

노화 흰쥐의 장내 균총 구성에 대한 식이섬유질원의 영향

강어진 · 양차범* · 신현경**

**한림대학교 식품영양학과, *한양대학교 식품영양학과
서강정보대학 식품영양과

Effects of Dietary Fiber Sources on the Composition Intestinal Microflora in Aged Rats

Eo-Jin Kang, Cha-Bum Yang* and Hyun-Kyung Shin**

**Dept. of Food & Nutrition, Hallym University, Chunchon, Korea

* Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul, Korea

Dept. of Food & Nutrition, Seo-Kang College, Kwangju, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the influence of various dietary fiber sources such as mugwort, apple, sea mustard, butterbur on the intestinal microflora in aged rats. Nine groups of aged rats (12months after weanling) were fed each experimental diet containing 5% and 15% dietary fibers for 4 weeks. The contents in large intestine of aged rats used for the measurement of intestinal microflora. Total viable counts and the numbers of *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *E. coli* and *Staphylococcus* were determined by nonselective medium and various selective media. The intake of dietary fiber sources employed did not show any difference in the number of total microorganisms, *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. It was remarkable that *Clostridium perfringens* appeared in the colon of aged rats. The populations of *Peptococcus* and *Clostridium* were significantly larger in the apple 5% group than in other dietary fiber groups while the number of *Staphylococcus* was significantly smaller in the dietary fiber groups than in cellulose group. And the *Streptococcus* populations decreased in the mugwort 15% group.

Accordingly, the mugwort 15% group is effective in improving intestinal flora of aged rats.

Key words : aging, dietary fiber, intestinal microflora, *Clostridium*.

서론

인체의 장내에는 100조 400여¹⁾종에 달하는 미생물이 상호공생 또는 길항관계를 유지하면서 숙주가 섭취한 음식물중 식이섬유소와 같은 소화, 흡수하지 못한 부분과 분비된 생체성분등을 기질로 이용하여 여러가지 대사작용에 관여함으로써 숙주인 인간의 건강 유지, 질병 또는 노화 등에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 알려져 있다²⁻³⁾. 이들 장내 균총중 대표적인 유익균인 *Bifidobacterium*은 장내에서 단쇄지방산(주로 초산과 젖산)과 항생물질을 생산하여 외부 병

원균의 성장과 유해균총의 과잉성장을 억제하고 대표적인 유해균인 *Clostridium*, *E. coli* 등은 각종 부패성 물질, 발암 물질 등을 생성케 하여 이들의 복합적인 작용이 질병과 노화에 많은 영향을 끼치는 것으로 보인다⁴⁻⁵⁾.

이 장내 균총은 식이와 연령에 의하여 어느 정도 영향을 받는다는 사실이 여러 연구에 의해 보고되고 있는데 일반적으로 노인이 되면 장내 균총의 구성에 있어 이상 균총이 되는 경우가 많다.

총 균수와 *Bifidobacteria*는 감소한 반면, *Lactobacillus*, *Cl. perfringens*를 포함한 *Clostridium*, *Stre-*

ptococcus, Enterobacteriaceae 등은 증가하는 것으로 보고되어 있다³⁻⁵⁾.

그러므로 최근에는 숙주의 건강을 위해서 유익균의 비율은 증가시키고 유해균의 비율은 감소시키는 방향으로 장내 균총을 조절하려는 노력이 여러 연구자들에 의해 이루어지고 있다.

즉 요구르트 등의 유용균을 직접 섭취하는 방법과 *Bifidus factor*의 경우와 같이 장내 유익균이 선택적으로 이용하여 증식할 수 있는 소제를 공급하여 유익균을 선택적으로 증식시키는 방법, 장내의 특정 유해균에 대한 억제인자의 투입, 그리고 식이 조절에 의해 장내 균총을 총체적으로 조절하는 방법을 이용하고 있다. 그러나 식이에 의한 장내 균총 조절은 일관성이 없고 특히 노인의 장내 균총 조절에 대해서는 연구가 거의 없는 실정이다.

