

단백질과 에너지 수준이 흰쥐의 성장 및 체조성에 미치는 영향

장 유 경·한 인 규*

한양대학교 사범대학 식품영양학과·서울대학교 농과대학 축산학과*
(1982年 1月 15日 수리)

Effects of Dietary Protein and Energy on the Growth and Body Composition of Growing Rats

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

Dept. of Food and Nutrition, College of Education, Hanyang
University, *Dept. of Animal Science, College of
Agriculture, Seoul National University

abstract

In order to investigate the effect of dietary protein and energy on growing female and male rats, Sprague-Dawley 90 female rats and 54 male rats of 3 weeks old weighing approximately 70—80g and 65—75g, respectively, were subjected to feeding trials for 8 weeks and then subsequently to metabolic trials for 2 weeks. Three dietary energy levels (3200, 3600, 4000 kcal ME/kg) were employed and each energy level contained three protein levels (15, 25, 35% of 3600 kcal ME/kg) and three fat levels (10, 20, 40% of 3600 kcal ME/kg) by addition of an appropriate amount of carbohydrate and the following results were obtained.

The body weight gain of female rats was highest for LPHE ration but that of male rats was highest for LPME ration. The weight gains both of female and male rats were not affected by the level of protein. Food efficiencies both of female and male rats was affected by the level of protein, whereas that of male rats was not. Protein efficiencies of female and male rats were highest at low protein level and tended to decrease as the level of protein increased, but that of female rats was highest at high energy level, while that of male rats was highest at medium energy level.

The analysis of the body composition after feeding trials for 8 weeks has shown that the contents of body water and protein were not affected by protein level both in female and male rats. The content of body fat increased remarkably as the protein and energy levels increased in case of female rats, but it was not affected by the protein and energy levels in case of male rats.

From the above-mentioned experimental results it may be concluded that the best formula of diet of growing female rats may be composed of low protein (13%) and high energy levels (4000 kcal/kg) whereas that for male rats may be composed of low protein (13%) and medium energy levels (3600 kcal/kg), since all the efficiencies of food, protein and energy have shown to be best at these levels.

I. 서 론

지난 수년에 걸친 급속한 경제적 및 문화적 수준의 향상으로 식생활 구조가 크게 변화되었으며, 특히 대도시에서는 서구식 식사형태로 발전하게 되면서 동물성 단백질의 섭취량이 상당히 증가되었다. 그리고 단백질의 중요성이 지나치게 강조되면서 체내 필요량 이상으로 동물성 단백질을 많이 섭취하는 경우와 비만증을 막기 위해서 탄수화물의 섭취량을 줄이고, 동물성 단백질을 필요량 이상으로 많이 섭취하려는 그릇된 영양지식을 가지고 있는 사람이 늘어나게 되었다.¹⁾ 그러므로 우리 나라에서 동물성 단백질 급원 중 가장 선호도가 높은 쇠고기의 소비량이 증가하게 되었다.²⁾

또한 여러 종류의 새로운 가공 식품의 개발, 늘어난 간식의 종류 그리고 이런 식품을 섭취하는 횟수가 많아지면서 단백질과 지방의 섭취량이 많이 증가되었고, 총 에너지의 섭취량도 권장량을 초과한다고 했다.³⁾ 이와 같이 영양소를 과다하게 섭취함으로써 말미암아 체중과다 내지는 비만현상을 자주 볼 수 있게 되었으며 오히려 질병의 원인이 되기도 한다고 했다.⁴⁾

식사에 포함된 탄수화물, 지방 및 단백질의 구성비율과 섭취된 총 열량은 어린이의 성장 뿐만 아니라 성인과 노인의 건강 유지에도 큰 영향을 미치는데, 특히 성장기 어린이에게 있어 단백질은 체구성 물질로써 양과 질 모두 중요하며, 다른 영양소와의 상호관계에서 볼 때 생리적, 생화학적 면에서도 역시 중요하다.^{5,6,7)} 성장에 알맞은 양의 단백질과 에너지를 포함하면서 지방함량을 달리한 사료를 성장하는 쥐에게 급여했을 경우 에너지 이용에 있어서나 질소평형에 아무런 영향을 주지 않았으며,^{8,9,10)} 또 에너지 수준을 일정하게 하고 성장에 필요한 양 이상으로 단백질의 섭취량을 증가시켜 주면 단백질의 이용율이 저하된다고 했다.^{11,12)} 그러나 이제까지 보고되어 온 바 있는 많은 연구는 각 영양소의 상호관계를 뚜렷하게 알기 위해서 각 열량 영양소의 배합 비율에 상당한 차이를 두고 실시되었으며 또한 대부분 숫쥐만을 실험동물로 이용해 왔다.

따라서 본 연구에서는 우리들의 식생활에 적용시키기 위한 실험적 근거를 찾기 위해서 NRC(1980)¹³⁾ 사양표준치를 기준으로 사료의 단백질, 지방 및 에너지 사이의 배합 비율에 근소한 차이를 두어 성장하는 흰쥐에게 급여한 후, 각 사료에 포함된 영양소의 함량이 성장하는 흰쥐의 암수 성별에 따른 성장, 총 8주간의 성장, 주별 성장과 생육시의 체성분에 미치는 영향을 알아내어 사료에 포함된 열량 영양소의 배합 비율과 흰쥐의 성장과 생육시 체성분과의 관계를 알아보고자

했다.

II. 재료 및 방법

1. 실험동물 및 실험설계

생후 약 3주된 Sprague-Dawley계의 albino rat 암수 각각 100마리에게 표준사료를 5일동안 급여한 후 제 1차 실험은 평균체중이 70~80g 되는 암쥐 93마리를 선택하여 그 중 3마리는 실험 개시시 체조성을 알기 위해서 도체분석하였고, 90마리는 사양실험에 공시하였으며, 9처리로 처리당 5반복, 반복당 2마리씩 완전 임의 배치하였다. 제 2차 실험은 평균체중이 65~75g 되는 숫쥐 57마리를 선택하여 그 중 3마리는 실험 개시시 체조성을 알기 위해서 도체분석하였고, 54마리는 사양실험에 공시하였으며, 9처리로 처리당 6반복, 반복당 1마리씩 완전 임의 배치했다.

NRC(1980) 사양표준에 의하여 사료에너지의 수준은 대사에너지(metabolizable energy, ME) 3600kcal/kg을 기준으로 ± 400 kcal/kg으로 저에너지 수준 3200kcal/kg, 중에너지 수준 3600kcal/kg, 고에너지 수준 4000kcal/kg으로 하여 3수준으로 정했고, 단백질 수준은 ME 3600kcal/kg에 대한 15%(저단백질), 25%(중단백질), 35%(고단백질)의 3수준으로 정했으며, 지방수준은 ME 3600kcal/kg에 대한 10%(저지방), 20%(중지방), 40%(고지방)의 3수준으로 하여 총 9처리를 두었다. 각 처리구의 내용은 표 1에서 보는 바와 같다.

2. 실험사료의 재료 및 구성성분

본 실험에 사용된 사료의 재료는 시판되고 있는 육수수 건분, 포도당, casein, 콩기름, α -cellulose, 비타민, 무기질을 사용했으며 각 실험사료의 배합 비율은 표 2에서 보는 바와 같다. 그러나 배합된 사료의 분석결과에 따르면 단백질 함량은 제 1차 실험에서 12.36%, 20.01%, 27.35%였으며, 제 2차 실험에서 11.95%, 19.57%, 26.40%로 약간의 차이가 있었다.

