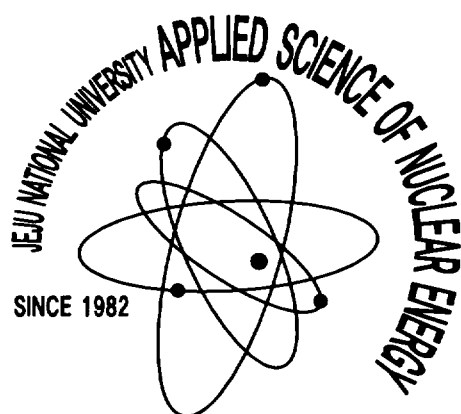


원자력응용과학

APPLIED SCIENCE OF NUCLEAR ENERGY

제25집



제주대학교
원자력과학기술연구소

Institute for Nuclear Science and Technology

2011



뽕잎분말 첨가가 성장 중인 쥐의 체조성 및 에너지 대사에 미치는 영향

양양한 · 최지영*

제주대학교 식품영양학과, *제주대학교 화학과

Effect of Dietary Mulberry Leaf Powder on Body Composition and Energy Metabolism in Growing Rats

Yang-Han Yang and Ji-Young Choi*

Dept. of Food Science and Nutrition, Jeju National University, Jeju-si, Jeju-do, 690-756, Korea.

*Dept. of Chemistry, Jeju National University, Jeju-si, Jeju-do, 690-756, Korea.

Abstract

The twenty four male rats of Sprague-Dawley were divided in three groups with 8 rats each, and the carcass composition of Group 0 was determined. The Control Group and 5% MP(mulberry leaf powder) Group fed with energy level($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$) for 20 days, respectively, then the carcass composition of each group was determined. The proteins in both diets were 11.3%. The intake of crude protein was 5.1 g per metabolic body weight($\text{kg}^{0.75}$). The daily feed intake of the Control Group and the 5% MP Group fed 8.2 g and 8.5 g, respectively. The daily weight gains of the two groups were 2.8 g and 3.3 g, and

the feed conversions(g/g) were 3.0 and 2.7, respectively. The daily ME intake of the two groups per metabolic body weight was 768 kJ and 765 kJ, and energy deposition of crude fat were 72 kJ and 60 kJ, and those of crude protein were 61 kJ and 66 kJ, and the daily heat productions were 635 kJ and 639 kJ, respectively.

Key words : rat, mulberry leaf powder, body composition, heat production.

서론

뽕나무(Morus alba L.)의 잎은 중국의 전통생약으로 예로부터 신목(神木)이라 하여 성인병 등 각종 질병을 다스리는 한약소재로 사용되어 왔다(Li SZ 1978). 허준의 동의보감에는 '뽕잎은 따뜻하고 독이 없으며 각기(脚氣)와 수종(水腫)을 없애주고 대·소장을 이롭게 하며 하기(下氣)하고 풍통(風痛)을 없앤다'고 기록되어 있다(허준 1994).

그리고, 뽕잎은 혈당 및 혈압 강하(Khaw & Barret 1987; Kimura 등 1995; Bang 1998 등; Lee 등 2002; Cho & Hou 2005;), 지질대사 개선(Dietschy & Wilson 1970; Kim 등 1998; Kim 등 1999; Kim 등 2005), 항산화(Yen 등 1996; Choi 등 2000; Choi 등 2000), 항종양(Park 등 1988), 중금속 축적 저해(Kim 등 2005), 장기능 및 변비 개선(Lee 등 2008) 등의 효과가 있다고 보고하였다.

본 실험은 시판 뽕잎분말을 식이에 첨가하여 쥐에게 먹였을 때, 쥐의 성장, 화학적 조성 및 에너지 대사에 어떤 영향을 미치는지 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 계획

4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 30마리를 4일

* Corresponding author: Yang-Han, Yang, Dept. of Food and Nutrition, Jeju National University, 66 Jejudaehakno, Jeju-si, Jeju-do, 690-756, Korea. Tel:+82-64-754-3554, Fax:+82-64-725-2539, E-mail: yangyh@jejunu.ac.kr

동안 고에너지 수준($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)으로 급이하여 적응기를 둔 후, 24마리를 선발하여 8마리씩 3개 군으로 나누었다. 0군은 균편성 후에, 그리고 대조군과 5% MP (5% mulberry leaf powder)군은 20일 동안 각각 대조군 식이와 5% MP 식이를 고에너지 수준으로 급이한 후 희생하여 체성분을 분석하였다. 본 실험에 쓰인 뽕잎분

