

식이 뽕잎분말이 흰쥐의 장기능에 미치는 영향

이희삼 · 김선여* · 이완주 · 이상덕** · 문재유** · 류강선[†]

농업과학기술원 짐사곤총부

*경희대학교 동서의학대학원

**서울대학교 농업생명과학대학

Effects of Dietary Mulberry Leaf Powder on Gastrointestinal Function of Rat

Heui-Sam Lee, Sun-Yeou Kim*, Won-Chu Lee, Sang-Duk Lee**
Jae-Yu Moon** and Kang-Sun Ryu[†]

Dept. of Sericulture and Entomology, NIAST, RDA, Suwon 441-100, Korea

*Graduate School of East-West Medical Science, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea

**College of Agriculture and Life Science, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

Abstract

This experiment was carried out to investigate the effects of dietary mulberry leaf powder on gastrointestinal function of rats. Plot containing one and ten percent mulberry leaf powder was supplied with rats. The food efficiency ratio (FER) of rat fed with 10% mulberry leaf powder was decreased 14%. The transit time of rat fed with 1% and 10% mulberry leaf was faster 16% and 21% than that of control respectively. Intestine length was increased 10% and 11% at 1% and 10% dietary mulberry leaf respectively. The transit speed was faster 30% at 1% dietary mulberry leaf than that of control. The pH of rat's feces supplied with mulberry leaf was lower than that of control. The amount of daily rat's feces fed mulberry leaf was much than that of control. As above results, we suggest that mulberry leaf was evaluated to improve the function of rat's gastrointestinal.

Key words: mulberry leaf, gastrointestinal function

서 론

뽕나무는 뽕나무과(Moraceae)의 뽕나무 속(*Morus*)에 속하는 식물로 열대지방에서부터 온대지방에 걸쳐 세계 각지에 널리 분포하고 있다. 우리나라에서 재배되고 있는 뽕나무는 대부분 산상, 백상, 노상에 속하는 육성품종들이다(1).

뽕잎은 무기질이 2.7~3.1%, 비타민 성분이 4.1~7.4%나 함유되어 있어 기능성 식품소재로서 유망할 뿐만 아니라(2), 혈압강하물질인 γ -aminobutyric acid(GABA)도 비교적 풍부하여 약용작물로서 개발 가능성도 보고되었다(3). 뽕잎에는 flavonoid 성분으로서 rutin, quercetin, quercitrin, isoquercitrin 뿐만 아니라, alkaloid 성분으로서 α -glucosidase 저해활성을 갖는 1-deoxynojirimycin의 존재도 보고되었다(4,5). 또한 뽕잎 추출물이 콜레스테롤 합성을 효과적으로 억제한다고 하였다(6-9).

과거에 소화효소에 의해 소화되지 않은 식이 섬유는 다른 영양소의 이용효율을 저하시킨다고 하였으나, 최근 식

이 섬유의 여러 가지 이로운 생리기능(10-12)과 성인병 예방 및 치료효과(13-17)가 밝혀져 중요성이 인식되고 있다

최근 뽕잎이 기능성 식품 소재로서의 가능성이 학술적으로 검증됨에 따라 누에의 유일한 사료식물로서의 그 가치를 지니고 있던 뽕잎은 이제 기능성 천연식품 소재로서 고부가가치를 지니게 되었다. 그러므로 본 연구에서는 뽕잎분말 함유사료(1%, 10%)를 실험용 흰쥐에게 투여하여 장기능에 미치는 영향에 대하여 알아보았다.

재료 및 방법

실험동물 및 사육

생후 4주령된 수컷 Sprague Dowley계 흰쥐를 삼육실험동물(주)로부터 구입하여 1주일간 적응시켜 체중이 170±15 g인 여섯 마리를 한 실험군으로 하여 4주간 사육하였다.

사육실의 환경조건은 실내온도 23±1°C, 상대습도 60±5%, 명암 12시간으로 유지하였으며 사료와 물은 제한

[†]To whom all correspondence should be addressed

없이 먹을 수 있도록 하였다.

