

고콜레스테롤 식이를 급여한 환쥐에서 Xylooligo당의 혈중 지질개선 효과

김성옥 · 이순재[†] · 이인구* · 주길재* · 하현팔**

대구효성가톨릭대학교 식품영양학과

*경북대학교 농화학과

**(주)금복주

Effects of Dietary Xylooligosaccharide on Lipid Levels of Serum in Rats Fed High Cholesterol Diet

Sung-Ok Kim, Soon-Jae Rhee[†], In-Koo Rhee*, Gil-Jae Joo* and Hyun-Pal Ha**

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

*Dept. of Agric. Chem., Kyungpook National University, 702-710, Korea,

**Kumbokju(Co.), Taegu 704-190, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of dietary xylooligosaccharide on lipid levels of serum in rats fed high cholesterol diet. Male Sprague-Dawley rats weighing 100 ± 10 g were randomly assigned to groups of two normal(N, N+10X) and four high cholesterol diets which contained 1% (w/w) cholesterol. High cholesterol diet groups were classified to xylooligosaccharide free diet (C group), 5% xylooligosaccharide diet(C+5X group), 10% xylooligosaccharide diet(C+10X group) and 15% xylooligosaccharide diet(C+15X group) according to the level of dietary xylooligosaccharide supplementation. These experimental diets were fed ad libidum for 4 weeks. The weight gain of high cholesterol diet groups were significantly increased more than that of normal group, but those of 10% and 15% dietary xylooligosaccharide groups were significantly decreased more than that of high cholesterol diet(C)group. The higher content of xylooligosaccharide, the more food intake was increased. The food efficiencies of 10%, 15% cholesterol diet groups were lower than that of high cholesterol diet(C)group. The levels of serum triglyceride(TG) and total cholesterol were significantly high in cholesterol diet groups compared with normal diet group but were decreased in groups fed 5% and 10% dietary xylooligosaccharide. Especially, the lowest level showed in group fed high cholesterol diet containing 10% xylooligosaccharide. High cholesterol diet group containing 10% xylooligosaccharide increased HDL-cholesterol level and then decreased LDL-cholesterol level and atherogenic index compared with other groups. The level of TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) in serum was decreased in rat group fed xylooligosaccharide in high cholesterol diet. The higher content of xylooligosaccharide, the more gastrointestinal transit time was decreased. The results indicate that dietary xylooligosaccharide can improve status of TG and total cholesterol and repress lipid peroxidation in serum lipid at hypercholesterolemia induced by high cholesterol diet.

Key words: xylooligosaccharide, serum lipid levels, gastrointestinal transit time

서 론

현대는 식생활의 서구화로 에너지의 과잉 및 지질섭취량의 증가로 비만환자나 고혈압, 뇌혈관질환, 동맥경화증 등의 심혈관계 환자의 수가 급증하고 있다(1). 이에 포만감을 주면서 저칼로리 식품을 섭취하려는 욕구가 높아져 섬유소나 올리고당을 함유한 저칼로리 식품이

나 혈중 콜레스테롤 및 중성지방을 저하시키는 기능성 식품개발에 많은 관심을 갖게 되었다(2-4). 최근 기능성 올리고당을 중심으로 한 여러 측면의 연구가 진전되고 있다(3-6). *In vitro* 실험으로는 주로 올리고당의 물리적 성질(7), 당의 소화성과 분해력 등(8,9)에 관한 연구가 많다. 올리고당은 열이나 산에 더욱 안정하고 가수 활성저하 효과를 가지고 있어서 식품의 부패방지 및

[†]To whom all correspondence should be addressed

보존효과를 가지고 있는 것으로 보고되고(3) 있으며 실제로 여러가지 식품가공에도 이용되고 있다.

생체내 실험으로는 장 통과속도 측정(7), 장내 미생물 조성의 변화(9,10) 등 여러 생리적 기능이 검토되어 왔다. 이중에서도 유익한 장내세균으로 알려진 *Bifidus* 균의 선택적 증식촉진, 부패균의 증식억제, 대장내 유해산물의 생성 억제 등의 기능이 있어 대장내 환경을 개선하여 변비를 방지하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(4,5,9,10). 특히 xylooligo당으로도 *Bifidus* 활성을 나타내는 특성을 가진다.

