

쑥, 양파 및 원지가 흰쥐의 장내환경에 미치는 영향

이선화* · 우순자* · 구영조** · 신현경

한림대학교 식품영양학과, *고려대학교 식품공학과

**한국식품개발연구원 생물공학부

Effects of Mugwort, Onion and Polygalae Radix on the Intestinal Environment of Rats

Lee, Seon Hwa*, Woo, Sun Ja*, Koo, Young Jo** and Shin, Hyun Kyung

Department of Food Science and Nutrition, Hallym University, Chunchon, Korea

*Department of Food Technology, Korea University, Seoul, Korea

**Food Biotechnology Division, Korea Food Research Institute

Abstract

The contents in large intestine of Sprague Dawley rats fed polygalae radix(*Polygala tenuifolia*), onion(*Allium cepa*) and mugwort(*Artemisia asiatica*)-supplemented diets for 14 days were analysed for changes of major intestinal microflora, activities of β -glucosidase and β -glucuronidase and amounts of putrefactive products such as indole and volatile basic nitrogen. The rats having ingested 5%~10% mugwort water or ethanol extract-supplemented diets showed a significant increase in intestinal bifidobacteria and a decrease in clostridia and *E. coli* ($p<0.05$). And 10% onion juice group also showed a similar beneficial microflora change. In 5% mugwort powder-supplemented group, β -glucosidase and β -glucuronidase activities in the intestinal contents were lowered, but the changes were not significant. Indole contents and pH in this group were significantly low compared with that of control ($p<0.05$). However, the activities of β -glucosidase in 5% polygalae radix water extract and 10% onion juice-supplemented group and β -glucuronidase in 5%~10% mugwort water and ethanol extract-supplemented group were significantly higher than those of control ($p<0.05$). The intestinal indole contents of rats were significantly increased by feeding diet with water extract of polygalae radix and ethanol extract of mugwort which had brought comparatively large amount of protein in intestine ($p<0.05$). However, polygalae radix, onion, and mugwort-supplemented group had no effect on volatile basic nitrogen.

Key words: onion, mugwort, polygalae radix, intestinal microbial enzymes, putrefactive products, intestinal microorganisms

서 론

인체의 대장내에는 400여종 100조 이상의 균들이 공생과 길항관계를 유지하면서 일정한 균총을 형성하고 있다. 이 균들이 숙주가 섭취한 음식물들중 소화흡수되지 않은 성분, 내분비물 및 탈락된 장점막 등을 기질로 하여 일으키는 다양한 대사작용과 여러가지 생리적 작용이 숙주에게 다양한 영향을 미치고 있다.

장내세균 중에는 유기산 및 유용 항생물질 등과 같은 유익한 대사산물을 분비하는 균들과 유해효소나 유해대사산물을 생성하는 균들이 있다¹⁾. 장내균이 분비하는 효소중 β -glucosidase와 β -glucuronidase는 각각 β -glucoside 배당체를 함유하고 있는 화합물과 글루쿠론산

화합물들을 기질로 하여, 이들을 유해화합물로 변형시키므로 장내의 대표적인 유해효소로 알려져 있다^{2,3)}. 또한 장내미생물의 대사작용으로 단백질에서 생성되는 인돌, 암모니아, 아민류 등과 담즙 및 콜레스테롤 등에서 생성되는 이차생성물들도 숙주에게 나쁜 영향을 미친다. 그외 tryptophane에서 생성되는 인돌은 장관벽으로 흡수되어 신장에 손상을 입히고 방광암을 일으키기도 하며⁴⁾, 장내에 생성된 암모니아는 세포벽에 손상을 주고 핵산합성에 변화를 초래하여 발암에 관여하기도 한다⁵⁾. 그리고 아민은 식품 또는 장관내에서 합성된 nitrite와 미생물의 nitrosation 반응으로 nitrosamine이 되며, nitrosamine은 암발생에 관여하는 것으로 추정하고 있다⁶⁾.

한편 장내균총의 구성은 숙주의 연령, 스트레스, 의약품 및 섭취식품 등에 의해 변할 수 있는데, 이중에서도 숙주가 섭취하는 식이는 세균의 영양원이 될 뿐만 아니라 위산과 장관내의 소화효소 분비에도 영향을 미치므로 장내균총을 변화시키는 가장 큰 요인으로 지목되고 있

Corresponding author: Hyun Kyung Shin, Department of Food Science and Nutrition, Hallym University, 1 Okchon-dong, Chunchon, Kangwon-do 200-702. Korea

다⁽⁷⁾. 동물성 식품을 주로 섭취하는 사람의 변에서는 β -glucuronidase, azoreductase 및 nitroreductase의 활성이 높았고, 고탄수화물 섭취시에는 β -glucosidase의 활성이 높았다^(8,9)고 한다. 또한 같은 민족이라도 곡류와 채소를 주로 섭취하는 사람과 지방과 단백질의 섭취율이 높은 사람과는 변중의 유익균과 유해균의 비율 및 검출률에서 차이가 있었으며, 변중의 유해효소 활성과 유해물질의 양에도 차이가 있었다^(10,11).

