韓蠶學誌 41(1), 29~35(1999)
Korean J. Seric. Sci.
<論 文>

누에분말, 뽕잎 및 상백피 투여가 흰쥐의 장관기능에 미치는 영향

이희삼 · 김선여 · 이용기 · 이완주 · 이상덕 * · 문재유 * · 류강선
농업과학기술원 잠사곤충부,
* 서울대학교 농업생명과학대학

Effects of Silkworm Powder, Mulberry Leaves and Mulberry Root Bark Adminstered to Rat on Gastrointestinal Function

Heui Sam Lee, Sun Yeou Kim, Yong Ki Lee, Won Chu Lee, Sang Duck Lee*, Jae Yu Moon* and Kang Sun Ryu
Department of Sericulture and Entomology, NIAST, RDA, Suwon, 441-100, Korea
**College of Agriculture and Life Science, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea*

ABSTRACT

This experiment was carried out to investigate the effect of silkworm powder, mulberry leaves and mulberry root bark adminstered to S.D. rat on gastrointestinal function. Plot containing ten percent sericultural products(silkworm powder, mulberry leaves and mulberry root bark) was supplied with S.D. rat. The food efficiency ratio(FER) of S.D. rat fed with sericultural products were 0.1486~0.1573. The transit time also were 512.5~574.0 minutes, and transit speed were 25.05~29.11 mm/min. The pH of S.D. rat's feces fed with sericultural products were 5.95~6.72. The daily amount of S.D. rat's feces were 4.12~5.42g. As above results, sericultural products was evaluated to improve the function of S.D. rat's gastrointestine.

Key words : Sericultural products, Transit time, Transit speed, Gastrointestinal function

서 론

인체 내에서 소화되지 않는 식이 섬유는 에너지원으로 이용되지 못하고 다른 영양소의 이용효율을 저하시킨다고 소홀히 취급되었으나, 최근 식이 섬유의 여러 가지 이로운 생리기능(Dreher, 1987; Roberfroid, 1993)과 성인병 예방 및 치료효과(Burkitt *et al.*, 1974; Taylor, 1990; Bingham, 1990; Hockady, 1990; Koseki, *et al.*, 1991)가 밝혀져 식이 섬유의 중요성이 인식되고 있다.

또한 식이 섬유 종류가 지질대사에 미치는 영향(장, 1994), 당뇨병환자를 위한 고식이섬유 보충물의 개발(이, 1996), 식이 섬유가 무기질 흡수를 저하시키고(최 등, 1991), 체내영양소 이용률을 저하시킨다는 보고(김 등, 1993)가 있다.

식이 섬유는 구성 성분과 구조에 기인되는 물리화학적 성질에 따라 인체에 미치는 영향이 달라진다. 수용성 식이 섬유소는 겔을 형성하여 영양소의 흡수를 지연시키고, 담즙산과 결합하여 혈중 콜레스테롤 값을 낮추고, 금속이온과 반응, 필름형성, 중금속 흡수억제 및 정장작용 등을 갖는다(이, 1983). 불용성 식이 섬유는 장내용물의 용적을 증가시켜 장을 자극시키고, 장통과시간을 단축시켜 대장기능을 향상시키는 역할을 한다(Burkitt *et al.*, 1974; Gordon, 1992).

한편 뽕잎을 투여한 흰쥐는 소화관 비대, 분변량 증대, 분변 중의 조지방함량 상승, 체지방 축적이 억제되며, 혈당상승이 억제된다고 보고되었다(貫山 *et al.*, 1993).

본 연구에서는 흰쥐에게 누에분말, 뽕잎, 상백피를 투여함으로써 장관기능에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

1. 실험동물, 시료제조 및 투여

1) 실험동물

생후 4주령된 수컷 S.D.계 흰쥐를 삼육실험동물(주)로부터 구입하여 온도 23±1°C, 습도 60±5%로 유지되는 동물사육실에서 사료와 물을 충분히 공급하면서 1주일간 적응시켜 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 흰쥐의 체중은 170±15g정도이고 여섯 마리씩을 한 군으로 하여 4주간 사육하였다.

