

자일로바이오스를 함유한 설탕이 젊은 여성의 변비 개선에 미치는 효과*

이정숙¹ · 김아름¹ · 남혜경¹ · 경명옥² · 조성은² · 장문정^{1†}

국민대학교 식품영양학과,¹ 대한제당(주) 중앙연구소²

Effect of xylobiose-sugar mixture on defecation frequency and symptoms in young women with constipation*

Lee, Jung-Sug¹ · Kim, A-Reum¹ · Nam, Hye-kyoung¹ · Kyung, Myungok² · Jo, Sung-Eun² · Chang, Moon-Jeong^{1†}

¹Department of Food & Nutrition, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

²R&D Center, TS Corporation, Incheon 22300, Korea

ABSTRACT

Purpose: The objective of the study was to investigate the effects of xylobiose-sugar mixture intake on defecation frequency and constipation symptoms in 31 young women with constipation. **Methods:** Thirty-one subjects were assigned to two groups, and subjects in each group were administered 10 g of a 7% xylobiose-sugar mixture (Experiment 1: XBS, n = 15) or 10 g of a 7% xylobiose-sugar mixture containing coffee mix (Experiment 2: XBS coffee mix, n = 16) twice per day for 6 weeks. During the study, clinical efficacy was assessed by a daily diary record. The subjects recorded their defecation frequency and fecal characteristics. **Results:** During pretreatment week, mean defecation frequency of XBS subjects was 2.13 times/week, whereas that of XBS coffee mix subjects was 1.56 times/week. The mean defecation frequencies of XBS and XBS coffee mix subjects increased significantly to 3.73 times/week ($p < 0.05$) and 3.56 times/week by week 6 ($p < 0.05$), respectively. After treatment with either XBS or XBS coffee mix, patients presented significant improvements in their amounts of stool, feelings of residual stool leftness, and abdominal pain symptoms ($p < 0.05$). The total constipation scoring system (CSS) for diagnosing constipation symptoms significantly decreased in the XBS group (10.53 score vs 7.22 score) and in the XBS coffee mix group (10.75 score vs 6.51 score) after 6 weeks. Improvement due to intake of 7% xylobiose-containing sugar seemed to last during the experimental period. **Conclusion:** The addition of approximately 7% xylobiose to commercially available sweeteners has been shown to improve constipation.

KEY WORDS: xylobiose, young women, constipation, defecation frequency, constipation symptoms

서론

변비는 배변 횟수의 감소, 변 배출의 어려움, 배변 전후의 불편함 등으로 정의되는 소화기의 비정상적인 증상이다. 배변의 어려움은 긴장감, 장운동속도의 감소로 인한 분변의 장내 정체, 배변 후 잔변감, 변의 강한 경도 등을 포함하고 있으며 이 증상들이 적어도 3개월 이상 지속되었을 때 만성 변비로 정의한다.¹ 변비 환자의 70% 정도는 대부분 일상적인 업무 수행의 불편함, 정신적인 고통 및 사회적인 인간관계까지 어려움을 느낄 정도로 삶의 질을 떨어뜨리는 중요한 질환으로 보고 있다.^{2,3} 변비의 원인으로는 운동부

족, 아침 결식, 불규칙한 식사, 적은 음식 섭취량, 식이섬유 섭취 부족, 스트레스 등을 들 수 있다.^{4,5} 대한소화기기능성 질환운동학회에서 만성 기능성 변비 치료를 위한 가이드라인으로 중등도 이상의 신체활동, 충분한 식이섬유 섭취, 섬유소가 풍부한 변 증량을 통한 변비완화제 및 프로바이오틱스 섭취를 권고하고 있으며, 변비 완화제로 polyethylene glycol, lactulose, sodium phosphate, magnesium citrate 용액, lubiprostone, inacotide 등의 약제도 사용 가능하다고 하였으나, 이들 약제의 경우 대상자에 따라 다양한 형태의 부작용이 나타날 수 있어 장기간 사용은 금하고 있다.⁶ 만성 기능성 변비 치료를 위해 제시한 방법 중 충분한 식이섬유

Received: December 20, 2016 / Revised: January 04, 2017 / Accepted: February 6, 2017

*This research was supported by High Value-added Food Technology Development Program (Project number: 313024-03-3-HD020), Ministry for Food, Agriculture, Forestry, Republic of Korea.

†To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-910-4776, e-mail: cmoon@kookmin.ac.kr

© 2017 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

섭취와 프로바이오틱스 섭취는 장내 미생물 군총의 변화를 유도하여 심각한 부작용 없이 변비 증상을 완화시킬 수 있는 방안으로 제시하고 있다.

장내 유익균 중심으로 환경 변화를 유도할 수 있는 방법은 이들 군총을 함유하고 있는 프로바이오틱스를 직접 섭취하는 방법과 비피도박테리아의 성장과 증식을 촉진시킬 수 있는 프리바이오틱스를 섭취하는 방법이 있다. 프리바이오틱스로 대표적인 제품은 식이섬유와 자일로올리고당 (xylo-oligosaccharide), 갈락토올리고당, 프락토올리고당과 같은 난소화성 올리고당이 있다.⁷⁻⁹ Rycroft 등의 연구에 의하면 프리바이오틱스 중 자일로올리고당은 장 내에서 가장 강력한 비피도박테리아를 증식시킬 수 있는 프리바이오틱스로 보고하였다.¹⁰

자일로올리고당은 식물의 헤미셀룰로오스의 주요 구성 성분인 xylan의 가수분해물로 인체 내에서 소화되지 않아, 단쇄지방산 생성 증가, 혐기성 부패 세균의 증식 억제, 변비 개선 등에 효과가 있다는 연구가 많이 진행되어 기능성 감미료로 많은 관심을 받고 있다.^{11,12} 자일로올리고당은 자일로오스, 자일로바이오스, 자일로트리오스로 구성되며 그 중 자일로바이오스가 50% 이상 함유되어 있어,¹³ 자일로올리고당의 장 기능 개선 효과는 자일로바이오스로부터 오는 것으로 보고되고 있다.^{11,12} 자일로바이오스는 넓은 범위의 pH (2.5~8.0), 고온이나 저온에서도 물리적으로 안정하며, 섭취 후 24시간 동안 소변이나 대변으로 배설되지 않고, 장내 소화 효소에 의해 가수분해 될 수 없기 때문에 장내 유익한 미생물 군총에 의해 활용이 더욱 크다고 보고되고 있다.^{14,15}

감미료는 소득증가와 가공식품의 발달로 인해 소비가 증가되고 있는 식품이며, 그 중 설탕과 고과당 시럽이 주로 소비되고 있다.¹⁶ 가공식품을 통한 당류 섭취량에 기여하는 주요 급원식품을 보면 국민건강영양조사 제 4기 (2008~2009년)에는 설탕, 우유류, 커피, 빵류, 탄산음료의 순이었고, 국민건강영양조사 제 5기 (2010~2012년)에는 설탕, 탄산음료, 빵류, 커피, 과일·채소류 음료의 순이었다.¹⁷ 2013년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 총 당류 섭취량 중 설탕은 10.9%를, 커피는 6.9%를 차지하고 있으며, 30세 이상의 성인 연령층에서는 커피가 10.6%를 차지하고 있어 성인들에 있어 설탕과 커피가 당 섭취의 주요 급원식품임을 확인할 수 있다.¹⁷ 특히, 시판되는 커피믹스 1봉지에는 당류의 중량 비율이 41~58%로 평균 5.0 g으로 조사되어 우리나라 성인의 경우 에너지 공급의 2.3%를 차지하고 있어 열량 섭취 과다의 위험이 있기 때문에 이를 대체할 수 있는 기능성 감미료에 대한 수요가 증가하고 있다.¹⁸⁻²⁰ 가공 식품을 통한 당류의 섭취량이 하루 에너지 섭취량의

10%를 초과할 경우 비만, 고혈압, 당뇨의 위험이 각각 39%, 66%, 41% 증가하는 것으로 보고하고 있으며, WHO에서는 첨가당으로부터 당 섭취량을 하루 25 g 이하 섭취할 것을 권고하고 있어, 첨가당으로 설탕을 대체할 수 있는 기능성 당류에 대한 관심이 증가하고 있다.²¹

그러므로 본 연구는 변비 증세를 갖고 있는 성인 여자를 대상으로 자일로바이오스 함유 설탕 섭취가 변비 개선에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 실험 1에서는 7% 자일로바이오스를 함유한 설탕 (xylobiose-sugar mixture, XBS) 을, 실험 2에서는 7% 자일로바이오스를 함유한 설탕을 첨가한 커피믹스 (커피, 감미료, 식물성 크림 함유, xylobiose-sugar mixture containing coffee mix, XBS coffee mix)의 음용 섭취가 변비 개선에 미치는 영향을 평가함으로써 자일로바이오스 함유 설탕의 건강기능성을 확인하고, 기능성을 부여한 커피믹스 제품을 개발하는데 필요한 근거자료를 제공하고자 하였다.

