

콩 함유 올리고당의 기능적 특성

정명근*† · 이재철**

*삼척대학교 생약자원개발학과, **삼척대학교 식품영양학과

Functional Characteristics of Soybean Oligosaccharide

Myoung-Gun Choung*† and Jae-Cheol Lee**

*Dept. of Pharmacognosy Material Development, Samcheok National University, Samcheok 245-711, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Samcheok National University, Samcheok 245-711, Korea

ABSTRACT: To enjoy a healthy life, it is important to have a well-balanced diet. However, in today's society, there is an increase in the consumption of preprocessed foods and frequency of eating out. Also the western diet, which is becoming more popular worldwide, contains relatively high levels of protein and fat, and a low amount of fiber. Furthermore, the increased availability of favorite foods has created a condition where the individual diet is less variable. With these conditions, it is difficult to maintain a diet that is nutritionally balanced. With these unbalanced diets, which are difficult to change, there has been an increase in adult disease and health problems, such as colon and breast cancer. It is speculated that metabolites for carcinogens are produced from diet components and that intestinal bacteria contribute to the production of these metabolites. Therefore, it is necessary to evaluate the relationships between health, diet, and intestinal microflora. Soybean oligosaccharide is composed of water-soluble saccharides that have been extracted from soybean whey, a by-product from the production of soy protein. This is mainly a mixture of mono-, di-, tri-, and tetrasaccharides, with the principle components being the oligosaccharide raffinose and stachyose. When consumed by humans, the oligosaccharides cannot be digested in the human duodenal and small intestinal mucosa, and these are selectively utilized by beneficial bifidobacteria in intestines. The results of acute and subacute toxicity tests, soybean oligosaccharides were nonpoisonous. Soybean oligosaccharides promote the growth of indigenous bifidobacteria in the colon which by their antagonistic effects, suppress the activity of putrefactive bacteria. Also, they reduce toxic metabolites, detrimental enzymes and plasma lipid, and increase in the frequency of bowel evacuation and fecal quantities. Consequently, soybean oligosaccharides as functional foods components have potential roles in the prevention and medical treatment of chronic adult diseases. The study of processing property and physiologi-

cal function of soybean oligosaccharides and development of high oligosaccharide variety allow the creation of new and exciting foodstuffs that are functional healthy.

Keywords: soybean, oligosaccharide, raffinose, stachyose, bifidobacteria, physiological function

우리나라는 사회경제적 측면의 급속한 발전과 함께 식생활과 생활양식 면에서도 커다란 변화를 가져 왔으며, 이에 따른 질병유형과 사망원인의 변화도 주목되고 있다(Kwon & Kang, 1993). 현재 식물성 식품의 섭취는 점차 감소되는 반면 동물성 식품의 섭취는 현저히 증가되며(National Nutrition Survey Report, 1994) 순환기계 질환을 비롯한 만성퇴행성 질환의 발생과 그로 인한 사망률도 증가 추세에 있어(Lee, 1993) 이를 예방하기 위한 영양관리의 중요성이 강조되고 있다(Annual report on the cause of death statistical report, 1996; Kris *et al.*, 1988).

최근 각종 성인병 발병의 주요 원인이 식생활 습관에 의한 것으로 밝혀지고, 의약품의 오남용에 따른 부작용이 널리 인 식됨에 따라 건강 증진 혹은 질병 예방을 위한 새로운 접근 방법의 하나로 특정 식품을 섭취함으로써 그 식품에 함유되어 있는 특정 성분에 의해 생리활성이 증가되는 기능성식품에 대한 관심이 고조되고 있다(김, 1995). 현재 다양한 기능성 성분이 알려져 있지만 대표적인 것은 플라보노이드, 섬유소, 올리고당, 당알콜, 레반, 다중불포화지방산, 펩타이드 및 단백질, 유산균류, 무기질 등이 논의되고 있으며, 이들을 이용한 식품들이 다양하게 상품화 되고 있는 실정이다(Kim *et al.*, 1997).

콩(*Glycine max*)은 과거로부터 양질의 단백질과 지질의 공급원으로, 그리고 최근 암을 비롯한 다양한 성인병을 예방할 수 있는 건강 기능성을 가진 식품으로 알려지고 있다(김, 1995; Liu, 1999). 콩에는 건강 기능성을 가진 유익한 성분이 다양하게 존재하지만, 이 글에서는 콩 올리고당을 중심으로 조성, 안전성 및 인체에서의 생리적 특성, 특히 장내 비피도박테

†Corresponding author: (Phone) +82-33-570-6491 (E-mail) cmg7004@samcheok.ac.kr

<Received September 23, 2003>

리아(bifidobacteria)의 생육증진에 대한 기능적 특성에 대해 소개하고자 한다.