본 연구에서는 *in vitro* 실험에서 bifidobacteria의 생육을 촉진시킨 소재인⁽¹²⁾ 원지, 양파 및 쑥을 기본식이에 첨가하여 실험쥐에게 먹인 후, 대장내용물을 채취하여 대장내의 주요 균수의 변화와 장내에 유해한 영향을 미치는 효소들인 β -glucosidase 및 β -glucuronidase와 부패산물인 indole과 volatile basic nitrogen(VBN)의 함량변화를 조사하여 선발소재들의 유효성을 조사하였다.

재료 및 방법

시료의 제조

본 실험의 재료중 쑥은 1993년 5월 춘천 근교의 야산에서 식용 쑥을 채취하여 열풍건조기로 40°C에서 말려서 사용하였다. 건조된 쑥과 원지는 분말로 한 후 5배량의 증류수 또는 에탄올을 첨가하여 50°C water bath에서 24시간 추출하여 감압 농축한 후 농축액을 시료로 사용하였다. 양파는 즙과 분말을 위와 동일한 방법으로 제조하여 사용하였다.

사육실험

실험동물은 체중이 100~130g 정도 되는 생후 28일된 Sprague-Dawley(SD)계 수컷을 서울대학교 실험동물부로부터 공급받아 1주일 동안 일정조건하에서 고형사료로 적응시킨 후, 한 군당 8 또는 10마리씩 완전 임의 배치하여 2주간 사육하였다. 본 실험에 사용한 식이는 American Institute of Nutrition(AIN) standard⁽¹³⁾를 참

고하여 배합한 기본식이에 원지, 양파 및 쑥을 첨가하여 Table 1과 같이 제조하였다. 사육실은 온도 24±2°C, 습도 55~60%을 항상 유지하도록 하였으며, 사료와 물은 자유로이 먹도록 하였다.

대장 내용물 시료의 채취 및 보존

쥐를 해부한 후 대장에서 내용물을 분리하여 그 중 1g을 혐기 희석액⁽¹⁴⁾으로 10⁻⁸까지 희석하여 장내 주요 균수의 측정에 사용하였다. 나머지 대장 내용물은 무산소 CO₂가스로 충전시켜 -70°C deep freezer(Revco ULT-1386, USA)에 보관하면서 효소(β -glucosidase, β -glucuronidase)활성과 장내 부패생성물(indole, VBN)의 분석에 사용하였다.

주요 장내 균수의 측정

각 실험군의 쥐 대장내용물에서 총혐기성균, bifidobacteria, lactobacilli, clostridia 및 *E. coli*의 균총변화를 조사하였다. 총혐기성균 검출배지로는 EG(Eggerth Gagnon) (Eiken, Tokyo)와 BL(glucose-blood-liver) 한천배지 (Eiken, Tokyo)를 사용하였다. Bifidobacteria는 BS(*Bifidobacterium* selective) 한천배지⁽¹⁴⁾에 배양하여 현미경으로 colony를 확인하였다. Lactobacilli는 LBS(*Lactobacillus* selective) 한천배지⁽¹⁴⁾를 사용하여 선택적으로 측정하였다. *E. coli*는 DHL(deoxycholate hydrogen sulfide lactose) 한천배지(Eiken, Tokyo)에 형성된 colony의 색깔에 의해 선택적으로 측정하였다. 한편 clostridia는 80°C에서 10분간 열처리하여 PNC(propionate novobiocin colimycin) 한천배지⁽¹⁴⁾에서 조사하였다. DHL 한천배지는 호기상태, 그외 나머지 배지들은 anaerobic jar와 vacuum desiccator를 사용하여 혐기적으로 37°C에서 2일간 배양한 다음 생균수를 측정하였다.

β -glucosidase와 β -glucuronidase 활성측정

Goldin 등의 방법⁽¹⁰⁾에 준하여, β -glucosidase는 nitro-

Table 1. Experimental design

	Dietary group	Number of animals	Experimental period(days)
1st Exp.	Control	8	14
	+5% Water extract of polygalae radix	8	14
	+5% Juice of onion	8	14
	+10% Juice of onion	8	14
	+5% Water extract of mugwort	8	14
	+10% Ethanol extract of mugwort	8	14
2nd Exp.	Control	10	14
	+5% Onion powder	10	14
	+5% Mugwort powder	10	14

Polygalae Radix-Polygala tenuifolia L.
 Onion-Allium cepa L.
 Mugwort-Artemisia asiatica N.

phenyl-β-D-glucoside(Sigma Chemical Co., St. Louise)를 기질로, 그리고 β-glucuronidase는 phenolphthalein-β-D-glucuronic acid(Sigma Chemical Co., St. Louise)를 기질로 사용하여 활성을 측정하였다.

Indole과 Volatile Basic Nitrogen 정량

Indole의 정량은 Gunsalus 등의 방법⁽¹⁵⁾에 준하여 분석하였으며, 암모니아와 에틸아민, 메틸아민, 디메틸아민류가 주로 포함되어 있는 휘발성 염기질소의 함량은 Conway의 미량 확산법⁽¹⁶⁾으로 정량하였다.