뽕잎은 1998년 5~6월 잠사곤충부 시험포장에서 청일 뽕잎을 채취하여 48시간 동안 음건한 후에 열풍 순환건조기(Wako Co. Ltd., Japan)를 사용하여 60°C에서 2일간 건조하여 분쇄기로 100 mesh 이하로 분말로 만들었다.

실험에 사용한 사료는 NAS-NRC 흰쥐 사양표준량에 근거하여 정제된 원료를 사용하여 뽕잎분말은 저 수준으로 1.0%, 높은 수준으로 10%가 되도록 하였다.

사료 섭취량은 일정량 채워둔 사료통의 무게에서 남은 사료의 무게를 뺀 값으로 계산하였고, 체중은 사료섭취로 인한 일시적인 체중변화를 막기 위하여 1시간 전에 사료를 제거한 후에 매일 오전 10시에 측정하였다.

사료이용 효율(Food efficiency ratio, FER)은 체중 증가량을 섭취량으로 나눈 값으로 하였다.

장 통과시간은 시료투여 2주 후에 12시간 절식시켜 사료를 10% Coomassie Brilliant blue dye에 침적하여 섭취시킨 후 푸른 변이 나오는 처음 시간으로 하였다(18).

실험동물을 시료투여 4주 후 12시간 절식시킨 후에 해부하여 소장, 대장의 길이와 무게를 측정하였고, 속도는 장의 길이를 통과시간으로 나누어 계산하였다.

변의 생화학적 분석

투여 4주째 변을 매일 수거하여 무게를 측정하고, 냉동건조하여 분석에 이용하였다.

pH는 시료의 10배의 증류수를 가하여 균질화시킨 후에 원심 분리하여 상층액의 pH를 측정하였다.

담즙산은 Miettinen 등의 방법(19)으로 마른 변에서 추출하여 담즙산 효소 시약(極東製藥, 日本)으로 반응시키고 540 nm에서 UV Spectrophotometer로 측정하여 계산하였다.

건조된 변을 수거하여 salicylic acid 존재 하에 진한 황산과 과산화수소를 가하여 습식분해하여 얻은 여액을 원자흡광분석기(Hitachi Z6000I, LAA/EA Spectrophotometer)로 Ca, Mg 및 K를 분석하였다.

통계처리

실험결과의 통계처리는 SAS를 이용하여 ANOVA test

를 하였고, 유의성 검정은 Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)를 사용하였다

결과 및 고찰

사료섭취량과 체중 및 사료이용효율

실험기간 동안 각 군의 사료섭취량, 체중 및 사료이용효율은 다음과 같다(Table 1) 사료섭취량은 대조구 19.54 ± 3.31 g, 10%뽕잎분말 사료투여구(이하 10% 투여구로 약함)는 23.11 ± 6.88 g으로 유의성있는 증가를 보였다. 체중 증가는 대조구 98.12 ± 4.76 g, 1% 투여구 96.12 ± 4.51 g, 10% 투여구는 96.10 ± 3.82 g이나 유의성은 없었다. 사료섭취량을 체중 증가량으로 나눈 사료이용효율은 대조구 0.1791, 10% 투여구에서 0.1489로 유의성있게 감소하였다.

Lee와 Hwang(20)은 식이섬유소인 알긴산과 셀룰로오스를 사료에 첨가하여 흰쥐에게 투여함에 따라 사료이용효율이 감소되며, 뽕잎에는 조섬유가 11%, 섬유소 구성성분 중 cellulose 12.4%, hemicellulose 12.6%, lignin 1.7%, NDF 26.3%, ADF 19.7%가 함유되어 있다고 하였다(21). 또한 4주동안 콜레스테롤을 투여한 흰쥐에 뽕잎 추출물을 투여한 결과, 체중이 유발군 대비 16% 감소되었고, 콜레스테롤 합성의 초기 단계에 작용하는 HMG-CoA reductase 활성을 검색한 결과, 정상수준의 59.5%까지 회복시켰다고 하였다(8,22).