또한 올리고당은 생체내에서 효소에 의해 거의 가수분해되지 않는 난소화성이며 장내 세균에 의해 활발하게 이용되므로 자당이나 전분 및 소화성 탄수화물이 4 kcal을 생산하는데 비해 1.5~3.0 kcal로 열량이 낮아 저칼로리 식품소재로 이용이 가능하다(3,11). 또 현재 증가되고 있는 심혈관질환의 주요 요인이 되는 혈중 콜레스테롤 저하 가능 식품으로써의 연구도 필요하다. 지금까지 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과에 대한 연구로는 주로 식이 섬유소에 대한 실험을 통해 많이 증명되었지만(12,13) 올리고당을 이용한 실험은 드물며 그중에서도 xylooligo당을 이용한 혈중 지질의 개선에 대한 연구는 거의 보고된 바 없다. Xylooligo당은 자연계에 존재하는 식품 hemicellulose 효소가수분해 시 생성되는 5탄당 oligomer이며 다른 올리고당보다 장내 환경을 개선하는 효과가 높다고 한다(3,14).

따라서 본 연구에서는 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 농도별로 첨가한 식이로 흰쥐를 사육한 후 혈중 지질 수준과 장 통과시간 및 노화나 암 등의 성인병 유발인자인 지질과산화물을 관찰함으로써 xylooligo당

의 지질개선 효과를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 식이

실험동물은 체중 100g 내외의 Sprague-Dawley종 수컷을 대전화학연구소에서 구입하여 실험에 사용하였다. 환경에 적응시키기 위해 일반 배합사료(삼양사 Co.)로 일주일간 예비사육 후 난괴법(randomized complete block design)에 의해 Table 1 같이 정상 식이에 xylooligo당을 넣지 않은 정상군(N group) 및 10%를 넣은 군(N10X group)과 또 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 첨가하지 않은 식이군(C group), 5% 첨가 식이군(C5X group), 10% 첨가 식이군(C10X group) 및 15% 첨가 식이군(C15X group)으로 나누어 각 군마다 10마리씩 4주간 사육하였다. 실험기간 중 식이와 물은 매일 일정시간에 공급하여 자유로이 섭취시켰다.

식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율

식이섭취량은 매일 전 실험기간 동안 일정 시간에 측정하였으며 체중은 3일에 한번씩 측정하였다. 식이효율(Food efficiency ratio, FER)은 전 체중증가량을 같은 기간 동안의 식이섭취량으로 나누어 계산하였다.

장 통과시간의 측정

실험 2주째에 Carmine red(Sigma Chem. Co. C1022)를 marker로서 0.5% 농도로 각 실험식이에 첨가하여 급여하고 매시간 marker의 변 중 배출을 24시간 동안 체

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients	Groups ¹⁾	N	N10X	C	C5X	C10X	C15X	(%)
Casein		18	18	18	18	18	18	
Salt mixture		4	4	4	4	4	4	
Vitamin mixture		1	1	1	1	1	1	
Cellulose		5	5	5	5	5	5	
Corn oil		5	5	5	5	5	5	
Sucrose		5	5	5	5	5	5	
Starch		62	52	60.75	55.75	50.75	45.75	
Sodium cholate		-	-	0.25	0.25	0.25	0.25	
Cholesterol		-	-	1	1	1	1	
Xylooligosaccharide		-	10	-	5	10	15	
Total(%)		100	100	100	100	100	100	

¹⁾N: basal diet, N10X: basal diet + 10% xylooligosaccharide

C: basal diet + 1% cholesterol

C5X: basal diet + 1% cholesterol + 5% xylooligosaccharide

C10X: basal diet + 1% cholesterol + 10% xylooligosaccharide

C15X: basal diet + 1% cholesterol + 15% xylooligosaccharide

크하였다. 실험식 급여 시작 시간과 marker가 변 중에 맨 처음 나타나기까지의 시간 간격을 장 통과시간으로 하였다.

시료 수집

분변은 실험기간 중 4주째에 3일간 대사 cage에서 수집하여 무게를 측정한 후 -20°C에 저장하였다. 혈청은 실험 종료 후 12시간 절식시킨 후 에테르로 마취시켜 복부대동맥에서 채혈한 후 실온에서 30분 방치 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리시켜 얻었다. 장기는 액체질소로 급속 동결시켜 -70°C에 냉동 보관하였다.