3. 사양관리

제 1차 실험은 albino rat 암쥐를 2마리씩 한 cage에 넣어서 5단계 철제 cage에서 사육하였으며, 제 2차 실험은 albino rat 숫쥐를 1마리씩 cage에 넣었고 3단계 스텐레스 cage에서 총 8주간 사육하였으며, 실험기간 동안 실내 온도 및 습도는 일정하도록 유지했다. 전 실험기간 동안 물과 사료를 자유급식시켰고 주 1회 일정한 기간에 체중과 사료 섭취량을 조사했으며 사료 효율과 단백질 효율은 다음과 같이 산출하였다.

Table 1. Experimental design.

Treatment*	LPLE	LPME	LPHE	MPLE	MPME	MPHE	HPLE	HPME	HPHE
Protein (%/3600kcal)	15%	15%	15%	25%	25%	25%	35%	35%	35%
ME (kcal/kg)	3200	3600	4000	3200	3600	4000	3200	3600	4000
Fat (%/3600kcal)	10%	20%	40%	10%	20%	40%	10%	20%	40%

*LPLE: Low Protein Low Energy. LPME: Low Protein Medium Energy. LPHE: Low Protein High Energy. MPLE: Medium Protein Low Energy. MPME: Medium Protein Medium Energy. MPHE: Medium Protein High Energy. HPLE: High Protein Low Energy. HPME: High Protein Medium Energy. HPHE: High Protein High Energy.

Table 2. Formula of experimental diets for female and male rats.

Ingrédients(%) chemical composition	Low protein			Medium protein			High protein		
	LE	ME	HE	LE	ME	HE	LE	ME	HE
Casein	13.33	13.33	13.33	22.22	22.22	22.22	31.10	31.10	31.10
Soybean oil	3.90	7.80	15.60	3.90	7.80	15.60	3.90	7.80	15.60
Starch	53.00	54.09	45.30	43.14	44.23	35.44	33.28	34.36	25.58
Glucose	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Methionine	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Lysine	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Cellulose	15.07	10.08	11.07	16.04	11.05	12.04	17.02	12.02	13.02
Vitamin Mix.	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Mineral Mix.	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

- 1) Energy value used: corn starch: 3650kcal/kg.
casein: 4051kcal/kg. NRC-NAS(1980)¹³⁾
soybean oil: 9240kcal/kg. Renner and Hill(1958),¹⁴⁾ Young(1961)¹⁵⁾
- 2) Cellulose: alpha cellulose, Sigma chemical company.
- 3) Vitamin Mixture(in IU or milligrams per gram of mixture):
Vitamin A, 500IU; Vitamin D₂, 400 IU; Thiamin, HCl 5; Riboflavin, 5; Pyridoxine HCl, 0.5;
Cyanocobalamin, 5meg; Vitamin K, 0.2; Ascorbic acid, 50;
- 4) Mineral Mixture(%): NaCl, 10.64; K₂C₆H₅O₇·H₂O, 23.28; K₂HPO₄, 7.61; CaHPO₄·2H₂O, 34.19; CaCO₃, 16.10; Mg(OH)₂·5H₂O, 5.56; FeC₆H₅O₇, 1.58; CH₃COOZn·2H₂O; 0.049;

1) 사료효율(Food Efficiency Ratio; FER)

매주 섭취한 사료의 양과 같은 기간의 증체량으로 다음 식에 의해서 산출하였다.

$$FER = \frac{\text{증체량(g)}}{\text{섭취된 사료량(g)}}$$

2) 단백질 효율(Protein Efficiency Ratio; PER)

매주 섭취한 단백질의 양과 같은 기간의 증체량으로 다음 식에 의해서 산출하였다.

$$PER = \frac{\text{증체량(g)}}{\text{섭취된 단백질량(g)}}$$

4. 도체와 사료중 일반 성분의 분석

사양실험을 시작하기 전에 표준사료(casein, 20%; soy oil, 4.5%; corn starch, 70%; mineral mix., 4%; vitamin mix., 1%; cellulose, 0.5%)를 5일동안 급여하여 적응시킨 후, 개시시 평균체중과 같은 암쥐와 숫쥐를 3마리씩 선별하고, 8주간의 사양실험 직후 각 처리당 3마리씩, 총 60마리를 선별하였다. 도살하기 전 12시간동안 절식시킨 후에 ethyl ether로 마취시

킨 다음 암쥐의 경우는 경동맥을 절단하여 방혈했으며 숫쥐의 경우 심장으로부터 혈액을 채취할 수 있을 때까지 혈액을 뽑아낸 다음 간을 제거하고, 위와 장내의 남아 있는 내용물을 생리적 식염수로 세척했다. 이와 같이 준비된 도체는 영하 20°C에서 냉동시킨 후 얇게 썰어 열풍 건조기에서 60°C로 48시간 건조시킨 다음 여과지에 싸서 ether로 탈지시킨 후 분쇄하여 병에 담아 분석할 때까지 냉장고에 보관했으며, 도체와 사료중 일반 성분은 AOAC법¹⁶⁾에 의해서 분석했다.

5. 통계학적 분석

실험결과에 대한 통계학적 분석은 LSD 검정방법에 의해서 처리되었다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 증체량

암쥐의 증체량은 표 3에서 보는 바와 같이 저단백질 군에서는 사료 에너지 수준이 높을수록 증체량이 높았으며, 중단백질군에서는 저에너지 수준일 때 증체량이

Table 3. Performance data of female rats fed different levels of protein and energy.

Items	Low protein			Medium protein			High protein			Overall average
	LE	ME	HE	LE	ME	HE	LE	ME	HE	
Initial weight(g)	76.4	75.3	76.2	79.3	75.7	76.1	77.5	78.5	74.8	76.6
Final weight(g)	185.2	195.5	197.3	196.0	195.4	195.4	188.0	186.2	195.4	192.7
Weight gain(g)	108.8	120.2	121.1	116.7	119.7	119.3	110.5	107.7	120.6	116.1
Food intake(g)	895.8Aa	794.2Ab	770.2B	782.5Ab	801.3Aa	760.4B	748.4BCc	753.7BCd	670.8Cc	771.3
Food efficiency ratio	0.13Aa	0.15ACbc	0.16BCce	0.15ACac	0.15ACac	0.16BCce	0.15ACac	0.14ACa	0.18Bde	0.15
Protein intake(g)	108.3	67.6	93.8	154.7	161.7	152.8	203.0	207.6	183.6	151.5
Protein efficiency ratio	1.00	1.23	1.29	0.75	0.74	0.78	0.54	0.52	0.66	0.83

*Different large superscripts represent significant difference($P < 0.01$) in the same row.

*Different small superscripts represent significant difference($P < 0.05$) in the same row.

Table 4. Performance data of female rats within protein and energy levels.