말은 [지리산홍화인]에서 제조한 것을 사용하였다. 두 식이의 조단백질 함량은 11.3%이었고, 대사 체중($\text{kg}^{0.75}$) 당 조단백질의 섭취량은 1일 5.1g 이었다. 실험 동물의 체중은 평균과 표준 편차를 비슷하게 조정하여 케이지에 한 마리씩 완전 임의 배치하였다. 그리고 식이 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of experimental diets(g/kg)

Ingredient	Group ³⁾	
	Control	5% MP ⁴⁾
Casein	116.4	116.4
DL-Methionine	6	6
Corn starch	640.6	590.6
Mulberry leaf powder	0	50
Sucrose	100	100
Cellulose	40	40
Corn oil	50	50
Vitamin mix. ¹⁾	10	10
Mineral mix. ²⁾	35	35
Choline chloride	2	2

¹⁾AIN vitamin mixture(mg/kg mixture): Thiamine · HCl 600, Riboflavin 600, Pyridoxine · HCl 700, Nicotinic acid(Nicotinamide is equivalent) 3,000, D-Calcium pantothenate 1,600, Folic acid 200, D-Biotin 20, Cyanocobalamine(Vitamin B₁₂) 1, Retinyl palmitate or acetate(Vitamin A) as stabilize powder to provide 400,000IU vitamin A activity or 120,000 retinol equivalents, Tocopheryl acetate(Vitamin E) as stabilized powder to provide 5,000IU vitamin E activity, Cholecalciferol(100,000IU, may be in powder form) 2.5, Menaquinone(Vitamin K, Menadione) 5, Sucrose finely powdered, to make 1,000

²⁾AIN mineral mixture(g/kg mixture) : Calcium phosphate, dibasic(CaHPO₄ · 2H₂O) 500, Sodium chloride(NaCl) 74, Potassium sulfate(K₂SO₄) 220, Magnesium oxide(MgO) 52, Manganous carbonate (43-48% Mn) 24, Ferric citrate(16-17% Fe) 3.5, Zinc carbonate(70% ZnO) 6, Cupric carbonate(53-55% Cu) 1.6, Potassium iodate(KIO₃) 0.3, Sodium selenite (Na₂SeO₃ · 5H₂O) 0.01, Chromium potassium sulfate [CrK(SO₄)₂ · 12H₂O] 0.55, Sucrose finely powdered, to make 1,000

³⁾HEL=high energy level($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)

⁴⁾5% MP=5% mulberry leaf powder

2. 실험 동물의 사육

실험 동물은 철제 케이지에 한 마리씩 사육하였으며, 체중은 이틀마다 오전 8시에 동물 저울을 이용해 측정하였다. 이틀마다 측정된 체중을 기준으로 대사 체중 당 1일 45g 의 식이를 고형물 기준으로 계산하여 급여하였다. 아침 8시에 식이통을 제거하여 섭취량을 측정하였고, 식이는 오후 3시에 급여하였다. 실험 기간 중 사육실 온도는 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 로, 상대 습도는 50~70%로 유지하였고, 물은 임의로 섭취할 수 있도록 하였다. 명암 주기는 12시간 간격(점등 시간 06:00~18:00, 소등 시간 18:00~06:00)으로 조절하였다. 실험이 끝난 쥐는 오후 3시에 chloroform으로 희생시켰다.

3. 시료 준비

실험이 끝난 쥐는 -18°C 에서 냉동 보관하였다. 그 후 dry oven에서 70°C 로 30일간 건조시킨 후 균질기로 잘게 분쇄하여 체성분 분석에 이용하였다.

4. 화학적 성분 분석

일반 시료의 고형물 함량은 3~4g의 시료를 105°C 로 고정된 건조기에서 항량이 될 때까지 수분을 증발시킨 후, 잔류물의 백분율로 구하였다. 조단백질, 조회분, 조지방 함량은 AOAC(1990) 방법에 따라서 측정하였다. 조단백질 함량은 Kjeldahl 방법에 의해 N 함량을 구한 후 6.25를 곱하여 계산하였다.

5. 통계 분석

본 실험의 자료는 평균±표준 편차로 나타내었다. 그리고, 평균치간의 유의성 검정은 Minitab 7.2 프로그램을 이용하여 유의 수준 $p < 0.05$ 에서 t-test 또는 ANOVA를 하였다.

결과 및 고찰

1. 실험 경과

Table 2에 나타낸 결과와 같이 군 편성 시의 평균 체중은 69.5~69.7g으로 각 군간에 유사하게 편성되었으며 실험 종료 시의 체중은 오전 8시에, 사후 체중은 오후 3시에 각각 측정하였다.