2) 시료준비

'98년 잠사곤충부 잠실에서 청일뽕으로 사육된 대성잠을 5령 3일에 동결건조기(Ilshin Co.)를 이용하여 -50°C에서 냉동건조하여 분말화하였다(이하 "누에분말" 이라 약함). 뽕잎은 '98년 5~6월 잠사곤충부 포장에서 청일뽕잎을 채취하여 음건한 후에 60°C에서 2일간 건조하여 분말화하였다(이하 "뽕잎" 이라 약함). 상백피는 잠사곤충부 포장에서 채취하여 세척 후에 60°C, 2일간 건조하여 분말화하였다(이하 "상백피" 라 약함).

3) 시료 투여

분말화된 일반사료에 각각 시료 10%를 첨가하여 고형화하여 사료를 제조하였다. 대조구는 일반사료를 급이시켰고, 처리구는 시료를 10%씩 넣어 만든 고형화 사료를 자유 급이시켰다.

2. 화학성분 분석

1) 일반성분

일반성분 조단백질은 Kjeldahl법으로 정량하였다. 조지방 함량은 Soxhlet 추출법에 의하여, 조섬유는 시료에 황산과 NaOH를 넣어 끓이고 난 뒤 이를 태워서 회분값을 빼어 구하고, 회분은 직접회화법에 의하여 570°C에서 회화한 후 칭량하였다.

2) 무기성분

0.25 mm체에 통과된 시료는 Salicylic acid 존재하에 진한 황산과 과산화수소를 가하여 습식분해시킨 후에 얻은 여액을 원자흡광분석기(Hitachi Z6000I, LAA/EA Spectrophotometer)로 Ca, Mg 및 K를 분석하였다.

3) 섬유소 분석

NDF(Neutral Detergent Fiber)는 시료에 중성세제와 Decalin, Sodium Sulfate를 넣어 용해하여 풍건한 후 무게를 달아 계산하였다. ADF(Acid Detergent Fiber)는 산성세제와 Dacalin을 가해 용해하고 풍건하여 무게를 달아 계산하였다. ADF를 측정한 다음, 여과지에 Potassium permanganate를 가하여 건조 후 무게를 측정하여 ADF와의 무게 차로 Ligin을 산출하였고, 다시 여과지를 태워 무게 차이를 Cellulose함량으로 계산하였다. 또한 Hemicellulose는 NDF와 ADF의 차이로 계산하였다.

3. 사료섭취량, 체중 및 사료이용효율

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

사료이용효율(Food efficiency ratio, FER)은 체중증가량을 식이량으로 나누어 계산하였다.

4. 장통과시간 및 장의 길이, 속도

장통과시간은 시료투여 2주 후에 12시간 절식시키고 실험동물 1마리당 사료 2g에 10% Coomassie Brilliant blue dye 1 ml을 첨가하여 섭취시켜 푸른 변이 나오는 처음 시간으로 하였다.

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

5. 간과 위 및 장의 무게

흰쥐를 해부하여 간, 위 및 장을 적출하여 지방을 제거하고, 생리식염수로 불순물을 제거하고 여과지로 수분을 제거한 뒤 무게를 측정하였다.

6. 변분석

1) 변의 pH, 담즙산 및 변량

시료투여 4주후 변의 일정량을 수거하여 무게를 측정하고 냉동건조하여 -70°C에서 보관한 후 분석에 사용하였다. pH는 시료의 10배의 증류수를 가하여 균질화시킨 후 원심 분리하여 상층액의 pH를 측정하였다.

담즙산은 Miettinen 등의 방법(1965)을 이용하여 마른 변 1g에 90% EtOH 20 ml, 1N NaOH 10 ml 비등석을 넣어 1시간동안 환류하여 검화시킨 다음, 냉각한 후 증류수 5 ml와 Petroleum ether 25 ml을 넣어 추출하고 원심분리(1000×g, 10분)하여 침전물을 제거한 상층액을 담즙산 효소 시약(極東製藥, 日本)으로 측정하였다. 상층액 0.2 ml와 효소시액 2 ml를 섞어서 37°C에서 10분간 반응시킨 후 반응정지액 0.5 ml을 넣고 540 nm에서 UV Spectrophotometer를 사용하여 흡광도를 측정하고 분변 중의 담즙산량은 μmol/g, 건

조된 분변량로 계산하였다.