Items	within protein level			within energy level		
	LP	MP	HP	LE	ME	HE
Initial weight(g)	76.0	77.0	76.9	77.7	76.5	75.7
Final weight(g)	192.7	195.6	189.9	189.7	192.4	196.0
Weight gain(g)	116.7	118.6	112.9	112.0	115.9	120.3
Food intake(g)	808.1	781.4	724.3	796.9	783.1	733.8
Food efficiency ratio	0.15	0.15	0.16	0.14a	0.15ac	0.17ac
Protein intake(g)	99.9	156.4	198.1	155.3	155.6	143.4
Protein efficiency ratio	1.17	0.76	0.57	0.72	0.74	0.84

*Different small superscripts represent significant difference($P < 0.05$)

Table 5. Body weight gain of female rats fed various protein and energy levels during 1st to 8th week (g)

Treatment	week								total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
LPLE	24.9	15.0ac	24.8ACac	11.3ac	9.3	9.7	7.2	6.6ac	108.8
LPME	27.2	17.9ac	27.5ACa	10.7bc	11.3	9.6	8.6	7.4a	120.2
LPHE	27.6	17.6ac	27.8ACa	11.4ac	10.4	10.9	8.6	6.8ac	121.1
MPLE	26.6	16.5ac	26.9ACa	11.2ac	11.5	8.9	8.1	7.0ac	116.7
MPME	27.2	16.4ac	28.9Aa	13.1ac	11.5	9.5	7.8	5.3ac	119.7
MPHE	27.0	17.7ac	27.4ACa	11.8ac	11.0	10.4	8.1	5.9ac	119.3
HPLE	25.0	16.2ac	25.0ACac	11.0ac	12.3	9.5	6.4	5.1bc	110.5
HPME	24.0	14.5bc	21.9BCbc	12.1ac	9.8	9.8	8.8	6.8ac	107.7
HPHE	23.1	18.6a	26.8ACa	14.4a	12.3	10.5	7.8	7.1ac	120.6

*Different large superscripts represent significant difference($P < 0.01$) in the same column.

Different small superscripts represent significant difference($P < 0.05$) in the same column.

약간 적었고 중에너지 수준 이상에서는 증체량이 거의 비슷하게 높았으며, 고단백질군에서는 저중에너지 수준에서 비슷하게 낮았으나 고에너지 수준에서는 증체량이 높았다. 저에너지군에서는 중단백질 수준까지는 증체량이 증가되었으나 고단백질 수준에서 감소되었다. 중에너지군에서는 저단백질 수준에서 증체량이 가장 컸으나 단백질 수준에 관계없이 비슷한 증체량을 보였다. 저에너지 사료에서는 중단백질 수준(22.2%)에서 중·고에너지 사료에서는 저단백질 수준(13.33%)에서 각

각 증체량이 가장 높았다.

이상으로 암쥐의 실험성적에 의하면, 사료에너지가 NRC 사양표준 요구량(3600kcalME/kg) 이상에서는 단백질 수준이 13%에서도 충분히 성장한다는 것을 확인할 수 있었고, 특히 단백질 수준이 증체량에 미치는 영향을 보면 충분한 성장을 위해서 요구되는 단백질 수준 이상에서는 증체량이 단백질 수준에 의존하기 보다는 사료의 에너지 수준에 의존한다고 생각되며 이것은 Edozein 등¹⁷⁾과도 일치했다. 그리고 저에너지 사료에

서 더 많은 단백질이 성장을 위해서 요구되는 것은 체내에서 부족한 에너지를 보충하기 위한 것이라고 생각되었다.

사료 단백질과 에너지 수준에 따른 암쥐의 증체량은 표 4에서 보는 바와 같이 사료 단백질 수준에 따른 증체량은 중단백질 수준까지 증가되었다가 고단백질 수준에서는 상당한 감소현상을 보였으며, 에너지 수준이 증가할수록 증체량은 증가되었으나 통계적 유의차는 인정되지 않았다. 이것은 Hartsook 등¹²⁾과 Howarth 등⁵⁾의 경우에도 단백질 수준이 25%에서 증체량이 가장 높았으나 그보다 더 단백질 수준이 증가된다고 하여도 증체량은 오히려 감소되었다고 한 결과와 일치되었다.

사양실험을 시작해서 1주에서부터 8주간의 각 실험사료에 대한 암쥐의 증체량은 표 5에서 보는 바와 같다. 전체적으로 보아 암쥐는 제 3주까지 증체량이 급격히 증가되었으나 제 4주부터는 증체량이 서서히 증가되는 경향을 보였다. 각 주별 처리구간의 증체량을 비교해 보면 사양실험 시작 제 1주에서는 처리구간의 증체량 사이에 통계적 유의차가 없었고, 제 2주에서 HPHE구의 증체량은 HPME구에 비하여 높았으며 ($P < 0.05$) 그밖의 다른 처리구간에는 통계적 유의차가 없었다. 제 3주에서 증체량이 가장 낮은 HPME구와 LPHE구, MPLE구, HPHE들의 증체량과는 5% 수준의 통계적 유의차가 있었으며, 증체량이 가장 높은 MPME와는 1%수준의 통계적 유의차를 보였다. 제 4주에서 HPHE구는 LPME구에 비하여 높은 증체량을 보였다($P < 0.05$). 제 5·6·7주에서 각 처리구간의 증체량 사이에 다소 차이는 있었으나 통계적 유의차는 없었으며, 제 8주에서 LPME구의 증체량은 가장 높았으며, HPLE구와는 5% 수준의 통계적 유의차가 검정되었다.

사양실험을 시작해서 제 1주에서 8주까지 사료의 단백질과 에너지 수준에 따른 암쥐의 증체량 사이에 얻어진 상관관계식을 다음과 같이 표 6에 나타냈다.

Table 6. Relationship among protein levels(X_1), energy levels(X_2) and body weight gain (Y) of female rats during 1st to 8th week

week	multiple linear regression
1	$Y = 27.12 - 0.142X_1 + 0.521X_2$
2	$Y = 7.82 - 0.026X_1 + 2.630X_2$
3	$Y = 20.84 - 0.119X_1 + 2.265X_2$
4	$Y = 3.78 - 0.077X_1 + 1.771X_2$
5	$Y = 8.66 + 0.061X_1 + 0.286X_2$
6	$Y = 4.64 - 0.009X_1 + 1.510X_2$
7	$Y = 4.48 - 0.025X_1 + 1.120X_2$
8	$Y = 5.74 - 0.032X_1 + 0.391X_2$

숫쥐의 증체량은 표 7에서 보는 바와 같이 LPME에서 증체량이 가장 높았으며 가장 낮은 LPLE와의 사이에 1%수준의 통계적 유의차가 인정되었다. 저단백질군에서는 중에너지 수준까지 증가하다가 ($P < 0.01$) 고에너지 수준에서 오히려 약간 감소현상을 보였고, 중단백질 군에서는 에너지수준이 증가할수록 증체량은 감소하는 경향을 보였으며, 고단백질군에서는 중에너지 수준까지는 증가했다가 고에너지 수준에서 감소했다. 암쥐의 경우와는 달리 숫쥐는 사료의 에너지가 고에너지수준에서보다 중에너지 수준에서 증체량이 더 높았다. 저에너지군에서는 중단백질 수준일 때, 중·고에너지 수준에서는 저단백질 수준일 때 증체량이 가장 높았으며 이 결과는 암쥐와 같았다.

사료의 단백질과 에너지 수준에 따른 숫쥐의 증체량은 표 8에서 보는 바와 같이 저단백질군에서 높았고 단백질 수준이 증가되어도 증체량에는 큰 차이없이 비슷하게 낮았다. 에너지 수준과의 관계를 보면 증체량은 중에너지군에서 가장 높았으며 사료의 단백질과 에너지수준에 따른 증체량 사이에 통계적 유의성은 검정되지 않았다.