Table 2. The change of body weight during experimental period¹⁾

Group	0	Control	5% MP ²⁾
Energy level ³⁾	HEL	HEL	HEL
Number of rat(n)	8	8	8
Feeding period(d)	0	20	20
Initial body weight(g)			
Mean	69.5 ^a	69.7 ^a	69.7 ^a
SD	2.45	2.5	2.6
Final body weight(g)			
Mean	69.5 ^a	125.5 ^b	134.7 ^c
SD	2.4	4.8	7.5
Carcass weight(g)			
Mean	66.9 ^a	121.4 ^b	129.2 ^c
SD	2.2	5.0	7.5

¹⁾Values with different alphabet within a row were significant different at p<0.05

²⁾5% MP=5% mulberry leaf powder

³⁾HEL=high energy level(45g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)

2. 1일 식이 섭취량, 1일 증체량 및 식이 요구율

두 군의 1일 식이 섭취량, 1일 증체량 및 식이 요구율은 Table 3에 제시된 바와 같다. 두 군의 1일 식이 섭취량은 각각 8.2g 및 8.5g, 1일 증체량은 각각 2.8g 및 3.3g으로 모두 5% MP군이 대조군보다 유의하게 높게 나타났고, 식이 요구율은 각각 3.0, 2.7으로서, 두 평균간에 유의차가 없었다. 선행연구(Yang YH 1999)의 결과에 의하면 대조군과 인삼군(5% 인삼 급여군)의 1일 식이섭취량은 각각 8.0g 및 8.5g이었다. 1일 증체량은 각각 2.5g 및 3.5g으로서 대조군에 비해 실험군에서 유의하게

높게 나타났다. 그리고 대조군과 실험군의 식이 요구율(g/g)은 각각 3.2 및 2.6으로서, 두 평균간에 유의차가 있었고, 두 실험간의 결과가 유사하였다. 본 실험의 식이급여량은 비제한급여의 50% 정도이었고, 식이의 잔여량이 없었다. 실험 개시일부터 5% GP군 및 5% MP군의 체중 증가가 대조군에 비해 현저하게 높았다. 그 결과 실험 종료시 체중도 높게 나타났다고 사료된다.

Table 3. Feed intake, body weight gain and feed conversion¹⁾

Group	Control	5% MP ²⁾
Energy level ³⁾	HEL	HEL
Number of rats(n)	8	8
Feeding period(d)	20	20
Feed intake(g/d)		
Mean	8.2 ^a	8.5 ^b
SD	0.2	0.2
Body weight gain(g/d)		
Mean	2.8 ^a	3.3 ^b
SD	0.3	0.4
Feed conversion(g/g) ⁴⁾		
Mean	3.0 ^a	2.7 ^a
SD	0.2	0.4

¹⁾Values with different alphabet within a row were significant different at p<0.05

²⁾5% MP=5% mulberry leaf powder

³⁾HEL=high energy level(45g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)

⁴⁾Feed conversion = Feed intake / Body weight gain

3. 체성분의 화학적 조성

체수분, 조회분, 조지방 및 조단백질의 화학적 조성은 Table 4에 나타내었다. 대조군과 5% MP군의 체수분 함량은 67.4% 및 68.6%으로서 차이가 없었다. 조회분 함량은 각각 3.1% 및 3.1%, 조단백질 함량은 각각 20.9% 및 20.9%로서 두 군의 평균간에 유의차가 없었다. 대조군과 5% MP군의 체지방 함량은 각각 8.6% 및 7.4%로서 두 평균간에 유의차는 없었다.

Table 4. Chemical composition in growing rat¹⁾

Difference	Control	5% MP ²⁾
Energy level ³⁾	HEL	HEL
Number of rats(n)	8	8
Feeding period(d)	20	20
Moisture (%)		
Mean	67.4 ^a	68.6 ^a
SD	1.3	1.4
Crude ash (%)		
Mean	3.1 ^a	3.1 ^a
SD	0.1	0.1
Crude fat (%)		
Mean	8.6 ^a	7.4 ^a
SD	1.5	1.8
Crude protein (%)		
Mean	20.9 ^a	20.9 ^a
SD	0.2	0.4

¹⁾Values with different alphabet within a row were significant different at $p < 0.05$

²⁾5% MP=5% mulberry leaf powder

³⁾HEL=high energy level($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)

4. 체성분 축적

체수분, 조회분, 조지방 및 조단백질의 1일 축적량은 Table 5에 나타내었다. 각 체성분의 축적량은 각 군과 0군과의 차이로 계산하였다. 그리고 각 체성분의 1일 축적량은 총체성분 축적량을 실험 일수로 나누어 계산하였다. 대조군과 5% MP군의 체수분의 1일 축적량은 각각 1.73 lmg 및 2,070mg으로 5% MP군이 높게, 체지방의 1일 축적량은 각각 310mg 및 268mg으로 5% MP군이 낮게 나타났다. 두 군의 평균간에 유의차는 없었다.