연구방법

연구대상자 선정

본 연구는 만 19~28세 성인 여자를 대상으로 4주 동안 (2016년 3월 22일~4월 15일) 모집하여 면담 및 사전 설문을 통해 변비를 갖고 있으면서 다른 소화기질환이 있거나 기타 질환으로 약을 복용하는 경우를 제외한 44명 대상자들에게 Rome III criteria,²² Bristol stool scale (Bristol stool chart, BSC, Table 1),²³ CSS (Constipation scoring system)²⁴를 적용하여 각각의 분류 기준에 따라 모두 변비로 진단된 31명을 연구대상자로 최종 선정하였고, 최종적으로 선정된 연구대상자 중 실험 기간 동안 탈락한 대상자는 존재하지 않았다. 실험 기간은 총 6주 동안 진행하였으며 연구대상자들은 실험 기간 동안 평상시 식사를 유지하도록 하였고, 시중에 시판되고 있는 모든 올리고당류 섭취는 제한하였고, 올리고당류 이외의 식품 섭취나 식품 종류의 제한은 없었다. 본 연구는 국민대학교 인간생명윤리위원회의 승인을 거쳐 수행되었다 (kmu201601-hr-097).

실험디자인

본 연구는 자일로바이오스 또는 자일로바이오스를 이용한 커피 제품 섭취가 변비 개선의 효과가 있는지를 평가하기 위해 연구에 참여 동의를 한 연구대상자들을 실험 1 (n = 15), 실험 2 (n = 16)로 나누어 무작위배정으로 할당하여 진행하였다. 실험 1은 자일로바이오스 함유 설탕 (백설탕 93%, 자일로바이오스 7%) 섭취군 (xylobiose-sugar mixture group, XBS), 실험 2는 자일로바이오스 함유 설탕을 첨가한








커피믹스 (7% 자일로바이오스 함유 설탕 45%, 인스틴트 커피 12.5%, 식물성크림 42.5%) 섭취군 (xylobiose-sugar mixture containing coffee mix group, XBS coffee mix)으로 나누어 6주간 섭취하게 하였다. 연구에 사용된 시료 XBS와 XBS coffee mix는 연구대상자에게 매주 한번씩 1주일분을 배변 상태 조사지와 함께 제공하였다. 연구대상자들은 1일 2회 (오전, 오후) 제공한 시료를 물 200 mL에 희석하여 섭취하였으며, 매일의 배변 상태를 제공한 조사지에 본인 스스로가 작성하였다. 작성한 조사지는 1주일 단위로 연구진에게 제출하게 하였으며, 연구진은 연구대상자가 제출한 조사지를 검토 후 미작성 내용에 대한 추가 면담조사를 통해 배변 상태를 확인하였다. 본 연구대상자들에게 제공한 자일로바이오스 함유 설탕의 1일 섭취량은 10.8 g이었다. 본 연구에서 자일로바이오스 함유 설탕을 10.8 g으로 선정한 근거는 국내에서 시판되는 커피믹스를 1일 2회 섭취할 경우 소비하는 설탕의 양과 동일한 수준을 유지하는 것이었다. 본 연구에서는 커피믹스를 섭취할 때 소비하는 설탕의 양을 자일로바이오스 함유 설탕으로 대체할 경우 변비 개선에 미치는 영향을 확인하고자 하였고, positive control로 커피와 크리머가 배제된 자일로바이오스 함유 설탕 섭취군 (실험 1)과 커피와 크리머가 포함된 자일로바이오스 함유 설탕 섭취군 (실험 2)으로 나누어 비

교하였다. 본 연구에 사용된 시료의 자일로바이오스 함유 설탕을 통한 자일로바이오스 섭취량은 1일 0.76 g 이었다. 자일로바이오스는 자일로올리고당의 유효성분 중에서 가장 많이 함유된 물질로 자일로올리고당의 1일 유효섭취량 근거를 이용하였다. 선행 연구에서 자일로올리고당의 1일 유효 섭취량의 범위를 0.7~7.5 g/day로 선정하고 있다.²⁵ 본 연구에서 사용하는 자일로바이오스 섭취량은 1일 0.76 g으로 자일로올리고당의 최소 유효 섭취량 이상이었다. 자일로바이오스 함유 설탕을 함유한 커피믹스는 1회제공량이 12 g으로 1일 2회 섭취 시 자일로바이오스 함유 설탕의 섭취는 10.8 g 이었고, 자일로바이오스 섭취량은 0.76 g으로 실험 1군과 동일한 양이었다. 본 연구대상자들은 실험 기간 동안 올리고당류의 섭취를 제한하였으므로 본 연구진에서 제공한 자일로바이오스 0.76 g 만을 섭취하였다. 7% 자일로바이오스 함유 설탕과 7% 자일로바이오스 함유 설탕을 첨가한 커피믹스는 대한제당(주)로부터 제공받아 사용하였다.

배변 상태 평가

시료 섭취 전과 시료 섭취하는 동안 배변 상태를 조사하기 위한 설문지는 기존의 연구방법²⁶을 토대로 1일 배변량, 1일 배변 횟수, 배변 상태, 배변 시 통증, 복통, 배변 후

Table 1. Bristol stool scale (Bristol stool chart)

Classification	Shape	Explanation	Diagnosis
Type 1		Separate hard lumps	Very constipated
Type 2		Lumpy and sausage like	Slightly constipated
Type 3		A sausage shape with cracks in the surface	Normal
Type 4		Like a smooth, soft sausage or snake	Normal
Type 5		Soft blobs with clear-cut edges	Lacking fiber
Type 6		Mushy consistency with ragged edges	Inflammation
Type 7		Liquid consistency with no solid pieces	Inflammation

Reference: Riegler G, Esposito I. Bristol scale stool form. A still valid help in medical practice and clinical research. Tech Coloproctol. 2001;5(3):163-164.

잔변감, 배변 시 소요되는 시간, 하복부에 가스 차는 현상, 복부의 불편감에 관한 사항 등을 평가하였다. 실험 시작 전 연구대상자의 최근 3일 동안의 배변 상태를 조사하였고, 시료 섭취 시 배변 상태는 연구대상자에게 제공한 조사지에 매일 직접 기록하게 하였다. 시료 섭취 전·후 배변 상태에 관한 문항 중 1일 배변 횟수, 배변 시 통증, 복통, 배변 후 잔변감, 배변 시 소요되는 시간, 1일 동안 배변을 실패한 횟수를 활용하여 constipation scoring system (CSS)을 산출하였는데, 각 문항의 경우에서 1일 배변량은 3점 척도로, 배변 시 통증, 복통, 배변 후 잔변감, 하복부에 가스 차는 현상, 복부의 긴장감, 복부의 불편감, 배변 시 소요되는 시간, 식욕 여부 등은 5점 척도로, 배변 상태의 경우는 7점 척도로 표시하게 하였다. 변의 상태는 대상자에게 Table 1에 제시한 바와 같이 Bristol stool chart (BSC)에 대한 설명과 그림을 주고 표시하게 하였다.

통계 분석

모든 자료의 통계 분석은 SAS 9.4를 이용하여 분석하였다. 배변 횟수 및 배변 상태에 관한 각 항목별 점수는 평균과 표준편차를 구하였고, 시료 섭취 전과 시료 섭취 후의 변화에 따른 유의성 검증은 유의수준 $\alpha = 0.05$ 를 기준으로 비모수 검정인 Wilcoxon's signed rank test를 실시하였다. 또한 배변 상태에 관한 각 문항별로 항목별 변화 추이를 파악하기 위해 빈도와 비율을 구하였고, 실험 1과 실험 2 모두 시료 섭취 전·후의 유의성 검증은 비모수 검정 (McNemar 검정)을 실시하였다.

결 과

시료 섭취 전 대상자의 일반적인 사항

실험 1 (XBS)과 실험 2 (XBS coffee mix)의 시료 섭취 전 대상자의 일반적인 사항은 Table 2와 같다. 실험 1 대상자들의 평균 연령은 22.6세, BMI는 21.3 kg/m²이었고, 실험 2 대상자들의 평균 연령은 21.7세, BMI는 20.6 kg/m²로 모두 정상 범위에 속하였다. 변비를 앓은 기간은 실험 1군은 6.1년, 실험 2군은 5.5년으로 평균 5년 이상 변비를 앓고 있는 것으로 조사되었고, 주당 배변 횟수를 보면 실험 1은 주 2회 이하 80.0%, 주 3회 이상 20.0%, 실험 2는 주 2회 이하 100%로 나타나 대상자의 80% 이상이 주 2회 이하의 변을 보는 것으로 조사되었다. 주기적으로 변비약을 복용하는 비율을 보면 실험 1은 26.7%, 실험 2는 62.5%이었다.