따라서 섭취하는 식이 형태가 장관의 생리 상태와 기타 요인에 못지 않게 장내 균총 구성에 크게 영향을 미칠 것이라 사료되는 바, 본 연구에서는 저자들의 일련의 연구에서 한국인이 섭취하는 식이소재중 장내 균총을 개선시킬 가능성이 있는 것으로 나타난 썩, 머위, 사과, 미역을 선정하여 총 식이량의 5% 및 15%가 되게 조제한 뒤 노화가 진행된 흰쥐에게 섭취시킴으로써 장내 균총 조성의 변화에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료의 제조

본 실험에 사용된 미역, 사과, 머위, 썩은 모두 가락시장에서 구입하였다. 미역은 물로 씻어 염분을 제거한 후 $45 \pm 5^\circ\text{C}$ dry oven에서 건조시킨 뒤 분쇄하여 사용하였고 사과는 깨끗이 씻은 후 가식부위를, 그리고 머위, 썩도 깨끗이 씻은 후 동일하게 일괄으로 1차 건조후 $45 \pm 5^\circ\text{C}$ dry oven에서 2차 건조하여 분쇄후 사용하였다.

실험에 사용한 식이의 조성은 AIN-76을⁸⁾ 참고하여 Table 1과 같이 제조하였다. 단백질 급원으로는 casein (Junsei Co. Japan)을 사용하였으며, 지방 급원으로는 corn oil과 lard를, 탄수화물 급원으로는 sucrose와 corn starch를 사용하였다. 각 식이에 α -cellulose (Sigma Co. U.S.A.) 1%를 동일하게 넣어주었고, 대조군은 cellulose 1%로 하였으며 썩, 머위, 사과, 미역을 식이섬유로 총식이의 5%와 15%가 되게 첨가시켰다.

2. 사육실험

실험동물은 12개월 동안 사육한 Sprague-Dawley rat 수컷 117마리를 체중에 따라 13마리씩 9군으로 나누어 한마리씩 stainless steel cage에 넣어 실험 식이에 대해 3일동안 적응시킨 후, 실험식으로 4주간 사육하였다. 식이와 음료수는 제한없이 먹을 수 있도록 하였으며, 체중은 7일에 한번씩, 식이섭취량과 물

Table 1. Composition of experimental diets

(g/100g)

Ingredients	Control (cellulose)	5% diet	15% diet
Casein	20.0	20.0	20.0
Corn starch	40.0	39.0	29.0
Sucrose	20.0	20.0	20.0
Lard	5.0	5.0	5.0
Corn oil	5.0	5.0	5.0
Fiber source	0.0	5.0	15.0
Cellulose	1.0	1.0	1.0
Vitamin mixture	1.0	1.0	1.0
Mineral mixture	3.5	3.5	3.5
Choline chloride	0.2	0.2	0.2
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3

1) Fiber sources : 5 and 15% of sea mustard, apple, butterbur and mugwort, respectively.

2) Vitamin mixture (mg/100g) : VD₃ 0.582, α -tocopherol-acetate 1200.0, Retinol-acetate 93.2, VK₃ 6.0, Thiamin-HCl 59.0, VB₁₂ 0.2, VC 588.0, Pyridoxine-HCl 29.0, D-biotin 1.0, Folic acid 2.0, Inositol 1176.0, Ca-pantothenate 235.0, Riboflavin 59.0, Nicotinic acid 294.0, Sucrose 96257.017.

3) Mineral mixture (g/100g) : CaCO₃ 29.29, CaHPO₄ · 2H₂O 0.43, KH₂PO₄ 34.31, NaCl 25.06, MgSO₄ · 7H₂O 9.98, Fe (C₆H₅O₇) · 6H₂O 0.623, CuSO₄ · 5H₂O 0.156, MnSO₄ · H₂O 0.121, (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O 0.0025, Na₂SeO₃ · 5H₂O 0.0015, ZnCl₂ 0.02, KI 0.0005.

섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하였다.

3. 대장내용물 시료의 채취 및 보존

쥐를 해부한 후 대장에서 내용물을 분리하여 그 중 1g을 혐기 희석액으로 10^{-8} 까지 희석하여 장내 주요 균수의 측정에 사용하였다.

4. 주요 장내 균수의 측정

장내용물을 분리하여 이를 잘 균질화시키고, Mitsuoka의 방법에⁷⁾ 따라 이 중 1g을 취하여 9ml 희석액으로 10^{-8} 까지 10배씩 순차적으로 희석하였다. 이 중 적당한 배수의 희석액에서 0.05ml씩을 취하여 비선택배지인 BL, EG 그리고 각 균종을 선택적으로 배양하기 위해 개발된 BS(*Bifidobacterium*), LBS(*Lactobacillus*), PNC(*Clostridium*), NN(*Clostridium perfringens*), PEES(*Staphylococcus aureus*), DHL(*E. coli*) 등의 선택배지에 각각 도말하였다.