그러나 대조군과 5% MP군의 조회분의 1일 축적량은 각각 82mg 및 96mg, 체단백질의 1일 축적량은 각각 606mg 및 683mg으로서 5% MP군이 대조군보다 유의하게 높게 나타났다. 양(Yang YH, 1999)의 인삼 6년근 분말을 쥐에게 급여한 후 얻은 자료에 따르면 대조군에 비해 실험군에서 체수분과 조회분과 체단백질의 축적량은 높게 나타났고, 체지방은 낮게 나타났다.

Table 5. Deposition of chemical components in growing rats¹⁾

Difference	Control - 0	5% MP ²⁾ - 0
Energy level ³⁾	HEL	HEL
Number of rats(n)	8	8
Feeding period(d)	20	20
Deposition of		
moisture (g)	34.6	41.40
(mg/d)	1,731 ^a	2,070 ^a
crude ash (g)	1.6	1.9
(mg/d)	82 ^a	96 ^b
crude fat (g)	6.2	5.4
(mg/d)	310 ^a	268 ^a
crude protein (g)	12.1	13.7
(mg/d)	606 ^a	683 ^b

¹⁾Values with different alphabet within a row were significant different at $p < 0.05$

²⁾5% MP=5% mulberry leaf powder

³⁾HEL=high energy level($45\text{g DM} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{d}^{-1}$)

5. 에너지 대사

Table 6는 대사 에너지 섭취량, 체지방 및 체단백질로 축적된 에너지, 그리고 열발생량을 대사 체중 기준으로 나타내고 있다. 체단백질 및 체지방의 에너지 함량은 Brouwer(1965)의 측정치인 각각 23.9 kJ/g 및 39.8 kJ/g을 이용하여 계산하였다. 고에너지 수준 식이의 대사 에너지 함량은 Brüggemann(1984)의 측정치 17.0kJ/g을 이용하여 계산하였다. 1일 열발생량은 대사 에너지 섭취량에서 체지방과 체단백질로 축적된 에너지를 빼어 계산하였다.

대조군과 5% MP군의 대사 체중당 1일 대사 에너지 섭취량은 각각 768 kJ 및 765 kJ이었고, 체지방으로 축적된 에너지는 각각 72 kJ 및 60 kJ이었으며, 체단백질로 축적된 에너지는 각각 61 kJ 및 66 kJ이었다. 그리고 대조군과 5% MP군의 대사 체중당 1일 열발생량은 각각 635 kJ 및 639 kJ이었다.

Table 6. Energy deposited for body fat and body protein, and heat production per metabolic body weight^{1),2)}

Difference	Control - 0	5% MP ³⁾ - 0
Energy level ⁴⁾	HEL	HEL
Number of rats(n)	8	8
Feeding period(d)	20	20
Mean of body weight(g)	94.1	98.8
ME intake (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹)	768	765
Energy deposited for body fat ³⁾ (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹)	72±24 ^a	60±29 ^a
body protein (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹)	61±4 ^a	66±5 ^b
Heat production (kJ · kg ^{-0.75} · d ⁻¹)	635±26 ^a	639±31 ^a

¹⁾Values with different alphabet within a row were significant different at p<0.05

²⁾Data are expressed as mean ± S.D

³⁾5% MP=5% mulberry leaf powder

⁴⁾HEL=high energy level(45g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)

요 약

4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 30마리를 4일 동안 고에너지 수준(45g DM · kg^{-0.75} · d⁻¹)으로 급이하여 적응기를 둔 후, 24마리를 선발하여 8마리씩 3개 군으로 나누었다. 0군은 균형성 후에, 그리고 대조군과 5% MP 군은 20일 동안 각각 대조군 식이와 5% MP 식이를 고 에너지 수준으로 급이한 후 희생하여 체성분을 분석하였다. 두 식이의 조단백질 함량은 11.3%이었고, 대사 체중(kg^{0.75})당 조단백질의 섭취량은 1일 5.1g이었다. 대조군과 5% MP군의 1일 식이 섭취량은 각각 8.2g 및 8.5g 이었고, 일중체량은 각각 2.8g 및 3.3g이었다. 그리고 두 군의 식이 요구율은 각각 3.0 및 2.7(g/g)이었다. 대조군

과 5% MP군의 대사 체중당 1일 대사에너지 섭취량은 각각 768 kJ 및 765 kJ이었고, 체지방으로 축적된 에너지는 각각 72 kJ 및 60 kJ이었으며, 체단백질로 축적된 에너지는 각각 61 kJ 및 66 kJ이었다. 그리고 대조군과 5% MP군의 대사 체중당 1일 열발생량은 각각 635 kJ 및 639 kJ이었다.