콩 올리고당의 조성

콩에 함유된 주요성분 중 약 35%가 탄수화물이며 단백질 다음으로 많이 함유된 성분으로 알려져 있다(Aspinall, 1988). 하지만 상대적으로 단백질과 지질보다 경제적 가치가 낮고, 특히 대부분의 탄수화물 성분이 난소화성 성분으로 인간에게 소화, 흡수가 되지 않고 대장에서 장내균총에 의해 발효되어 CO₂나 methane 등 가스를 유발시킴으로 위장의 가스 발생원 인으로 여겨져 왔다(Streggerda *et al.*, 1966). 최근 콩에 함유된 탄수화물 중 식이섬유와 올리고당의 섭취가 대장암과 기타 질병의 위험을 줄여 준다는 여러 연구결과가 보고 되어 많은 연구자들의 관심의 대상이 되고 있다(Burkitt & Trowell, 1975; Tomomatsu, 1994).

성숙된 콩 종실에 함유된 수용성 탄수화물은 단당, 이당, 삼당 및 사당류의 혼합물로 구성되어 있고, 이들 중 소량으로 존재하는 당류로는 glucose, fructose, arabinose, pinitole, galactopinitole 등이며, 대부분이 올리고당으로 표현되는 stachyose(1.4-4.1%), raffinose(0.1-0.9%) 및 sucrose(2.5-8.2%) 이므로 일반적으로 콩에서 추출한 수용성 탄수화물을 콩 올리고당이라고 표현하며, 이들은 주로 시럽형태로 가공되어 이용된다(Hymowitz *et al.*, 1972). Table 1은 콩 올리고당 시럽에 함유된 당류의 일반적 조성을 나타낸 것이다.

콩 함유 올리고당 중 raffinose는 sucrose의 glucose 말단부분에 galactose가 α(1-6)으로 결합된 삼당류(trisaccharide)이며,

Table 1. Typical sugar composition of soybean oligosaccharides

Saccharide	Ratio (%)
Stachyose	24
Raffinose	8
Sucrose	39
Fructose, Glucose	16
Others	13

Source: Yasushi *et al.* (1993)

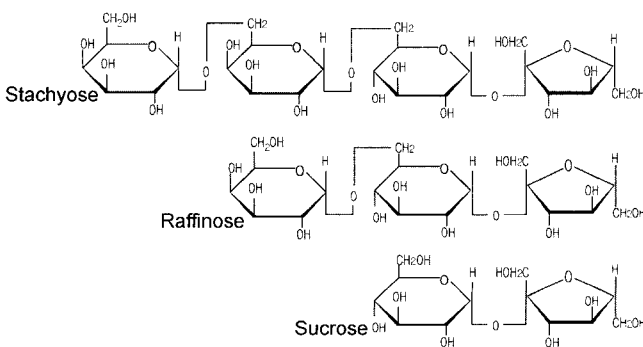


Fig 1. Chemical structures of soybean oligosaccharides.

Table 2. Oligosaccharide content in bean family

Bean family	Oligosaccharide (%)			
	Stachyose	Raffinose	Sucrose	Total
Peanut	0.9	0.3	5.9	7.1
Broad bean	2.0	0.7	2.5	5.2
Pea	2.2	0.9	2.0	5.1
Adzuki bean	2.8	0.3	0.6	3.7
Kidney bean	2.5	1.2	2.6	6.3
Cow pea	3.5	0.5	1.0	5.0
Sword bean	1.3	1.3	2.5	5.1
Soybean (in USA)	3.7	1.1	4.5	9.3
Soybean (in Japan)	4.1	1.1	5.7	10.9

Source: Yasushi *et al.* (1993)

Table 3. Oligosaccharide contents of Korean major cultivated soybean and germplasm

Source	Oligosaccharide (%)			
	Stachyose	Raffinose	Sucrose	Total
Major cultivar	1.36-3.32	0.86-1.78	2.68-6.79	5.83-10.06
Mean [†]	2.72±0.37	1.19±0.19	4.55±0.91	8.47±0.95
Germplasm	0.75-3.18	0.08-1.87	2.33-6.96	3.66-10.32
Mean [‡]	2.33±0.30	0.78±0.17	4.65±0.83	7.75±0.88

[†]Mean value of 32 cultivars, [‡]Mean value of 468 germplasm lines
Source: Choung *et al.* (2002)

stachyose는 tetrasaccharide로서 raffinose의 galactose 말단부분에 1개의 galactose가 α(1-6)으로 결합된 구조를 갖고 있다 (Fig. 1).

raffinose와 stachyose는 식물체의 저장 당으로 다양한 식물체에서 발견되고, 두류는 올리고당의 풍부한 공급원이며 (Table 2 & 3) 특히 콩에는 많은 양의 raffinose와 stachyose가 함유되어 있다(American Soybean Association, 2001).

인체에서 콩 올리고당의 생리적 특성

난소화성

raffinose와 stachyose는 포유류의 소화효소에 의해서 소화되지 않는 성분으로 알려져 있다(Streggerda *et al.*, 1966). 콩으로부터 추출한 raffinose와 stachyose를 대상으로 소화율을 검정한 결과 인간의 타액에 존재하는 amylase에 의해서는 가수분해 되지 않는다는 것이 증명되었다(Yasushi *et al.*, 1993).