혈청 Triglyceride(TG), 총 콜레스테롤 함량 측정

혈청 TG, 총 콜레스테롤 함량은 표준 효소법에 의한 kit(아산제약)를 사용하여 550nm와 500nm에서 각각 흡광도를 측정하여 계산하였다. 혈청 HDL-콜레스테롤 측정을 위해 2% dextran sulfate와 1M MgCl₂ 침전액 (1:1)을 가하여 그 상층액을 시료로 표준 효소법에 의한 kit(아산제약)를 사용하여 500nm에서 흡광도를 측정하였고 LDL-콜레스테롤은 Fiedewald식 {Total cholesterol - (HDL-cholesterol + TG/5)}에 의해 계산하였으며(15) atherogenic index는 {(Total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol} 식으로 산출하였다.

혈청 중의 과산화지질 정량

과산화지질의 분석은 시료를 n-butanol로 추출하여 excitation 파장 515nm, emission 파장 533nm에서 형광을 측정하는 Yagi법(16)을 이용하여 TBARS 함량을 측정하였고, 이때 표준품은 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용하였다.

통계처리

모든 실험결과에 대한 통계처리는 각 실험군별로 차이가 있는가를 검증하기 위해 분산분석을 수행하였으

며 분산분석결과 유의성이 발견된 경우 군간의 유의도는 Tukey's HSD test에 의해 분석하였다(17).

결과 및 고찰

최근 우리나라에서는 혈액 중성지방과 콜레스테롤의 수치가 증가되어 심혈관계 질환의 위험성이 높아지고 있으므로 이를 예방하는 연구의 일환으로 본 연구를 시도하였다. 따라서 본 연구에서는 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 농도별로 첨가한 식이로 사육한 흰쥐의 혈중 지질수준과 장 통과시간 및 지질과산화물을 관찰함으로써 xylooligo당의 혈청 지질개선 효과를 관찰하고자 시도하였다.

체중증가 및 식이효율

실험기간 동안 흰쥐의 체중변화는 Fig. 1과 같고 체중증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 체중증가량은 정상군에 비해 고콜레스테롤군(C group)에서 높았고 정상군에 10% xylooligo당을 공급한 군(N10X group)과 15% xylooligo당을 공급한 군(C15X group)에서 낮았다. 식이섭취량은 정상군과 C군에서는 차이가 없었으나 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 첨가한 군은 농도가 높을수록 정상군에 비해 섭취량이 증가하였다. 식이효율은 정상군과 C군에 비해 10%

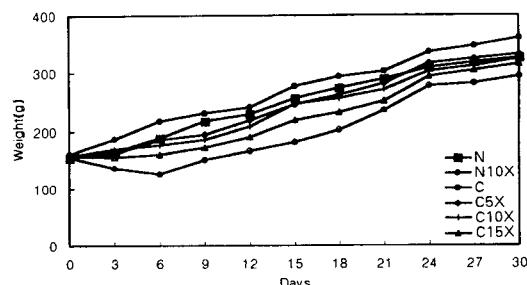


Fig. 1. Changes in body weight during 4 weeks.

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

Group ¹⁾	Body weight gain(g) ²⁾	Food intake(g/day)	Food efficiency
Normal	205.44±13.65 ^{a3)}	23.42±0.67 ^{ab}	0.22±0.01 ^a
N10X	170.89±10.26 ^b	24.56±0.39 ^{ac}	0.18±0.01 ^b
C	240.38±8.45 ^c	23.31±0.40 ^b	0.23±0.01 ^a
C5X	221.89±13.60 ^{ac}	25.79±0.34 ^c	0.22±0.01 ^a
C10X	204.56±10.70 ^a	24.89±0.10 ^d	0.19±0.01 ^b
C15X	192.67±14.84 ^{ab}	27.96±0.78 ^e	0.15±0.01 ^c

¹⁾Legend refers to Table 1.

²⁾All values are mean±SE(n=10).

³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

xylooligo당 공급군(N10X group)과 15% xylooligo당 공급군(C15X group)에서 유의적으로 낮았다.