대장 내용물중 pH 측정 및 단백질함량

pH는 대장내용물을 증류수로 2배 희석하여 원심분리한 후 상정액을 pH meter(Corning 255, USA)로 측정하였다. 대장내용물중 단백질함량은 bovine serum albumin을 표준물질로 사용하여 Lowry법⁽¹⁷⁾으로 정량하였다.

통계 분석

본 실험의 결과는 각 군의 평균치간을 비교하는 SAS program의 Duncan's multiple range test⁽¹⁸⁾로 분석하였으며 유의성 검정은 p<0.05에서 행하였다.

결과 및 고찰

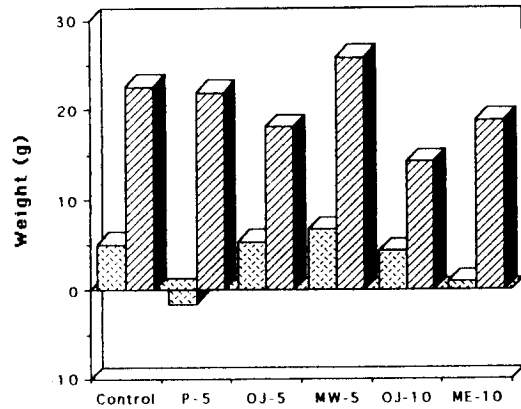
사료 섭취량과 체중증가량

원지와 쑥의 물과 에탄올추출물 그리고 양파의 즙액을 식이에 대하여 5% 또는 10%량 첨가하여 1차 동물사육 실험을 실시하였고, 2차실험으로 쑥과 양파의 분말을 첨가한 식이를 먹인 후 각 처리구 쥐들의 사료섭취량과 체중증가량을 살펴보았다.

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 1차 실험구 쥐들의 1일 평균사료 섭취량은 대조구가 한마리당 22.8g이었고, 첨가구들이 14.4~26.0g으로 대조구에 비해 다소 적거나 많았다. 1차 실험구 쥐들에서, 평균 체중증가량이 대조구가 한마리당 5.2g인데 비하여, 쑥첨가구는 6.9g까지 증가하였고 반면에 원지첨가구는 -1.5g까지 체중의 감소를 보였다. 처리구들중 쑥의 물추출물과 양파즙 5% 첨가 쥐들이 사료섭취량과 체중증가량이 높았고 쥐의 생육상태도 양호했다. 또한 2차 실험에서는 대조구와 처리구 쥐들의 1일 사료섭취량이 22.1~25.2g으로 대조구와 처리구들 사이에 거의 차이가 없었으나 1일 평균 체중증가량은 대조구 한마리당 6.6g이었고, 쑥 분말과 양파 첨가구가 7.3~7.6g으로 다소 높아 첨가구들에서 사료효율이 높은 것으로 나타났다.

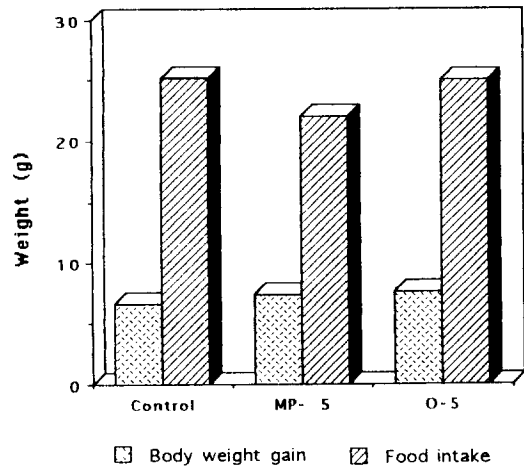
2차에 걸친 동물실험의 결과, 대조구와 처리구 쥐들의 사료섭취량과 체중증가량에서 두 실험이 다소 차이는 있었지만, 쑥의 물추출물 5%와 분말 5% 그리고 양파 5% 첨가식이 쥐들이 사료효율도 높았고 생육상태가 양호해 이 수준이 적정량으로 생각되었다. 한편 원지의 물추출물과 쑥의 에탄올추출물 10% 첨가구 쥐들은 사

1st experiment



P-5: +5% polygalae radix, OJ-5: +5% onion juice, MW-5: +5% water extract of mugwort, OJ-10: +10% onion juice, ME-10: +10% ethanol extract of mugwort

2nd experiment



MP-5: +5% mugwort powder, O-5: +5% onion powder

Fig. 1. Average daily food intake and body weight of rats

료섭취량 및 체중증가량이 감소하여 유해성의 가능성을 암시하였다.

쑥을 물추출물과 가루로 하여 쥐에게 먹인 후 일반적인 생육상태를 관찰한 보고로써, 김 등⁽¹⁹⁾이 쑥의 물추출물을 1, 2, 4, 8% 첨가하여 실험쥐에게 먹였더니, 쑥섭취군에서 식이효율이 낮게 나타났고 또한 1% 첨가군을 제외하고는 성장도 둔화되어 최대첨가량은 4%라고 보고하였다. 허 등⁽²⁰⁾은 쑥가루를 2, 4, 6, 8 및 10% 첨가한 식이를 먹인 쥐들이 대조구에 비해 식이효율이 낮았고, 성장률은 2~6% 첨가 식이군들만이 대조구와 유사하였다고 한다. 따라서 쑥의 적정첨가량이 4~6%라는 결과는 본 실험의