이 중 DHL과 PEES 배지는 37°C에서 하룻동안 호기배양하였고, 나머지는 37°C에서 사흘동안 혐기배양하였다. 그 후 배지에 나타난 집락들에 대해 Mitsuoka의 방법에 따라 집락모양과 균의 형태 등을 조사함으로써 속(genus)을 동정하여 각각의 균수를 측정하였으며 균수는 \log_{10} CFU(colony forming unit) / g feces (wet weight) 로서 표시하였다.

한천배지의 혐기배양은 steel wool을 CuSO_4 와 Tween 80이 첨가된 pH 1.5~2.0의 산성황산구리 용액에 침지한 후, 여분의 산소를 제거하도록 vacuum desiccator에 배양 접시와 함께 넣고, CO_2 가

스와 진공 펌프를 이용하여 desiccator내의 공기를 CO_2 로 치환해 줌으로써 혐기상태를 유지하며 배양하는 steel wool 방법을⁸⁾ 사용하였다.

5. 통계처리

본 연구의 결과들은 SPSS를 이용하여 ANOVA (Analysis of Variance)로 처리한 후 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 하여 각 실험군의 평균치간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 식이섭취량, 체중변화량 및 식이효율

사육기간동안 실험동물의 식이섭취량, 체중변화량 및 식이효율을 측정된 결과는 Table 2와 같다.

식이섭취량은 대조군보다 식이섬유질원이 첨가된 군들 모두에서 약간씩 증가하였다. Gordon은⁹⁾ 식이섬유질원이 첨가되면 식이섭취량이 감소한다고 하였으나 본 실험에서는 식이내 섬유질원의 비율이 증가할수록 식이섭취량이 약간 증가하는 경향을 나타내었으며 그 중 15% 미역군(S15)에서 가장 높은 식이섭취량을 보였다.

이러한 결과는 일반적으로 식이섬유의 증가가 식이섭취량을 감소시킨다는 경향과 다른 것으로서 그 요인에 대한 검토가 필요한 것으로 생각된다.

한편 본 실험에서 사용된 실험동물의 체중과 식이효율은 실험기간동안 모두 감소하였는데 이는 성장기가 아닌 노화기의 흰쥐를 사용하였기 때문으로 사료

Table 2. Food intake, weight change and FER (food efficiency ratio) of aged rats fed different experimental diet

Group ^{d)}	Food intake(g/day)	Weight change(g/day)	FER
Cellulose	17.33 ¹⁾ ± 0.73 ^{a2)} + ³⁾	-4.55 ± 0.32 ^{a+}	-2.26 ± 0.01 ^{a+}
M5	20.48 ± 0.96 ^{bc++}	-2.64 ± 0.17 ^{c++}	-0.13 ± 0.01 ^{d++}
B5	18.51 ± 0.82 ^{ab}	-3.16 ± 0.36 ^b	-0.17 ± 0.01 ^b
A5	18.80 ± 0.78 ^{ab}	-3.47 ± 0.27 ^b	-0.18 ± 0.02 ^b
S5	19.54 ± 0.76 ^{abc}	-2.80 ± 0.23 ^c	-0.14 ± 0.01 ^{bcd}
M15	19.20 ± 0.55 ^{abc++}	-3.01 ± 0.24 ^{b++}	-0.16 ± 0.01 ^{bc++}
B15	19.81 ± 0.57 ^{abc}	-2.88 ± 0.30 ^c	-0.15 ± 0.01 ^{bc}
A15	19.22 ± 0.72 ^{abc}	-3.20 ± 0.35 ^b	-0.17 ± 0.02 ^b
S15	21.45 ± 0.65 ^c	-2.25 ± 0.26 ^d	-0.10 ± 0.01 ^e

1) Mean ± S.E.

2) Values with different alphabets are significantly different among groups at the 0.05 level according to Duncan's multiple range test.

3) + : Values with different number of superscripts are significantly different among cellulose 5% and 15% fiber groups at the 0.05 level according to Duncan's multiple range test.

4) M5, M15 : Mugwort 5%, 15% B5, B15 : Butterbur 5%, 15%
A5, A15 : Apple 5%, 15% S5, S15 : Sea mustard 5%, 15%

된다.

2. 주요 장내 미생물의 생균수

식이섬유는 그의 종류에 따라 미생물에 의해 발효 되거나 이용되는 정도가 다르며 장내 균총의 대사활동과 균총의 구성에도 각기 다른 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다¹⁰⁾.