실험동물의 장기 무게

단위 체중당 간장, 신장, 소장 및 맹장의 무게는 Table 3과 같다. 간장의 무게는 콜레스테롤군 모두가 정상군에 비해 높았으며 콜레스테롤만 공급한 군(C group)에 비해서는 C10X와 C15X군에서 유의적으로 낮았다. 신장의 무게는 실험군간에서 유의적인 차이가 없었다. 소장의 무게는 정상군에 비해 C군은 차이가 없었으나 xylooligo당 공급군에서 유의적으로 높았으며 xylooligo당의 농도별 차이는 없었다. 맹장의 무게는 정상군에 비해 C군을 제외한 모든 군에서 높았으며, xylooligo당의 농도가 높을수록 증가하는 경향이었다.

혈청 중성지방, 콜레스테롤 및 동맥경화지수

혈청 중성지방, 총콜레스테롤, HDL- 및 LDL-콜레스테롤의 혈청농도와 동맥경화지수는 Table 4와 같다. 혈청 중성지방의 농도는 고콜레스테롤 식이 공급군이 정상군보다는 높았지만 xylooligo당 농도를 10%, 15% 공급한 C10X, C15X군에서 콜레스테롤만 투여한(C group)군과 비교하면 유의적으로 낮았다. 혈청 총 콜레스테롤 농도는 정상군에 비해 콜레스테롤만 공급한

군(C group)은 48% 증가되었으나 C군에 비해 xylooligo당을 5%, 10%, 15%를 공급식이군(C5X, C10X, C15X group)은 각각 22%, 29% 및 21%씩 감소하였으며, 그중에서도 C10X군에서 가장 많이 감소되어 정상식이군의 수준으로 되었다. HDL-콜레스테롤은 정상군에 비해 C군에서는 59% 감소되었으며 고콜레스테롤식이에 xylooligo당 5%, 10% 공급군은 정상군에 비해 49%, 44%씩 각각 감소되었으며, C군에 비해서 26%, 36%씩 각각 증가되었다. LDL-콜레스테롤은 정상군에 비해 C군은 108% 높았으나 C5X, C10X 및 C15X군은 C군보다 각각 23%, 40% 및 25%씩 감소되었다. 또한 동맥경화지수는 정상군에 비해 C군에서 5.3배 높았으나 C5X, C10X, C15X군에서는 C군에 비해 49%, 53% 및 27%씩 각각 감소되었다.

장 통과시간

장 통과시간을 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 정상군에 비해 실험군 모두가 낮았으며 또 C군에 비해 xylooligo당을 투여한 군에서 낮았으며 xylooligo당의 농도가 높을수록 장 통과시간이 유의적으로 감소하는 경향이었다.

혈청 지질과산화물

혈청내의 지질과산화물가는 Table 5과 같다. 혈청내

Table 3. Weight of organs in rats according to different xylooligosaccharide concentrations

(g/100g Body weight)

Group ¹⁾	Liver ²⁾	Kidney	Intestine	Cecum
Normal	2.85±0.23 ^{a3)}	0.66±0.02 ^{NS}	2.02±0.07 ^a	0.58±0.04 ^a
N 10X	3.30±0.20 ^a	0.73±0.04	2.35±0.09 ^b	1.90±0.17 ^b
C	7.85±1.70 ^b	0.65±0.22	2.15±0.07 ^{ab}	0.87±0.15 ^a
C 5X	5.06±2.89 ^{bc}	0.67±0.02	2.29±0.10 ^b	1.55±0.09 ^b
C 10X	4.55±0.16 ^c	0.67±0.02	2.31±0.13 ^b	2.47±0.12 ^c
C 15X	4.36±0.35 ^c	0.64±0.04	2.35±0.11 ^b	2.44±0.24 ^c

¹⁾Legend refers to Table 1.

²⁾All values are mean±SE(n=10).