사양실험을 시작해서 제 1주에서 제 8주까지 각 주별 실험사료에 대한 숫쥐의 증체량은 표 9에서 보는 바와 같다. 전체적으로 보아 숫쥐의 증체량은 제 5주까지 급격한 증가율을 보였으나 제 6·7·8주에서는 보다 낮은 증가율을 보였다. 각 주별 처리구간의 증체량을 비교해 보면 제 1주에는 통계적 유의차가 없었다. 제 2주에는 HPME구의 증체량이 가장 높았으며, HPLE구 및 MPHE구와의 증체량 사이에 통계적 유의차를 보였다($P < 0.05$). 제 3주에는 LPME구의 증체량이 가장 높았으며, MPME구 및 HPLE구의 증체량과의 1%수준의 통계적 유의차가 있었으며, HPLE구, LPLE구와는 5%수준의 통계적 유의차가 있었다. HPME구와 MPME구의 증체량 사이에 5% 수준의 통계적 유의차가 인정되었다. 제 4주에는 MPHE구가 가장 낮은 증체량을 보였으며, LPME구 및 MPLE구의 증체량과 1%수준의 통계적 유의차가 있었다. 제 5주에는 HPLE구에서 가장 높은 증체량을 보였는데 가장 낮은 MPHE구의 증체량과는 1%수준의 통계적 유의차를 보였고, LPLE구, LPHE구, MPME구의 증체량과는 5%수준의 통계적 유의차를 보였다. 제 6주에는 LPLE구가 가장 낮은 증체량을 보였으며 LPHE구, HPME구, MPLE구의 증체량과는 5% 수준의 통계적 유의차가 있었다. 제 7·8주에는 각 처리구간에 통계적 유의차가 없었다. 사료 단백질 수준을 10~27%까지 증가시켜 어린 쥐에게 24주동안 급여했을 때 처음 8~10주

Table 7. Performance data of male rats fed different levels of protein and energy.

Items	Low protein			Medium protein			High protein			Overall average
	LE	ME	HE	LE	ME	HE	LE	ME	HE	
Initial weight(g)	70.0	68.6	70.7	69.5	70.6	68.8	68.9	69.6	69.5	69.6
Final weight(g)	227.6	277.2	265.0	274.6	250.1	232.1	235.9	271.9	250.2	253.8
Weight gain(g)	Bcef 157.6	Aa 208.6	Aab 194.3	Aab 205.1	Aabdf 179.5	Abcdf 163.3	Abcdf 167.0	Aab 202.3	Aabd 180.7	184.3
Food intake(g)	ACbcdf 985.2	ACac 1015.9	ACbcdf 970.8	Aa 1118.4	BCcdf 955.0	BCcdf 920.9	ACa 1041.7	ACbcd 982.4	Bef 863.2	984.8
Food efficiency ratio	0.16	0.21	0.20	0.18	0.19	0.18	0.16	0.20	0.21	0.19
Protein intake(g)	117.1	120.0	116.9	222.7	186.1	177.8	273.1	263.7	227.9	189.5
Protein efficiency ratio	1.35	1.74	1.66	0.92	0.96	0.92	0.61	0.77	0.79	1.08

*Different large superscripts represent significant difference ($P < 0.01$) in the same row.
 Different small superscripts represent significant difference ($P < 0.05$) in the same row.

Table 8. Performance data of male rats within protein and energy levels.

Items	Protein and Energy levels	within protein level			within energy level		
		LP	MP	HP	LE	ME	HE
Initial weight(g)		69.8	69.6	69.3	69.5	69.6	69.7
Final weight(g)		256.6	252.3	252.7	246.0	266.4	249.1
Weight gain(g)		186.8	182.7	183.4	176.5	196.8	179.4
Food intake(g)		990.6	998.1	965.8	1048.4A	987.8AC	918.3BC
Food efficiency ratio		0.19	0.18	0.19	0.17A	0.20BC	0.20BC
Protein intake(g)		118.00	195.54	254.90	204.31	189.93	174.20
Protein efficiency ratio		1.58	0.93	0.72	0.86	1.04	1.03

*Different large superscripts represent significant difference ($P < 0.01$)
 Different small superscripts represent significant difference ($P < 0.05$)

Table 9. Body weight gain of male rats fed various protein and energy levels during 1st to 8th week(g)

Treatment	week								
	1	2	3	4	5	6	7	8	total
LP LE	28.8	23.5ac	23.6ACbc	26.6BC	25.5BCbc	10.0bc	12.4	7.2	157.6
LP ME	35.8	23.7ac	34.7Aa	36.0AC	27.7BCac	16.9ac	20.6	13.2	208.6
LP HE	34.1	23.2ac	26.8ACac	27.7BC	26.5BCbcd	20.8a	20.8	14.4	194.3
MP LE	37.4	25.7ac	28.2ACac	36.1AC	34.2BCad	20.1a	14.5	8.9	205.1
MP ME	35.4	27.1ac	19.6Bb	28.4BC	24.8BCbc	18.5ac	20.9	4.8	179.5
MP HE	31.4	21.3bc	24.9ACac	20.5B	23.2Bbc	14.6ac	17.6	9.8	163.3
HP LE	31.3	19.8bc	21.0BCbc	27.5BC	35.5ACa	15.7ac	11.2	5.0	167.0
HP ME	32.4	30.2a	30.9ACcd	28.2BC	29.7BCac	20.5a	16.3	14.0	202.3
HP HE	28.3	24.0ac	27.9ACac	26.7BC	27.4BCac	19.4ac	16.7	10.3	180.7

*Different large superscripts represent significant difference ($P < 0.01$) in the same column.
 Different small superscripts represent significant difference ($P < 0.05$) in the same column.

간의 증체량은 뚜렷한 차이가 있었으나, 성장기 마지막 단계에서는 거의 증체량에 차이가 없었다고 한 Nakagawa 등¹⁸⁾의 보고와 본 연구결과는 같은 경향을 보였다.

사양실험을 시작해서 제 1주에서 8주까지 사료의 단백질 및 에너지 수준에 따른 증체량 사이에 얻어진 상관관계식은 표 10에서 보는 바와 같다.

이상으로 숫쥐의 실험성적에 의하면 최대증체량은 NRC 사양표준의 단백질 및 에너지 요구량과 일치했으나, 그 수준 이상으로 단백질 및 에너지를 증가시키면 증체력은 오히려 감소현상을 보였다. 그 이유는 사료내의 단백질 및 에너지 함량이 높을 때 사료의 섭취량이 감소되므로 그 결과 성장에 요구되는 단백질 및 에너지 섭취량이 부족되기 때문이라고 생각되었으며, 이

Table 10. Relationship among protein levels(X_1), energy levels(X_2) and body weight gain (Y) of male rats during 1st to 8th week.

week	multiple linear regression
1	$Y=41.10-0.125X_1-1.542X_2$
2	$Y=23.52-0.068X_1-0.208X_2$
3	$Y=18.40-0.099X_1+2.833X_2$
4	$Y=54.84-0.146X_1-6.375X_2$
5	$Y=50.06+0.242X_1-7.542X_2$
6	$Y=0.605+0.148X_1+3.750X_2$
7	$Y=-4.731-0.180X_1+7.083X_2$
8	$Y=-8.080-0.103X_1+5.583X_2$

것은 Kokatnur 등¹⁹⁾의 연구결과와도 일치하였다.