Kuda 등¹¹⁾은 갈조류와 그의 수용성 다당류를 흰

쥐에게 공급하였을 때 식이의 종류와 양에 따라 미생물집단의 수가 변화한다고 보고하였으며, Aoe¹²⁾등은 곡류로부터 분리한 rice bran hemicellulose (RBH)와 high methoxylated pectin(HMP)을 흰 쥐에게 3주간 공급하면서 장내 균총을 조사한 결과 RBH첨가군에서 *Bifidobacterium* 수가 유의적으로 증가하였고 HMP첨가군에서는 *Bacteroides* 수가 유의적으로 증가하였음을 보고하였다.

Table 3. Effect of dietary fiber sources on intestinal microflora in aged rats

Group ¹⁾	Total microorganisms	<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>
Cellulose	8.80 ²⁾ ± 0.24 ^{NS3)}	7.66 ± 0.47 ^{NS}	5.69 ± 0.61 ^{NS}
M5	9.02 ± 0.22	8.33 ± 0.20	6.65 ± 0.28
B5	8.95 ± 0.23	7.52 ± 0.39	6.69 ± 0.71
A5	9.04 ± 0.13	7.74 ± 0.39	6.53 ± 0.70
S5	8.99 ± 0.21	8.20 ± 0.29	5.75 ± 0.36
M15	9.04 ± 0.11	8.29 ± 0.27	6.58 ± 0.74
B15	9.07 ± 0.25	7.94 ± 0.33	6.08 ± 0.60
A15	8.94 ± 0.19	7.94 ± 0.25	6.81 ± 0.55
S15	8.86 ± 0.12	7.96 ± 0.19	6.60 ± 0.59

Table 3. continued

Group	<i>Bacteroidaceae</i>	<i>Eubacterium</i>	<i>Peptococaceae</i>	<i>Streptococcus</i>
Cellulose	7.60 ± 0.46 ^{NS}	7.65 ± 0.45 ^{NS}	7.94 ± 0.23 ^{a1)}	7.11 ± 0.33 ^b
M5	7.40 ± 0.37	6.74 ± 0.57	8.01 ± 0.41 ^a	7.16 ± 0.64 ^b
B5	7.44 ± 0.34	7.48 ± 0.33	8.13 ± 0.22 ^a	6.73 ± 0.21 ^{ab}
A5	6.83 ± 0.44	7.71 ± 0.62	8.61 ± 0.16 ^b	7.40 ± 0.75 ^b
S5	7.54 ± 0.23	6.94 ± 0.23	8.38 ± 0.23 ^a	7.15 ± 0.33 ^b
M15	6.94 ± 0.27	7.13 ± 0.39	7.87 ± 0.34 ^a	6.48 ± 0.42 ^a
B15	7.31 ± 0.36	6.70 ± 0.54	7.95 ± 0.31 ^a	6.71 ± 0.59 ^{ab}
A15	6.76 ± 0.46	7.49 ± 0.34	8.19 ± 0.12 ^a	7.39 ± 0.31 ^b
S15	7.37 ± 0.36	7.39 ± 0.22	7.93 ± 0.17 ^a	7.11 ± 0.32 ^b

1) Values with different alphabets are significantly different among groups at the 0.05 level according to Duncan's multiple range test.

Table 3. continued

Group	<i>Clostridium</i>	<i>Cl. perfringens</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>E. coli</i>
Cellulose	4.79 ± 0.47 ^{a+1)}	4.18 ± 0.48 ^{NS}	6.96 ± 1.15 ^b	6.90 ± 0.22 ^{NS}
M5	4.89 ± 0.38 ⁺⁺	4.16 ± 0.41	6.22 ± 0.49 ^a	7.39 ± 0.20
B5	4.63 ± 0.16 ^a	4.37 ± 0.49	6.23 ± 0.26 ^a	7.45 ± 0.26
A5	5.51 ± 0.18 ^b	4.81 ± 0.58	6.73 ± 0.52 ^a	7.32 ± 0.53
S5	4.72 ± 0.25 ^a	3.71 ± 0.49	6.25 ± 0.35 ^a	6.98 ± 0.49
M15	4.62 ± 0.66 ^{a+}	3.98 ± 0.67	5.27 ± 0.10 ^a	6.69 ± 0.20
B15	4.50 ± 0.41 ^a	3.84 ± 0.39	6.18 ± 0.42 ^a	6.85 ± 0.35
A15	4.37 ± 0.61 ^a	3.61 ± 0.29	6.27 ± 0.52 ^a	7.01 ± 0.41
S15	3.79 ± 0.25 ^a	3.11 ± 0.13	6.27 ± 1.27 ^a	7.28 ± 0.51

1) + : Values with different number of superscripts are significantly different among cellulose 5% sample groups at the 0.05 level according to Duncan's multiple range test.