Table 2. Effect of polygalae radix, onion and mugwort intake on the large intestinal microflora of rats

Treatment	No. of bacterial counts				
	Total anaerobe	Bifidobacteria	Lactobacilli	Clostridia	<i>E. coli</i>
Control	9.5±0.6 ^{1)ab2)}	6.7±0.6 ^c	8.6±0.8 ^b	6.1±0.3 ^a	7.8±0.9 ^a
5% Polygalae radix(WE) ³⁾	10.2±0.1 ^a	8.2±0.6 ^a	10.0±0.6 ^a	6.3±0.2 ^a	8.3±1.1 ^a
5% Onion(J)	9.6±0.3 ^b	7.9±0.6 ^{bc}	7.4±1.1 ^c	6.3±0.4 ^a	7.8±0.8 ^a
10% Onion(J)	9.7±0.1 ^a	8.5±0.5 ^a	8.8±1.2 ^b	6.0±0.3 ^a	6.7±0.4 ^b
5% Mugwort(WE)	9.4±0.1 ^b	8.1±0.3 ^{ab}	8.4±0.8 ^b	6.1±0.1 ^a	6.6±0.8 ^b
10% Mugwort	8.7±0.6 ^c	7.4±0.4 ^c	5.9±0.4 ^d	5.2±0.6 ^b	7.5±1.1 ^{ab}

¹⁾Bacterial counts were expressed as mean±SD of log 10 per gram of wet intestinal contents

²⁾Means with different letters (a, b, c, d) within a column are significantly different from one another at P<0.05 as determined by Duncan's multiple range test (a>b>c>d)

³⁾WE: Water extract, EE: Ethanol extract, J: Juice, P: Powder

Table 3. Activities of β-glucosidase and β-glucuronidase in large intestinal contents of rats fed polygalae radix, onion and mugwort-supplemented or basal diets

	Treatment	β-glucosidase	β-glucuronidase
1st Exp.	Control	53.58±31.03 ^{b1)}	285.16±127.83 ^{c2)}
	5% Polygalae radix(WE) ³⁾	264.49±176.02 ^a	535.47±238.17 ^{abc}
	5% Onion(J)	59.79±26.62 ^b	358.77±193.36 ^{bc}
	10% Onion(J)	174.57±65.73 ^a	529.17±98.13 ^{abc}
	5% Mugwort(WE)	37.60±15.67 ^b	627.05±238.84 ^{ab}
	10% Mugwort(EE)	14.00±9.13 ^b	786.74±335.16 ^a
2nd Exp.	Control	29.45±16.61 ^a	378.00±110.02 ^a
	5% Onion(P)	74.46±25.22 ^a	318.51±75.96 ^a
	5% Mugwort(P)	24.01±6.46 ^a	329.16±61.57 ^a

¹⁾Data were expressed as mean (nitrophenol µg/20 min/0.1g wet intestinal content)±SD

²⁾Data were expressed as mean (phenolphthalein µg/40 min/0.1g wet intestinal content)±SD

Means with different letters (a, b, c) within a column are significantly different from one another at P<0.05 as determined by Duncan's multiple-range test (a>b>c)

³⁾WE: Water extract, J: Juice, EE: Ethanol extract, P: Powder

결과와 유사하였으나, 쑥 첨가식이 쥐들의 성장둔화와 식이효율 저하는 본 실험과 다른 경향이었다.

원지, 양파 및 쑥의 첨가식에 의한 쥐의 장내균수 변화

In vitro 실험결과, bifidobacteria 또는 lactobacilli와 같은 유익균의 생육을 촉진한 소재로 나타난¹²⁾ 원지, 양파 및 쑥을 기본 사료에 각각 5% 또는 10% 첨가하여 실험쥐에게 먹인 후 장내의 주요균종 bifidobacteria, lactobacilli, clostridia와 통성 혐기성균인 *E. coli*의 생균수를 대조구 쥐들과 비교, 조사하였다.

Table 2와 같이 총균수는 원지와 양파즙 10% 첨가구 쥐들이 대조구에 비해 높게 나타났으나, 쑥의 에탄올추출물 10% 첨가구는 낮았다(p<0.05). 장내의 유익균인 bifidobacteria의 생균수는 원지, 양파즙 10% 및 쑥의 물추출물 첨가구들이 대조구에 비해 높게 나타났다(p<0.05). 또한 이들 첨가구 쥐들의 대장내 bifidobacteria 수는 대조구에 비해 100배나 높았다. 한편 쑥의 에탄올추출물 10% 첨가구에서는 유해균으로 알려진 clostridia가, 양파즙 10%와 쑥의 물추출물 5% 첨가구에서는 *E. coli*가 낮게 나타났다(p<0.05). 그리고 또 다른 유익균인 lacto-

bacilli는 원지 5% 첨가구에서 높게 나타났으나, 양파즙 5%와 쑥의 에탄올추출물 10% 첨가구에서는 낮았다(p<0.05).