배변 횟수 및 배변 일수에 미치는 영향

시료 섭취 전·후 대상자들의 주당 배변 횟수는 Fig. 1과 같다. 실험 1의 경우 주당 평균 배변 횟수는 XBS 시료 섭취 전 2.13회 이었고, 시료 섭취 후 1주차 3.47회, 2주차와 4주차 각각 3.67회, 3주차와 6주차 각각 3.73회, 5주차 4.0회로 XBS 시료 섭취 전에 비해 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). 주당 배변 일수는 XBS 시료 섭취 전 주 4~5일인 대상자가 20%였는데 시료 섭취 이후 주당 6~7일 배변하였다는 응답자가 증가하였으며, 5주차에 주당 4~5일 60.0%로 40% 이상 증가하였다 ($p < 0.05$).

실험 2인 XBS coffee mix 시료의 경우 주당 평균 배변 횟수는 시료 섭취 전 1.56회 이었고, 시료 섭취 1주차 3.31회,

Table 2. General characteristics and defecation state of pretreatment stages for subjects

	Experiment 1: XBS	Experiment 2: XBS coffee mix
Age (year)	22.6 ± 1.8 ¹⁾	21.7 ± 2.4
Height (cm)	162.4 ± 4.2	164.8 ± 5.3
Weight (kg)	56.1 ± 6.9	56.1 ± 5.6
BMI (kg/m ²)	21.3 ± 2.5	20.6 ± 1.5
The duration of constipation experience (yr)	6.1 ± 4.7	5.5 ± 4.0
Stool frequency per week (N, %)		
≤ 2 times /week	12 (80.0)	16 (100.0)
≥ 3 times /week	3 (20.0)	0 (0.0)
The use of laxatives (N, %)	4 (26.7)	10 (62.5)
The use of alleviation of constipation (N, %)	3 (20.0)	7 (43.8)
Seasoning	3 (20.0)	5 (31.3)
Dietary fiber intake	0 (0.0)	2 (12.5)
Methods used to control diet (N, %)	1 (6.7)	7 (43.8)
Dairy products intake	0 (0.0)	2 (12.5)
Vegetable and fruit intake	1 (6.7)	2 (12.5)
Other	0 (0.0)	3 (18.8)

1) Mean ± SD

XBS: xylobiose-sugar mixture group, XBS coffee mix: xylobiose-sugar mixture containing coffee mix group

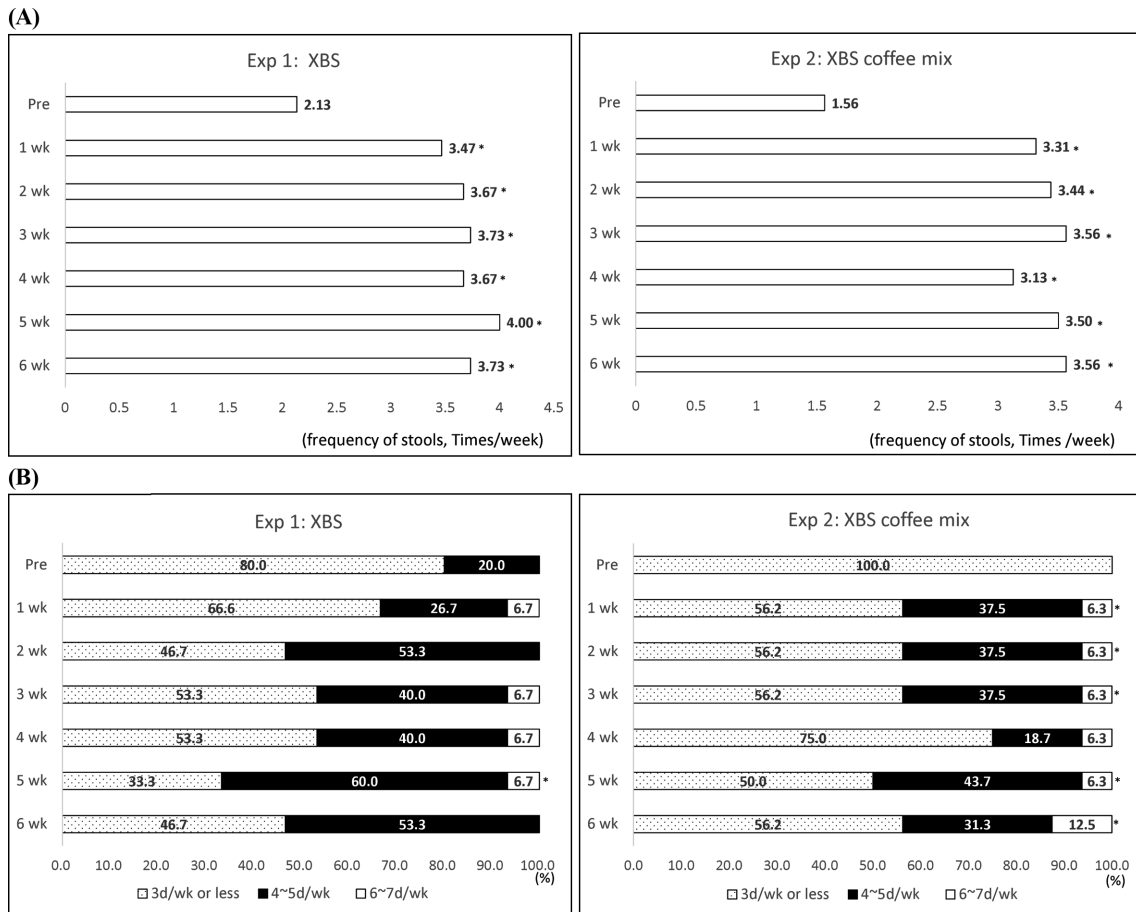


Fig. 1. The effects of XBS and XBS coffee mix intake on bowel movement frequencies for subjects (A) Weekly transition of the mean number of stools for subjects (B) Weekly transition of the number of days with defecation for subjects. XBS: xylobiose-sugar mixture group, XBS coffee mix: xylobiose-sugar mixture containing coffee mix group. *Significant difference from the pretreatment ($p < 0.05$)

2주차 3.44회, 3주차와 6주차 각각 3.56회, 4주차 3.13회, 5주차 3.50회로 섭취 전에 비해 1.5회 이상 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). 주당 배변 일수는 시료 섭취 전 주 3회 이하 비율이 100%이었으나, 시료 섭취 1주차, 2주차, 3주차에 각각 주 4~5회 37.5%, 주 6~7회 6.3%, 5주차에 주 4~5회 43.7%, 주 6~7회 6.3%, 6주차에 주 4~5회 31.3%, 주 6~7회 12.5%로 주 4회 이상 배변을 보았다는 비율이 40% 이상 증가하였다 ($p < 0.05$).

변의 상태에 미치는 영향

시료 섭취 전·후 변의 양과 BSC 기준에 의한 배변의 Type 변화는 Fig. 2에 제시하였다. 실험 1인 XBS 시료를 보면 변의 양의 경우 시료 섭취 전 ‘적다’ 46.7%, ‘보통’ 40.0%, ‘많다’ 13.3%이었으나, 시료 섭취 2주 이후 ‘적다’고 응답한 대상자는 존재하지 않았으며, 73% 이상의 대상자들이 ‘보통’이라고 응답하였고, 26.7%는 ‘많다’고 응답하여 시료 섭취 전에 비해 시료 섭취 2주 이후부터 1일 배변

량이 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). BSC 기준에 의한 배변의 Type에 따라 Type 1, Type 2는 변비로, Type 3, Type 4, Type 5는 정상으로, Type 6, Type 7은 무른변으로 분류하였다. 시료 섭취 전의 경우 ‘변비’ 46.7%, ‘정상’ 33.3%, ‘무른변’ 20.0%이었으나, 시료 섭취 1주 이후부터 변비에 해당하는 비율은 감소하였고, 특히 시료 섭취 3주차, 5주차 및 6주차에는 ‘변비’에 해당하는 비율은 존재하지 않았고, ‘무른변’에 해당하는 비율 역시 15% 이하로 감소한 반면 ‘정상’에 해당하는 비율이 3주차와 5주차 각각 86.7%, 6주차 93.3%이었고, 섭취 3주차, 5주차, 6주차는 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$).

