

식이 Xylooligo당의 난소화성과 담즙산 흡수 지연효과

주길재 · 이인구 · 김성옥* · 이순재*

경북대학교 농화학과

*대구효성가톨릭대학교 식품영양학과

Effect of Dietary Xylooligosaccharide on Indigestion and Retarding Effect of Bile Acid Movement Across a Dialysis Membrane

Gil-Jae Joo, In-Koo Rhee, Sung-Ok Kim* and Soon-Jae Rhee*

Dept. of Agric. Chem., Kyungpook National University, 702-701, Korea

*Dept. of Food Science and Nutrition, Catholic University of Taegu-Hyosung, 712-702, Korea

Abstract

The digestibility of xylooligosaccharide(XO) by juices of the digestive tract and retardation effect of XO on the adsorption of bile acids were compared with fructooligosaccharide(FO) and isomaltooligosaccharide(IO). *In vitro* digestion experiments showed that any hydrolyzed products of FO, IO and XO were not detected by HPLC after reaction with saliva, pancreatic, artificial intestinal, and large intestinal juices, and artificial sera for 4 hours at 37°C. However, IO were mostly digested by the small intestinal juice, and some quantity of FO were digested. XO were not digested at all by any enzyme of digestive tract. In order to investigate retardation effect of XO on the bile acid absorption. *In vitro*, permeability of bile acid against dialysis membrane was determined in the mixture of bile acid and XO. The per-meability of bile acid against dialysis membrane in control mixture which contained guar gum instead of XO was set 100%. The permeability of bile acid showed about 50% in the FO and IO mixture and 43% in the XO mixture. The activity of lactase in FO group and activity of sucrase and maltase in XO group in rat small intestinal mucosa were significantly decreased. Consequently, the present results indicate that XO is indigestible in digestive tract and has retarding effect of adsorption of bile acid compared with the other oligosaccharides. The disaccharidase activity of the XO dietary group was lower than that of the other oligosaccharides dietary group. Furthermore, it was suggested that hydrolysis of sugar may be retarded in digestive tract and glucose level in blood may be controlled effectively by the XO.

Key words: xylooligosaccharide, indigestion, disaccharidase activity

서 론

최근 기능성 식품에 대한 관심의 고조와 효소공학의 발달로 기능성 올리고당이 개발되어 그 기능이 새롭게 평가되어지고 있다(1,2). 현재 관심이 되고 있는 올리고당으로는 galactooligo당, fructooligo당, isomaltooligo당, 대두올리고당 및 xylooligo당 등이 있다. 식품에 올리고당의 첨가는 식품의 점탄성, 유동성을 변화시키고 질감의 특성 개선시키므로 현재 다방면에 응용되며 유제품, 건강보조식품, 조미료, 물엿 등에 첨가되고 있다(3).

또 한편으로 올리고당은 생체내에서는 난소화성의

저칼로리 물질로 천연 식이섬유소와 유사한 역할을 할 뿐만 아니라 장내 소화효소에 의해 분해되지 않고 대장까지 도달하여 대장에 서식하고 있는 비피더스균(비피더스 박테리움)을 비롯한 장내 유용세균에게 이용되어 유해세균 또는 병원성 세균의 증식을 억제하는 기능을 가지므로(4) 변성(便性) 개선효과 및 배변횟수 증가 기능을 가진 물질로 알려져 영양적으로 중요시 되고 있다(5). 그러므로 올리고당은 현재 우리나라와 같이 식품의 과잉섭취나 운동부족 등으로 인한 성인병 발병율이 증가(6)되고 있는 국가에서 더 각광을 받고 있다. 이와 같이 올리고당은 식품의 물성개량에 유용할 뿐만 아

*To whom all correspondence should be addressed

니라 인체에 유용한 기능성을 가지고 있어 건강 지향적 식품소재로 더욱 각광을 받고 있다(25).

따라서 본 실험에서는 여러 올리고당 중에서 xylan의 가수분해물이면서 그 기능성이 우수하다고 알려져 있는 xylooligo당의 난소화성과 담즙산 흡수지연 효과를 입증하기 위하여 *in vitro* 실험과 *in vivo* 실험을 병행하였다. *In vitro* 실험은 xylooligo당이 체내에서 분비되는 여러가지 소화액에 대한 난소화성과 장관막의 투과성, 담즙산의 흡수지연 효과를 입증하고자 행하였다. 동물실험으로서는 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 첨가한 식이로 흰쥐를 사육한 후 동물체내에서 xylooligo당의 소장점막에서의 이당류 분해효소활성을 관찰하였다.