³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

Table 4. Serum triglyceride, total cholesterol, HDL- & LDL-cholesterol and atherogenic index(A.I.) in rats according to different xylooligosaccharide concentration

Groups ¹⁾	TG(mg/dl) ²⁾	Total cholesterol C(mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)	LDL-cholesterol (mg/dl)	A.I.
Normal	65.46±2.32 ³⁾	136.34±7.81 ^a	47.36±2.95 ^a	78.26±6.94 ^a	1.76±0.14 ^a
N10X	77.19±3.18 ^b	130.48±7.76 ^a	48.76±4.21 ^a	66.28±6.68 ^a	1.67±0.63 ^a
C	97.86±2.46 ^c	201.57±11.88 ^b	19.35±3.16 ^b	162.98±11.59 ^b	9.41±0.15 ^b
C5X	96.21±6.30 ^{cd}	157.98±10.99 ^a	24.03±2.74 ^{bc}	125.09±14.22 ^c	4.76±0.25 ^c
C10X	87.33±2.58 ^d	142.22±14.30 ^a	26.33±1.60 ^c	98.42±15.18 ^{ac}	4.40±0.56 ^c
C15X	86.40±3.14 ^d	159.73±12.64 ^a	20.28±2.57 ^b	122.17±11.84 ^c	6.87±1.07 ^d

¹⁾Legend refers to Table 1.

²⁾All values are mean±SE(n=10).

³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

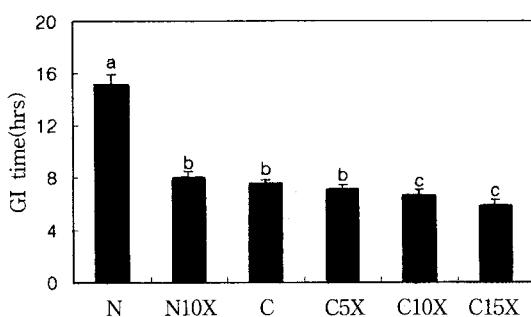


Fig. 2. Gastrointestinal transit time in rats according to different xylooligosaccharide concentrations.

Table 5. Serum TBARS in rats according to different xylooligosaccharide concentration
(MDA nmol/ml)

Group ¹⁾	Total ²⁾	HDL	LDL
N	1.59±0.05 ^a	1.02±0.06 ^{NS}	0.69±0.10 ^a
N10X	1.66±0.05 ^{ab}	1.02±0.06	0.62±0.10 ^a
C	1.89±0.12 ^b	1.13±0.11	0.88±0.11 ^b
C5X	1.76±0.10 ^{ab}	1.02±0.09	0.74±0.14 ^a
C10X	1.61±0.02 ^{ac}	1.00±0.09	0.62±0.01 ^a
C15X	1.70±0.10 ^{bc}	1.05±0.13	0.66±0.08 ^a

¹⁾Legend refers to Table 1.

²⁾All values are mean±SE (n=10).

³⁾Values within a column with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Tukey's test.

총지질과산화물가는 정상군에 비해 콜레스테롤만 공급한 군(C group)에서 유의적으로 증가하였다. C군에 10% xylooligo당 공급군(C10X group)에서 유의적으로 감소되어 정상군과 비슷한 수준이 되었다. LDL-TBARS는 각 실험군간에 유의적 차이가 없었다. LDL-TBARS는 정상군에 비해 C군에서만 유의적으로 증가하였으며, C군에 비해 C5X, C10X 및 C15X군에서 16%, 30% 및 25%씩 각각 감소하였다.

본 실험에서 정상군과 고콜레스테롤군에 비해 xylooligo당 급여군에서 체중증가량은 감소하는 경향이었고 식이섬유량은 증가하는 경향이었으나 식이효율은 유의적으로 낮았다. 윤과 왕(18)의 연구에서 난소화성 맥스트린과 페틴을 흰쥐에게 공급한 결과 식이섬유량은 차이가 없었지만 체중증가량은 페틴을 첨가한 군과 난소화성 맥스트린을 첨가한 군에서 섬유소 비첨가군에 비해 적어 식이효율이 낮았다. 박과 권(19)의 연구에서 흰쥐에 1% 콜레스테롤이 함유된 울무기름 및 라이드식이에 10% 식이섬유를 공급한 결과 라이드·페틴 식이군에서 체중증가량과 식이섬유량이 가장 낮았고 식이효율은 유의적 차이가 없었다. 이러한 결과들을 미루어 볼 때 본 실험에서 xylooligo당 공급군에서 체중

증가량과 식이효율을 감소된 것은 xylooligo당이 난소화성이며 식이섬유소의 물리적·생리적 기능을 가졌기 때문으로 사료된다.