In vitro 실험에서 bifidobacteria의 생육을 촉진시키는 소재로 선택된¹²⁾ 원지, 쑥 및 양파는 쥐를 이용한 *in vivo* 실험에서도 일치하는 결과를 보여 주었다. 또한 쑥의 에탄올추출물을 첨가하여 사육한 쥐들의 경우 대장내용물에서 clostridia의 수가 유의적으로 낮은 것으로 미루어 인체의 대표적인 유해 장내균인 *Cl. perfringens*에 대해서도 저해효과를 가져올 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 쑥의 에탄올추출물을 첨가한 식이를 먹인 쥐들이 사료효율과 체중증가량이 낮게 나타나 차후 이에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

이상의 사육실험 결과, 선발소재중 쑥이 bifidobacteria의 생육을 촉진하고 유해균인 clostridia와 *E. coli*의 생육을 억제하여 장내균종 개선에 매우 유효한 소재로 나타났다. 이러한 결과는 fructooligosaccharide²¹⁾, galactooligosaccharide²²⁾ 및 lactosucrose²³⁾를 사람과 동물이 섭취하였을 때, 변에서 bifidobacteria와 lactobacilli가 증가하였다는 보고와 유사한 효과를 나타내고 있다.

원지, 양파 및 썩 첨가식에 의한 쥐의 대장내용물중 유해효소의 활성변화

원지, 양파 및 썩을 기본식에 첨가하여 흰쥐에게 2주간 먹인 후 대장내용물에서 β -glucosidase와 β -glucuronidase 활성을 측정하였다.

Table 3에 나타낸 바와 같이 β -glucosidase의 활성은 썩의 물추출물 5%와 에탄올추출물 10% 그리고 썩분말 5% 첨가구에서 통계적인 유의성은 없으나 대조구 보다 낮게 나타났다. 그러나 원지의 물추출물 5%와 양파즙 10% 첨가구는 이 효소의 활성이 대조구에 비해 높게 나타났다($P < 0.05$). β -glucosidase는 식물성식품에 함유되어 있는 수많은 β -glucoside 배당체들을 기질로 이용하는 효소로써, enterococci가 가장 활성이 강하며 광범위한 장내세균들이 이 효소를 분비한다⁽²⁾. 따라서 원지의 물추출물 5%와 양파즙 10% 첨가구에서 이 효소의 활성이 높은 것은 이들 소재중 β -glucoside 결합을 가진 배당체들이 많이 함유되어 있어, 이를 분해시키는 β -glucosidase의 생성이 유도되었을 것으로 추정된다. 한편 β -glucuronidase의 활성은 썩의 물추출물 5%와 에탄올추출물 10% 첨가구가 대조구에 비해 높았고($P < 0.05$), 양파 5%와 썩분말 5% 첨가구는 통계적인 유의성은 없으나 대조구에 비해 효소활성이 낮았다.

β -glucuronidase는 *E. coli*, *Clostridium*, *Bacteroides*, *Peptostreptococcus* 등이 주로 분비하는 것으로 알려져 있으며, 숙주가 섭취한 식품이나 장내에 유입된 유해성분들이 간에서 여러가지 효소반응을 거쳐 무독한 형태로 된 glucuronide에 작용하여 장내에서 이들을 유독 물질로 만드는 효소이다⁽³⁾. 본 실험에서 썩의 추출물첨가구 쥐들의 대장내용물중 β -glucuronidase를 생성하는 세균으로 알려진 clostridia와 *E. coli*의 균수가 대조구에 비해 1/10 정도 낮게 나타났음에도 불구하고 썩추출물 첨가구에서 β -glucuronidase 활성이 높게 나타났다. 이는 썩추출물들에 함유되어 있는 일부 성분들에 의해 이 효소의 생성이 유도되었을 가능성이 크다. 또한 장내에는 400여종 이상의 균들이 간장 기능의 4배에 이를 정도로 다양하고 활발한 대사작용을 일으키므로, 일부 유익균이나 유해균의 균수 변화와 장내 효소활성의 변화를 연관시키는 것은 한계가 있을 것으로 생각된다. 한편 썩분말 첨가구에서 통계적인 유의성은 없었지만, β -glucosidase와 β -glucuronidase 효소활성이 낮게 나타난 것은 균총의 변화와 더불어 썩분말에 함유되어 있는 상당량의 식이 섬유소들에⁽²⁴⁾ 의해 식이의 장내 체류시간이 짧아짐으로써⁽²⁵⁾ 장내균들과 접촉기회가 적어진 것이 일부의 원인으로 추정된다.

Okubo 등⁽²⁶⁾은 녹차의 유효성분인 polyphenol을 섭취한 성인에서, 유익균이 증가하고 유해균이 감소하였으나 장내의 β -glucosidase와 β -glucuronidase 효소활성에는 변화가 없었다고 한다. 또한 서양식에 밀기울과 맥아를 첨가하여 섭취하거나⁽²⁷⁾, 고콜레스테롤식에 polydextrose를 첨가하였을 때⁽²⁸⁾ 그리고 isomalturose를 섭취했을

Table 4. Amounts of indole and volatile basic nitrogen in the large intestine of rats fed polygalae radix, on-ion and mugwort-supplemented or basal diets¹⁾