7. 통계처리

실험결과의 통계처리는 SAS를 이용하여 ANOVA test를 하였고 유의성 검정은 Duncan's multiple range test($p<0.05$)를 사용하였다.

결 과

1. 잠상산물의 구성 성분 분석

잠상산물의 장기능에 대한 영향을 조사하기 위하여 투여한 시료의 일반 조성과 섬유소 성분은 다음과 같다(표 1, 표 2).

누에분말은 조단백질 55.0%, 조지방 9.0%, 조섬유소 6.6%, 회분 12.7%이었다. 뽕잎은 조단백질 22.4%, 조지방 5.0%, 조섬유 11.12%, 회분 8.5%으로 잠상물질 중 조섬유 성분이 가장 많았다. 또한 상백피는 조단백질 4.0%, 조지방 6.0%, 조섬유 0.35%, 회분 3.5%이었다.

누에분말의 섬유소 성분은 Cellulose 9.79%, Hemicellulose 6.83%, Lignin 0.66%, NDF 17.21%, ADF 10.38%이었다. 또한 뽕잎은 Cellulose 12.40%, Hemicellulose 12.57%, Lignin 1.69%, NDF 26.30%, ADF 19.69%이었다. 상백피는 Cellulose 18.84%, Hemicellulose 13.8%, Lignin 1.04%, NDF 33.49%, ADF 13.73%이었다

2. 사료섭취량과 체중 및 사료이용효율

1일 사료섭취량은 대조구 19.54g, 누에분말 투여구 21.02g, 뽕잎 투여구 23.11g, 상백피 투여구 22.01g으로 시료를 투여함에 따라 사료섭취량이 증가하였으며 뽕잎 투여구가 가장 높았다. 시료투여 4주후 체중증가는 대조구 98.12g, 누에분말 투여구 98.12g, 뽕잎 투여구 95.60g, 상백피 투여구 103.40g로 뽕잎 투여구가 가장 적었다. 사료이용효율은 대조구 0.1792, 누에분말 투여구 0.1543, 뽕잎 투여구 0.1486, 상백피 투여구 0.1573으로 시료를 투여함에 따라 사료이용효율이 저하되었다(표 3).

3. 장통과시간, 길이 및 속도

잠상산물(이하 누에분말, 뽕잎, 상백피를 통칭) 투여에 따른 장통과시간, 소장 및 대장 길이, 속도는 표 4와 같다.

장통과시간은 대조구 644.0분, 누에분말 투여구

Table 1. *Chemical contents of sericultural products* (%)

	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash
Silkworm powder	55.0	9.0	6.62	12.7
Mulberry leaves	22.4	5.0	11.12	8.5
Mulberry root bark	4.0	6.0	0.35	3.5

	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
	(%)				ppm			
Silkworm powder	3.8	0.45	0.36	0.17	186.3	8.8	131.3	34.5
Mulberry leaves	3.03	0.58	0.38	0.09	89.0	6.5	139.0	58.5
Mulberry root bark	1.18	0.42	0.23	0.14	49.3	8.0	258.0	43.3

Table 2. *Fiber contents of sericultural products* (%)

	Cellulose	Hemicellulose	Lignin	NDF	ADF
Silkworm powder	9.79	6.83	0.66	17.21	10.38
Mulberry leaves	12.40	12.57	1.69	26.30	19.69
Mulberry root bark	18.84	13.80	1.04	33.49	13.73

555.85분, 뽕잎 투여구, 512.15분, 상백피 투여구 574.0분으로 뽕잎 투여구가 가장 빨랐다. 소장의 길이는 대조구 114.70 cm, 누에분말 투여구 125.15 cm, 뽕잎 투여구 127.83 cm, 상백피 투여구 123.95 cm으로 뽕잎 투여군이 가장 길었다. 또한 대장의 길이는 대조구 19.05 cm, 누에분말 투여구 19.75 cm, 뽕잎 투여구 21.83 cm, 상백피 투여구 19.70 cm으로 뽕잎 투여군이 가장 길었다. 장의 통과시간은 대조구 20.77 mm/min., 누에분말 투여구 26.07 mm/min., 뽕잎 투여구 29.11 mm/min., 상백피 투여구 25.05 mm/min. 으로 뽕잎 투여구가 가장 빨랐다.