실험 2인 XBS coffee mix 시료섭취군의 경우 변의 양을 보면 시료 섭취 전 ‘적다’ 43.7%, ‘보통’ 50.0%, ‘많다’ 6.3%이었으나, 시료 섭취 후 ‘적다’고 응답한 비율은 1주차, 3주차, 5주차 각각 6.3%이었고, 2주차 18.8%이었다. 이외 주차에서는 ‘적다’고 응답한 대상자가 존재하지 않은 반면, ‘보통’이라고 응답한 비율이 1주차 이후 55% 이상이었

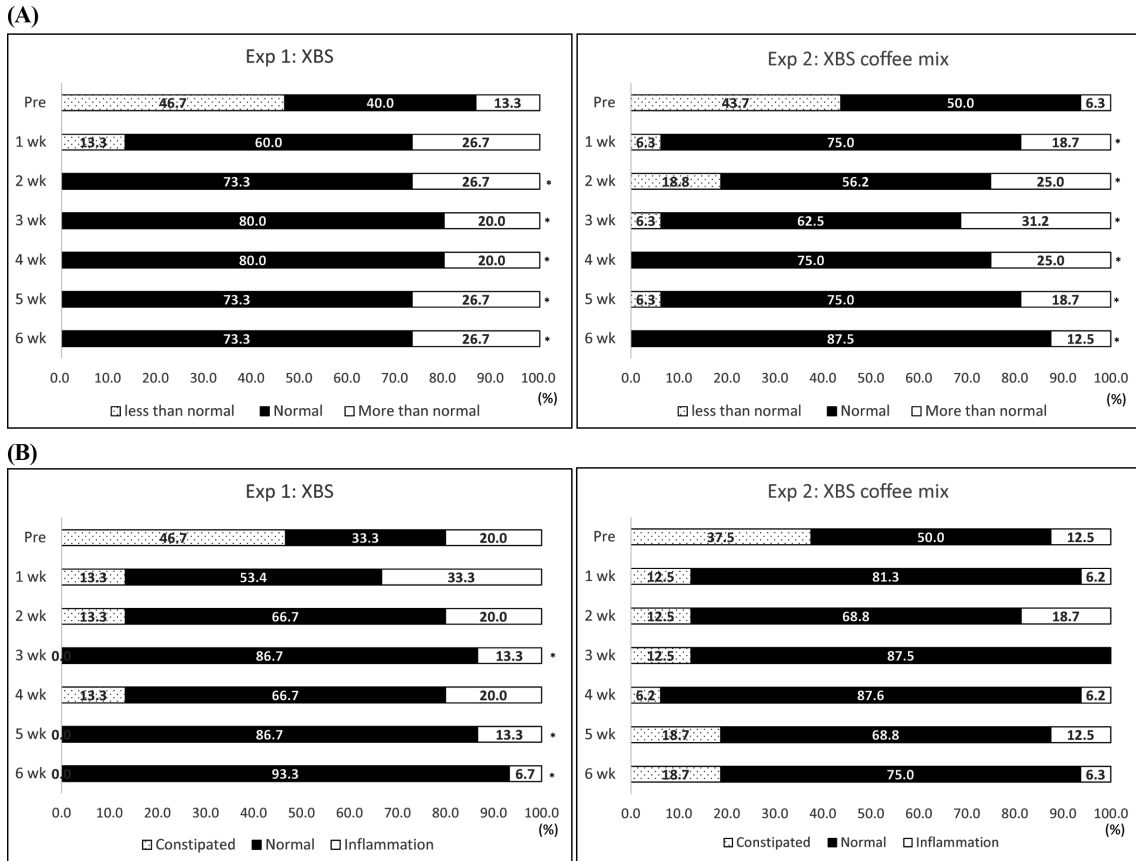


Fig. 2. The effects of XBS and XBS coffee mix intake on the stool states for subjects: (A) Weekly transitions in stool amounts, (B) Weekly transitions in stool types. Constipated: including type 1 and type 2 on Bristol stool chart (Type 1: Separate hard lumps, Type 2: Lumpy and sausage-like), Normal: including type 3, type 4, and type 5 on Bristol stool chart (Type 3: A sausage shape with cracks in the surface, Type 4: Like a smooth, soft sausage or snake, Type 5: Soft blobs with clear-cut edges), Inflammation: including type 6 and type 7 on Bristol stool chart (Type 6: Mushy consistency with ragged edges, Type 7: Liquid consistency with no solid pieces). XBS: xylobiose-sugar mixture group, XBS coffee mix: xylobiose-sugar mixture containing coffee mix group. *Significant difference from the pretreatment ($p < 0.05$)

고, 4주차, 5주차, 6주차의 경우 75% 이상으로 증가하였다. 변의 양이 ‘많다’고 응답한 대상자 역시 시료 섭취 후 6% 이상 증가하였고, 시료 섭취 3주차에는 31.2%로 시료 섭취 전에 비해 25% 이상 증가하여 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$). 변의 Type을 보면 시료 섭취 전 ‘변비’ 37.5%, ‘정상’ 50.0%, ‘무른변’ 12.5%이었으나, 시료 섭취 1주 이후부터 ‘변비’에 해당하는 비율은 감소하였고, ‘정상’에 해당하는 비율은 68% 이상 증가하였으나 시료 섭취 전·후에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

복부의 통증, 불편감 및 잔변감에 미치는 영향

복부의 통증, 하복부에 가스 차는 증상, 배변 시 통증, 불편감 및 잔변감을 5점 척도로 평가한 후 시료 섭취 전·후의 변화를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 실험 1인 XBS 시료의 경우 복부의 통증을 보면 시료 섭취 전 2.87점, 시료 섭취 1주차 2.89점, 2주차 3.15점, 3주차 3.35점, 4주차 3.39점,

5주차 3.00점, 6주차 3.31점으로 시료 섭취 2주차 이후 3점 이상의 점수를 보여 복부의 통증 증상이 완화되었고, 특히 시료 섭취 4주차에는 3.39점으로 시료 섭취 전에 비해 유의적으로 높은 점수를 보였다 ($p < 0.05$). 하복부에 가스 차는 증상은 시료 섭취 전 1.93점으로 2점 이하의 점수를 보였으나, 시료 섭취 후 1주차 2.07점, 2주차 2.47점, 3주차 2.40점, 4주차 2.73점, 5주차 2.80점, 6주차 2.76점으로 시료 섭취 후 2점 이상 점수를 보였고, 특히 시료 섭취 2주차 이후부터는 유의적인 차이를 보여 XBS 시료 섭취 후 하복부에 가스 차는 증상이 유의적으로 개선되었다 ($p < 0.05$). 배변 시 통증은 XBS 시료 섭취 전 2.87점, 시료 섭취 1주차 2.90점, 2주차 2.99점, 3주차 3.20점, 4주차 3.27점, 5주차 3.08점, 6주차 3.29점으로 시료 섭취 3주차 이후 3점 이상의 점수를 보였고, 특히 4주차와 6주차는 시료 섭취 전에 비해 유의적으로 증상이 개선되었음을 알 수 있었다 ($p < 0.05$). 복부의 불편감은 XBS 시료 섭취 전 2.67점이었으나 시료

Table 3. The effect of XBS and XBS coffee mix intake on the abdominal states for subjects

	Pretreatment	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week
Experiment 1: XBS							
Abdominal pain	2.87 ± 0.74	2.89 ± 0.49	3.15 ± 0.78	3.35 ± 0.80	3.39 ± 0.49*	3.00 ± 0.55	3.31 ± 0.63
Abdominal distension symptom	1.93 ± 0.70	2.07 ± 0.80	2.47 ± 0.74*	2.40 ± 0.91*	2.73 ± 0.80*	2.80 ± 0.68*	2.76 ± 0.26*
Pain during bowel movement	2.87 ± 0.74	2.90 ± 0.53	2.99 ± 0.63	3.20 ± 0.64	3.27 ± 0.47*	3.08 ± 0.47	3.29 ± 0.46*
Abdominal displeasure	2.67 ± 0.98	3.07 ± 0.96*	2.93 ± 0.96	3.07 ± 0.80*	3.20 ± 0.86*	3.27 ± 0.88*	2.97 ± 0.47
Feelings of residual stool leftness	2.33 ± 0.49	2.67 ± 0.64	3.03 ± 0.71*	3.12 ± 0.71*	2.93 ± 0.63*	3.17 ± 0.52*	3.18 ± 0.68*
Experiment 2: XBS coffee mix							
Abdominal pain	2.63 ± 0.79	2.78 ± 0.70	3.09 ± 0.69	3.37 ± 0.70*	3.22 ± 0.89*	3.27 ± 0.71*	3.44 ± 0.96*
Abdominal distension symptom	2.31 ± 0.79	2.44 ± 0.80	2.69 ± 0.87	2.81 ± 0.98*	3.13 ± 0.96*	3.19 ± 0.98*	3.31 ± 0.93*
Pain during bowel movement	2.81 ± 0.91	3.07 ± 0.76	3.17 ± 0.96	3.47 ± 0.76*	3.44 ± 0.98*	3.28 ± 0.65	3.33 ± 0.74*
Abdominal displeasure	3.06 ± 0.68	3.06 ± 0.77	3.25 ± 0.68	3.38 ± 0.72	3.50 ± 0.82*	3.44 ± 0.89*	3.35 ± 1.22
Feelings of residual stool leftness	2.47 ± 0.67	3.02 ± 0.87*	3.01 ± 0.76*	3.02 ± 0.56*	3.15 ± 0.63*	3.34 ± 0.75*	3.21 ± 0.78*