재료 및 방법

*In vitro*에서 올리고당의 난소화성

시약 및 재료

본 실험에 사용한 xylooligo당은 일본의 Suntory사 제품(Lot No. 91012551)을 사용하였고, fructooligo당, isomaltooligo당은 삼양 제넥스사의 제품을 사용하였으며, 타액 및 췌장액은 병원의 임상실험용을 사용하고, 인공장액(human sera)은 Sigma사(A3176)의 제품을, 소장점액 및 대장액은 본 실험실에서 사육한 실험쥐로부터 준비하였다.

체내 각종 분비액(타액의 α -amylase, 인공장액, 췌장액, 소장 점액 및 대장액)에 의한 올리고당의 분해 여부 관찰

각종 올리고당의 분해양상을 조사하기 위하여 사람의 타액, 췌장액, 인공장액, 소장점액, 대장액 등의 원액 500 μ l에 각종 10% 올리고당을 각각 500 μ l씩 첨가하여 37°C에서 12시간 반응시킨 후 HPLC로 분석하였다. HPLC 기종은 Waters Model 600E(USA)를 사용하였고, 분석조건으로 column은 Sugar-pak 1(30cm \times 3.9mm i.d.)을 사용하였고, 컬럼의 온도는 90°C, mobile phase는 50mg Ca-EDTA/1L H₂O, flow rate는 0.5ml/min, RI detector를 사용하였으며 시료 주입량은 10 μ l로 하였다.

소장점액에서의 시간별 올리고당의 분해 관찰

소장점액에서의 시간별 올리고당의 분해력을 조사하기 위해 시험관에 각종 올리고당(10%) 1ml와 소장점액(원액) 1ml을 넣고 37°C에서 시간별로 반응시킨 후 생성되는 환원당은 DNS법(7)으로 측정하였다.

올리고당의 흡수지연 효과

Xylooligo당 및 각종 올리고당을 이용하여 Adiotomre

등(8) 및 이와 이(9)가 이용한 방법을 약간 변형하여 각종 올리고당의 흡수 지연효과를 조사하였다. 투석막(Sigma chemiacal Co., D7884 : M.W. cut-off<1,200)을 자른 후 0.1% sodium azide가 녹아있는 0.05M phosphate buffer(pH 7.0)(sodium azide phosphate buffer : SAP buffer)에 침지시킨 1%의 각종 올리고당 3ml와 SAP buffer 3ml를 각각 첨가하여 투석막의 끝을 묶은 후 하루밤 시료를 수화시켰다. 대조구의 경우에는 각종 올리고당만 넣고 섬유시료는 제외시켰다. 이 용기에 SAP buffer 100ml를 첨가한 후 37°C 진탕수조에 용기가 잠기게 하여 100rpm으로 시간별로 진탕하였다. 일정한 시간 간격으로 투석막외로 빠져나오는 당의 함량을 분석 하였다.

담즙산의 흡수지연 효과

Xylooligo당 및 각종 올리고당의 담즙산 흡수지연 효과를 판정하기 위한 실험도 Adiotomre 등(8) 및 이와 이(9)의 방법을 약간 변형하여 행하였다. 즉 투석막 내부에 SAP buffer로 만든 30nmol taurocholic acid 용액 3ml과 각종 1% 올리고당 3ml를 각각 혼합하여 투석막에 넣고 상기 올리고당의 흡수 지연효과에서와 같이 일정한 시간 동안 반응시킨 후 투석막을 빠져나오는 담즙산을 담즙산 진단kit(일본 제일화학약품(주), EZNZA-BLLE · 2, 일본)로 정량 하였다. 대조구는 담즙산 용액만 넣고 각종 올리고당은 제외시켰다.