일반적으로 위액의 pH는 3 이상이 유지되는데 이는 음식물 및 수분의 계속된 섭취에 의해 위액의 산도가 희석이 되기 때문이며, 콩 함유 올리고당인 raffinose와 stachyose는 pH 3 수준인 돼지의 위액에서도 안정한 것을 확인할 수 있다. 그러나 돼지 위액의 산도가 pH 2 수준일 때는 소량 가수분해가 되는 양상을 나타낸다. 또한 쥐의 십이지장과 소장 내부에 존재하

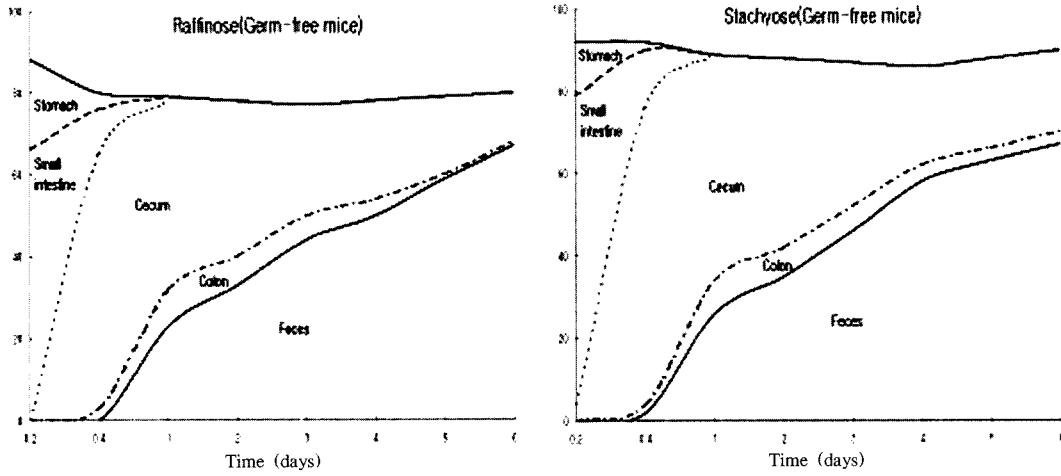


Fig. 2. Sum recovery rate of raffinose and stachyose from feces and each digestive organ in germ-free mice. Source: Yasushi *et al.* (1993).

는 막의 점액질을 균질화하여 raffinose와 stachyose의 가수분해 정도를 검정한 결과 sucrose, maltose, lactose의 가수분해 정도와 비교해 볼 때 극히 낮은 양상을 나타낸다(Yasushi *et al.*, 1993).

또한 콩 함유 주요 올리고당인 raffinose와 stachyose의 효소적 분해 및 소화에 영향을 주는 장기를 구명하기 위해 *in vivo* 검정을 수행한 결과가 있다(Yasushi *et al.*, 1993). 일반적으로 인간 혹은 동물의 소화기관을 이용할 경우 기존 장내에 존재하는 미생물에 의해 영향을 받으므로 무균 생쥐를 이용하여 위장에 일정량의 올리고당을 직접 투여하고 위장, 소장, 맹장, 결장, 직장에서 raffinose와 stachyose의 회수율을 일정시간 간격으로 측정하였다. 그 결과 24시간 이내에 투여된 raffinose와 stachyose의 모든 양이 소장으로부터 배출되어졌고, 대부분의 올리고당은 맹장에서 검출되었다. 투여 6일후 배설물과 각 소화기관내에 존재하는 raffinose와 stachyose의 회수율은 초기 투여량의 80-90% 수준에서 두 당류 모두 각 소화기관 내에 유사하게 분포하였다. 이 결과는 콩 올리고당인 raffinose와 stachyose는 장내 미생물이 존재하지 않는 무균 생쥐의 소화기관에 의해서는 직접적으로 소화·흡수되지 않는다는 것이며(Fig. 2), 한편 장내 박테리아를 가진 정상적인 쥐를 대상으로 동일한 실험을 수행하였을 때에는 배설물에서 raffinose와 stachyose가 전혀 검출되지 않았다. 이 결과로 볼 때 raffinose와 stachyose는 대부분의 장내 박테리아가 존재하는 결장까지 도달한 후 장내 박테리아에 의해 이용된다는 것을 시사하는 결과이다.

비피도박테리아의 생육 촉진

인간의 장내에는 100종 이상의 박테리아가 존재하고, 총 100조 이상의 미생물이 생존하며, 이러한 장내 박테리아 집단은 장내 미생물상(microflora)으로 불려진다(山内文男, 1992).

인간의 장내 미생물은 유익 박테리아와 부패 박테리아로 구

분되며, 이들 박테리아는 각각 인간의 건강에 영향을 미친다. 비피도박테리아의 경우 장내 미생물상에 존재하는 유용 박테리아 중 하나이며, 유아나 성인 모두에게 유익하다. 인체 내에 존재하는 비피도박테리아는 이유기(離乳期)때 가장 많이 존재하지만, 이유기가 지나면 장내 부패균과 호기성 박테리아의 수적 증가가 발생하고 결국 성인이 되면 장내 미생물상 중 부패균류와 유익 박테리아인 비피도박테리아는 같은 비율에 도달하게 된다(山内文男, 1992).