Mean ± SD

XBS: xylobiose-sugar mixture group, XBS Coffee mix: xylobiose-sugar mixture containing coffee mix group

*Significant difference from the pretreatment ($p < 0.05$)

섭취 1주차, 3주차 각각 3.07점, 4주차 3.20점, 5주차 3.27점으로 3점 이상의 점수를 보여 이들 주차에서는 시료 섭취 전에 비해 시료 섭취 후 복부의 불편감이 유의적으로 개선된 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 배변 시 잔변감은 XBS 시료 섭취 전 2.33점이었으나 시료 섭취 2주차 3.03점, 3주차 3.12점, 4주차 2.93점, 5주차 3.17점, 6주차 3.18점으로 시료 섭취 전에 비해 유의적으로 높은 점수를 보여 XBS 시료 섭취 2주 이후부터 배변 시 잔변감이 개선된 것으로 나타났다 ($p < 0.05$).

실험 2인 XBS coffee mix 시료섭취군의 경우 복부의 통증을 보면 시료 섭취 전 2.63점이었으나, 시료 섭취 3주차 3.37점, 4주차 3.22점, 5주차 3.27점, 6주차 3.44점으로 시료 섭취 전에 비해 유의적으로 높은 점수를 보였다 ($p < 0.05$). 하복부에 가스 차는 증상은 시료 섭취 전 2.31점이었으나, 시료 섭취 후 1주차 2.44점, 2주차 2.69점, 3주차 2.81점, 4주차 3.13점, 5주차 3.19점, 6주차 3.31점으로 시료 섭취 4주차 이후 3점 이상 점수를 보였고, 특히 시료 섭취 3주차 이후부터는 유의적인 차이를 보여 하복부에 가스 차는 증상이 개선된 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 배변 시 통증은 XBS coffee mix 시료 섭취 전 2.81점, 시료 섭취 1주차 3.07점, 2주차 3.17점, 3주차 3.47점, 4주차 3.44점, 5주차 3.28점, 6주차 3.33점이었고 섭취 3주차 이후부터는 통계적으로 유의하게 배변 시 통증 감소가 있었다 ($p < 0.05$). 복부의 불편감은 XBS coffee mix 시료 섭취 전 3.06점이었으나 시료 섭취 2주차 이후 3.25점 이상의 점수를 보였고, 특히 4주차 이후부터는 높은 점수를 보여 복부 불편감이 유의적으로 개선되었음을 알 수 있었다 ($p < 0.05$). 배변 시 잔변감은 XBS coffee mix 시료 섭취 전 2.47점이었으나, 시료 섭취 1주차 3.02점, 2주차 3.01점, 3주차 3.02점,

4주차 3.15점, 5주차 3.34점, 6주차 3.21점으로 3점 이상의 점수를 보여 시료 섭취 전에 비해 시료 섭취 후 유의적으로 높은 점수를 보였다 ($p < 0.05$).

배변 시 소요되는 시간에 미치는 영향

실험 1, 실험 2 시료 섭취 전·후의 배변 시 소요되는 평균 시간은 Table 4와 같다. XBS 시료의 경우 시료 섭취 전 15.50분 이었으나 시료 섭취 1주차 9.67분, 2주차와 4주차 각각 9.33분, 3주차 8.67분, 5주차와 6주차 8.33분으로 시료 섭취 후 10분 이하로 시료 섭취 전에 비해 배변 시 소요되는 평균 시간이 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$). 실험 2인 XBS coffee mix 시료의 경우 시료 섭취 전의 배변 소요 시간은 12.19분 이었으나 시료 섭취 1주차 8.28분, 2주차와 3주차 각각 7.97분, 4주차와 5주차 각각 7.50분, 6주차 5.94분으로 시료 섭취 후 9분 이하로 시료 섭취 전에 비해 시료 섭취 1주차 이후 배변 시 소요되는 평균 배변 시간이 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$).

Constipation scoring system (CSS) 점수

시료 섭취 전과 시료 섭취 후의 CSS 점수 평가를 위해 주당 배변 일수, 배변 시 통증, 복통, 배변 후 잔변감, 배변 시 소요되는 시간, 1일 동안 배변을 실패한 횟수를 이용하였고, 변비 개선을 위한 이완제 섭취와 변비를 앓은 기간에 대한 평가 문항을 제외한 후 CSS 점수를 산출하였다. 변비 개선을 위한 이완제 섭취와 변비를 앓은 기간은 시료 섭취 전에는 평가가 가능하나, 본 연구의 목적이 자일로바이오스 섭취가 변비 개선의 효과를 평가하는 것이므로 변비이완제 섭취와 변비 앓은 기간을 포함시키는 것은 무의미하기 때문에 CSS 점수 산출 시 제외하였다. Table 5에 제시한

Table 4. The weekly increase in minutes spent in the lavatory per attempt

	Experiment 1 : XBS	Experiment 2 : XBS coffee mix
Pretreatment	15.50 ± 7.86	12.19 ± 7.06
1 week	9.67 ± 5.97*	8.28 ± 3.50*
2 week	9.33 ± 5.71*	7.97 ± 4.30*
3 week	8.67 ± 5.58*	7.97 ± 3.68*
4 week	9.33 ± 5.71*	7.50 ± 3.16*
5 week	8.33 ± 3.62*	7.50 ± 3.16*
6 week	8.83 ± 3.99*	5.94 ± 1.25*

Mean ± SD

XBS: xylobiose-sugar mixture group, XBS Coffee mix: xylobiose-sugar mixture containing coffee mix group.

*Significant difference from the pretreatment ($p < 0.05$)**Table 5.** The effect of XBS and XBS coffee mix intake on the constipation scoring system (CSS) for subjects

	Experiment 1: XBS	Experiment 2 : XBS coffee mix
Pretreatment	10.53 ± 2.04	10.75 ± 2.57
1 week	8.79 ± 2.13*	8.33 ± 2.75*
2 week	7.59 ± 2.48*	7.55 ± 2.68*
3 week	7.35 ± 2.59*	6.94 ± 2.09*
4 week	7.33 ± 1.54*	7.39 ± 2.51*
5 week	7.46 ± 1.68*	6.73 ± 2.20*
6 week	7.22 ± 2.13*	6.51 ± 2.79*

Mean ± SD

XBS: xylobiose-sugar mixture group, XBS Coffee mix: xylobiose-sugar mixture containing coffee mix group

*Significant difference from the pretreatment ($p < 0.05$)

바와 같이 실험 1인 XBS 시료 섭취자의 CSS 점수를 보면 시료 섭취 전 10.53점이었으나 시료 섭취 1주차에 8.79점, 2주차 7.59점, 3주차 7.35점으로 시료 섭취 전에 비해 2차주에 2점 이상 낮아졌고, XBS 시료 섭취 1주 이후부터 변비를 개선하는 유의적인 효과가 있는 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 실험 2인 XBS coffee mix 역시 실험 1과 마찬가지로 시료 섭취 1주차 이후 6주차까지 CSS 점수가 시료 섭취 전에 비해 유의적으로 낮아져 변비 개선의 효과가 있는 것으로 나타났다.

고 찰

본 연구는 20대 여성 31명을 대상으로 2개의 그룹으로 나누어 자일로바이오스 7% 함유 설당 (XBS, $n = 15$)과 자일로바이오스 7% 함유 설당이 첨가된 커피믹스 (XBS coffee mix, $n = 16$)를 6주간 섭취 시 변비에 미치는 영향을 평가하기 위해 수행하였다.