In vivo 실험에서의 난소화성 관찰

실험동물 및 식이

실험동물은 체중 100gm 내외의 Sprague-Dawley 종 수컷을 환경에 적응시키기 위해 일반 배합사료(삼양사)로 일주일 예비사육 후 난괴법(randomized complet block design)에 의해 Table 1과 같이 정상식이를 공급한 정상군(Normal)과 정상식이에 10% 올리고당을 공급한군(NX군)으로 나누고 다시 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 첨가하지 않은 군(C군)과 10% xylooligo당을 넣은 식이군(CX군)으로 하여 각 실험군마다 10마리씩 4군으로 나누어 4주간 사육하였다. 식이와 물은 자유 급식시켰다.

식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율

식이섭취량 및 체중은 전 실험기간 동안 매일 일정 시간에 측정하였다. 식이 효율(Food efficiency ratio, FER)은 전 체중증가량을 같은 기간 동안의 식이섭취량으로 나누어 줌으로써 계산하였다.

이당류 효소활성 측정

Lactase, maltase, sucrase활성은 Dahlqvist 방법

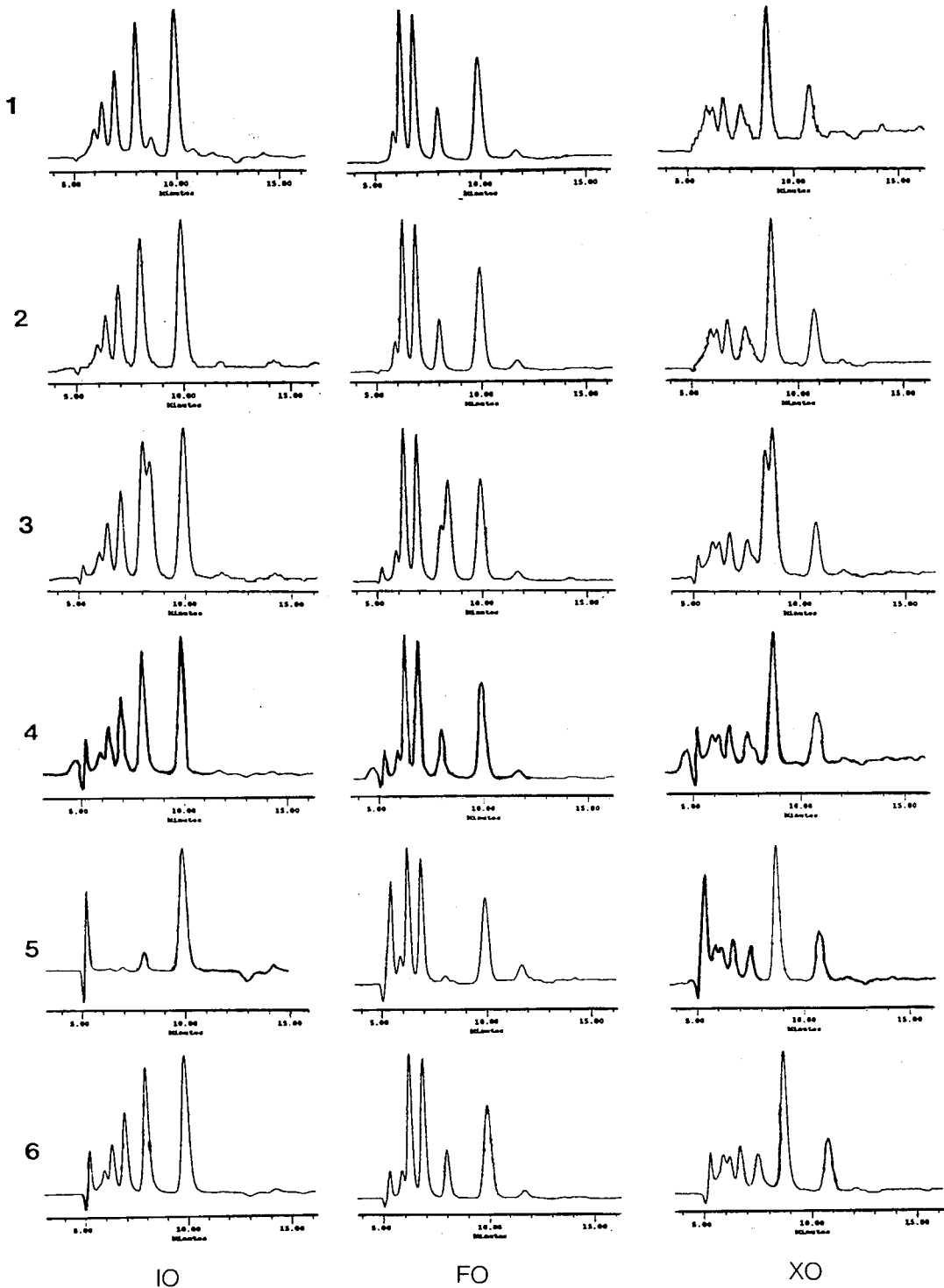


Fig. 1. HPLC profile of oligosaccharides degradation by various secretion mucus.