고콜레스테롤 식이군에서 정상군에 비해 혈청 중성지방, 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤은 현저하게 증가되었으나 xylooligo당을 10%, 15%씩 투여한 식이군에서는 이들 값이 유의적으로 감소되고 HDL-콜레스테롤은 증가를 보였다. 이러한 결과는 신 등(20)의 연구에서 inulooligo당이 다량 함유된 치커리 추출물을 사료에 1%와 5% 첨가하여 4주간 사육시킨 실험에서 혈청 cholesterol의 함량이 비선퀴군에 비해 감소하는 경향을 보였고 특히 HDL-cholesterol의 증가와 LDL-cholesterol이 감소되는 결과와 비슷한 경향이었다. Hata 등(21)은 고지혈증에 대한 fructooligo당의 효과 실험에서 올리고당의 섭취에 의해 혈중 콜레스테롤 수준이 감소됨을 보고하였으며, 이러한 콜레스테롤 감소 효과는 장내균총 중 *Bifidobacteria*와 *Lactobacilluse*균의 증식(22-25)에 의해 이들 균들이 콜레스테롤을 동화시키거나 콜레스테롤 미셀(micelle)이 장벽을 통해 흡수되는 것을 억제시킴으로 가능하다고 보고하였다(26). 그리고 *Bifidobacteria*가 장내에서 niacin을 생성하는 것도 콜레스테롤의 감소에 기여하는 것으로 보고(14)되고 있다. 그러므로 본 실험결과에서 고콜레스테롤 식이에서 xylooligo당의 공급이 혈중 콜레스테롤과 TG 농도를 감소시키므로 고지혈증을 완화시키며 동맥경화지수를 낮춘다고 보여진다.

체내의 과산화적 손상의 지표가 되는 혈청 총지질과산화물가는 정상군에 비해 고콜레스테롤 공급군(C group)에서 증가를 하였고 xylooligo당 공급군에서 감소되는 경향을 보였으며 10% xylooligo당 공급군에서 유의적으로 감소하였다. LDL의 지질과산화물가는 고콜레스테롤군에 비해 xylooligo당 공급군에서 유의적으로 감소하였으며 xylooligo당의 농도별 차이는 보이지 않았다. 혈관계질환 등을 위시한 만성질환 발생의 병리기전 중의 하나로 생각되는 지질과산화물가는 고콜레스테롤혈증(hypercholesterolemia)으로 상승된 LDL이 oxidized-LDL로 전환시키게 되며 이것은 동맥 내피막의 손상과 기능손실 등을 초래시키고 동맥경화의 초기단계에 연루되어 있다고 알려져 있다(27-29). 그러나 올리고당의 공급으로 인해 장내미생물의 생육이 촉진되고 또한 장내미생물은 올리고당을 발효시켜 short chain fatty acid(SCFA)를 생성하고 생성된 SCFA를 생육에너지로 이용(30,31)하거나 생성된 SCFA가 간문맥으로 흡수되어 간에서의 지단백질 합성저해와 말초조직에서의 지단백질 제거 증가(32,33)로 LDL분비가

감소되므로 상대적으로 oxidized-LDL 전환량이 낮아지는 것이 아닌가 사료되어진다.

장내 통변시간은 xylooligo당 공급군에서 정상군에 비해 유의적으로 감소되어짐을 보였는데 이것은 xylooligo당의 공급으로 장내 비피더스균의 증식촉진을 가져오며 증식된 비피더스균은 장의 연동운동을 촉진(25,31)하므로 장내 통변시간이 단축되어지는 것으로 보여진다. 이러한 통변시간의 단축도 지질대사 개선에 또한 기여할 것이라고 생각된다.

이상과 같이 xylooligo당은 고콜레스테롤식이로 인한 고지혈증과 지질과산화물 생성을 저하시키고 장 통과시간의 단축으로 지방의 소장내 흡수를 저해시키는 기능을 관찰할 수 있었다.