Treatment		Indole (μ g/g)	VBN (mg/g)
1st Exp.	Contol	18.64 \pm 5.68 ^{c1)}	0.22 \pm 0.15 ^a
	5% Polygalae radix(WE) ²⁾	41.70 \pm 7.38 ^a	0.26 \pm 0.07 ^a
	5% Onion(J)	25.84 \pm 10.39 ^{bc}	0.42 \pm 0.27 ^a
	10% Onion(J)	22.02 \pm 8.82 ^{bc}	0.17 \pm 0.10 ^a
	5% Mugwort(WE)	25.73 \pm 9.55 ^{bc}	0.38 \pm 0.19 ^a
	10% Mugwort(EE)	32.24 \pm 10.42 ^{ab}	0.37 \pm 0.30 ^a
2nd Exp.	Control	13.80 \pm 4.96 ^a	0.25 \pm 0.12 ^a
	5% Onion(P)	11.29 \pm 2.03 ^a	0.48 \pm 0.23 ^a
	5% Mugwort(P)	7.05 \pm 3.07 ^b	0.29 \pm 0.15 ^a

¹⁾Data were expressed as mean (μ g, mg/g wet intestinal content) \pm SD

Means with different letters (a, b, c) within a column are significantly different from one another at $P < 0.05$ as determined by Duncan's multiple-range test ($a > b > c$)

²⁾WE: Water extract, J: Juice, EE: Ethanol extract, P: Powder

때⁽²⁹⁾ β -glucosidase, β -glucuronidase 및 nitroreductase 활성에 유의적인 차이가 없거나 오히려 증가하는 경향을 보였다. 이는 이들 효소활성의 변화가 다양한 요소에 의해서 영향을 받고 있음을 시사해 주고 있다.

원지, 양파 및 썩 첨가식이 장내의 유해물질 생성에 미치는 영향

썩, 원지 그리고 양파를 표준식에 5 및 10% 첨가하여 2주간 먹인 후 쥐의 대장내용물에서 장내의 유해생물로 널리 알려진 인돌과 휘발성 염기태 질소화합물의 함량을 측정하였다.

Table 4에 나타낸 바와 같이 쥐의 대장내용물중 인돌함량은 썩분말 5% 첨가구가 대조구에 비해 낮게 나타났다, 원지 물추출물 5%와 썩에탄올 추출물 10% 첨가구는 높았다($p < 0.05$). 한편 썩추출물 5%와 양파 첨가구들은 유의적인 차이가 없었다. 숙주의 장관내 인돌은 필수아미노산인 tryptophan이 *E. coli*, *Proteus vulgaris*, *Bacteroides fragilis* 등 비교적 여러 종류의 장내균이 생산하는 tryptophanase의 작용으로 생성된다⁽⁴⁾. 그러나 본 실험의 썩추출물 첨가구에서 쥐의 대장내용물중 clostridia와 *E. coli*수는 대조구에 비해 1/10 정도 낮았으나, 장내부패산물인 인돌의 함량에는 변화가 없는 것으로 나타난 원인에 대해서 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

암모니아와 에틸아민, 메틸아민, 디메틸아민 등 아민류가 주로 포함되어 있는 휘발성 염기태 질소화합물의 함량은 원지, 양파 및 썩처리구에서 대조구와 비교해 유의적인 차이가 없었다(Table 4). 암모니아는 숙주의 세포, 소화효소 및 *Peptostreptococcus products*, *Eubacte-*

Table 5. pH and protein contents in large intestinal contents of rats fed polygalae radix, onion and mugwort-supplemented or basal diets

	Treatment	pH	Protein (mg/g)
1st Exp.	Control	7.64 ± 0.09 ^{a1)}	1.4 ± 0.8 ^{c1)}
	5% Polygalae radix(WE) ²⁾	7.54 ± 0.19 ^{ab}	4.6 ± 1.1 ^b
	5% Onion(J)	7.45 ± 0.18 ^{ab}	2.1 ± 0.5 ^c
	10% Onion(J)	7.38 ± 0.17 ^b	1.2 ± 0.8 ^c
	5% Mugwort(WE)	6.99 ± 0.28 ^c	6.4 ± 2.0 ^a
	10% Mugwort(EE)	7.34 ± 0.11 ^b	4.8 ± 1.7 ^b
2nd Exp.	Control	7.41 ± 0.19 ^a	5.5 ± 1.9 ^a
	5% Onion(P)	7.31 ± 0.23 ^{ab}	4.2 ± 1.5 ^a
	5% Mugwort(P)	7.17 ± 0.14 ^b	6.2 ± 2.6 ^a

¹⁾Date were expressed as mean ± SD
Means with different letters (a, b, c) within a column are significantly different from one another at P < 0.05 as determined by Duncan's multiple-range test (a > b > c)
²⁾WE: Water extract, J: Juice, EE: Ethanol extract, P: Powder

rium aerofaciens, *E. lentum*과 같은 장내 미생물들에 의해 일부의 단백질이나 아미노산이 탈아미노화되어 생성되는데, 장내 암모니아의 약 75%는 이들 미생물의 작용에 의한 것으로⁽³⁰⁾ 알려져 있다. 한편 아민의 생성에는 enterobacteria, clostridia와 *Bacteroides*가 주로 관여하며, 장내의 pH(6-7)와 균들의 생육단계 등 여러 조건에 의해 그 생성이 좌우되는 것으로 알려져 있다.⁽³¹⁾

Fractooligosaccharides를 쥐에게 섭취시키거나⁽³²⁾, 대두 올리고당⁽³³⁾ 또는 manninotriose⁽³⁴⁾를 사람이 섭취하였을 때, 유익균이 증가하고 유해균이 감소하는 균총의 변화가 나타났음에도 불구하고 인돌, 암모니아, 페놀 등과 같은 부패산물에는 커다란 감소효과를 가져오지 못한 결과가 보고되고 있다. 이처럼 올리고당류의 섭취로 장내의 균총을 변화시켜 부패산물의 생성을 낮추어 장내 환경을 개선하고자 했던 연구보고들에서도 일관된 결과를 보이지 못하고 있다.