본 연구대상자들이 변비를 앓은 기간은 XBS 섭취자 6.1년, XBS coffee mix 섭취자 5.5년이었으며, 복부의 불편감,

하복부에 가스 차는 증상, 배변 시 통증, 배변 후 잔변감을 갖고 있었다. 자일로바이오스 함유 설당 섭취 1주차 이후부터 배변 횟수가 증가하였고, 섭취 기간 동안 지속되었다. 정상인보다 만성적인 변비 증상을 가지고 있는 경우 속쓰림이나 상복부 통증, 과민성대장증후군의 증상을 지니는 비율이 더 높았고,²⁷ 정상인의 평균 배변 횟수는 주 6.8회로 보고하고 있으나 만성변비 증상은 배변 횟수 감소뿐만 아니라 복부의 불편감, 긴장감 등을 동반하는 것으로 알려져 있다.²⁸ 본 연구에서 연구대상자들의 시료 섭취 전 평균 배변 횟수는 주당 XBS 시료 섭취 전 2.13회이었는데 XBS 시료 섭취 1주차 3.47회로 유의적으로 증가하였고, XBS 시료 섭취 6주 동안 증가된 배변 횟수를 유의적으로 유지하였다. 또한 시료 섭취 전에 비해 시료 섭취 후 주간 배변 일수가 유의적으로 증가하였으며 섭취 기간 동안 이 효과는 유의적으로 유지되었다. 배변 시 소요되는 시간도 섭취 전 15.5분에서 섭취 후 점차 감소하여 섭취 6주째에는 평균 8.83분으로 감소하였으며 이는 통계적으로 유의하였다. 건강한 성인을 대상으로 8 g의 자일로올리고당 섭취 후 1일 배변 횟수가 증가하였고,⁷ 변비를 앓고 있는 임신부를 대상으로 1일 자일로올리고당이 4.2 g 함유된 시럽 섭취 후 배변 횟수가 증가하는 것으로 보고하고 있다.²⁹ 또한 20~30대 성인 여자를 대상으로 7%의 자일로올리고당 함유 설당과 7% 자일로올리고당 함유 커피믹스를 6주간 섭취 시 주당 배변 횟수가 증가한 것으로 보고하고 있다.²⁶ 자일로올리고당의 주요 구성성분은 D-자일로오스 (D-xylose, X1) 두 개가 β -1,4결합한 자일로바이오스 (xylobiose, X2)와 세 개에서 일곱 개가 결합한 자일로트리오스 (xylotriose, X3) ~자일로헵토오스 (xyloheptose, X7)로 구성되어 있으며, X2~X3의 함량이 가장 많다.³⁰ 즉, 본 연구에서는 자일로올리고당의 최대 구성성분인 자일로바이오스를 7% 함유한 설당 섭취 시 자일로올리고당 섭취한 선행연구와 동일하게 배변 횟수가 증가한 것으로 보아 자일로올리고당의 변비개선기능의 효과는 자일로바이오스의 효과와 연관성이 깊은 것으로 판단된다. 자일로바이오스 섭취량에 대한 선행연구는 존재하지 않으나 선행연구에서 자일로올리고당이 인체에 유해하지 않은 최대 섭취량은 약 8 g이라고 하였는데³¹ 본 연구에서 사용한 자일로바이오스 함량은 0.76 g으로 선행연구에 비해 훨씬 낮은 양이었음에도 불구하고 시료 섭취 6주 동안 배변 횟수가 증가하는 유의적인 효과가 있었다. 실험대상자는 일상적인 생활습관과 식생활을 유지하고 변비완화제 등 변비를 개선하기 위한 다른 방법을 제한한 상태에서 0.76 g의 자일로바이오스는 배변 횟수를 증가시키는데 효과적이었다.

변의 상태 역시 정상 변의 양상인 변이 무르고 색도 누런

색인 Type 3, Type 4, Type 5의 비율이 증가하는 경향을 보였다. 뿐만 아니라 복통, 하복부에 가스 차는 증상, 배변 시 통증, 불쾌감 및 잔변감 역시 XBS시료 섭취 전에 비해 시료 섭취 동안 개선되는 효과를 보였는데 특히 잔변감의 경우 섭취 직후인 1주차부터 유의하게 개선되었다. 변비의 상태를 총체적인 관점에서 평가한 CSS 점수가 섭취 1주차부터 감소하여 자일로바이오스의 장 기능개선 효과는 섭취하면서부터 효과가 나타남을 알 수 있었다. 본 연구와 유사하게 20대 젊은 여성을 대상으로 자일로올리고당을 함유한 설탕과 자일로올리고당을 함유한 설탕을 포함한 커피믹스를 6주간 섭취한 연구에서도 복부의 불쾌감과 배변 후 잔변감이 개선되었고, 변의 양은 증가하였으며, 변의 굳기를 무르게 하는 효과가 있는 것으로 보고되었을 뿐만 아니라 배변 시 소요되는 시간 역시 감소하였다.²⁶ Na 등의 연구에서 자일로올리고당을 하루 2.8 g 섭취 시 배변량이 증가하였고, 배변 시 소요되는 시간이 감소하였으며, 변이 황갈색으로 변하고, 묽어지는 경향을 보였고, 변의 산도가 낮아졌을 뿐만 아니라 대변 내 비피더스균 역시 증가하였다.³² 비피도박테리아와 장내 미생물 균총의 성장이 활성화되면 변의 양이 증가되고 단쇄지방산 생성량 증가, 변의 pH 감소, 변의 굳기 등이 변화하게 되며, 이는 장내 환경의 변화를 반영한다.³³

국외의 여러 선행연구에서 자일로바이오스를 함유하고 있는 자일로올리고당 섭취 시 장내 비피도박테리아를 증식시키고, 변의 산도를 낮출 뿐만 아니라 변의 수분을 보유하여 정상적인 변을 유도하게 하는 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.^{7,9} 즉, 자일로올리고당은 소화기관에서 흡수되지 않고 대장으로 이동하여 장내 미생물인 비피더스균에 의해 짧은 사슬 지방산으로 분해되어 장내 산도를 증가시키고, 대변의 수분을 보유 시킴으로 인해 대장내 환경을 개선시키는 것으로 보고되고 있다.³⁴ 따라서, 자일로바이오스 역시 자일로올리고당과 마찬가지로 장내 비피더스균의 증식과 더불어 장내 산도 변화 등 장 내용물의 화학적, 물리적 변화를 유도하여 변비를 개선하는 효과가 있는 것으로 사료된다.

대장내에서는 매우 다양한 미생물이 증식하고 있으며, 이러한 장내 미생물은 인간에게 미약한 영향을 주나 일부 병원성 세균의 급격한 증식은 급·만성의 이상증세를 유발하기도 한다. Zoppi 등은 변비를 앓고 있는 어린이의 변내 존재하는 clostridia와 건강한 어린이 변에서 검출되는 clostridia 종이 다르다고 보고하였고, 변비인 경우 비피도박테리아가 감소하는 것으로 보고하였다.³⁵ 유산균과 변비 개선 효과 사이의 관련성을 메타분석한 결과 유산균 섭취는 장 통과 시간을 12.4시간 단축시켰고, 주당 배변 횟수

를 1.3회 증가시켰으며, 유산균 중 *Bifidobacterium lactis*는 주당 배변 횟수를 1.5회 증가시키는 것으로 보고하였다.³⁶ 즉, 장내 유익균인 유산균 특히 비피도박테리아의 증가는 장 통과 시간의 단축과 배변 횟수를 증가시켜 변비를 개선하는 효과가 있는 것으로 보여진다. 장내 유익균인 비피도박테리아와 같은 유산균을 증가시키는 방법은 프로바이오틱스인 유산균을 섭취하는 방법과 장내 유산균의 증식을 도와주는 프리바이오틱스를 섭취하는 방법이 있다. 대표적인 프리바이오틱스로 기능성 올리고당을 들 수 있다. 기능성 올리고당은 장내 비피도박테리아와 락토바실러스균의 증식을 촉진시키고 병원성 세균의 증식을 억제하는 효과가 있는 것으로 보고하고 있다.³⁷ 기능성 올리고당의 한 종류인 자일로올리고당 역시 장내 소화 효소에 의해 소화되지 않고 비피도박테리아나 프로피오닉박테리아와 같은 프로바이오틱에 의해 이용되고 이들 박테리아의 증식을 유도한다고 보고되고 있다.²⁸ 이외 이눌린, 프락토올리고당, 대두올리고당 역시 장내 비피도박테리아를 증식시키는 효과와 더불어 변비를 개선하는 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며,^{8,38} 자일로올리고당이 프락토올리고당보다 비피도박테리아 증식의 효과가 큰 것으로 보고되고 있다.⁸ *In vivo* 연구에서 자일로올리고당은 비피도박테리아에 의해 발효가 잘 일어나지만 *Clostridium*, *E. coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* 등은 자일로올리고당을 발효시키지 않았다고 보고하여 장내 균총 제한된 미생물만이 자일로올리고당을 먹이로 이용할 가능성을 보고하였다. 또한 자일로올리고당에서 비피도박테리아의 증식이 촉진되었으나 자일로오스에서는 증식이 잘 일어나지 않아 자일로올리고당의 비피도박테리아 증식 효과는 자일로올리고당에서 가장 함량 비율이 높은 자일로바이오스나 X3-X7의 효과였을 가능성도 제시하고 있다.³⁷