반면 Baird¹³⁾ 등은 wheat bran 39g과 sugar cane fiber(bagasse) 10.5g을 각각 12주간 급여하였으나 장내 균총의 변화가 나타나지 않았다고 했으며 Vince¹⁴⁾ 등은 lactulose, pectin, arabinogalactan, cellulose 등을 14주간 공급하였음에도 불구하고 장내 균총 조성에는 변화를 가져오지는 못하였다고 보고하였다. 이러한 균총의 안정성은 이전의 장기간의 식사형태로 인해 장내 세균들에게 적절한 효소 합성이 유도되어 기질변화에 효율적으로 적응하는 능력에 의해 가능했거나 또는 실험방법상의 차이에 의해 나타날 수도 있다¹⁵⁾.

본 실험에서는 한국인이 섭취하는 식이소재중 장내 환경을 개선시키는 데 유효한 것으로 나타난 썩, 머위, 사과, 미역을 각각 5~15% 포함한 시험식이 12개월된 흰쥐에게 4주간 섭취시킨 후 이들의 장내용물로부터 총균수를 비롯하여 주요 장내 미생물의 생균수를 비선택배지와 각종 선택배지를 이용하여 측정하였으며 그 결과는 Table 3과 같다.

실험식이의 종류에 따라 총균수와 *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacteroidaceae*, *Eubacterium* 등 주요 균총의 변화는 유의적으로 나타나지 않았다. 한편 *Peptococcus* 균은 사과 5% 섭취군에서만 유의적으로 높게 나타났으며 *Streptococcus* 균은 썩 15% 섭취군에서만 유의적으로 낮은 결과를 보여주었다. 썩에 대한 다른 연구를 보면 썩의 물 추출물이 *Bifidobacterium*의 생육을 촉진시키고 에탄올 추출물은 *Clostridium*의 생육을 억제한다고 하였다¹⁶⁾.

장내의 대표적인 유해균인 *Cl. perfringens*는 일반적으로 쥐의 장내에서는 발견되지 않았다고 보고되어 왔으나¹⁷⁾ 본 실험에서는 노화가 진행됨에 따라 *Cl. perfringens*도 사람의 경우와 같이 그 수가 증가하는 것으로 나타난다. 장내의 낮은 산화환원 전위 유지로 편성 혐기성 균이 우세균으로 검출되고 있으며 이 균들 중에서도 *Clostridium*속 균은 장내 균총 조절에 중요한 역할을 하는 균으로서 *Lactobacillus*와 함께 *E. coli* 수를 억제시키는 작용도 하는 것으로 알려져 있다^{18~19)}. *Clostridium*의 경우 사과 5% 첨가군이 타시험군에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였는데 이는 사과내 기질들을 *Bifidobacterium*이 쉽게 이용하여 증식하고 각종 유기산을 생성, 유해성 세균들의 증식을 억제한다고 보고한 이²⁰⁾의 보고와는 다른 결과를 보였다. 식이섬유량의 차이에서는 5% 첨가군이 셀룰로오즈나 15% 첨가군보다 더 많은 균수를 보여주고 있다. 유해균인 *Staphylococcus*는 섬유질을 첨가한 모든 실험군에서 셀룰로오즈군보다 유의적으로 낮게

나타났으며 *E. coli*는 유의적인 차이를 보여주지 못했다.