모유를 먹는 유아는 우유를 먹는 유아보다 설사나 기타 질병에 감염되는 비율이 상당히 낮은 양상을 나타내고, 실제 모유를 먹는 유아는 우유를 먹는 유아보다 비피도박테리아의 수가 월등히 많으므로 비피도박테리아는 건강을 유지하는 주요 인자로 주목받고 있다. 장내 미생물에 대한 생리학적 연구에 의하면 비피도박테리아는 인체 내에서 건강을 유지하기 위해 몇 가지 중요한 생리적 역할을 수행하는 것으로 보고 되며, 그 역할을 요약 정리하면 다음과 같다(住原泰雄, 1987).

- ① 부패 박테리아로부터의 감염을 예방
- ② 장내 부패물질 생성을 억제
- ③ 비타민의 생성
- ④ 창자의 연동운동 증진 및 변비 예방
- ⑤ 설사에 대한 효율적 예방 및 치료
- ⑥ 면역기능의 증진
- ⑦ 발암물질의 분해 등

인간은 연령이 증가하거나 스트레스 혹은 질병의 발생 등에 의해 장내 미생물상의 불균형이 초래되고, 그 결과 유익한 비피도박테리아의 수는 점차 감소되어 오히려 인체 건강에 불리하고 해로운 대사산물을 생성하는 것으로 알려진 부패 박테리아의 수가 증가되는 경향을 나타낸다. 연구에 따르면 이러한 부패박테리아로부터 유래한 해로운 대사산물은 동맥경화, 암 심지어는 노화 촉진과 같은 성인병의 원인이 되는 것으로 알려져 있으므로(McDonel, 1980; Yokoyama & Carlson, 1979) 진정한 건강 유지를 위해서는 유용 비피도박테리아의 생장을 증진시키고, 장내 미생물상에서 유용 비피도박테리아가 우점할 수 있는 환경을 만들어 주는 것이 중요하다고 보고 되고

Table 4. *In vitro* assimilation of refined soybean oligosaccharides (SOR), raffinose (Raf), stachyose (Sta), fructooligosaccharide (FOS), and glucose (Glc) by intestinal bacteria

	n	SOR	Raf	Sta	FOS	Glc
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	6	- [†]	-	±	-	++
<i>B. longum</i>	8	+++	++	+++	++	+++
<i>B. breve</i>	3	+++	+++	+++	+	+++
<i>B. infantis</i>	2	+++	+++	+++	++	+++
<i>B. adolescentis</i>	8	++	++	++	++	+++
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	2	±	±	±	±	+
<i>L. salivarius</i>	2	++	++	++	+	++
<i>L. casei</i>	2	-	-	-	-	+
<i>L. gasseri</i>	1	+	+	-	+	+
<i>Bacteroides fragilis</i>	2	+	+	+	+	+
<i>B. distasonis</i>	5	+	±	+	±	+
<i>B. vulgatus</i>	8	±	±	+	+	++
<i>B. thetaiotaomicron</i>	2	-	+	+	-	+
Others	4	-	-	±	-	±
<i>Clostridium perfringens</i>	6	-	-	-	-	++
<i>C. paraputrificum</i>	4	-	-	-	-	+++
<i>C. difficile</i>	2	-	+	-	-	+
<i>C. butyricum</i>	2	+	+	+	±	+
Others	7	-	-	±	±	++
<i>Eubacterium</i>	7	±	±	±	-	+
<i>Propionibacterium acnes</i>	2	-	±	-	-	±
<i>Mitsuokella multiacidus</i>	4	++	++	++	±	++
<i>Fusobacterium</i>	3	-	±	-	±	±
<i>Peptostreptococcus</i>	6	-	-	-	±	+
<i>Peptococcus</i>	2	±	±	+	±	+
<i>Enterococcus faecalis</i>	1	-	-	-	-	+
<i>Veillonella</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	6	-	-	-	-	+
<i>Enterobacter</i>	1	-	-	-	-	+

[†]Judgment of bacterial growth, Source: Yasushi *et al.* (1993)

있다(조, 2003).

(1) 콩 올리고당의 *in vitro* 계 소화

인체 장내에 존재하는 미생물들에 의한 raffinose와 stachyose의 이용 양상을 검토하기 위해 *in vitro*계 검정이 수행된바 있다(Table 4). 그 결과 콩 올리고당 시럽으로부터 분리된 천연 raffinose와 stachyose는 모두 장내 박테리아들 중 *Bifidobacterium bifidum* 만을 제외한 비피도박테리아에 의해 선택적으로 이용되어진다는 결과가 확인되었다. 장내 미생물 중 가장 우세한 *Bacteroides fragilis*도 올리고당을 일부 이용하지만 그 정도는 비피도박테리아보다 낮았으며, 혐기성 부패균인 웰치균(*Clostridium perfringens*)과 대장균(*Escherichia coli*)도 극소량의 올리고당을 이용하는 것으로 조사되었다(Yosushi *et al.*, 1993). 이 결과로서 콩 함유 올리고당인 raffinose와 stachyose는 선택적으로 비피도박테리아의 효율적 성장을 증진시키고, 부패

박테리아에 의해서는 이용되기 어려운 것으로 판단되어 진다.