식이이용효율이 저하되는 것은 뽕잎 중의 섬유소는 에너지원으로 이용되지 못하고 장내용물의 부피를 증가시켰으며, 뽕잎 성분이 콜레스테롤의 축적을 초기단계부터 억제시켜 체중증가가 억제된 때문으로 생각된다.

사료의 장 통과시간 및 속도

뽕잎섭취에 따른 장통과시간, 속도 및 소장 및 대장 길이에 대한 영향은 다음과 같다(Table 2, 3). 장 통과시간에 대한 영향을 보면, 대조구 644.0 ± 30.4 분, 1% 투여구 541.7 ± 14.1 분, 10% 투여구 512.2 ± 15.6 분으로 유의성 있는 감소를 보였다. 장의 길이는 대조구 133.8 ± 7.7 cm, 1% 투여구는 146.8 ± 9.2 cm, 10% 투여구 149.1 ± 15.3 cm로 유의성 있게 증가되었다 장 통과속도는 대조구 2.08

Table 1. Food intake, body weight, and food efficiency ratio of rats fed mulberry leaf powder

Treatment ¹⁾	Food intake (g/day)	Body weight (g)		FER (%)
		4 weeks (g)	g/day	
Control	$19.54 \pm 3.31^{2)}$ (100) ³⁾	98.12 ± 4.76 (100)	3.50 ± 0.21 (100)	0.1791 (100)
1	19.64 ± 4.85 (101)	96.12 ± 4.51 (98)	3.44 ± 0.13 (98)	0.1751 (98)
10	23.11 ± 6.88 (118)*	96.10 ± 3.82 (98)	3.44 ± 0.11 (98)	0.1489 (83)*

¹⁾Percentage of mulberry leaf diet.

²⁾The values represent mean \pm S.D. of 6 rats per each group

³⁾The values in parenthesis are relative percents.

*Significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 2. The intestinal transit time and speed of rats fed mulberry leaf powder

Treatment ¹⁾	Transit time (min)	Intestine length (cm)	Transit speed (mm/min)
Control	644.0±30.4 ²⁾ (100) ³⁾	133.8± 7.7 (100)	2.08±1.2 (100)
1	541.7±14.1 (84)*	146.8± 9.2 (110)*	2.71±1.5 (130)*
10	512.2±15.6 (79)*	149.1±15.3 (111)*	2.91±1.3 (140)*

¹⁾Percentage of mulberry leaf diet.

²⁾The values represent mean±S.D of 6 rats per each group.

³⁾The values in parenthesis are relative percents.

*Significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. Lengths of small and large intestine of rats fed mulberry leaf powder

Treatment ¹⁾	Small intestine (cm)	Large intestine (cm)
Control	114.70± 6.51 ²⁾ (100) ³⁾	19.05±1.17 (100)
1	126.35± 7.07 (110)*	20.43±2.09 (107)*
10	127.83±12.90 (111)*	21.23±2.39 (111)*

¹⁾Percentage of mulberry leaf diet.

²⁾The values represent mean±S.D of 6 rats per each group.

³⁾The values in parenthesis are relative percents.

*Significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

±1.2 mm/분, 1% 투여구 2.71±1.5 mm/분, 10% 투여구는 2.91±1.3 mm/분으로 유의성 있는 증가를 보였다. 소장길이는 대조구 114.70±6.51 cm, 1% 투여구 126.35±7.07 cm, 10% 투여구 127.83±12.9 cm이며, 대장의 길이는 대조구 19.05±1.17 cm, 1% 투여구 20.43±2.09 cm, 10% 투여구는 21.23±2.39 cm이었다.