따라서 유해산물들의 생성요인을 보다 깊이 있게 조사하기 위해서는 관련 장내미생물의 대사작용과 유해산물의 생성소재가 될 수 있는 단백질 또는 질소화합물에 대해서도 종합적으로 분석이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

대장내용물의 pH 변화와 단백질함량

원지, 양파 및 쑥을 기본식이에 5 및 10% 첨가하여 2주간 먹인 후 쥐의 대장내용물에서 pH와 단백질함량을 측정하였다.

Table 5에 의하면 대장내용물의 pH는 쑥첨가구들과 양파즙 10% 첨가구에서 낮았고(p < 0.05), 특히 쑥물추출물 5% 섭취구에서 pH가 약 7로 가장 낮았다. 대장내의 pH가 낮은 쑥섭취구에서 β-glucosidase와 인돌의 함량도

낮은 것을 볼 수 있는데, 이는 대장내 pH가 낮아지면 유해효소와 부패산물의 생성이 억제됨을 알 수 있었다.

쥐의 대장내용물중 단백질함량도 유해효소들의 활성 및 부패산물들의 생성에 영향을 미칠 것으로 생각되어 단백질 함량을 조사하였다. 쑥의 물추출물 5%와 에탄올추출물 10% 그리고 원지 물추출물 5% 섭취구에서 대장내용물중의 단백질함량이 높았으나(p < 0.05), 그의 첨가구는 유의적인 차이가 없었다(Table 5). 대장내용물중 단백질함량이 높은 시험구 즉, 원지 물추출물 5%와 쑥추출물 첨가식이에서 β-glucosidase와 β-glucuronidase 활성 및 인돌의 함량도 높았다. 이러한 결과로 미루어 단백질함량과 이들 효소활성 사이에 상관관계가 있을 것으로 추정되었다.

요 약

원지, 양파 및 쑥을 추출물, 즙 또는 분말로 하여 기준식이에 5 및 10% 첨가하여 흰쥐에게 14일간 먹여 대장내용물에서 주요균의 변화와 β-glucosidase와 β-glucuronidase의 효소활성 및 인돌과 volatile basic nitrogen의 생성량을 조사하였다. 실험쥐들의 사료섭취량과 체중증가량은 쑥의 물추출물 5% 섭취구를 비롯하여 시료 첨가구들에서 대체로 높았으나, 원지물추출물 5%와 쑥의 에탄올추출물 10% 섭취구에서는 체중이 감소하였다.

쑥의 물 또는 에탄올추출물 첨가구에서 유익균인 bifidobacteria가 대조구에 비해 높았고, clostridia와 *E. coli*는 낮았다(p < 0.05). 그의 양파즙 10% 첨가구에서도 유익균의 증가와 유해균의 감소와 같은 유리한 균총변화를 보였다. 한편 쑥분말 5% 첨가구에서 대장내용물중 β-glucosidase와 β-glucuronidase 활성은 대조구와 비교해 통계적인 유의성이 없으나, 인돌함량과 pH는 대조구에 비해 낮았다(p < 0.05). 그러나 원지물추출물과 양파즙 10% 첨가구에서는 β-glucosidase 활성이, 쑥추출물들의 첨가구에서는 β-glucuronidase 활성이 높았다(p < 0.05). 인돌함량은 단백질 함량이 높은 원지물추출물과 쑥에탄올추출물 첨가구에서 높았다(p < 0.05). 한편 휘발성 염기태 질소화합물의 함량은 처리구들에서 유의적인 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술처의 특정 연구과제 연구비를 지원받아 수행한 내용의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Mitsuoka, T.: Recent trends in research on intestinal flora. *Bifidobact. Microflora*, 1, 3 (1982)
2. Hawksworth, G., Drasar, B.S. and Hill, M.J.: Intestinal bacteria and the hydrolysis of glycosidic bonds. *J.*