4. 간 , 위 , 소장 및 대장의 무게

간과 위의 무게는 유의성 있는 차이가 없었다. 소장 무게는 대조구 6.72g, 누에분말 투여구 7.26g, 뽕잎 투여구 8.04g, 상백피 투여구 8.45g이었다. 또한 대장 무게는 대조구 1.66g, 누에분말 투여구 1.69g, 뽕잎 투여구 1.91g, 상백피 투여구 2.08g으로 시료를 투여함에 따라 소장과 대장의 무게가 증가하였다(표 5).

Table 3. *Food intake, body weight, and food efficiency ratio of S.D. rat fed with sericultural products*

	Food intake (g/day)	Body weight(g)		FER (%)	
		4 weeks(g)	g/day		
Control	19.54	98.12	3.50	0.1792	(100)
T1	21.02	95.60	3.24	0.1543	(86)*
T2	23.11	96.10	3.44	0.1486	(83)*
T3	22.01	103.40	3.70	0.1573	(88)*

T1 group was supplied S.D rat with plot containing ten percent silkworm powder with artificial state. T2 group was supplied S.D rat with plot containing ten percent mulberry leaves with artificial state. T3 group was supplied S.D rat with plot containing ten percent mulberry root bark with artificial state

Table 4. *Transit time and speed, lengths of small and large intestine of S.D. rat fed with sericultural products*

	Transit time(min)	Small intestine(cm)	Large intestine(cm)	Transit speed(mm/min)
Control	644.00 (100)	114.70±6.51(100)	19.05±1.17 (100)	20.77 (100)
T1	555.85 (86)*	125.15±6.80 (109)*	19.75±1.52 (104)	26.07 (126)*
T2	512.15 (79)*	127.83±12.9 (111)*	21.23±2.39 (111)*	29.11 (140)*
T3	574.00 (89)*	123.95±7.04 (108)*	19.70±0.60 (103)	25.03 (121)*

The values represents mean ±S.E. of 6 rats
*Indicates significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 5. *Weight of liver, stomach, small and large intestine of S.D. rat fed with sericultural products*

	Liver	Stomach	Small intestine	Large intestine
Control	8.19±1.12 (100)	1.32±0.19 (100)	6.72±0.58 (100)	1.66±0.11 (100)
T1	8.34±0.92 (102)	1.43±0.41 (108)	7.26±0.78(108)*	1.69±0.18 (102)
T2	8.27±0.99 (101)	1.20±0.13 (91)	8.04±0.73 (120)*	1.91±0.39 (115)*
T3	7.99±1.66 (98)	1.44±0.30 (109)	8.45±0.54 (126)*	2.08±0.31 (125)*

The values represents mean ±S.E. of 6 rats
*Indicates significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 6. *pH and bile acid of S.D. rat's feces fed with sericultural products*

	pH	Bile acid(μmol/l)
Control	6.91	267.5 (100.0)
T1	6.72*	112.1 (41.9)*
T2	5.95*	139.9 (52.3)*
T3	6.03*	121.1 (45.3)*

*Indicates significance at p<0.05 by Duncan's multiple range test

Table 7. *Daily fecal weight and Ca, Mg and K amount of S.D. rat's feces fed with sericultural products*

(mg/g dry feces)

	Fecal weight (g/day)	Ca	Mg	K
Control	2.84±0.54	1.23	0.11	1.22
T1	4.12±0.37*	1.21	0.11	1.85*
T2	5.42±0.28*	1.11	0.12	1.85*
T3	4.47±0.27*	1.25	0.12	1.94*