1, Standard oligosaccharides; 2, Saliva; 3, Pancreatic juice; 4, Human sera; 5, Small intestinal mucus; 6, Large intestinal mucus; IO, isomaltooligosaccharide; FO, Fructooligosaccharide; XO, xylooligosaccharide.

Table 1. Classification of experimental groups

Ingredients	Normal ¹⁾	NX	C	CX
Casein	18	18	18	18
Salt mixture	4	4	4	4
Vitamin mixture	1	1	1	1
Cellulose	5	5	5	5
Corn oil	5	5	5	5
Scurose	5	5	5	5
Starch	62	52	60.75	50.75
Sodium cholate	-	-	0.25	0.25
Cholesterol	-	-	1	1
Xylooligosaccharide	-	10	-	10
Total(%)	100	100	100	100

¹⁾Normal: basal diet,

NX: basal diet+10% xylooligosaccharide

C: basal diet+1% cholesterol

CX: basal diet+1% cholesterol+10% xylooligosaccharide

(10)에 의해 측정하였다. 즉 실험식으로 4주간 공급한 다음 실험동물을 희생한 직후 소장상부 10~60cm사이를 잘라 절개한 후 차게 냉장시킨 생리식염수로 수회 세척하여 cheese cloth로 수분을 제거하였다. 얼음위 냉각판에서 점막을 slide glass로 긁어서 무게를 달고 4배의 증류수와 함께 homogenizer로 균질화시켜 측정 시료로 사용하였다.

통계처리

실험 결과에 대한 통계처리는 각 실험 군별로 표준 차이가 있는가를 검증하기 위해 분산분석을 수행하였으며 분산분석 결과 유의성이 발견된 경우 군간의 유의도는 Tukey's HSDtest에 의해 분석하였다(11).

결과 및 고찰

In vitro에서 올리고당의 난소화성 조사

각종 체내 분비액에 의한 올리고당의 분해 양상

각종 올리고당의 분해양상을 조사하기 위하여 사람의 타액, 췌장액, 인공장액, 소장점액 및 대장액에 각종 올리고당을 10%씩 첨가하여 37°C에서 12시간 반응시킨 후 HPLC로 분석한 결과 Fig. 1에서와 같다. 즉, 타액, 췌장액, 인공장액 및 대장액에서는 xylooligo당, fructooligo당 및 isomaltooligo당은 모두 분해되지 않았으나 소장점액에서 isomaltooligo당은 완전히 분해되어 단당류(glucose)만 남아있었고, fructooligo당은 일부 이당류가 분해됨을 확인하였다. 그러나 xylooligo당은 체내 분비액에 의해 분해되지 않았다.

소장점액에서의 시간별 올리고당의 분해

소장점액에서의 시간별 올리고당의 분해를 환원당

정량법으로 나타낸 결과 Fig. 2에서와 같이 isomaltooligo당은 반응 4시간 이후 대부분 분해(소장점액 ml당 9mg)되었으며, fructooligo당은 극소량(소장점액 ml당 0.5 mg)이 분해되었으나 xylooligo당은 전혀 분해되지 않았다.

올리고당의 흡수지연 효과

각종 올리고당의 흡수지연 효과를 조사한 결과 Fig. 3과 같다. 식이 올리고당을 첨가하지 않고 glucose만을 첨가한 대조구에서 빠져나오는 당을 100%로 환산하여 조사한 결과, 30분 반응 이후 glucose인 경우 44%, fructooligo당은 50%, isomaltooligo당은 55% 등 대부분이 대조구에 비해 절반 이상 투석막외로 빠져나왔으나 xylooligo당인 경우에는 30%정도 빠져나와 흡수 지연효과가 다른 올리고당에 비하여 높게 나타났다. 반응 시간이 경과함에 따라 그 차이는 더욱 증가하여 반응 4시간 이후 대부분의 올리고당은 90% 정도 빠져나왔으나 xylooligo당은 70% 정도 빠져나왔다. 또 반응 8시