- Med. Microbiol.*, 4, 451 (1971)
3. Nanno, M., Morotomi, M., Takayama, H., Kuroshima, T., Tanaka, R. and Mutai, M.: Mutagenic activation of biliary metabolites of benzo (a)pyrene by β -glucuronidase-positive bacteria in human faeces. *J. Med. Microbiol.*, 22, 351 (1986)
 4. Yokoyama, M.T. and Carson, J.R.: Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 173 (1979)
 5. Visek, W.J.: Diet and cell growth modulation by ammonia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, S216 (1978)
 6. Tannenbaum, S.R., Fett, D., Young, V.R., Land, P.D. and Bruce, W.R.: Nitrite and nitrate are formed by endogenous synthesis in the human intestine. *Sci.*, 200, 1487 (1978)
 7. 光岡知足: 腸内細菌學, 朝倉書店, 東京, p.107-125 (1990)
 8. Reddy, B.S. and Wynder, E.L.: Large-bowel carcinogenesis: Fecal constituents of populations with diverse incidence rates of Colon cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, 50, 1455 (1973)
 9. Mastromarino, A., Reddy, B.S. and Wynder, E.L.: Metabolic epidemiology of colon cancer: enzymic activity of fecal flora. *Am. J. Clin. Nutr.*, 29, 1455 (1976)
 10. Goldin, B.R. and Gorbach, S.L.: The relationship diet and rat fecal bacterial enzymes implicated in colon cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, 57, 371 (1976)
 11. Reddy, B.S., Weisburger, J.H. and Wynder, E.L.: Bacterial β -glucuronidase: Control by diet. *Sci.*, 183, 416 (1974)
 12. 구영조, 신현경: 특정연구과제보고서- 국산 식품소재의 장내미생물에 대한 영향분석 및 이를 이용한 기능성 식품개발(2차년도). 한국식품개발연구원 (1993)
 13. AIN Standards for nutrition studies report. *J. Nutr.*, 107, 1340 (1977)
 14. 光岡知足: 腸内菌の世界, 叢文社, 東京, p.320-325 (1984)
 15. Colowick, S.P. and Kaplan, N.O.: *Methods in Enzymology*, Vol.II., Academic Press Ins., New York, p.238 (1955)
 16. 日本藥學會編: 衛生試驗法·金原出版株式會社, 東京, p. 163 (1980)
 17. Bollag, D.M. and Edelman, S.J.: *Protein Methods*. Wiley-Liss, Ins., New York, p.56 (1991)
 18. 서울대학교 의과대학 예방학교실 의학연구자료 상담실 편. PC-SAS 공개강좌(개정판), 서울, p.22-92 (1992)
 19. 김미혜, 이성동, 류충근: 췌의 수용성추출 성분이 백서 영양에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 14, 131 (1985)
 20. 허인옥, 이성동, 황우익: 췌가루 첨가급식에 의한 백서의 영양효과에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 14, 123 (1985)
 21. Mitsuoka, T., Hidaka, H. and Eida, T.: Effect of fructooligosaccharides on intestinal microflora. *Nahrung*, 31, 427 (1987)
 22. Ito, M., Deguchi, Y. and Kan, Y.T.: Effects of administration of galactooligosaccharides on the human faecal microflora, stool weight and abdominal sensation. *Microb. Ecol. Health Dis.*, 3, 285 (1990)
 23. Ogata, Y., Fujita, K. and Mitsuoka, T.: Effect of a small amount of 4^U- β -D-galactosylsucrose(lactosucrose)on fecal flora and fecal properties. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, 46, 317 (1993)
 24. 심영자, 한영실, 전희정: 참죽의 영양성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 24, 49 (1992)
 25. Roberfroid, M.: Dietary fiber, inulin and oligofructose: A review accompanying their physiological effects. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 33, 103 (1993)
 26. Okubo, T., Isihara, N., Oura, A., Seri, M., Kim, M.J., Yamamoto, T. and Mitsuoka, T.: *In vivo* effects of tea polyphenol intake on human intestinal microflora and metabolism. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 56, 588 (1992)
 27. Goldin, B.R., Dwyer, J., Gorbach, S.L., Wayne Gordon, W. and Swenson, L.: Influence of diet and age on fecal bacterial enzymes. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31, S136 (1978)
 28. Endo, K., Kumemura, M., Nakamura, K., Fujisawa, T., Suzuki, K., Benno, Y. and Mitsuoka, T.: Effect of high cholesterol diet and polydextrose supplementation on the microflora, bacterial enzyme activity, putrefactive products, volatile fatty acid(VFA) profile, weight, and pH of the feces in healthy volunteers. *Bifidobact. Microflora.*, 10, 53 (1991)
 29. Kashimura, J., Hara, T. and Nakajima, Y.: Effect of isomaltulose-based oligomers on the human intestinal environment. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, 46, 117 (1993)
 30. Wozny, M.A., Bryant, M.P., Holdeman, L.V. and Moore, W.E.C.: Urease assay and urease-producing species of anaerobes in the bovine rumen and human feces. *Appl. Environ. Microbiol.*, 33, 1097 (1977)
 31. Allison, C. and Macfarlane, G.T.: Influence of pH, nutrient availability, and growth rate on amine production by *Bacteroides fragilis* and *Clostridium perfringens*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55, 2894 (1989)
 32. Hidaka, H. and Tashiro, Y.: Effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobact. Microflora.*, 5, 37 (1986)
 33. Hayakawa, K., Mizutani, J. and Mitsuoka, T.: Effects of soybean oligosaccharides on human faecal flora. *Microb. Ecol. Health Dis.*, 3, 293 (1990)
 34. Wada, K., Mizutani, J. and Hayakawa, K.: Effect of manninotriose on human fecal microflora. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*, 44, 171 (1991)

(1995년 5월 3일 접수)