The values represents mean ±S.E. of 6 rats
*Indicates significance at p<0.05 by Duncan's multiple range test

5. 변분석

1) 변의 pH 및 담즙산량

변의 pH는 대조구 6.91, 누에분말 투여구 6.72, 뽕잎 투여구 5.95, 상백피 투여구 6.03으로 잠상산물을 투여함에 따라 변의 pH가 유의성있게 떨어짐을 알 수 있다. 담즙산량은 대조구267.5 μmol/l, 누에분말 투여구 112.1 μmol/l, 뽕잎 투여구 139.9 μmol/l, 상백피 투여구 121.1 μmol/l로 유의성 있게 떨어졌다(표 6).

2) 변량과 Ca, Mg, K 분석

변량은 대조구 2.84g, 누에분말 투여구 4.12g, 뽕잎 투여구 5.42g, 상백피 투여구 4.47g로 잠상산물을 투여함에 따라 변의 양이 유의성있게 증가하였다. 변중 Ca, Mg의 함량에는 잠상산물을 투여함에 따라 유의성있는 차이를 보이지 않았다. 변중의 K함량은 마른변 1g당 대조구 1.22 mg, 누에분말 투여구 1.85 mg, 뽕잎 투여구 1.85 mg, 상백피 투여구 1.94 mg으로 잠상산물을 투여함에 따라 유의성 있는 증가를 보였다(표 7).

고 찰

잠상산물을 흰쥐에 투여한 결과 사료이용효율이 낮고, 장통과시간을 단축시키며, 장의 길이가 길어지는 것으로 나타났다. 수용성 섬유소가 겔을 형성하여 영양소의 흡수를 지연시키고, 담즙산과 결합하여 혈중 콜레스테롤치를 저하시킨다고 보고하였다(Sugawara *et al.*, 1990). 또한 뽕잎 중의 식이섬유는 체지방이 축적되는 것을 억제한다고 보고하였다(貫山, 1993). 식이섬유소의 섭취시 장통과 시간이 짧아지는 원인으로는 Spiller 등(1980)은 불용성 섬유소는 장의 내용물의 용적을 증가시키고, 수용성 섬유소는 수분보유력이 증가시켜 대장의 운동을 자극하여 장통과시간을 단축시켰다고 하였다. 수용성 섬유소인 알긴산군이 셀룰로오스군과 펙틴군보다 쉽게 수분을 보유함으로써 장통과시간을 짧게 하였다(이, 1997). 이는 잠상산물 중의 수용성 섬유소가 수분보유력을 증가시켜 장의 내용물의 부피와 점성을 증가시켜 대장운동을 활발하게 함으로써 장의 통과시간을 단축시킨 것으로 생각된다.

Farness 등(1982)은 5% 펙틴 투여가 흰쥐의 장의 길이를 증가시켰다고 하였다. 또한 펙틴을 12주 동안 투여한 결과 흰쥐의 소장의 총길이가 증가하였다고 하였다(Johnson 등, 1984). 본 연구에서 소장과 대장의 길이가 증가한 것은 수용성 섬유소의 겔형성 성질로 인한 영양소 흡수 저해에 대한 적응으로 소장의 길이가 증가되는 것으로 생각된다. 대장 또한 잠상산물을 투여한 구에서 길이가 길어졌다. 이는 불용성 섬유소의 용적을 증가시켜 대장의 연동운동을 활발하게 하여 길이가 길어졌으며 영양소 흡수 저하를 보충하기 위한 것으로 생각된다.