(2) 콩 올리고당의 *in vivo*계 소화

6명의 건강한 남성(28-48세)에게 1일 콩 올리고당 분말 10g(3g의 raffinose와 stachyose 함유)을 3주 동안 계속적으로 투여한 후 비피도박테리아의 수적 증가를 검토하였다. 그 결과 올리고당 분말 투여군은 대조군에 비해 비피도박테리아가 2.3배 증가되었고, 반면 부패박테리아인 웰치균은 유의한 수준으로 감소되었다. 또한, 6명의 고령인 여성(70-80세)을 대상으로 동일한 검정을 수행하였을 때도 비피도박테리아의 유의한 증가와 부패 박테리아의 뚜렷한 감소가 관찰되었다. 이 결과로서 결국 콩 올리고당의 섭취를 통해서 장내 미생물상의 조건이 개선되어지는 것으로 조사되었다(Yosushi *et al.*, 1993).

부패 대사산물의 생성 억제

인간의 장에서는 대장균과 웰치균 같은 부패박테리아에 의해 아미노산으로부터 해로운 대사산물인 암모니아(ammonia) 및 인돌(indole) 등이 형성되어지고, 이런 해로운 대사산물은 장의 석회화를 유발한다(Mitsuoka, 1982, 1992; Yazawa & Tamura, 1982).

고령의 여성에게 콩 올리고당 분말을 1일 10g씩 3주 동안 투여 하였을 때 장내 비피도박테리아의 수는 증가되는 반면 대변 암모니아는 유의한 감소가 발생되었고(Fig. 3), 장내 비피도박테리아의 수와 대변에 함유된 인돌의 함량 간에는 부의 상관관계를 나타내었다. 또한 콩 올리고당 분말의 투여 시 장내 발암성과 관련이 있는 β-glucuronidase와 azo-reductase 같은 해로운 효소의 생성(Hill *et al.*, 1971)도 유의하게 감소되어 진다. 인간뿐만 아니라 동물들도 콩 올리고당 투여 시 장내 부패균에 의해 생성된 대사산물이 감소하는 유사한 결과가 관찰되었다. raffinose와 stachyose가 함유되지 않은 일반 판매 사료와 무게비율로 콩 올리고당이 0.2% 함유된 사료를 각각 20일 동안 먹인 어린돼지를 대상으로 실험을 수행한 결과 콩 올리고당이 0.2% 함유된 사료를 먹인 군에서는 대변에 함유

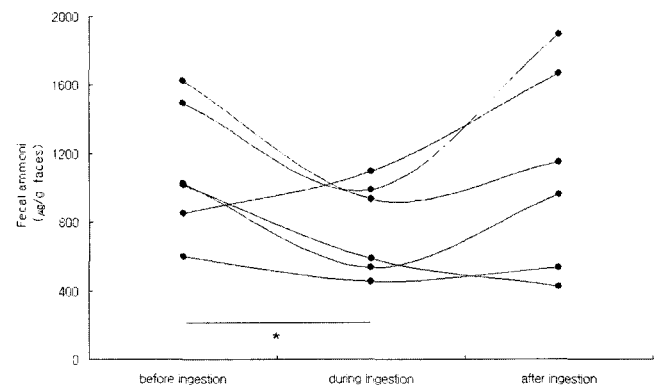


Fig. 3. Effect of supplementary soybean oligosaccharides (SOE) on fecal ammonia of senile volunteers. Source: Yasushi *et al.* (1993).

Table 5. Effects of supplementary soybean oligosaccharides (SOE) on fecal microbic by products in piglings ($\mu\text{g/g}$; mean \pm SD)

		ammonia nitrogen	p-Cresol	Indole	Skatole	
Control	Start	886 \pm 19	66 \pm 7	19 \pm 6	41 \pm 8	
	End	709 \pm 224	100 \pm 39	15 \pm 4	50 \pm 30	
SOE	Start	790 \pm 218	81 \pm 32	23 \pm 11	62 \pm 22	
	End	342 \pm 91*	52 \pm 22	10 \pm 0	42 \pm 21	

(10 mg/g; mean \pm SD)

		acetic acid	propionic acid	isobutyric acid	butric acid	isovaleric acid	valeric acid
Control	Start	419 \pm 24	135 \pm 11	35 \pm 1	138 \pm 19	54 \pm 4	39 \pm 5*
	End	299 \pm 36**	96 \pm 7**	29 \pm 5	69 \pm 12**	52 \pm 15	22 \pm 7*
SOE	Start	327 \pm 40	141 \pm 37	37 \pm 9	144 \pm 64	57 \pm 14	33 \pm 14
	End	192 \pm 6**	41 \pm 4**	12 \pm 3**	29 \pm 9*	23 \pm 8*	10 \pm 3*

Significance: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.Source: Yasushi *et al.* (1993).