식이섬유소의 섭취시 음식물의 장통과시간이 짧아지는 원인으로는 cellulose, guar gum 첨가군이 무섬유소 식사군에 비해 장통과 시간이 감소했다는 보고로 보아 식이섬유소의 수분보유력이 증가함에 따라 장내용물의 부피와 점성을 증가시켜 대장의 운동을 자극하였기 때문이라고 하였다(23). 또한 빵잎은 소장내의 α-glucosidase 활성을 억제하여 혈당강하 효과를 나타내고, 빵잎 물층으로부터 혈당상승 억제활성이 위장관 공복시간, 장관운동 및 당수송체에 대한 영향과는 무관하며 단지 α-glucosidase 억제에 기인한다는 결과와 일치한다고 하였다(24). Lee와 Hwang(20)은 소장과 대장의 길이는 식이섬유소 함량이 증가될수록 증가된다고 하였고, Kim(25)은 식이섬유소 함량이 많을수록 연동운동이 활발해짐으로써 그 소장과 대장의 길이가 길어지며, 식이섬유소에 의해 영양소 흡수 저하를 보충하기 위하여 소장과 대장의 길이가 변하는 것으로 추정되며, 식이섬유소의 함량이 증가할수록 장내용물의 부피를 증가시키고 장의 근육이 발달하여 장통과시간이 빨라진다고 하였다(26).

Asano 등(5)은 빵잎으로부터 l-deoxynojirimycin 등 17종의 화합물을 분리하였고 α-glucosidase를 저해하는 한다고 보고된 바, l-deoxynojirimycin 등 빵잎 중에 함유된 혈당강하 성분들이 소장 내에서 당흡수를 억제하여 삼투압을 증가시켜 장내용물 중 수분보유력 또한 증가함

으로써 통과속도가 증가되고, 빵잎 중의 식이섬유소와 혈당강하성분이 영양소 흡수에 영향을 미쳐 연동운동 증가와 영양소 흡수를 보충하는 것으로 생각된다.

변의 pH 및 담즙산량

빵잎의 투여에 의한 변의 pH와 담즙산량에 대한 영향은 다음과 같다(Fig. 1, 2). 변의 pH는 대조구에서 6.91, 1% 투여구는 6.07, 10% 투여구는 5.95로 빵잎을 섭취함에 따라 변의 pH가 낮아졌다. 담즙산량은 대조구에서 6.68±0.564 μmol/fecal dry wt(이하 생략), 1% 투여구는 10.62±3.32, 10% 투여구는 16.60±2.34로 빵잎을 섭취함에 따라 담즙산량이 증가하였다.

식이섬유소는 대장내 균총에 의한 발효를 증가시켜 저급의 휘발성 지방산을 생성하여 pH를 낮추고, 낮은

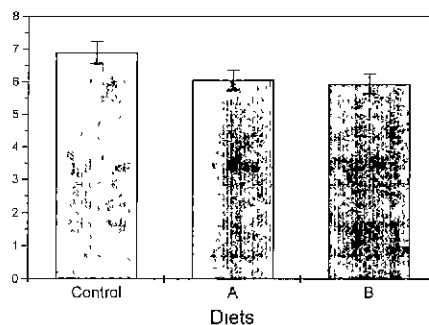


Fig. 1. pH of rat's feces supplemented with mulberry leaf powder. A, 1% mulberry leaf powder diets ; B, 10% mulberry leaf powder diet

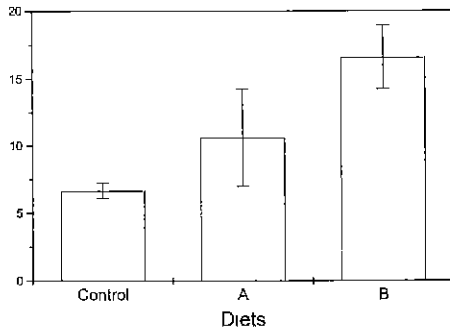


Fig. 2. Bile acid of rat's feces supplemented with mulberry leaf powder.
A, 1% mulberry leaf powder diets ; B, 10% mulberry leaf powder diet.