Wytt 등(1988)은 식이섬유와 소화기관의 무게에 강한 상관성을 가지고 있으며, 밀겨를 투여하여 대장무게가 증가한다고 보고하였다. Lumpton 등(1993)은 식이섬유 함량이 증가할수록 장내용물의 부피가 증가되고 장의 근육이 발달함에 따라 무게가 증가하였다고 하였다. 이는 잠상산물 투여가 영양소 흡수를 위한 장의 발달과 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

식이섬유는 대장내 균총에 의한 발효를 증가시켜 저급의 휘발성 지방산을 생성하여 pH를 낮춘다. 이 등(1997)은 식이섬유를 투여한 흰쥐의 대장의 pH가 낮아진다고 하였다. 대장내 pH 저하는 bifidobacteria를 증가시켜 젖산 및 초산 등의 생성되어 유해균들의 생육이 억제되어 장내환경이 개선된다고 하였다

(이, 1994; 이, 1995). 본 연구에서 변중의 pH가 감소되었다. 이는 잠상산물이 장내 유해세균의 생성을 억제하고 유익균의 성장을 활발하게 하여 장내환경이 개선될 것으로 생각되나 이에 대한 구체적인 연구가 더 필요하다.

담즙산 조성 변화는 지방산과 섬유소 섭취에 따라 변화가 생기며(Willet *et al.*, 1990), 음식물의 통과시간이 짧아지면 담즙산의 장기순환이 억제되어 총담즙산량이 증가하며, 섬유소에 따라 담즙산의 결합정도가 다르다고 하였다(Krichevsky *et al.*, 1974).

변량은 식이섬유가 용적을 증가시켜 장통과시간이 단축되어 무기질 흡수가 상대적으로 저하되고, 그에 따라 배변량과 변내의 무기질 함량이 많은 것으로 생각된다. 또한 잠상산물 중의 식이섬유는 음식물의 소화기관 내 통과시간을 단축시키고, 소장 상피세포 및 흡수부위에서 접촉시간을 줄임으로써 흰쥐의 장관 기능을 개선시키는 것으로 판단된다.

적 요

누에분말, 뽕잎, 상백피의 투여가 흰쥐의 장관기능에 미치는 영향에 대해 알아본 결과, 시료이용효율은 대조구 0.1792, 뽕잎 투여구 0.1486, 누에분말 투여구 0.1543, 상백피 투여구 0.1573으로 잠상산물 투여가 사료이용효율을 떨어뜨렸다. 장통과시간은 대조구 644.0분, 뽕잎 투여구 512.2분, 누에분말 투여구 555.9분, 상백피 투여구 574.0분 이었다. 또한 잠상산물을 투여함에 따라 소장길이는 6~11% 증가하였으며, 대장길이는 0~11% 증가하였다. 장의 통과속도는 대조구 20.77 mm/분, 뽕잎 투여구 29.11 mm/분, 누에분말 투여구 26.07 mm/분, 상백피 투여구 25.05 mm/분으로 잠상산물의 투여에 따라 장의 통과속도가 21~61% 빨라졌다. 소장의 무게는 7.26~8.45g과 대장의 무게는 1.69~2.08g으로 잠상산물 투여로 유의성 있는 증가를 나타냈다. 변의 pH는 뽕잎 투여구가 가장 낮은 5.95이며, 변량 또한 5.42g/day으로 가장 많았다. 이상의 결과로부터 잠상산물을 투여함에 따라 장관 기능이 유의성 있게 개선됨을 알 수 있었다.

인용문헌

Bingham S.A. (1990) 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.

Burkitt D.P., Walker A.R.P., Painter N.S. (1974) Dietary fiber and Disease. *J. Am. Med. Assoc.* 229 : 1068-1074.

최 면, 태원찬, 김종대(1991) 식이섬유의 종류가 자연적 고혈압 유발백서의 혈압변화 및 Na 흡수에 미치는 영향. 한국영양학회지 **22**(6) : 539-546.

Dokkum W.V., Boer B.C.J., Fassen A.V., Pikaar N.A., Hermus R.J.J.(1983) Diet, feacal pH and colorectal cancer. *J. cancer* **48** : 109-110.

Dreher M.L. (1987) Handbook of dietary fiber. Marcel Dekker Inc. 199-279.

Gordon D.T. (1992) The importance of total dietary fiber in human nutrition and health. *Kor. J. Nutr.* **25** : 75-76.

Hockady T.D.R. (1990) Fiber in the management of diabetes. *Brit. Med. J.* **300** : 1334-1337.