요 약

한국인이 섭취하는 식이섬유질원중 장내 균총의 개선에 효과가 있을 것이라고 탐색된 사과, 머위, 미역, 썩을 건조분말화하여 식이섬유의 함량이 식이량의 5%와 15%가 되도록 첨가시켜 제조한 식이를 12개월된 노화쥐에 4주간 급여한 후, 이들의 대장내용물로부터 총균수와 주요 장내미생물의 생균수를 측정하였다. 노화쥐에게 4종류의 식이섬유질원을 섭취시킨 결과 총균수와 *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*의 수는 각 실험군간에 유의적인 차이를 보여주지 못했으나 장내 우세균중 *Peptococcaceae*는 사과 5% 시험군이 타실험군에 비해 유의적으로 많은 경향을 보였고, *Streptococcus*는 썩 15% 섭취군에서만 타실험군에 비해 유의적으로 적은 경향을 보였다. 일반적으로 쥐에게는 나타나지 않는다고 보고되었던 *Cl. perfringens*가 노화가 진행된 흰쥐에게 나타났으며 *Clostridium*속균은 사과 5%에서 유의적으로 많은 경향을 보였다. 5% 식이섬유 첨가군이 15% 첨가군에 비해 유의적으로 많은 경향을 보였다. *Staphylococcus*는 섬유질원이 첨가된 모든 실험군들이 셀룰로오즈 첨가군보다 더 적은 경향을 보였다.

이들 결과를 종합해 보면 본 실험에 사용된 실험군에서 썩 15% 섭취군이 장내 균총 개선의 측면에서 효과적인 식이섬유질원으로 판단된다.

참고문헌

1. Sherwood L, Gorbach and Barry R. Goldin: Nutrition and the gastrointestinal microflora. *Nutrition Reviews*, 50(12), 378 (1992).
2. Spiller, G. A.: Definition of dietary fiber. *Handbook of dietary fiber in human nutrition*. CRC Press Inc., 15 (1992).
3. 박종현 : 장내미생물과 건강, *식품기술* 5(3), 4 (1992. 9).
4. Tomatari Mitsuoka: Recent trends in research on intestinal flora. *Bifidobacteria Microflora*, 1(1), 3 (1982).
5. Tomatari Mitsuoka: Intestinal flora and agung. *Nutrition Reviews*, 50(12), 483 (1992.)
6. Reeves, P. G.: AIN-76 diet. Should we change the formulation? *J. Nutr.* 119, 1801 (1989).
7. Mitsuoka, T., Sega, T. and Yamamoto, S.: Eine verbesserte methodik der qualitativen und quan-

- titaiven analyse der darmflora von menshen und tieren. *Zbl. Bakt. I. Abt. A.* 195, 455 (1965).
8. Tomataru Mitsuoka: 腸内菌の世界, 叢文社, 東京 (1984).
 9. Gordon, D. T.: The importance of total dietary fiber in human nutrition and health. *Kor. J. Nutr.* 25, 75 (1992).
 10. Titgemeyer, E. C., Bourguin, L. D., Fahey, G. C. and Garleb, K. A.: Fermentability of various fiber sources by human fecal bacteria *in vitro*. *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, 1418~1424 (1991).
 11. Kuda, T., Fujii, T., Saheki, K., Hasegawa, A. and Okuzumi, M.: Effects of brown algae on fecal flora of rats. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58, 307~314 (1992).
 12. Aoe, S., Ohta, F. and Ayano, Y.: Effect of water-soluble dietary fiber on intestinal microflora in rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, 41, 203~211 (1988).
 13. Baird, I. M., Walters, R. L., Davies, P. S., Hill, M. J., Drasar, B. S. and Southgate, D. A. T.: The effects of two dietary supplements on gastrointestinal transit, stool weight and frequency and Bacterial flora, and fecal bile acids in normal subjects. *Metabolism*, 26, 117~128 (1977).
 14. Vince, A. J., Mcneil, N. I., Wager, J. D. and Wrong, O. M.: The effect of lactulose, pectin, arabinogalactan and cellulose on the production of organic acids and metabolism of ammonia by intestinal bacteria in a fecal incubation system. *Brit. J. Nutr.*, 63, 17~26 (1990).
 15. Salyers, A. A. and Leedle, J. A. Z.: Carbohydrate metabolism in the human colon. In: Hentges DJ, ed. Human intestinal microflora in health and disease. p 129~146, N.Y. : Academic Press Inc, 1983.
 16. 이선화 : 썩이 주요 장내 세균의 생육에 미치는 영향, 고려대 박사학위논문(1994).
 17. Mitsuoka: 腸内細菌學, 朝倉書店, 東京 (1990).
 18. Savage, D. C.: Microbial ecology of the gastrointestinal tract. *Ann. Rev. Microbiol.*, 31, 107 (1977).
 19. Mitsuoka: Intestinal flora and health. *New Food Industry*, 32, 1(1990)
 20. 이현아 : 주요식이섬유질원이 흰쥐의 장내균총에 미치는 영향, 한양대 석사학위 논문, (1995).

(1998년 6월 23일 접수)