암쥐와 숫쥐의 증체량이 가장 큰 처리기간을 비교해 보면 (표 3과 7) 암쥐에서는 LPHE구로서 121g이었고, 숫쥐에서는 LPME구로서 209g이었던 것으로 숫쥐가 암쥐보다 약 72%나 더 증체율이 높았으며 증체량이 가장 적은 처리기간을 비교해 보면 암쥐는 HPME구로서 108g이었고, 숫쥐는 LPLE구로서 158g으로 숫쥐가 암쥐보다 46%나 더 증체량이 높았다. 에너지 수준별로 보면 암쥐는 에너지 수준이 4000kcal/kg인 사료에서 최대 증체량을 보였으나 숫쥐는 에너지 수준이 3600kcal/kg인 사료에서 최대 증체량을 보였다. 이 결과에서 NRC 사양표준 3600kcal/kg 수준은 숫쥐에게

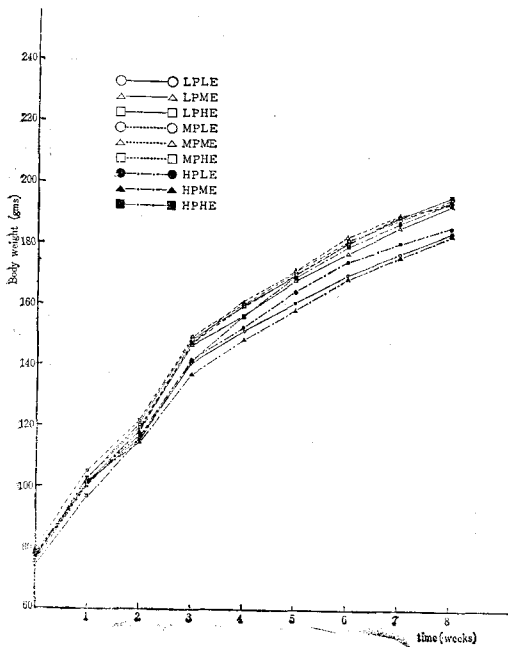


Fig. 1. Weekly body weight changes of female rats

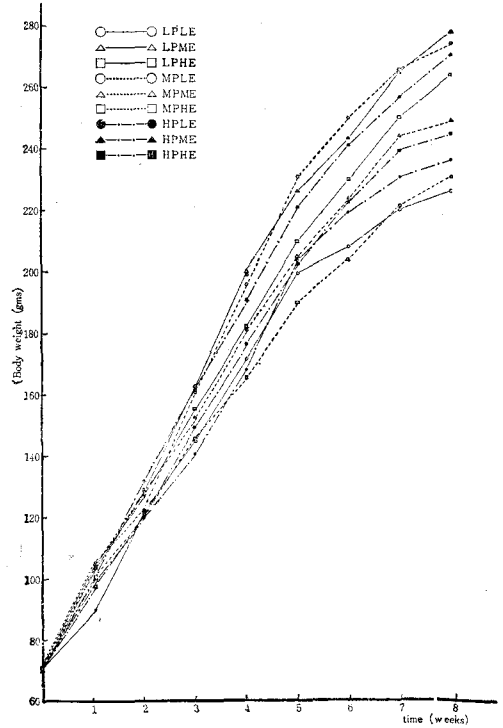


Fig. 2. Weekly body weight changes of male rats 적합한 에너지 수준으로 사료된다.

실험사료 전체에 대한 평균 체중 증가량을 보면 (표 3과 7) 암쥐는 116g, 숫쥐는 184g으로 숫쥐의 평균 증체량이 암쥐의 그것보다 59%나 높았다. 이런 결과는 암쥐의 성장율이 숫쥐의 성장율보다 느리다고 보고한 Morrison 등^{20,21)}의 연구결과와 일치하며, 이 결과 증체량은 체내 단백질 이용에 영향을 받는 것으로 즉 암쥐는 숫쥐보다 단백질 이용율이 저하되기 때문이라 생각된다.

사료의 단백질과 에너지 수준을 달리한 사료를 8주간 급여했을 때 쥐의 성장 곡선에 대하여 암쥐의 경우 그림 1, 숫쥐의 경우 그림 2에 나타냈다. 암쥐의 경우는 섭취사료간에 성장율의 차이가 거의 없이 제 3주까지 급격히 증가하다가 제 4주부터 서서히 감소하는 경향을 나타낸 반면 숫쥐의 경우는 처리구간의 성장율에 커다란 차이를 보이며 제 5주까지 급격히 증가하다가 제 6주부터 서서히 감소하는 경향을 보였다. 이는 환경에 있어서 증체량에 대한 사료섭취의 영향이 숫쥐에서보다 민감하게 반영됨을 나타낸 것이다.

2. 사료 섭취량

암쥐의 사료 섭취량은 표 3에서 보는 바와 같이 저

단백질군에서 에너지 수준이 증가할수록 사료 섭취량은 감소했으며 ($p < 0.01$), 중·고단백질군에서는 중에너지 수준까지 증가했다가 고에너지 수준에서 사료 섭취량이 감소되었다 ($p < 0.05$). 같은 에너지군에서는 단백질 수준이 증가할수록 사료 섭취량이 감소되는 경향이 있었다. 사료의 단백질 수준이 22% 이상이거나 사료의 에너지 수준이 3600kcal/kg보다 더 증가되면 사료의 섭취량이 감소되는 것을 알 수 있었다. 한편 사료의 단백질과 에너지 수준이 가장 낮을 때 사료 섭취량이 가장 높았는데, 이것은 생명의 유지 내지는 성장을 위해서 필요한 영양소의 양을 충분히 얻기 위한 것이라 생각되었다. 또한 사료의 단백질과 에너지 수준이 가장 높았을 때 사료 섭취량이 가장 낮았던 것은 사료 내에 포함된 전분의 함량이 적고 지방 함량이 많았기 때문이라 생각되었다.

사료의 단백질 및 에너지 수준이 증가할수록 사료 섭취량은 감소했으나, 각 처리구간의 통계적 유의성이 결정되지 않았다. 단백질 수준이 30%에서 약간 감소하는 경향을 보였는데 이것은 에너지 수준의 차이에 기인하는 것이라 생각된다.

숫쥐의 사료 섭취량은 표 7에서 보는 바와 같이 저단백질군에서는 중에너지 수준까지는 사료 섭취량이 약간 증가되었다가 고에너지 수준에서 감소되었다. 중·고단백질군에서는 에너지 수준이 증가함에 따라 사료 섭취량이 감소되었으며 ($p < 0.05$), 사료 섭취량이 가장 많은 MPLE구와 가장 적은 HPHE구를 비교해 보면 사료 단백질보다는 에너지 수준이 사료 섭취량에 크게 영향을 주게 됨을 알 수 있었다 ($p < 0.01$). 저에너지군에서는 중단백질 수준까지 사료 섭취량이 증가되었고 고단백질 수준에서는 다소 감소되었으며, 중에너지군에서는 단백질 수준이 증가할 때 사료 섭취량은 감소하는 경향을 보였다. 이 결과는 단백질에 따라 사료 섭취량이 감소하는 경향을 보이는 것으로 Leveille²²⁾ 등과 Ozcelci 등²³⁾에 의해서 사료 단백질 수준이 30%까지는 사료의 섭취량도 함께 증가한다고 한 결과와는 일치하지 않았다. 이것은 이들이 사용한 실험사료와 본 연구에서 사용된 실험사료간의 에너지 수준의 차에 기인하는 것으로 생각된다.