된 암모니아태 질소의 양이 유의한 수준으로 감소되었고, p-cresol, indole, skatole 등의 감소 경향이 나타났다(Table 5). 결국 콩 올리고당의 섭취는 인간뿐만 아니라 동물들에게도 해로운 대사산물의 생성을 감소시키는 결과를 유도한다(Yasushi *et al.*, 1993).

배변활동의 증진

장 활력에 대한 콩 올리고당의 효과를 검토하기 위해 24명의 건강한 남성 노인(63-89세)을 대상으로 콩 올리고당 분말 5g(raffinose와 stachyose 각각 1.5 g 함유)을 2주 동안 매일 투여한 결과(Fig. 4) 주당 5회 이하의 배변활동을 하던 노인들은 콩 올리고당 복용 후 주당 2.5회에서 4회로 배변활동의 횟수가 유의하게 증가 되었고, 아울러 배변의 양도 유의하게 증

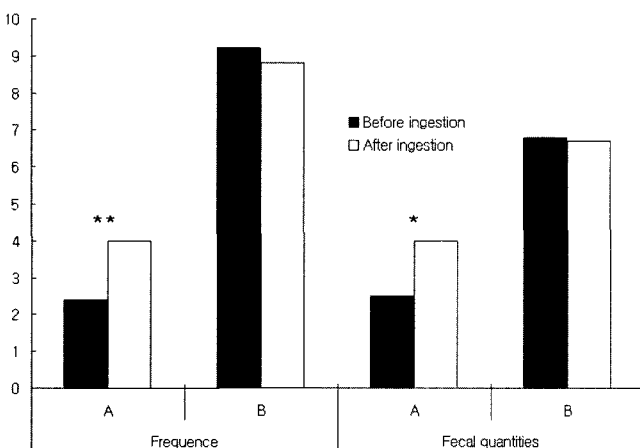


Fig. 4. Effect of supplementary soybean oligosaccharides (SOE) on the incidence of evacuation in elderly volunteers. A: under 5 evacuations per week, B: over 6 evacuations per week Source : Yasushi *et al.* (1993).

가하였다(Yasushi *et al.*, 1993). 따라서 콩 올리고당을 섭취할 경우 배변활동이 증가되고, 특히 불규칙적으로 배변 횟수가 적은 사람들은 배변이 쉬워진다는 것이 확인되었다. 콩 올리고당 복용 후 배변활동의 빈도가 증가되는 것은 비피도박테리아에 의해 생성된 젖산(lactic acid) 및 초산(acetic acid)을 포함한 유기산의 농도가 증가하여 장내 연동운동에 자극을 주기 때문인 것으로 추측된다(Topping & Clifton, 2001).

혈장의 지방 생성에 미치는 영향

콩 함유 올리고당(SOE) 및 기타 올리고당(프락토올리고당: FOS, 고농도 분지올리고당:HiBOS)의 식이가 혈장의 총지방, 콜레스테롤 및 중성지방 형성에 미치는 영향을 조사하기 위해 생후 5주된 Sprague-Dawley종 수컷 쥐를 이용하여 실험한 결과(Choi *et al.*, 1999) 혈장 내 총지방, 콜레스테롤 및 중성지방 함량은 모든 올리고당 섭취군이 대조군에 비해 낮게 조사되었으며, 올리고당의 종류에 따라서는 큰 차이가 나지 않았다(Fig. 5).

올리고당의 투여로 인해 혈장 내 지방이 감소되는 이유는 아직 정확히 알려진 바가 없지만 Fiordaliso 등(1995)은 올리고당이 가용성 식이섬유와 유사하게 간의 지질대사에 영향을 주어 간에서 중성지방 합성이 감소되고, 혈청의 VLDL(Very Low Density Lipoprotein)감소가 나타난다고 보고하였고, 또한 올리고당의 투여로 간에서 지방합성의 중요한 효소인 fatty acid synthase 활성의 감소로 지방산 합성이 감소되고(Agheli *et al.*, 1998), acylglycerol 합성도 감소됨으로서 혈청의 중성지방 감소가 유도된다고 한다(Kok *et al.*, 1996).

중성지방은 관상심장질환(coronary heart disease)의 주요한 위험요인으로 알려져 있는데(Welin *et al.*, 1991), Wenxun 등(1990)은 중국 농촌에서도 콜레스테롤보다 중성지방이 오히려

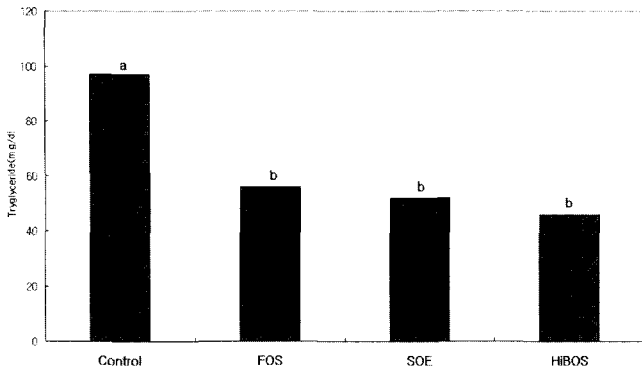


Fig. 5. Plasma triglyceride concentrations of rats fed with selected oligosaccharides. Different alphabet among groups are significant different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test. Source: Choi *et al.* (1999).