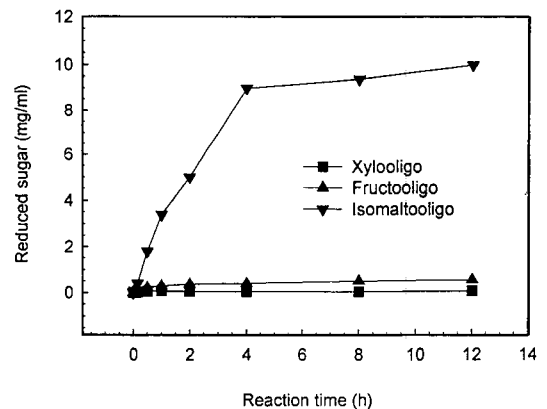


Fig. 2. Reducing sugar produced by the small intestine mucos.

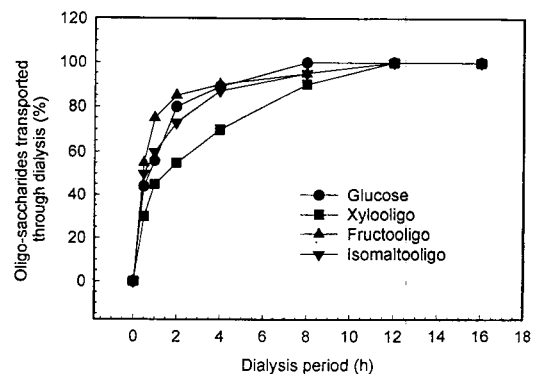


Fig. 3. In vitro passive transport of oligosaccharide.

간에는 다른 당이 95% 정도이었으나 xylooligo당은 90% 정도가 나타났다. 따라서 xylooligo당의 장간막의 흡수율이 가장 낮을 것으로 예측된다.

올리고당의 담즙산 흡수 지연효과

올리고당의 담즙산 흡수 지연효과를 판정한 결과 Fig. 4와 같다. Bile acid 용액만 첨가한 대조군에서 빠져나오는 bile acid를 100%로 환산하여 조사한 결과, 2시간 반응후 glucose, fructooligo 및 isomaltooligo당 등이 모두 50% 이상이였으나 xylooligo당은 43%이였으며, 반응시간이 경과하여도 일정하게 다른 실험군에 비해 담즙산의 흡수지연 효과가 높게 나타났다.

In vivo에서의 xylooligo당의 난소화성

실험 동물의 체중증가 및 식이효율

4주간 사육한 흰쥐의 식이섭취, 체중증가량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상식이에 10% xylooligo당을 투여한군(NX군)만이 정상군에 비해 유의적으로 낮았으며 C군은 높았다. 콜레스테롤식이만 공급한 C군에 비해 NX군은 유의적으로 낮았으며 콜레스테롤식이에 10% xylooligo당을 공급한 CX군은 유의적 차이는 없었지만 체중증가량의 감소 경향을 보였

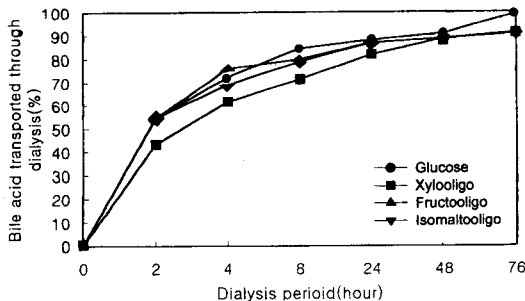


Fig. 4. *In vitro* passive transport of taurocholic acid in the presence of oligosaccharides.

Table 2. Effects of dietary xylooligosaccharide on body weight, food intake and FER in rats fed high cholesterol

Groups	Body weight gain(g)	Food intake (g/day)	Food efficiency
Normal	205.44±13.65 ^a	23.42±0.67 ^{ab}	0.22±0.01 ^a
NX	170.89±10.26 ^b	24.56±0.39 ^a	0.18±0.01 ^b
C	240.38±8.44 ^c	23.31±0.40 ^b	0.23±0.01 ^a
CX	204.56±10.70 ^{ac}	24.80±1.01 ^{ab}	0.19±0.01 ^b

All values are mean±SE(n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different each groups at $p<0.05$ by Tukey's test.