요 약

Xylooligo당의 고콜레스테롤 식이 흰쥐의 혈중 지질 개선 효과를 관찰하고자 체중 100g 내외의 Sprague-Dawley종 수컷을 정상 식이에 xylooligo당을 넣지 않은 정상군(N group) 및 10%를 넣은 군(N10X group)과 또 고콜레스테롤 식이에 xylooligo당을 첨가하지 않은 식이군(C group), 5% 첨가 식이군(C5X group), 10% 첨가 식이군(C10X group) 및 15% 첨가 식이군(C15X group) 등으로 나누어 각 군마다 10마리씩 사육하여 4주 후에 쥐를 희생시켜 혈청 중성지방, 총 콜레스테롤 및 과산화지질을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 체중증가량은 정상군에 비해 고콜레스테롤군에서는 높았으나 xylooligo당 공급군에서는 유의적으로 낮았다. 식이섭취량은 xylooligo당의 농도가 높을수록 정상군에 비해 섭취량이 증가하였으나 식이효율은 고콜레스테롤만 공급한 식이군(C group)에 비해 C10X군과 C15X군에서 유의적으로 낮았다. 간장의 무게는 정상군에 비해 실험군 모두에서 높았으며 C군에 비해서는 C10X, C15X 군에서 유의적으로 감소하였다. 신장의 무게는 실험군 간에서 유의적인 차이는 없었다. 소장의 무게는 정상군에 비해 xylooligo당 공급군에서 유의적으로 높았다. 맹장의 무게는 정상군에 비해 C군을 제외한 모든 군에서 높았으며, xylooligo당 농도가 높을수록 높았다. 혈청 중성지방의 농도는 고콜레스테롤군에서는 정상군에 비해 높았지만 콜레스테롤과 함께 10%, 15% xylooligo당을 공급했을 때 유의적으로 감소하였다. 혈청 총콜레스테롤의 농도는 고콜레스테롤군에서 현저하게 높았지만 xylooligo당을 공급했을 때 모두 정상군 수준이었다. Xylooligo당 공급군들은 콜레스테롤만 공급한 군에 비해 혈중 HDL-콜레스테롤 농도를 증가시키는 반면 LDL-

콜레스테롤 농도를 감소시키고 동맥경화지수를 낮추는데 효과가 있었다. 혈청 총과산화지질 및 LDL-TB-ARS값은 콜레스테롤만 공급한 군에 비하여 10% xylooligo당 공급군에서 가장 낮았다. 장 통과시간은 정상군에 비해 xylooligo당 투여 농도가 높을수록 장 통과시간이 유의적으로 감소하였다. 이상의 실험결과를 종합해 볼 때 xylooligo당은 혈중 콜레스테롤 및 중성지방 수준을 저하시킴으로써 고지혈증이나 지질과산화를 억제시키는 지질개선효과를 볼 수 있었다. 이와 같이 xylooligo당은 지질개선효과 뿐만 아니라 장 통과시간의 유의적 감소를 나타내어 현재 급증하고 있는 고지혈증 및 심장혈관계 질환이나 주요 성인병의 하나인 과체중 내지 비만증의 예방 및 치료식이로서 이용 개발이 가능한 물질로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 1996년 농림수산부에서 시행한 농림수산 특정연구사업 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과의 일부이며 연구비지원에 감사드립니다.

문 헌

1. 대한통계협회 : 사망원인 통계연보(1991)
2. 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)
3. 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, 2(1993)
4. Kohomoto, T., Fukui, F., Takaku, H., Machida, Y., Arai, M. and Mitsuoka, T. : Effect of isomaltooligosaccharide on human fecal flora. *Bifidobacteria Microflora*, 7, 61(1988)
5. Kohomoto, T., Fukui, F., Takaku, H., Machida, Y. and Mitsuoka, T. : Does-responce of isomaltooligo-saccharide for increasing fecal Bifidobacteria. *Agric. Biol. Chem.*, 55, 2157(1991)
6. 光岡知足：場内微生物と食物因子. 學會出版センタ, 東京, p.15(1984)
7. 박관화 : 기능성 당의 종류와 특성. 한국식품과학회, 올리고당의 기능성 심포지움 발표 논문집, p.1(1994)
8. 김성우, 이순재, 이인구, 주길재 : 식이 xylooligo당의 난소화성과 담즙산 흡수 저연 효과. 한국식품영양과학회지, 27, 705(1998)
9. 本間道, 光岡知足: Bifidobacteria菌. ヨグルト本社, 東京, p.110(1979)
10. 光岡知足: 場内細菌の世界. 業文社, 東京, p.15(1980)
11. 박관화 : 탄수화물 신소재의 개발. 식품과학과 산업, 25, 73(1992)
12. Arjmandi, B. H. : Soluble dietary fiber and cholesterol influence *in vitro* hepatic and intestinal cholesterol