Jacobs L.R., Schneenman B.O. (1981) Effect of dietary wheat bran on rat colonic structure and mucosal cell growth. *J. nutr.* **111** : 798.

장수정 (1994) 식이섬유의 종류와 섭취수준이 고지방식을 섭취한 흰쥐의 체내지질대사에 미치는 영향. 서울대 석사학위논문

Johnson I.T., Gee J.M., Mahoney R.R. (1984) Effect of dietary supplement of guar gum and cellulose cell proliferation, enzyme levels and sugar transport in the rat. *Brit. J. Nutr.* **52** : 477.

김상련, 장유경 (1993) 식이중 Gua gum과 Calcium 보충이 흰쥐의 체내 영양소 이용율에 미치는 영향. 한국영양학회지 **26**(1) : 21-33.

貫山道子, 山田利治, 成松次郎, 鈴木 誠, 高橋恭一, 有賀勳 (1993) 機能性食品に關する共同研究事業報告, 日本神奈川縣. 74-90.

Koseki M., Seki H., Kazama M., Kitabatake N., Tochikura T. (1991) 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. *Agri. Biol. Chem.* **55** : 1441-1449.

Krichevsky D., Story J.A. (1974) Binding of bile acid salts *in vitro* by nonnutritive fiber. *J. Nutr.* **104** : 462.

이응천 (1983) 미역 분말 쥬스의 제조기술과 해조류의 영양성분. 식품공업 **73** : 40.

이현아 (1994) 주요 식이섬유질원이 흰쥐의 장내균총 조성에 미치는 영향. 한국영양학회지 **27**(10) : 988-995.

이형자, 황은희 (1997) 알긴산과 셀룰로오스 및 펙틴 수준이 흰쥐의 대장기능에 미치는 영향. 한국영양학회지 **30**(5) : 465-477.

이혜성, 최명숙, 이연경, 박수현, 김류정 (1996) 당뇨병 환자를 위한 고식이섬유 보충물의 개발을 위한 연구 (I). 한국영양학회지 **29**(3) : 286-295.

이상선, 김미경(1993) 대장기능과 섬유질 섭취와의 상관성에 관한 단면적 조사연구. 한국영양학회지 **26**(9) : 1085-1097.

이상선, 이종균, 박정난, 김미경(1994) 섬유질 섭취와 치질의 상관에 관한 환자-대조군 연구. 한국영양학회지 **27**(1) : 71-78.

이선화 (1995) 쑥, 양파 및 원지가 흰쥐의 장내환경에 미치는 영향. 한국식품과학학회지 **27**(4) : 598

Lumpton J.R., Morin J.L. (1993) Barly bran flour accelerates gastrointestinal transit time. *J. Am. Diet. Assoc.* **93** : 881-885.

Miettinen T.A., Ahrens E.H., Grundy S.M. (1965) Quantitative isolation and gas-chromatographic analysis of total dietary and fecal neutral steroids. *J. Lipid Res.* **6** : 411-424.

박정난(1992) 식이 섬유질의 종류와 함량이 장의 기능과 형태에 미치는 영향. 한양대 석사학위논문.

Roberfroid M. (1993) A review of comparing their physiological effects. Critical Reviews in Food Science and Nutrition **33** : 103-148.

Sugawara M., Suzuki K., Endo K., Kumemura M., Takeuchi M., Mitsuoka M. (1990) Effect of the dietary supplementation of corn hemicellulose on fecal flora and bacterial enzyme activities in human adults. *Agric. Biol. Chem.* **54** : 1683-1688.

Taylor R., (1990) Management of constipation. *Brit. Med. J.* **300** : 1063-1065.

Willet W., Stampfer M.J., Colitz G.A., Rosner B.A., Speizer F.E. (1990) Relation of meat, fat and fiber intake to the risk of colon cancer in a prospective study among women. *New Eng. J. Med.* **323**(24) : 1664-1672.

Wyatt G.M., Horn N., Gee J.M., Johnson I.T. (1988) Intestinal microflora and gastrointestinal adaptation in the rat in response to non-digestible dietary polysaccharides. *Brit. J. Nutr.* **60** : 197.