다. 식이섭취량은 정상군에 비해 콜레스테롤 실험군(C군)에서 유의적 차이가 없었다. 식이효율은 정상군에 비해 xylooligo당을 공급한 NX군과 CX군에서 유의적으로 낮았다.

실험동물의 장기무게

간무게는 Table 3에서와 같이 고콜레스테롤 공급군(C군)에서 정상군보다 유의적으로 높았으며 C군에 비해서 10% xylooligo당 공급군(CX군)은 유의적으로 감소하였다. 신장무게는 고콜레스테롤 식이나 xylooligo당의 공급에 따른 영향은 없었고 소장무게는 정상군과 고콜레스테롤 식이군(C군)에 비해 정상식이에 10% xylooligo당 공급군(NX군)과 고콜레스테롤식이에 10% xylooligo당 공급군(CX군)에서 유의적으로 높았다. 맹장의 무게는 정상식이군(normal군)보다 NX군과 CX군이 높았고 또 고콜레스테롤에 10% xylooligo당을 공급한 CX군이 높았고 특히 CX군은 다른 실험군에 비해 가장 높았다.

이당류 분해효소 활성

소장내 이당류 분해효소 활성도를 관찰한 결과(Table 4) maltase의 활성이 lactase와 sucrase 활성보다 크게 높았다. Lactase활성은 고콜레스테롤식이군(C군)이 정상군에 비해 높았으나 xylooligo당 공급군(CX군)은 오히려 정상군이나 다른군에 비해 낮았다. Sucrase와 maltase의 활성은 다른군들에 비해 CX군에서 유의적으로 낮았다.

본 연구는 xylooligo당의 생리적 기능성을 관찰하기 위해 *in vitro* 실험으로 xylooligo당의 난소화성과 담즙산 흡수지연 효과를 다른 올리고당과 비교 관찰하고 또 *in vivo* 실험으로 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 첨가한 식이로 흰쥐를 사육한 후 체중증가량과 장기무게와 소장 내에서의 이당류 분해효소 활성을 관찰하므로써 xylooligo당의 물리·화학적 기능 및 생리적 기능을 살펴봄으로 이들의 이용과 섭취방안 그리고 영양

Table 3. Organ weights of rat fed in high cholesterol diet including xylooligosaccharide

Groups	Liver	Kidney	Intestin	Cecum
Normal	2.85±0.23 ^a	0.66±0.02 ^{NS}	2.02±0.07 ^a	0.58±0.04 ^a
NX	3.30±0.20 ^a	0.73±0.04	2.35±0.09 ^b	1.90±0.17 ^b
C	7.846±1.70 ^b	0.65±0.02	2.15±0.07 ^{ab}	0.87±0.15 ^a
CX	4.55±0.16 ^c	0.67±0.02	2.31±0.13 ^b	2.47±0.12 ^c

All units are g/100g Body weight. All values are mean±SE(n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different each groups at $p<0.05$ by Tukey's test.

Table 4. Effects of dietary xylooligosaccharide on disaccharidase activity of small intestine in rats fed high cholesterol diet (unit)

Enzyme Groups	Lactase	Sucrase	Maltase
Normal	13.06±0.66 ^a	41.45±3.47 ^a	221.23±22.20 ^a
NX	11.88±1.84 ^a	38.81±2.73 ^a	221.19±16.58 ^a
C	16.46±1.54 ^b	40.26±1.97 ^a	257.08±22.39 ^a
CX	8.90±1.53 ^c	33.52±2.28 ^b	189.79±31.09 ^b

All values are mean±SE(n=10).

Values within a column with different superscripts are significantly different each groups at $p<0.05$ by Tukey's test.

학적인 면에서 고찰하고자 한다.

In vitro 실험에서 타액, 췌장액, 인공장액 및 대장액에서 xylooligo당, fructooligo당 및 isomaltoligo당은 모두 분해되지 않았으나 소장점막액에서 isomaltoligo당은 완전히 분해되었고 fructooligo당은 일부만 분해되었으나 xylooligo당은 체내 분비액에 의해 완전히 분해되지 않아 올리고당 중에서 xylooligo당이 가장 완전한 난소화성당인 것이 증명되었다. 그리고 장간막의 흡수율도 다른 올리고당에 비해 xylooligo당이 가장 낮았다. 이러한 결과는 安田(12)의 xylooligo당의 생리적 기능 실험과 유(13)의 xylooligo당의 소화성 실험에서 각종 소화효소에 의해 xylooligo당의 가수분해 되지 않은 결과와 일관성을 보임으로 난소화성을 재확인 할 수 있었다.