- biosynthesis, *J. Nutr.*, **122**, 1559(1992)
13. Mazur, A. : Effects of diets rich in fermentable carbohydrates on plasma lipoprotein levels and on lipoprotein, *J. Nutr.*, **120**, 1037(1990)
 14. Tomomatsu, H. : Health effects of oligosaccharides. *Food Technology*, **4**, 61(1994)
 15. Friedwald, W. T., Levy, R. I. and Fedreicson, D. S. : Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.*, **18**, 199(1972)
 16. Yagi, K. A. : Simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem. Mes.*, **15**, 212(1976)
 17. 강석근, 김성철, 김지현, 이윤오, 이정진, 이창수 : PC 통계학-통계교육용 한글 프로그램. 자유아카데미, p.123 (1996)
 18. 윤은영, 왕수경 : 난소화성 엑스트린과 폐틴이 정상백서의 지질대사에 미치는 영향. 한국지질학회지, **6**, 147(1996)
 19. 박양자, 권기화 : 식이섬유소와 지방의 종류가 고콜레스테롤식을 섭취한 흰쥐의 혈청과 지질성분에 미치는 영향. 동아시아 식생활학회지, **7**, 411(1997)
 20. 신현경, 김수일, 김영곤 : 치커리 및 쇠지감자의 inulin을 이용한 신기능성 신소재개발. 과학기술처 특정연구과제 1차년도 보고서, 과학기술처(1995)
 21. Hata, Y., Hara, T., Oikawa, T. and Yamamoto E. : The effects of fructooligosaccharides against hyperlipidemia. *Geriatr. Med.*, **21**, 156(1983)
 22. Hidaka, H. and Eida, T. : The effects of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora*, **5**, 37(1985)
 23. Mann, G. V. and Spoerry, A. : Studies of surfactant and cholesterolemia in the Masai. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**, 464(1974)
 24. Aoeh, S., Suzuki, Y. and Hirota., T. : The effects of lactic acid bacteria and intestinal microflora on cholesterol metabolism in rats. *Abstrs. 6th Japan Bifidus, Center. Conf.*, Tokyo(1986)
 25. Bazzarre, T. L., Wu, S. L. and Yuhes, J. A. : Total and HDL-cholesterol concentrations following yogurt and calcium supplementation. *Nutr. Repts. Intl.*, **28**, 1225 (1983)
 26. Suzuki, Y., Kaizu, H. and Yamaguchi, Y. : Effect of cultured milk on serum cholesterol concentrations in rats fed high cholesterol diets. *Animal Sci. Technol., Japan*, **62**, 565(1991)
 27. Yagi, K. : Lipid peroxides and human disease. *Chem. Phys. Lipids*, **45**, 337(1987)
 28. Freeman, B. A. and Crap, J. D. : Biology of disease free radicals and tissue injury. *Lab Invest.*, **12**, 426(1985)
 29. Esterbauer, H. : Aldehydic products of lipid peroxidation. In "Free radicals, lipid peroxidation and cancer" ed McBrien DCH & Slater TF101-128, Academic Press, New York(1982)
 30. Mitsuoka, T. : Recent trends in research on intestinal flora. *Bifidobacteria Microflora*, **1**, 3(1982)
 31. 김재철 : 기능성 올리고당. 국민영양, **189**, 44(1997)
 32. Chen, W. J. I., Anderson, J. W. : Hypocholesterolemic effects of soluble fiber. In "Basic and clinical aspects of dietary fiber" Vahouny, G. V. and Kritchevsky, D. (eds.), Plenum Press, New York, p.275(1986)
 33. Chen, W. J. I., Anderson, J. W. and Jennings, D. : Propionate may mediate the hypocholesterolemic effects of certain soluble plant fibers in cholesterol-fed rats. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, **175**, 215(1984)

(1998년 6월 25일 접수)