만성변비 치료를 위해서는 신체 활동량 증가와 더불어 식이섬유 섭취, 부피 형성 완하제, 마그네슘염, 비흡수성 다당류, 폴리엠틸렌글리콜, 자극성 완하제, 프로바이오틱스 등을 활용할 수 있다.⁶ 이들 제품들은 배변 횟수 증가와 더불어 대변의 굳기를 호전시키는 작용이 있으나, 마그네슘염은 신장질환이 있거나 근경근육질환이 있는 경우 고마그네슘혈증을 유발할 가능성이 있으며,³⁹ 자극성 완하제는 흡수 장애, 전해질 이상, 용량의존적인 경련, 설사, 남용 및 대장흑색증 등의 부작용이 나타날 수 있는 것으로 보고되고 있다.⁴⁰ 이에 비해 식이섬유나 프리바이오틱스 섭취는 대장내 병원성 세균의 침입에 대한 저항성을 증가시키고, 생성된 산은 장내 삼투압을 증가시키고 변의 수분을 축적시켜 변을 부드럽게 하여 변비 개선의 효과가 있다.⁶ 자일

로올리고당으로부터 분리 추출된 자일로바이오스는 설탕의 30% 정도의 감미를 지닌 기능성 감미료이다. 본 연구에서 0.76 g의 자일로바이오스 함유 설탕 섭취 시 배변 횟수 증가, 배변 시 잔변감, 복부 통증, 불쾌감 및 배변 통과 시간 단축 등 전반적으로 변비를 개선하는 효과가 있는 것으로 나타나 자일로바이오스 역시 자일로올리고당과 마찬가지로 프리바이오틱스로서 역할을 수행하는 것으로 보인다. Okazaki 등은 자일로바이오스가 소화효소균에 의해 분해되지 않고 대장까지 가며 대장 내의 비피더스균에 선택적으로 이용되므로 하루 0.7~1.4 g의 소량 섭취에도 불구하고 높은 비피더스균 증식 효과를 발휘할 수 있다고 보고하였다.⁴¹ 본 연구에서 실험대상자들은 평소와 유사한 식사를 진행하면서 자일로바이오스 함유 설탕을 섭취하였으므로 변비 개선의 효과는 자일로바이오스의 섭취와 관련이 있는 것으로 사료된다.

우리나라에서 설탕의 소비는 주로 당류 음료, 과채 음료, 비타민음료, 커피믹스, 액상 커피와 같은 음료수류의 형태로 이루어지고 있는데 커피 음료와 과채 음료는 지속적인 성장을 보이고 있다. 커피 음료의 경우 2008년 이후 연평균 성장률은 18.9%로 탄산음료에 이어 두번째로 높다.²⁰ 가장 선호하는 커피 음료 유형 조사 결과 모든 연령층에서 가장 선호하는 커피 음료는 커피+설탕+우유제품의 선호도가 가장 높았다.²⁰ 자일로바이오스의 장 기능 개선의 가능성을 부여한 설탕을 가공식품으로의 활용가능성 확인을 위해 실험 2에서 변비를 갖고 있는 성인을 대상으로 자일로바이오스 함유 설탕과 크림이 첨가된 커피믹스를 제공하여 다른 성분과 함께 섭취하였을 때 변비 개선에 미치는 영향을 수행하였다. 본 연구에서 커피믹스를 1일 2회 6주간 섭취한 결과도 자일로바이오스 함유 설탕만 섭취한 군과 유사하게 변의 양 및 배변 횟수, 배변 일수가 유의하게 증가하였고, 변의 양상이 정상에 가까운 Type 3, Type 4, Type 5의 비율이 증가하였다. 실험 1과 실험 2의 시료 섭취 성분이 달라 동일한 통계 모델로 XBS시료와 XBS coffee mix 시료 사이의 유의성 분석을 할 수는 없었으나 XBS 시료의 경우 섭취 3주차에 정상 변의 양상을 갖는 사람의 비율이 86.7%이었는데 XBS coffee mix 시료의 경우 섭취 1주차에 대상자의 81.3%가 정상 변의 양상을 보였다. 배변 소요시간은 XBS 시료 섭취 대상자의 경우 섭취 6주에 8.83분으로 섭취 전에 비해 약 43.0% 감소하였으나 (15.50분 vs 8.83분), XBS coffee mix 시료는 섭취 전에 비해 51.6% (12.19분 vs 5.94분)가 단축되었다. 전반적인 배변 양상을 나타내는 CSS 점수의 경우도 커피믹스 형태로 섭취 시 변비 개선효과가 더 높은 경향이었다 (7.22점 vs 6.51점). XBS 시료와 XBS coffee mix 시료의 자일로바이오스와

설탕의 섭취량은 동일하였음에도 불구하고 자일로바이오스를 커피믹스의 형태로 섭취 시 변비 개선 효과가 더 큰 경향을 보였다. 이는 자일로올리고당 함유 커피믹스 섭취군이 자일로올리고당 함유 설탕 섭취군에 비해 변비 개선 효과가 더 좋았다는 선행연구²⁶와 일치하였다. 선행연구에 의하면 커피믹스에 함유되어 있는 설탕 이외 물엿, 식물성 경화유지, 카제인나트륨으로 구성된 식물성 크림이 배변을 증가시키는 상승작용 때문인 것으로 보고하고 있다.²⁶ 따라서 커피믹스와 같은 가공식품 제조 시 자일로바이오스 함유 설탕의 사용은 커피믹스에 장 기능 개선의 가능성을 부여할 수 있을 가능성도 제시하고 있다.

본 연구결과 0.76 g 자일로바이오스 함유 설탕 또는 0.76 g 자일로바이오스 함유 설탕을 포함한 커피믹스를 매일 6주간 섭취하였을 때 주간 배변 횟수와 배변 일수 증가, 복부 통증과 불쾌감 완화, 잔변감 감소 및 정상변으로의 변의 상태가 개선되었고, 전반적인 변비의 상태를 평가할 수 있는 CSS 점수가 낮아지는 것으로 나타나 변비가 개선되는 것으로 나타났고, 섭취 기간 동안 그 효과는 지속되었다. 또한 실험 기간 동안 연구대상자들이 XBS, XBS coffee mix 시료 섭취로 인한 건강상의 문제를 이유로 실험을 중단한 대상자들은 존재하지 않고 있으므로 자일로바이오스가 함유된 설탕을 감미료로 적용한 제품을 섭취할 경우 비교적 안전하고 지속적으로 변비를 개선하는 효과가 있는 것으로 보여진다.

요 약

본 연구는 자일로바이오스 함유 설탕 섭취가 젊은 여성의 변비 개선효과를 확인하기 위해 실시하였다. 20~29세 여성 31명을 대상으로 이중맹검법을 적용하여 7% 자일로바이오스 함유 설탕 시료 (XBS, n = 15)와 7% 자일로바이오스 함유 설탕을 포함한 커피믹스 시료 (XBS coffee mix, n = 16)를 1일 2회씩 6주간 섭취하도록 하였다. 시료 섭취 결과 배변 횟수는 시료 섭취 전 XBS 2.13회/주, XBS coffee mix 1.56회/주에서 시료 섭취 1주차부터 증가하여 시료 섭취 6주차에는 각각 3.73회, 3.56회로 증가하였다. 또한 XBS와 XBS coffee mix 시료 모두 섭취 후 배변의 양, 복부 잔변감, 복통의 증상이 유의적으로 개선되었고, 변비의 상태를 진단할 수 있는 CSS 점수 역시 시료 섭취 전 XBS 10.53점, XBS coffee mix 10.75점에서 시료 섭취 후 1주차부터 유의적으로 감소하였고, 시료 섭취 6주차에 XBS 7.22점, XBS coffee mix 6.51점으로 3점 이상 낮아졌다. 즉, 시료 섭취 전에 비해 시료 섭취 후 유의적으로 CSS 점수가 낮아진 것으로 보아 7% 자일로바이오스 함유 설탕 섭취가 변비를 지

속적으로 개선하는 효과가 있는 것으로 판단된다.

본 연구는 설문조사 방법을 통해서 배변 및 변의 상태를 평가한 것으로 화학적 지표성분 변화에 대한 평가를 수행하지 않았다는 한계는 존재하나 설탕보완제 역할을 지닌 자일로바이오스를 7% 정도 설탕에 첨가할 경우 변비를 개선하는 효과가 있는 것으로 나타나고 있으므로 시판되는 다양한 종류의 가공식품에 기능성 감미료로서의 활용이 가능할 것으로 사료된다.