참고 문헌

- Bang HS, Lee WC, Shon HR, Choi YC, Kim HB., 1998. Varietal comparison of aminobutyric acid content in mulberry root bark. *Kor J Seric Sci* 40: 13-16
- Brouwer, E., 1965. Report of sub-committee on constants and factors, Energy metabolism, EAAP-publ., Academic Press, London, Nr.II: 441-443
- Brüggemann, E., 1984. Untersuchung an wachenden Ratten zum Einfluß der Energie-und des kompensatorischen Wachstums auf den Proteinumschlag. Diss. Univ. Bonn
- Cho YJ, Hou WN., 2005. Effects of dietary bong-ip (Morus alba L.), gam-chei(Glycyrrhizae glabra), sol-ip(Pinus densiflora) and dang-gi (Angelica gigas) on serum composition in rats. *Korean J Food Culture* 20(1): 123-129
- Choi JH, Kim DI, Park SH, Kim JM, Kim CM, Lee HS, Ryu KS., 2000. Effects of mulberry(Morus alba L.) leaf extract on oxygen radicals and their scavenger enzymes in brain of SD rats. *Korean Journal of Life Science* 10(6): 570-576
- Choi JH, Kim DI, Park SH, Kim JM, Kim CM, Lee HS, Ryu KS., 2000. Effects of mulberry(Morus alba L.) leaf extract on oxygen radicals and their scavenger enzymes in liver of SD rats. *Korean Journal of Life Science* 10(5): 504-510
- Dietschy JM, Wilson JD., 1970. Regulation of cholesterol metabolism. *AM J Med* 282: 1128-1130
- Khaw KT, Barret CE., 1987. Dietary fiber and reduced ischemic heart disease mortality in men and women. *Am J Epidemiol* 126: 1093-1095
- Kim AJ, Kim MH, Han MR., 2005. Effects of mulberry

- leaf powder supplementation on lead status and minerals content in Pb-administered rats. *The Korean Nutrition Society* 38(5): 380-385
- Kim AJ, Kim SY, Choi MK, Kim MH, Han MR, Chung KS, 2005. Effects of mulberry leaves powder on lipid metabolism in high cholesterol-fed rats. *Korean J Food Sci Technol* 37(4): 636-641
- Kim SK, Kim YC, Kim SY., 1999. Antihyperlipidemic effects of mulberry leaves in adult females. *Soonchunhyang J Nat Sci* 5: 167-171
- Kim SY, Lee WC, Kim HB, Kim AJ, Kim SK., 1998. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(6): 1217-1222
- Kimura M, Chen F, Nakashima N, Kimura I, Asano N, Koya S., 1995. Antihyperglycemic effects of N-containing sugars derived from mulberry leaves in STZ-induced diabetic mice. *J Trad Med* 12: 214-21611.
- Lee JJ, Lee YM, Jung SK, Kim KY, Lee MY., 2008. Effects of dietary mulberry leaf on loperamide-induced constipation in rats. *Korea J Food Preserv* 15(2): 280-287
- Lee YK, Lee YS, Kim TY., 2002. The effects of rice candy with mulberry leaf on lowering of blood glucose. *J East Asian Soc Dietary Life* 12(3): 235-240
- Li, S. Z., 1978. Compendium of materia medica. People's Medical Publishing House, Beijing, p.2067
- Park IK, JO Lee, HS Lee, KY Seol, YJ Ahn., 1988. Cytotoxic activity of bombyx mori and morus alba derived materials against human tumor cell lines. *Agric Chem Biotech* 41(2): 187-190
- Yang YH., 1999. Effect of ginseng supplementation on growth and energy metabolism in growing rats. *Cheju App. Rad. Res. Inst. Ann. Report* Vol.13: 42-46
- Yen GC, Wu SC, Duh PD., 1996. Extraction and identification of antioxidant components from the leaves of mulberry(Morus alba L.). *J Biol Chem* 261: 12879-12882
- 허준 동의보감, 구본홍역, 1994, 민중서각