pH에서는 담즙산과 지방산이 이온화되지 않은 형태로 배설된다고 하였다(27-29). 대장 내의 pH저하는 *Bifidobacteria*의 증가에 의한 젖산 및 초산 등이 생성되어 유해균들의 생육이 억제되어 장내환경이 개선된다고 하였다(20). 팥잎의 혈당강하 성분에 의하여 당이 장내에 많이 머물게 되면, 유익균인 *Bifidobacteria*와 *Lactobacillus*가 증식하게 되고 유해균인 *Clostridium*이나 *E. coli*균의 증식이 억제되는 유리한 환경이 조성되어 pH가 낮아지는 것으로 생각된다. 또한 담즙산의 조성에 변화를 주는 요인으로 지방과 섬유소가 중요한 역할을 한다고 보고하였고(30), 음식물의 장통과시간이 짧아지게 되면 담즙산의 장기순환을 억제함으로써 총담즙산량이 증가하는데 섬유소에 따라 담즙산과의 결합정도가 다르다고 하였다(31). 흰쥐의 총담즙산량이 수용성 해조 다당류인 carrageenan, 수용성 합성 섬유소인 polydextrose급여군에서 높다고 하였다(32).

이는 팥잎 중의 식이섬유소가 담즙산의 조성변화에 영향을 주어 팥잎을 투여함에 따라 담즙산량이 증가하였다고 생각된다. 또한 팥잎 중의 지방산의 흡수를 억제하는 성분에 의하여 담즙산의 순환을 억제함으로써 담즙산량이 증가된다고 생각된다.

변의 량과 무기성분

팥잎 투여에 의한 변의 양과 Ca, Mg, K 배설량에 미치는

영향은 Table 4와 같다. 변의 양을 보면, 대조구는 2.84 ± 0.54 g, 1% 투여구는 4.47 ± 0.27 g, 10% 투여구는 5.42 ± 0.28 g로 유의성 있게 증가되었다. 이런 결과는 식이섬유소가 증가할수록 수분보유력, 장내용물의 부피증가, 점성의 부여로 변량이 현저히 많아진다고 보고하였다(20). 불용성 식이섬유소인 보리겨 가루의 공급시 장통과시간의 감소와 배변량 증가를 보이고 수용성 식이섬유소도 점성도를 증가시켜 그 효과를 증가시켜 주었다는 보고도 있다(26). 팥잎 투여에 의하여 변량의 증가는 팥잎 중의 식이섬유소와 장내 당의 흡수억제로 수분보유력이 증가하여 장통과시간이 단축되어 변량이 증가된 것으로 생각된다.

변중의 Ca의 함량을 보면, 대조구는 1.23 mg/g dry feces(이하 생략), 10% 투여구는 1.11 mg이었고, Mg의 함량은, 대조구 0.11 mg, 1% 투여구 0.11 mg, 10% 투여구 0.12 mg이었다. K량에서는 대조구 1.22 mg, 1% 투여구 1.85 mg, 10% 투여구 1.85 mg으로 증가하였다. 분변중의 Ca, Mg 및 K의 함량은 팥잎 중의 식이섬유소에 의한 영향에 따라 음식물의 장 통과시간이 단축됨으로서 상대적으로 무기질 흡수가 저해되어 변내의 무기질 총량이 많아졌으나, 변의 양은 팥잎섭취에 따라 증가하게 됨으로 단위 무게당 무기질의 양은 대조구나 처리구간에 차이는 없었던 것으로 생각된다.

식이섬유소를 과다하게 투여하면 바람직하지 못한 결과도 발생할 수 있으며, 과다한 섬유소 섭취는 무기질 흡수저해를 초래해 영양부족을 가져오는 경우가 있으나(33), 팥잎분말사로 투여에서도 K함량이 변중에서 증가한 것은 팥잎 자체성분에서 기인된 것으로 판단된다.

팥잎에는 K성분이 Ca이나 Mg량의 5배 이상 다량 함유되어 있어서(21), 상대적으로 다량이 배설된 것으로 판단된다.

앞으로 팥잎은 기능성 식품을 선호하는 현대인들에게 성인병 예방 및 장기능을 개선할 수 있는 가능성이 있게 때문에 소비층을 확대시키기 위한 구체적이고 광범위한 많은 연구들이 앞으로 수행되어져야 한다.