References

- American College of Gastroenterology Chronic Constipation Task Force. An evidence-based approach to the management of chronic constipation in North America. *Am J Gastroenterol* 2005; 100 Suppl 1: S1-S4.
- Johanson JF, Kralstein J. Chronic constipation: a survey of the patient perspective. *Aliment Pharmacol Ther* 2007; 25(5): 599-608.
- Myung SJ, Lee TH, Huh KC, Choi SC, Sohn CI; Korean Society of Neurogastroenterology and Motility. Diagnosis of constipation: a systematic review. *Korean J Gastroenterol* 2010; 55(5): 316-324.
- Talley NJ, Fleming KC, Evans JM, O'Keefe EA, Weaver AL, Zinsmeister AR, Melton LJ 3rd. Constipation in an elderly community: a study of prevalence and potential risk factors. *Am J Gastroenterol* 1996; 91(1): 19-25.
- Jung HS, Song YM, Lee JK, Kim YW, Han SH, Kang SC, Kim YE. Lifestyle factors related to constipation in working women. *J Korean Acad Fam Med* 2002; 23(9): 1124-1132.
- Shin JE, Jung HK, Lee TH, Jo Y, Lee H, Song KH, Hong SN, Lim HC, Lee SJ, Chung SS, Lee JS, Rhee PL, Lee KJ, Choi SC, Shin ES; The Clinical Management Guideline Group under the Korean Society of Neurogastroenterology and Motility. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic functional constipation in Korea, 2015 revised edition. *Korean J Med* 2016; 91(2): 114-130.
- Childs CE, R yti  H, Alhoniemi E, Fekete AA, Forssten SD, Hudjec N, Lim YN, Steger CJ, Yaqoob P, Tuohy KM, Rastall RA, Ouwehand AC, Gibson GR. Xylo-oligosaccharides alone or in synbiotic combination with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* induce bifidogenesis and modulate markers of immune function in healthy adults: a double-blind, placebo-controlled, randomised, factorial cross-over study. *Br J Nutr* 2014; 111(11): 1945-1956.
- Gibson GR, Probert HM, Loo JV, Rastall RA, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev* 2004; 17(2): 259-275.
- Hsu CK, Liao JW, Chung YC, Hsieh CP, Chan YC. Xylooligosaccharides and fructooligosaccharides affect the intestinal microbiota and precancerous colonic lesion development in rats. *J Nutr* 2004; 134(6): 1523-1528.
- Rycroft CE, Jones MR, Gibson GR, Rastall RA. A comparative in vitro evaluation of the fermentation properties of prebiotic oligosaccharides. *J Appl Microbiol* 2001; 91(5): 878-887.
- Rolston DD, Mathan VI. Xylose transport in the human jejunum. *Dig Dis Sci* 1989; 34(4): 553-558.
- Korea Food & Drug Administration. Xylooligosaccharide. Seoul: Korea Food & Drug Administration; 2009.
- Akpinar O, Erdogan K, Bostanci S. Enzymatic production of xylooligosaccharide from selected agricultural wastes. *Food Bioprocess Technol* 2009; 87(2): 145-151.
- Okazaki M, Koda H, Izumi R, Fujikawa S, Matsumoto N. In vitro digestibility and in vivo utilization of xylobiose. *J Jpn Soc Nutr Food Sci* 1991; 44(1): 41-44.
- Vázquez MJ, Alonso JL, Domínguez H, Paraj  JC. Xylooligosaccharides: manufacture and applications. *Trends Food Sci Technol* 2000; 11(11): 387-393.
- Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(4): 537-543.
- Korea Health Industry Development Institute; Ministry of Food and Drug Safety (KR). Sugar database compilation for commonly consumed foods. Cheongju: Korea Health Industry Development Institute; 2015.
- Korea Consumer Agency. A report on the comparison of the component of coffee mixtures [Internet]. Seoul: Korea Consumer Agency; 2014 [cited 2015 Oct 10]. Available from: http://www.kca.go.kr/brd/m_32/view.do?seq=1634&multi_itm_seq=0
- Shin HL. Consumer attitude survey: beverage purchasing behaviors and preferences [dissertation]. Seoul: Sejong University; 2010.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (KR); Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation. 2015 processed food subdivision market status: beverage market. Sejong: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs; 2015.
- Ministry of Health and Welfare (KR). Adequate intake of sugars per day. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2015.
- Drossman DA. Rome III: the new criteria. *Chin J Dig Dis* 2006; 7(4): 181-185.
- Riegler G, Esposito I. Bristol scale stool form. A still valid help in medical practice and clinical research. *Tech Coloproctol* 2001; 5(3): 163-164.
- Agachan F, Chen T, Pfeifer J, Reissman P, Wexner SD. A constipation scoring system to simplify evaluation and management of constipated patients. *Dis Colon Rectum* 1996; 39(6): 681-685.
- Lee OS, Rhee IK. The production of xylooligosaccharides with microbial xylanase. *Food Ind Nutr* 2001; 6(1): 21-24.
- Jeon JH, Kyung M, Jung S, Jo S, Chang MJ. Effect of xylooligosaccharide-sugar mixture on defecation frequency and symptoms in young women with constipation: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Nutr Health* 2015; 48(1): 19-29.
- Jung SJ, Chae SW, Sohn HS, Kim SB, Rho JO, Baik SH, Kang MH, Kim GH, Kim MH, Kim HS, Park EJ, Heo YR, Cha YS. Actual status of constipation and life factors affecting constipation by diagnosis of Rome in female university students in Korea. *Korean J Nutr* 2011; 44(5): 428-442.
- Preston DM, Lennard-Jones JE. Severe chronic constipation of young women: 'idiopathic slow transit constipation'. *Gut* 1986; 27(1): 41-48.
- Tateyama I, Hashii K, Johno I, Iino T, Hirai K, Suwa Y, Kiso Y. Effect of xylooligosaccharide intake on severe constipation in pregnant women. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2005; 51(6): 445-448.
- Fujikawa S, Okazaki M, Matsumoto N, Koga K. Properties and

- production of xylooligosaccharide. *J Jpn Soc Starch Sci* 1990; 37(2): 69-77.
31. Kobayashi T, Okazaki M, Fujikawa S, Koga K. Effect of xylooligosaccharides on feces of men. *J Agric Chem Soc Jpn* 1991; 65(11): 1651-1653.
 32. Na MH, Kim WK. Effects of xylooligosaccharide intake on fecal bifidobacteria, lactic acid and lipid metabolism in Korean young women. *Korean J Nutr* 2007; 40(2): 154-161.
 33. Kondo J, Xiao JZ, Shirahata A, Baba M, Abe A, Ogawa K, Shimoda T. Modulatory effects of *Bifidobacterium longum* BB536 on defecation in elderly patients receiving enteral feeding. *World J Gastroenterol* 2013; 19(14): 2162-2170.
 34. Campbell JM, Fahey GC Jr, Wolf BW. Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short-chain fatty acids, pH and microflora in rats. *J Nutr* 1997; 127(1): 130-136.
 35. Zoppi G, Cinquetti M, Luciano A, Benini A, Muner A, Bertazzoni Minelli E. The intestinal ecosystem in chronic functional constipation. *Acta Paediatr* 1998; 87(8): 836-841.
 36. Dimidi E, Christodoulides S, Fragkos KC, Scott SM, Whelan K. The effect of probiotics on functional constipation in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2014; 100(4): 1075-1084.
 37. Crittenden R, Karppinen S, Ojanen S, Tenkanen M, Fagerström R, Mättö J, Saarela M, Fagerström R, Mattila-Sandholm T, Poutanen K. In vitro fermentation of cereal dietary fibre carbohydrates by probiotic and intestinal bacteria. *J Sci Food Agric* 2002; 82(8): 781-789.
 38. Lee MR, Lee KA, Ly SY. Improving effects of fructooligosaccharide and isomaltoligosaccharide contained in sponge cakes on the constipation of female college students. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2003; 32(4): 621-626.
 39. Lexicomp Inc. Magnesium oxide: drug information Lexicomp. Hudson (OH): Lexicomp Inc.; 2014.
 40. Wald A. Is chronic use of stimulant laxatives harmful to the colon? *J Clin Gastroenterol* 2003; 36(5): 386-389.
 41. Okazaki M, Koda H, Izumi R, Fujikawa S, Matsumoto N. In vitro digestibility and in vivo Utilization of Xyloiose. *J J Soc Nutr Food Sci.* 1991;44:41-44.