Xylooligo당의 담즙산 흡수지연 효과에서도 반응시간의 경과에 따른 효과가 다른 올리고당에 비해 높게 관찰되었다. Story(14)는식이섬유는 bile acid와의 결합에 의해 유리상태의 담즙산 함량에 변화를 주게 될 것이라고 제안하였다. Matheson과 Story(15)는 소장내 소수성인 담즙산과 식이섬유소가 흡착되므로써 담즙산의 분해대사 및 체내 이용을 떨어 뜨리는 것을 보고 하였다. 또한 신과 김(16)이 inulooligo당이 다량 함유된 치커리 추출물을 1%, 5% 첨가한 식이로 흰쥐를 사육 후 혈청과 간에서의 cholesterol을 분석한 결과 감소되는 경향을 보였다고 한다. 이러한 결과는 올리고당이식이섬유소의 물리·화학적 특성을 가졌기 때문에 소장에서 지방대사를 위해 micelle을 형성하는 담즙산과 결합하여(17) 담즙산의 흡수지연을 나타낸다고 사료되어진다.

In vivo 실험에서 소장내 이당류 분해 효소활성은 maltase의 활성이 lactase와 sucrase 활성보다 높았고, sucrase활성은 xylooligo당 비공급군에 비해 10% xylooligo당 공급군에서 유의적으로 낮았다. 이 등(18)이 당뇨쥐에서 팩틴을 투여한 군에서는 모든 이당류 분해

효소활성이 당뇨 대조군에 비해 유의적으로 낮아졌다는 결과와 비슷하였고 이러한 결과는 xylooligo당이 팩틴과 유사한 물리적, 생리적 특성을 가진데 기인한다고 볼 수 있으며 올리고당의 이당류 분해 효소활성에 미치는 효과는 보다 명확히 규명되어야 할 것이라고 사료된다.

이상의 결과를 종합해 보면 올리고당은 난소화성이고 담즙산의 흡수지연 효과가 있으며 그중에서 xylooligo당이 가장 현저함을 알 수 있었다. 따라서 고콜레스테롤 식이로 인한 고지혈증을 억제시키는 지질개선 가능성에 기대 할 수 있겠다. 또한 이당류 분해 효소활성 저해작용이 현저하였으므로 당의 가수분해를 지연시켜 혈당조절의 가능성이 있다고 볼 수 있다.

요 약

식이 xylooligo당의 생리적 기능성을 관찰하기 위하여 *in vitro* 실험에서의 xylooligo당의 난소화성과 담즙산 흡수 지연효과를 관찰하였고 *in vivo* 실험으로 정상 식이를 공급한 정상군(Normal)과 정상식이에 10% 올리고당을 공급한군(NX군)으로 나누고 다시 고콜레스테롤 식이내에 첨가한 xylooligo당을 넣지 않은군(C군)과 10% xylooligo당 첨가 식이군(CX군)에서의 소장내 이당류 분해 효소활성을 관찰한 결과는 다음과 같다. 각종 올리고당의 분해 양상 조사에서 사람의 타액, 췌장액, 인공장액 및 대장액에서는 xylooligo당, fructooligo당, isomaltoligo당 등 모두 분해되지 않았다. 소장점막액에서의 시간별 올리고당의 분해를 관찰한 결과 isomaltoligo당의 분해는 반응 4시간 후 대부분 분해되었으나 fructooligo당은 극소량 분해되었고 xylooligo당은 전혀 분해되지 않았다. 올리고당의 담즙산 흡수 지연효과를 관찰한 결과 xylooligo당이 fructooligo당 및 isomaltoligo당에 비해 효과가 높았다. 동물실험에서 체중증가량은 정상식이에 10% xylooligo당 투여군(NX군)이 정상군에 비해 유의적으로 낮았다. 식이섬유량은 정상군에 비해 고콜레스테롤 식이군에서 유의적 차이가 없었다. 식이효율은 정상군에 비해 NX군과 CX군에서 유의적으로 낮았다. 간무게는 콜레스테롤 공급군에서 정상군보다 유의적으로 높았고, 신장무게는 식이군에 차이가 없었다. 소장무게는 정상식이에 10% xylooligo당 공급군(NX군)과 고콜레스테롤식이에 10% xylooligo당 공급군(CX군)에서 각각 비투여군에 비해 유의적으로 높았다. 맹장의 무게는 xylooligo당 비투여군인 C군을 제외한 실험군이 정상군에 비해 높았으며 CX군이 가장 높았다. 소장내 이당류분해 효소활성은