요 약

흰쥐에게 팥잎을 4주동안 투여하여 장기능에 미치는

Table 4. Fecal weight and excretions of Ca, Mg and K of rat fed mulberry leaves

Treatment ¹⁾	Fecal weight (g)	(mg/g dry feces)		
		Ca	Mg	K
Control	$2.84 \pm 0.54^{2)}$ (100) ³⁾	1.23	0.11	1.22
1	4.47 ± 0.27 (157)*	1.21	0.11	1.85*
10	5.42 ± 0.28 (191)*	1.11	0.12	1.85*

¹⁾Percentage of mulberry leaf diet.

²⁾The values represent mean \pm S.D. of 6 rats per each group.

³⁾The values in parenthesis are relative percents.

*Significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

영향을 알아본 결과, 사료이용효율은 10% 투여구에서 14% 감소되었고, 장 통과시간은 1% 투여구에서 16%, 10% 투여구에서 21% 빨라졌다. 장의 길이는 1% 투여구에서 10%, 10% 투여구에서 11% 증가되었고, 장 통과속도는 1% 투여구에서 30%, 10% 투여구에서 40% 빨라졌다. 변의 pH는 대조구가 6.91인데 비해 1% 투여구는 6.07, 10% 투여구는 5.95로서 팥잎 투여량이 증가함에 따라 변의 pH는 점차 낮아졌다. 변량은 1% 투여구에서 57%, 10% 투여구에서 91% 증가되었다 변중의 무기성분 중에서 K의 함량이 50% 증가하였으나, 이는 팥잎 중에 K함량이 많기 때문으로 생각된다