사료 단백질과 에너지 수준에 따른 숫쥐의 사료 섭취량은 표 8에서 보는 바와 같이 저·중단백질군에서 거의 비슷하나 사료 단백질 수준이 더 증가하여도 사료 섭취량은 증가되지 않았으며 오히려 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 사료에 포함된 단백질 함량의 증가에 따라 전분의 함량이 비례적으로 감소되었기 때문이라 생각되었다. 에너지 수준에서 보면 사료 에

너지가 증가할수록 사료 섭취량이 감소되었으며 1%와 5% 수준에서 통계적 유의성이 결정되었다.

암쥐와 숫쥐의 사료 섭취량을 비교해보면(표 3과 7) 단백질과 에너지 수준이 증가할수록 사료 섭취량은 감소하는 것으로 거의 비슷한 경향을 보였다. 또한 암쥐의 경우 사료를 가장 많이 섭취한 LPLE구는 860g이었고 숫쥐의 경우 MPLE구는 118g으로 암쥐보다 숫자가 30%나 더 사료 섭취량이 많았으며 실험사료 전체에 대한 평균 사료 섭취량은 암쥐의 경우 771g이었으며, 숫쥐의 경우 985g으로 숫쥐가 암쥐보다 28%나 사료 섭취량이 더 많았다. 따라서 사료 섭취량과 총 열량과는 상당히 밀접한 관계가 있음이 인정되었다.

이상을 요약하면 암수 모두 사료 섭취량은 고단백질과 고에너지 수준에서 뚜렷하게 감소하는 경향을 보였는데, 이는 고단백질과 고에너지 사료에 포함된 전분의 함유량은 작고 반대로 지방의 함유량이 높았기 때문이라 설명된다.

3. 사료 효율

암쥐의 사료 효율은 표 3에서 보는 바와 같이 저단백질군에서는 에너지 수준이 증가함에 따라 사료 효율이 증가하는 경향을 보였으며, 고에너지 수준에서 가장 높은 사료 효율을 나타냈다($P < 0.01$). 중단백질군에서는 에너지 수준의 증가에 대한 일정한 경향을 찾을 수 없었으며, 고단백질군에서는 저·중에너지 수준에 비하여 고에너지 수준에서 유의적으로 높았다($P < 0.01$). 저에너지군에서는 저단백질 수준에서 사료 효율이 가장 낮았고 중·고단백질 수준에서 높았다. 중에너지군에서는 저·중단백질 수준에서 같았으나, 고단백질 수준에서 감소되었다. 고에너지군에서는 저·중단백질 수준에서 비슷하게 높았으며, 고단백질 수준에서 가장 사료 효율이 높았다($P < 0.05$).

사료 효율과 에너지 수준에 따른 암쥐의 사료 효율은 표 4에서 보는 바와 같다. 사료 단백질 수준이 증가함에 따라 사료 효율이 증가했으나 중·고단백질 수준 사이에는 큰 차이가 없었으며 통계적 유의차도 결정되지 않았다. 그러나 사료 에너지가 증가함에 따라 사료 효율은 현저히 증가되었으며, 5% 수준에서 통계적 유의차가 결정되었다.

숫쥐의 사료 효율은 표 7에서 보는 바와 같이 저단백질군에서 중에너지 수준까지는 증가했다가 고에너지 수준에서 약간 감소하였다. 중단백질군에서는 에너지 수준이 증가함에 따라 별로 큰 차이가 없었다. 고단백질군에서는 저에너지 수준에서 사료 중 가장 낮았으며 중·고에너지 수준에서는 사료 효율에 차이가 없었다.

사료의 단백질과 에너지 수준에 따른 숫쥐의 사료 효율은 표 8에서 보는 바와 같다. 사료 단백질 수준의 증가에 따라 사료 효율은 거의 차이가 없었으며, 에너지 수준에서 보면 사료 효율은 저에너지 수준에 비하여 중에너지 수준에서 훨씬 높았으나($P < 0.01$), 고에너지 수준에서 약간 떨어졌다.

이상의 실험결과에서 숫쥐의 사료 효율은 에너지 수준에 따라서는 크게 영향을 받지 않았으며 에너지 수준에서는 중에너지 수준에서 가장 높은 사료 효율을 나타내어 NRC 사양표준의 단백질 및 에너지 수준과 일치한 결과를 얻었다.

암쥐와 숫쥐의 사료 효율을 비교해 보면 암쥐는 숫쥐보다 사료의 에너지 수준이 높을 때 사료 효율이 더 높았던 것으로 보아 암쥐는 사료의 단백질 및 에너지 수준이 사양표준 이상에서도 높은 효율을 나타낸 반면 숫쥐는 각각의 NRC 사양 표준치에서 높은 사료 효율을 나타냈다. 이것은 암쥐는 에너지 및 지방함량이 높은 사료를 더 잘 이용하기 때문이라 생각되었다.

암쥐의 실험사료의 전체 평균 사료 효율(표 3과 7)을 비교해 보면 암쥐의 경우는 0.15였고, 숫쥐는 0.19로 암쥐가 숫쥐보다 사료 효율면에서 상당히 떨어진다 것을 알 수 있었다.

4. 단백질 효율

암쥐의 단백질 효율은 표 3에서 보는 바와 같이 저단백질군에서는 에너지 수준이 증가할 때 단백질 효율이 증가되었으며, 중·고단백질군에서는 고에너지 수준에서 높게 나타났으나, 저·중에너지 수준에서는 별 차이가 없었다. 사료의 단백질과 에너지 수준에 따른 암쥐의 단백질 효율은 표 4에서 보는 바와 같이 암쥐의 단백질 효율은 단백질 수준이 증가함에 따라 감소되었으며 에너지 수준이 증가됨에 따라 증가했다.

숫쥐의 단백질 효율은 표 7에서 보는 것 같이 저단백질군에서는 중에너지 수준에서 가장 높았으며, 고에너지 수준에서 약간 감소되었다. 중단백질군에서는 중에너지 수준에서 높았으며, 저·고에너지 수준에서는 거의 차이가 없었다. 고단백질군에서는 중·고에너지 수준에서 거의 같은 단백질 효율을 보였다.

사료의 단백질과 에너지 수준에 따른 숫쥐의 단백질 효율은 표 8에서 보는 바와 같다. 단백질 수준에서 보면 숫쥐의 단백질 효율은 저단백질 수준이 증가함에 따라 감소되었고, 에너지 수준에서 보면 중에너지 수준에서 약간 높았으나 고에너지 수준과는 거의 차이가 없었다.

이상에서 숫쥐의 단백질 효율은 사료 단백질 함량 13%에서 가장 높게 나타났으며 단백질 수준이 증가됨에 따라 단백질 효율이 점차로 감소됨을 보였다. 이는 Henry 등²⁴⁾과 Mitchell 등²⁵⁾의 연구에서 보면, 어린 쥐는 사료단백질 함량이 8~10%를 초과하게 되면 단백질 이용이 감소된다는 결과와도 일치했으며, 또한 같은 에너지 수준에서는 사료 단백질 수준이 증가할수록 단백질 효율은 감소된다고 보고한 Morrison 등^{20,21)}과 Schimke 등²⁶⁾ 및 Miller 등²⁷⁾의 결과와도 일치하였다.

