: The utilization of dietary protein and energy as affected by fat and carbohydrate, *J. Nutr.* 68 : 281—288, 1959.
- 5) Hegsted, D.M. & Chang, Y.: Protein utilization in growing rats at different levels of intake. *J. Nutr.* 87 : 19—25, 1965.
- 6) Hartsook, E. W. & Hershberger, T.V.: Influence of low, intermediate and high levels of dietary protein on heat production of rats. *J. Nutr.* 81 : 209—217, 1963.

- 7) Mitchell, H.S.: *Nutrition in relation to stature*, *J. Am. Diet. Assoc.* 40 : 521—524, 1962.
- 8) 권이혁, 정두영, 소아의 성장발육에 관한 연구. 사회계층별 성장발육 양상, *현대의학* 7(4) : 471—491, 1967.
- 9) 서세모 : 소아의 성장과 내분비 호르몬. *대한의학협회지* 8(4) : pp. 317—325, 1965.
- 10) Lawrance, S.B.: *Survey of Clinical Pediatrics*, pp. 476—488, McGraw Hill Book Company Inc. New York, 1955.
- 11) Edozein, J.C. & Switzer, B.R.: *Influence of diet on growth in the rat* *J. Nutr.* 108 : 282—290, 1978.
- 12) 모수미, 채법석 : 특수영양학, pp. 183—195, 서울대학교 출판부, 1979.
- 13) NRC-NAS. *Atlas of Nutritional Data on United States and Canada Feeds*, National Academy of Science, Washington, D.C., 1971.
- 14) Renner, R. & Hill, F.W.: *Metabolizable energy values of fats and fatty acids for chicken*, *Proc. Cornell Nutrition Conference*, Ithaca, New York, p. 95 1958.
- 15) Young, R.J.: *The energy value of fats and fatty acids for chickens*, *Poultry Science* 40 : 1225—1233, 1961.
- 16) A.O.A.C., *Official method of analysis* (12th Ed.) Association of official analytical chemists, Washington, D.C., 1975.
- 17) 한인규 : 쥐의 노 질소 함량으로 부터 노 에너지가의 산출법, *한국농화학회지* 7 : 29—33, 1966.
- 18) Ozelici, A., Romsos, D.R. & Leveille, G.A.: *Influence of diet composition on nitrogen balance and body composition in meal-eating and nibbling rats*, *J. Nutr.* 107 : 1768—1774, 1977.
- 19) Bunce, G.E. & King, K.W.: *Amino acid retention and balance in the young rat fed varying levels of lactalbumin*, *J. Nutr.* 98 : 159—167, 1969.
- 20) Yu, C.H. & Kim, S.H.: *The metabolic effects of rice bran and vegetable cellulose supplemented diets on Albino rats*, *K.J. Nutr.* 10(3) : 10—24, 1977.
- 21) Munro, H.N. & Wikramanayake, T.W.: *Absence of a time factor in the relationship between level of energy intake and protein metabolism*, *J. Nutr.* 52 : 99—114, 1954.
- 22) Hegsted, O.M. & Neff, R.: *Efficiency of protein utilization in young rats at various levels of Intake* *J. Nutr.* 100 : 1173—1180, 1980.
- 23) Hartsook, E.W., Hershberger, T.V. & Nee, J. C.M.: *Effects of dietary protein content and ratio of fat to carbohydrate calories on energy metabolism and body composition of growing rats*, *J. Nutr.* 103 : 167—178, 1973.