문 헌

1. 김문협 · 재상학. 향문사, 서울, p 70 (1970)
- 2.鈴木 誠. 神奈川縣試驗研究報告書 論文集. p.40-44 (1995)
- 3.鈴木 誠, 高橋 恭一, 坂本 堅五, 有賀 勳: 機能性食品に關する共同研究報告. 2, 134-137 (1996)
4. Yoshikumi, Y. · Inhibition of intestinal α -glucosidase activity and postprandial hyperglycemia by moranolone and its N-alkyl derivatives *Agric. Biol Chem.*, **52**, 121-126 (1994)
5. Asano, N., Oseki, K., Tomioka, E., Kizu, H and Matsui, K. · N-containing sugar from the *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. *Carbohydrate Res.*, **259**, 243-255 (1994)
6. 野田信三: 桑の葉茶の成人病に對する効果. 月刊フードケミカル, **12**, 66~75 (1996)
7. 宮原智江子, 佐藤修二, 宮澤貞紀, 堀口佳哉, 清水昭男, 原田昌典: 機能性食品に關する共同事業報告, 2, 52-59 (1996)
8. Kim, S.Y., Lee, W.C., Kim, H.B., Kim, A.J. and Kim, S.K. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *J. Korean Soc Food Sci Nutr.*, **27**, 1217-1222 (1998)
9. Choi, J.H., Kim, D.I., Park, S.H., Kim, D.W., Lee, J.S., Ryu, K.S and Lee, W.C. · Effects of mulberry leaf extract on oxygen radicals and their scavenger enzymes in serum of rats *Korean J. Seric Sci.*, **41**, 135-140 (1999)
10. Spiller, G.A. · Definition of dietary fiber. *Handbook of dietary fiber in human nutrition* Boca Raron. CRC Press Inc. p.15-18 (1992)
11. Dreher, M.L. · *Handbook of dietary fiber* Marcel Dekker Inc., p.199-279 (1987)
12. Roberfroid, M. · A review of comparing their physiological effects *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **33**, 103-148 (1993)
13. Burkitt, D.P., Walker, A.R.P. and Painter, N.S. · Dietary fiber and disease. *J. Am. Med. Assoc.*, **229**, 1068-1074 (1974)
14. Taylor, R. · Management of constipation. *Brit. Med. J.*, **300**, 1063-1065 (1990)
15. Bingham, S.A. · Mechanism and experimental and epidemiological evidence relating dietary fiber (non-starch polysaccharides) and starch to protection against large bowel cancer. *Pro. Nutr. Soc.*, **49**, 153-171 (1990)
16. Hockady, T.D.R. · Fiber in the management of diabetes. *Brit. Med. J.*, **300**, 1334-1337 (1990)
17. Koscki, M., Seki, H., Kazama, M., Kitabatake, N. and Tochukura, T. · Effects of pectin and lard on the production of short-chain fatty acids in the cecum, on the growth of colonic bacteria, and on the liver cholesterol level in rats *Agric. Biol. Chem.*, **55**, 1441-1449 (1991)
18. Heanton, J.M., Lennard-Jones, J.E. and Young, A.C. · A new method for studying gut transit times using radio-paque markers. *Gut.*, **10**, 842-845 (1969)
19. Mietinen, T.A., Ahrens, E.H. and Grundy, S.M. · Quantitative isolation and gas-chromatographic analysis of total dietary and fecal neutral steroids. *J. Lipid Res.*, **6**, 411-424 (1965)
20. Lee, H.J. and Hwang, E.H. · Effects of alginic acid, cellulose and pectin level on bowel function in rats. *Kor. J. Nutr.*, **30**, 465-477 (1997)
21. Lee, H.S., Kim, S.Y., Lee, Y.K., Lee, W.C., Lee, S.D., Moon, J.Y. and Ryu, K.S. · Effects of silkworm powder, mulberry leaves and mulberry root bark administered to rat on gastrointestinal function. *Korean J. Seric Sci.*, **41**, 29-35 (1999)
22. Kim, S.Y. and Lee, W.C. · The effects of mulberry on inhibition of HMG-CoA reductase activity *RDA. L. Agri Sci. (Post Doc.)*, **38**, 183-139 (1996)
23. Spiller, G.A., Cheronoff, M.C., Hill, R.A., Gates, J.E., Nassar, J.J. and Shuply, E.A. · Effect of purified cellulose, pectin and a low residue diet on fecal volatile fatty acids, transit time and fecal weight in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 754-760 (1980)
24. Choi, M.H. · Blood glucose lowering effects of Mori Folium water fraction and isolation and characterization of active principles *M.S. Thesis*, Kyunghee Univ., Korea (1996)
25. Kim, M.J. · Effect of dietary fiber on the serum lipid level and bowel function in rats *M.S. Thesis*, Hanyang Univ., Korea (1994)
26. Lumpton, J.R. and Morn, J.L. · Barly bran flour accelerates gastrointestinal transit times. *J. Am. Diet Assoc.*, **93**, 881-885 (1993)
27. Lee, H.A., Lee, S.S. and Shin, H.K. · Effect of dietary fiber sources on the composition of intestinal microflora in rats *Kor. J. Nutr.*, **27**, 988-995 (1994)
28. Dokkum, W.V., Boer, B.C.J., Fassen, A.V., Pikkar, N.A. and Hermus, R.J.J. · Diet, fecal pH and colotectal cancer *J. Cancer*, **48**, 109-110 (1983)
29. Lee, S.H., Woo, S.J., Koo, Y.J. and Shin, H.K. · Effects of mugwort, onion and polygalae radix on the intestinal environment of rats. *Kor. J. Food Sci Technol.*, **27**, 598-604 (1995)
30. Willet, W., Stampfer, M.J., Colitz, G.A., Rosner, B.A. and Speizer, F.E. · Relation of meat, fat and fiber intake to the risk of colon cancer in a prospective study among women. *New Eng. J. Med.*, **323**, 1664-1672 (1990)
31. Krichevsky, D. and Story, J.A. · Binding of bile acid salts *in vitro* by nonnutritive fiber. *J. Nutr.*, **104**, 462-467 (1971)
32. Han, J.S. and Han, Y.B. · The effect of high fat diet and dietary fiber on lipid metabolism in rats *J. Kor. Soc. Food Sci Nutr.*, **23**, 541-547 (1994)
33. Gordon, D.T. · The importance of total dietary fiber in human nutrition and health *Kor. J. Nutr.*, **25**, 75-76 (1992)