심장질환과 관련이 높다고 보고하였다. 식문화적 특성상 고 탄수화물 식사로 인해 잉여의 탄수화물이 중성지방으로 전환되어 혈액의 중성지방의 수치가 높은 한국인의 건강유지와 질병 예방에 올리고당의 섭취가 도움을 줄 수 있음을 의미하는 것이다.

콩 올리고당의 안전성

콩 올리고당은 과거로부터 다양한 형태로 식용되어 왔던 콩을 원료로 하여 추출되었으므로 식품으로서의 안전성은 이미 증명되어졌다고 볼 수 있으나, 추출된 콩 올리고당을 대상으로 다양한 형태의 안정성 검사가 수행된 바 있다(Yasushi *et al.*, 1993).

급성 독성 실험

실험용 쥐(암, 수)에게 Kg당 10g의 콩 올리고당 추출물을 먹였을 때 정상적인 상태의 쥐와 비교해 비정상적 요소가 발견되지 않았고, 체중증가 혹은 사망과 같은 불규칙적인 현상이 관찰되지 않았다. 경구적 반수치사량(LD₅₀)은 체중 Kg당 10g 이상으로 측정되었다.

만성 독성 실험

실험용 쥐(암, 수)에게 체중 Kg당 1.1, 2.2, 4.4g 수준의 콩 올리고당을 경구적으로 28일 동안 연속 투여하였을 때도 비정상적 특성이 관찰되지 않았다.

돌연변이 발생 및 설사 유도량 검사

콩 올리고당 추출물이 돌연변이를 유도하는지에 대한 검사로서 Rec-assay와 Ames 실험을 수행한 결과 모두 음성반응을 나타내었고, 설사에 대한 콩 올리고당의 비효과적 복용량은 성인 남성의 경우 Kg당 0.64g이며, 성인 여성의 경우 Kg당 0.96g으로 결정되었다.

맺음말

건강한 삶을 즐기기 위해 균형 있는 음식을 섭취하는 것은 매우 중요하다. 현대사회는 인스턴트 식품의 소비와 외식의 빈도가 증가하며, 상대적으로 단백질 및 지질이 고농도로 함유되어 있고, 섬유소의 함량이 낮은 서구의 음식이 세계적으로 더욱 대중화 되고 있는 실정이다. 또한 즐겨먹는 음식의 유용성 증대는 개인적인 식이의 다양성을 축소시키며 이러한 조건 때문에 영양적으로 균형 잡힌 식이를 유지하기는 더욱 어렵다. 이러한 불균형적인 식이로 인해 장내 박테리아는 발암성 대사산물을 생성하고 이들은 결국 결장암 및 유방암 등과 같은 성인병과 건강상의 문제를 유발하므로 건강, 식이와 장내 균총과의 상호관계를 고려한 균형 있는 식이요법이 반드시 필요하다.

콩 함유 올리고당은 raffinose와 stachyose로 구성되며, 이들은 난소화성의 특성을 나타내고, 장내 유익균인 비피도박테리아에 의해 선택적으로 이용되어 진다. 또한 콩 올리고당은 급·만성 독성시험 결과 무독이라 할 수 있고 장내 비피도박테리아의 생장을 촉진함으로써 부패균에 의한 대사산물 생성을 억제하고, 배변활동의 증가를 유도하며, 혈장 내 총지방, 콜레스테롤 및 중성지방함량을 감소시켜 만성적 성인병의 유발을 억제하는 건강 기능적 특성을 나타낸다. 그러므로 콩 함유 올리고당의 가공적 성, 생리활성 및 고 함유 품종육성에 대한 포괄적 연구는 기능적으로 건강에 유익한 새로운 식품개발을 가능하게 할 것이다.

인용문헌

Agheli, N., M. Kabir, S. Beri-Canani, E. Petjean, A. Boussairi, J. Luo, F. Bornet, G. Slama, and S. W. Rizkalla. 1998. Plasma lipids and fatty acid synthase activity are regulated by short-chain fructo-oligosaccharides in sucrose-fed insulin-resistant rats. *J. Nutr.* 128 : 1283-1288.

American Soybean Association. 2001. A to Z on soybean meal. United Soybean Board. 56.

Annual report on the cause of death statistical report. 1996. The Economic Planning Board.

Aspinall, G. O. 1988. Chemistry of soybean carbohydrates. In *Proceeding of Soybean Utilization Alternatives*, L. McCann (ED.), 117-129.