maltase의 활성이 lactase와 sucrase 활성보다 높았고 lactase, sucrase, maltase활성은 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 첨가한 식이군(CX 군)이 xylooligo당 비 투여군(C군)에 비해 유의적으로 낮았다. 이상의 *in vitro* 및 *in vivo* 실험결과를 종합해 볼 때 올리고당은 난소화성이며 담즙산의 흡수억제 및 이당류 분해 효소활성 억제작용이 있으며 그중에서 xylooligo당이 가장 현저하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 xylooligo당은 고콜레스테롤 식이로 인한 고지혈증을 억제시키는 지질 개선의 가능성과 당의 가수분해를 지연시켜 혈당조절의 가능성이 있다고 볼 수 있다.

감사의 글

이 논문은 1996년 농림수산부에서 시행한 농림수산 특정연구사업 연구비 지원에 의한 연구결과의 일부로서 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문헌

1. Oku, T. : Special physiological functions of newly developed mono and oligosaccharides. In "Functional foods" Goldberg, I.(ed.), Chapman & Hall, New York and London, p.202(1994)
2. 박관화 : 탄수화물 신소재의 개발. 식품과학과 산업, **25**, 73(1992)
3. 박관화 : 기능성당의 종류와 특성. 한국식품과학회, 올리고당의 기능성 심포지움발표 논문집, p.1(1994)
4. Kohomoto, T., Fukui, F., Takaku, H., Machida, Y. and Mitsuoaka, T. : Does-responce of isomaltooligosaccharide for increasing fecal Bifidobacteria. *Agric. Biol. Chem.*, **55**, 2157(1991)
5. 허경택 : 올리고당의 생리기능과 그 응용. 한국낙농기술학회지, **8**, 103(1991)
6. 대한통계협회 : 사망원인 통계연보(1991)
7. Miller, G. L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426 (1959)
8. Adiotomre, J., Eastwood, M. A., Edwards, C. A. and Brydon, W. G. : Dietary fiber, *in vitro* methods that anticipate nutrition and metabolic activity in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**, 128(1990)
9. 이경숙, 이서래 : *In vitro*법에 의한 식이섬유의 포도당 및 담즙산 흡수 지연 효과. 한국영양학회지, **29**, 738(1996)
10. Dahlqvist, A. : Disaccharidases. In "Method of enzymatic analysis" 2nd ed., Academic Press, Vol. 2, p.916 (1974)
11. 채서일, 김범룡 : SPSS/PC를 이용한 통계 분석. 법무사 (1988)
12. 安田 : キシロオリゴ糖の加工食品への應用. 新食品産業學會誌, **35**, 72(1993)
13. 유진영 : Xylooligosaccharide의 개발과 응용. 식품의 개발, **24**, 42(1989)
14. Story, J. A. : Dietary fiber and lipid metabolism. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **180**, 447(1985)
15. Matheson, H. B. and Story, J. A. : Dietary psyllium hydrocolloid and pectin increase bile acid pool size and change bile acid composition in rats. *J. Nutr.*, **124**, 1161 (1994)
16. 신현경, 김수일 : 치커리 및 돼지감자의 inulin을 이용한 신기능성 신소재개발. 과학기술처 특정연구과제 1차년도 보고서, 과학기술처 (1995)
17. Kay, R. M. and Truswell, A. S. : Effect of citrus pectin on blood lipids and fecal steroid excretion in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**, 171(1977)
18. 이혜성, 최명숙, 이연경, 박수현, 김유정 : 당뇨병환자를 위한 고식이섬유 보충물의 개발을 위한 연구(Ⅱ). 한국영양학회지, **29**, 296(1996)

(1998년 4월 25일 접수)