암쥐와 숫쥐의 단백질 효율(표 3과 7)을 비교해 보면 단백질 효율은 어느 단백질 수준에서나 암쥐는 고에너지 수준에서 가장 높았고, 숫자는 중에너지 수준에서 가장 높았으며, 또한 암수 모두 NRC 사양표준 단백질 요구량인 casein 13%에서 단백질 효율이 가장 높았다. 실험사료 전체 평균에서 단백질 효율(표 3과 7)을 비교해 보면 암쥐는 0.83이었고, 숫쥐는 1.09로서 숫쥐의 단백질 효율이 암쥐보다 높다는 것을 알 수 있었고, 이것은 Morrison 등^{20,21)}의 연구와 일치했다.

사료의 단백질 및 에너지 수준이 흰쥐의 성장에 미치는 영향을 보면, 사료효율 및 단백질 효율은 증체량에 직접적인 영향을 미치며, 증체량은 사료 섭취량에 영향을 받기보다는 사료의 조성에 영향, 특히 사료의 에너지 수준에 따라 영향을 받는다고 생각되었다.

5. 체조성

각 실험사료가 흰쥐의 체조성에 미치는 영향을 알기 위해서 실험사료를 8주간 급여한 후 체조성을 분석한 결과를 암쥐의 경우 표 11.12에 숫쥐의 경우 표 13.14에 나타냈으며 개시기 체조성(initial body composition)은 암수 모두 실험사료를 급여하기 직전 도체의 분석결과를 나타낸 것이다.

암쥐의 체조성은 표 11에서 보는 바와 같이 실험사료의 급여에 따라 체수분과 체단백질은 개시기에 달라져 상당히 감소되었으나, 체지방은 약 2배의 증가율을 보였다.

체수분은 HPHE구를 제외하고는 단백질과 에너지 수준에 따라 차이가 없었다. 체단백질은 사료중 단백질과 에너지 수준에 따라 거의 영향을 받지 않았다. 체지방은 저·중단백질군에서는 에너지 수준의 증가에 따라 약간 증가하는 경향을 보였으며, 고단백질군에서는 뚜렷하게 증가하였다. 같은 에너지군에서 단백질 수준이 증가함에 따라 체지방은 증가되었다.

사료의 단백질과 에너지 수준에 따른 암쥐의 체조성은 표 12에서 보는 바와 같다. 체수분과 체단백질은 고단백질, 고에너지 수준에서는 약간 감소하는 경향을 보

Table 11. Initial and final carcass composition of female rats(%).

Nutrients	Initial body composition	Final body composition*									Overall average
		Low protein			Medium protein			High protein			
		LE	ME	HE	LE	ME	HE	LE	ME	HE	
Moisture	63.21	60.79	60.81	60.62	60.00	58.54	58.80	59.60	59.21	55.24	59.29
C. protein	24.36	20.26	20.35	20.17	20.80	20.61	20.49	20.03	19.20	19.60	20.17
C. fat	7.78	14.84	14.02	15.04	15.47	16.02	16.62	16.20	17.27	21.67	16.35

*Percent of final body weight.

Table 12. Initial and final carcass composition of female rats within protein and energy levels(%).

Nutrients	Initial body composition	Final body composition*					
		within protein level			within energy level		
		LP	MP	HP	LE	ME	HE
Moisture	63.21	60.74	59.11	58.02	60.13	59.52	58.22
C. protein	24.36	20.26	20.63	19.61	20.36	20.05	20.09
C. fat	7.78	14.63	16.04	18.38	15.50	15.77	17.78

*Percent of final body weight.

Table 13. Initial and final carcass composition of male rats(%).

Nurients	Initial body composition	Final body composition*									Overall average
		Low protein			Medium protein			High protein			
		LE	ME	HE	LE	ME	HE	LE	ME	HE	
Moisture	63.72	64.96	60.19	61.40	60.89	62.53	62.48	60.34	61.26	63.42	61.94
C. protein	23.80	21.27	21.35	20.24	21.75	22.01	21.56	21.26	21.21	21.37	21.34
C. fat	8.00	9.28	15.31	14.69	13.60	12.00	12.47	14.73	13.23	11.78	13.01

*Percent of final body weight.

Table 14. Initial and final carcass composition of male rats within protein and energy levels(%).

Nutrients	Initial body composition	Final body composition*					
		within protein level			within energy level		
		LP	MP	HP	LE	ME	HE
Moisture	63.72	62.18	61.97	61.67	62.06	61.33	62.43
C. proein	23.80	20.95	21.77	21.28	21.43	21.52	21.06
C. fat	8.00	13.09	12.69	13.25	12.54	13.51	12.98

*Percent of final body weight.

였으나 그 밖의 다른 단백질 및 에너지 수준에서는 거의 차이가 없었다. 체지방은 단백질 수준의 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 저·중에너지 수준에서 같았고 고에너지 수준에서는 특히 높았다.

숫쥐의 체조성은 표 13, 14에서 보는 바와 같이 각 실험사료의 급여에 따라 체수분은 LPLE구를 제외하고는 단백질과 에너지 수준에 따라 차이가 없었다. 체지방은 처리간에 약간의 차이는 보이나 사료의 단백질과

에너지 수준에 따라 뚜렷한 차이가 없었다.

암수를 비교해 보면 체수분과 체단백질은 거의 차이가 없었으나 암쥐는 숫쥐보다 체지방의 함량이 높았으며, 사료의 단백질과 에너지 수준에 의하여 뚜렷하게 영향을 받았다. 체수분에 대하여 Ozelci 등²³⁾은 단백질을 10, 20, 30%로 숫쥐에게 급여시켰을 때 단백질 함량이 증가함에 따라 체수분이 감소하는 경향을 보였다고 보고했으며, 한편 Hegsted 등²⁸⁾의 사료 단백질 함

량이 증가함에 따라 체수분의 함량이 증가한다고 하는 보고도 함께 고찰해 보면 사료 단백질 함량과 체수분 함량간에 일정한 관계를 찾을 수 없었다. Edozein¹⁷⁾은 사료의 지방 수준이 증가할수록 체수분이 감소했다고 보고했다. 이들 보고와 본 실험 결과와는 일치하지 않았는데 이것은 실험 사료중 에너지 수준이 동일하지 않았으므로 직접 비교하기가 어려웠다. 체지방에 대하여 사료 단백질 함량을 최저 요구량 이상으로 증가시켰을 때에는 사료 단백질 함량이 증가함에 따라 체지방 함량이 증가하였다는 Forbes 등²⁹⁾, Ozelci 등²⁵⁾, Edozein¹⁷⁾에 의해서 보고된 바 있으나 본 실험 결과에서는 숫쥐의 경우는 일치하지 않았으나 암쥐의 경우와는 일치하였다.