Burkitt, D. P. and H. C. Trowell. 1975. Refined carbohydrate food and disease, Some implications of dietary fiber. Academic Press, London.

Choi, E. H., H. Y. Kim, Y. H. Kim, W. K. Kim, S. J. Oh, and S. H. Kim. 1999. Effects of selected oligosaccharides on fecal microflora and lipid constitution in rats. *Korean Journal of Nutrition.* 32(3) : 221-229.

조동택. 2003. 질병예방과 치료측면에서 본 콩 식품. 경북대학교 농업과학기술연구소 학술심포지움 발표집. 109-110.

Choung, M. G., W. Y. Han, S. T. Kang, I. Y. Baek, S. K. Oh, D. C. Shin, S. D. Kim, and E. H. Park. 2002. Determination of Soluble Carbohydrates in Soybean Seeds, *Korean Journal of Cop Science.* 47(Supplement 2): 56.

- Fiordaliso, M., N. Kok, J. Desager, F. Goethals, D. Deboyser, and M. Delzenne. 1995. Dietary oligofructose lowers triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. *Lipids* 30 : 163-167.
- Hill M. J., B. S. Drasar, V. Aries, J. Crowther, G. Hawkesworth, Reo Williams. 1971. Bacteria and etiology of cancer of the large bowel. *Lancet* 1 : 95 - 102.
- Hymowitz, T., F. I. Collins, J. Panczner, and W. M. Walker. 1972. Relationship between the content of oil, protein, and sugar in soybean seed. *Agron. J.* 64 : 613 - 616.
- 김철재. 1995. 콩의 생리활성 물질. 영남대학교 장류연구소 심포지움 발표집. 9-43.
- Kim, S. H., W. K. Kim, Y. A. Jang. 1997. Dietary life and health. Sinkwang Press. 247-256.
- Kok, N., M. Roberfroid, A. Robert, and N. Delzenne. 1996. Involvement of lipogenesis in the lower VLDL secretion induced by oligofructose in rats. *Br. J. Nutr.* 76 : 881-890.
- Kris, Etherton, Debra Krummel, Garlene Dreon, Sally Mackey, Peter D, and Wood D. Sc. 1988. The effect of diet on plasma lipids, lipoproteins, and coronary heart disease. *J. AM Diet Assoc.* 88(11) : 1373-1400.
- Kwon, T. W. and S. K. Kang. 1993. Development of food engineering and our dietary life. *Korean Journal of dietary Culture* 8(4) : 351-357.
- Lee, I. H. 1993. The effect of Korean dietary life changes on health and diseases. *Korean Journal of dietary Culture* 8(4) : 359-372.
- Liu, KeShun. 1999. Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization. *Aspen Publishers, Inc.* 25-114.
- McDonel, J. L., 1980. Clostridium perfringens toxins(Type A, B, C, D, E). *Pharmac. Ther.* 10 : 617-655.
- Mitsuoka T. 1982. Recent trends in research on intestinal flora. *Bifidobacteria Microflora* 1 : 3-24.
- Mitsuoka T. 1992. Intestinal flora and aging. *Nutr. Rev.* 50 : 438-446.
- Yazawa K. Z. Tamura. 1982. Search for sugar source for selective increase of Bifidobacteria. *Bifidobacteria Microflora* 1 : 39-44.
- National Nutrition Survey Report. 1994. Ministratation of Health and Welfare.
- Streggerda, F. R., E. A. Richards, and J. J. Rackis. 1966. Effects of various soybean products on flatulence in the adult man. *Proc. Soc. Expt. Biol. Med.* 121 : 1235-1239.
- Tomomatsu, H. 1994. Health effects of oligosaccharides. *Food Technol.*, Oct., 61-65.
- Topping, D. and P. M. Clifton. 2001. Short-chain acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharide. *Physiological Review* 81 : 1031-1064.
- Welin, L., H. Eriksson, B. Larsson, LO. Ohlson, K. Svardsudd, G. Tibblin, and L. Wilhelmsen. 1991. Triglycerides, a major coronary risk factor in elderly men, a study of men born in 1913. *Eur. Heart J.* 12 : 700-704.
- Wenxun, F., R. Parker, B. Parpia, Q. Yinsheng, P. Casano, M. Crawford, J. Leyton, J. Tian, C. Junshi, and TC. Campbell. 1990. Erythrocyte fatty acids, plasma lipids and cardiovascular disease in rural china. *Am. J. Clin. Nutr.* 52 : 1027-1036.
- Yokoyama, M. T., J. R. Carlson. 1979. Microbial metabolites of tryptophan in the intestinal tract with special reference to skatole. *Am. J. Clin. Nutr.* 32 : 173-178.
- Yosushi, K., S. Takanobu, and O. Robert. 1993. Oligosaccharides: production, properties, and applications, Soybean oligosaccharides. Gordon and Breach Science Publishers. 176-203.
- 山内文男. 1992. 大豆の科学, 朝倉書店. 71-73.
- 住原泰雄. 1987. フードケミカル. 6 : 87-96.