IV. 요약

사료의 단백질과 에너지 수준이 흰쥐의 성장 및 체조성에 미치는 영향을 알기 위해서 생후 3주된 Sprague-Dawley계 albino rat 암수 각각 100마리에게 표준사료를 5일동안 급여한 후 암쥐는 체중이 70~80g 되는 것으로 93마리를 선택하였다(3마리는 개시기 도체분석에 사용하였으며, 90마리는 사양실험에 사용하였음). 숫쥐는 체중이 65~75g되는 것으로 57마리를 선택하였다(3마리는 개시기 도체분석에 사용하였으며, 54마리는 사양실험에 사용하였음).

실험사료의 에너지 수준은 ME를 저에너지(3200kcal/kg), 중에너지(3600kcal/kg), 고에너지(4000kcal/kg)로 달리했으며, 단백질 수준은 ME 3600kcal/kg에 대해서 저단백질(15%), 중단백질(25%), 고단백질(35%)의 3수준으로 하고, 지방수준은 ME 3600kcal/kg에 대해서 저지방(10%), 중지방(20%), 고지방(40%)의 3수준으로 정하고 나머지 에너지는 전분과 포도당으로 보충한 9종의 사료처리구에 대한 사양실험, 및 도체분석 실험을 실시했던 바 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 증체량은 암수 모두 저단백질 수준(13%)에서 가장 높았으며, 암쥐의 경우 증체량이 가장 큰 것은 LP-HE구(121g)였고, 숫쥐의 경우 LPME(210g)로서 사료의 에너지 수준에 따라서 암수의 최대증체량은 달랐다 이 결과에서 성장을 위해서 숫쥐는 NRC(1980) 사양 표준 에너지(3600kcal/kg)에 적합하나 암쥐는 더 많은 사료 에너지의 요구됨이 시사되었다. 8주간 성장 곡선을 보면 암수간에 상당한 차이를 보였으며 암쥐는 3주까지, 숫쥐는 5주까지 급격한 성장을 보였고, 그 이후부터는 완만한 성장을 나타냈다. 또한 증체량에 대한 사료중 영양소 수준의 효과가 암쥐에서 보다 숫

쥐에서 더욱 예민하게 나타났다. 이 결과에서 사양실험에 적합한 실험동물은 암쥐보다 숫쥐가 더욱 효과적이라 생각되었다. 사료섭취량은 증체량 사이에 밀접한 관계가 있음을 나타냈다. 사료효율은 암쥐의 경우 단백질과 에너지 수준이 NRC(1980) 사양표준치에서 가장 높은 사료효율을 나타냈다. 단백질 효율은 암수 모두 저단백질 수준에서 가장 높았으며 에너지 수준은 암쥐의 경우 고에너지 수준에서, 숫쥐의 경우 중에너지 수준에서 가장 높은 단백질 효율을 나타냈다.

사료의 단백질과 에너지 수준이 흰쥐의 성장에 미치는 영향을 보면 사료효율 및 단백질 효율은 증체량에 직접적인 영향을 미친다. 증체량은 사료의 섭취량에 영향을 받기보다는 사료의 조성에 영향을 받는 것으로 생각되며 특히 에너지 수준에 따라 크게 영향을 받는다.

(2) 체조성에 관하여 체수분과 체단백질은 암수 모두 사료 단백질 수준에 의해서 차이가 없었다. 체지방은 암쥐의 경우 사료 단백질과 에너지 수준이 증가할수록 뚜렷하게 증가했으나 숫쥐의 경우 단백질 및 에너지 수준에 의해서 큰 차이가 없었다.

(3) 이상으로 본 실험결과를 종합하여 볼 때 암수의 성장곡선간에는 상당한 차이가 있었으며, 최대 증체량은 암쥐의 경우 단백질 수준 13%, 에너지 수준 4000kcal/kg으로, 숫쥐의 경우 단백질 수준 13% 에너지 수준 3600kcal/kg으로 구성된 사료에서 얻어졌으며, 암수 각각 이 수준의 사료에서 또한 가장 높은 사료 효율 및 단백질 효율을 보였다. 이러한 사료의 조성은 암쥐의 경우 단백질 수준은 NRC 사양표준치에 일치하나 에너지 수준은 NRC 사양 표준치 이상에서 숫쥐의 경우 단백질과 에너지 수준이 모두 NRC 사양표준치에 일치했다.

V. 문헌

1. 구재옥, 모수미 : 한국 축산학회지, 19(2), 146 (1977)
2. 이종미 : 한국 영양학회지, 9(1), 51(1976)
3. 현화진, 모수미 : 한국 영양학회지, 13(1), 27 (1980)
4. 모수미, 채범석 : 특수 영양학, 183(1979)
5. Howarth, R.E., J.Nutr., 102, 37(1972)
6. Leveille, G.A. and R.W. Hanson, J.Lip. Res., 7, 46(1966)
7. Suzuki, H., H. Goshi and H. Sugisawa, J. Nutr., 105, 90(1975)
8. Nakano, K. and K. Ashida, J. Nutr., 100, 208 (1970)

9. Nakano, K., M. Katsuzaki, M. Mizutani and K. Ashida, *J. Nutr.*, 102. 283(1972)
10. Swift, R.W., G.P. Barron, K.H. Fisher, R.L. Cowan, E.W. Hartsook, Y.V. Hershberger, E.Keck and R.P. King, *J.Nutr.*, 68, 281(1958)
11. Hegsted, D.M. and Y.O. Chang, *J.Nutr.*, 87. 19(1965)
12. Hartsook, E.W. and T.V. Hershberger, *J. Nutr.*, 81. 209(1963)
13. NRC NAS, *Atlas of nutritional data on United States and Canada feeds*, National Academy of Science, (1980)
14. Renner, R. and F.A. Hill, *Proc. Cornell Nutrition Conference*, 95(1958)
15. Young, R.J., *Proc. Cornell Nutrition conference*, 95(1961)
16. A.O.A.C., *Official method of analysis of the association of official analytical Chemists*, 12ed., (1980)
17. Edozein, S.C. and B.D. Switzer, *J.Nutr.*, 107, 1016(1977)
18. Nakagawa, I., A. Sasaki, M. Kajimoto, T. Suzuki and E. Yamada, *J. Nutr.* 104. 1574 (1974)
19. Kokatnur, M., N.T. Rand, F.A. Kummerow and H. M. Scott, *J. Nutr.*, 64. 177(1957)
20. Morrison, A.B., E.J. Middleton and J.M. Mc Laughlan, *J. Biochem. physiol.*, 39, 1675 (1961)
21. Morrison, A.B. and J.A. Compbell, *J. Nutr.*, 70. 112(1960)
22. Leveille, G. A., *J. Nutr.*, 91, 267(1967)
23. Ozelci, A., D.R. Romsos and G.A. Leveille, *J. Nutr.*, 107, 1768(1977)
24. Henry, K.M. and S.K. Kon, *J.Nutr.*, 11, 305 (1957)
25. Mitchell, H.H., *Nutrition Rev.*, 10, 33(1952)
26. Schimke, R.T., *J. Bio. Chem.*, 237. 459(1962)
27. Miller, D.S., A procedure for determination of NPU using rate body N technique in: *Evaluation of protein quality*, National Academy of Sciences-National Research Council, 34(1963)
28. Hegsted, D.M. and R.Neff, *J.Nutr.*, 100, 1173 (1970)
29. Forbes, E.B., R.W. Swift, W.H. James, J.W. Bratzer and A.Black, *J. Nutr.*, 31. 387(1946. b).

[記] 이 논문은 1981년도 학술연구비에 의하여 연구된 것이다.