

치커리 화이버 발효물의 장 기능 및 변비개선 효과

신 선¹ · 박성선¹ · 이환명² · 허정무^{1*}

¹종근당건강(주) 연구소
²호서대학교 화장품학과

Effects of Fermented Chicory Fiber on the Improvement of Intestinal Function and Constipation

Sun Shin¹, Sung-Sun Park¹, Hwan-Myung Lee², and Jung-Mu Hur^{1*}

¹Chongkundang Healthcare Research Center, Chungnam 343-827, Korea

²Dept. of Cosmetic Science, College of Natural Science, Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea

ABSTRACT This study investigated the improvement effects of fermented chicory fiber (FCF) on the intestinal function and constipation. The condition of fermentation was *Bifidobacterium thermophilum* added into chicory fiber (CF) flour suspension with the range of a 1% before incubation at 37°C for 48 hr. The intestinal improvement effect of FCF was measured by the charcoal meal transit method in Balb/c mice. The intestinal transit with FCF at a dose of 1.62 mg/g was significantly increased to 88% compared with the CF group ($P<0.01$). Further, the constipation relief effect was investigated in Sprague-Dawley rats with loperamide-induced constipation. After oral administration of FCF 2.06 mg/g was remarkably decreased to 75% in fecal output compared with CF group ($P<0.01$). These findings indicated that FCF was more effective than CF for the intestinal function and constipation.

Key words: fermentation, chicory fiber, constipation, intestinal function

서 론

변비는 대장의 연동운동 저하로 원활한 배변운동을 하지 못하는 질환이다. 일반적으로 1주일에 2회 이상을 배출하지 못하면서 배변 시 굳은 변을 보며 통증이나 출혈이 동반되는 경우를 변비로 진단하는데, 그 증상으로는 일반적으로 하복부의 불편감, 팽만감, 구역질, 구토, 복통 등이 수반된다(1). 이러한 변비증상은 일반적으로 남성보다 여성에게서 3~4 배 정도 높을 뿐만 아니라 변비를 동반한 대사성 질환 등의 질병을 호소하는 사람이 점차 증가하고 있다.

최근 우리나라의 변비 유병률은 16.5%로 여성 및 노인층에서 증가하고 있는 실정이다(2). 이는 인스턴트 식품 및 고 칼로리 식품의 섭취 증가와 야채류 및 섬유질의 섭취 감소와 같은 영양 과잉 또는 영양 불균형에 따른 식습관 문제에 의한 것으로 나타났다(3). 특히 여성의 경우 체중감량을 목적으로 식이섭취량이 상대적으로 적거나 결식률이 높게 나타나는 것으로 보고된 바 있다(4). 이로 인해 영양불균형을 초래하고 정상적인 배변습관을 갖는데 어려움을 느끼는 여성층이 증가하고 있으며, 이러한 식생활의 변화 및 생활습관은 변비증상을 더욱 증가시키는 원인으로 작용하고 있다.

발효는 미생물을 이용하여 유기물을 분해시키는 과정으로 젖산균이나 효모 등 미생물을 이용한 것으로 이에 대한 다양한 기능성 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 발효의 장점으로는 유효성분의 증가, 흡수율의 증가 등의 효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 특히 영양성분을 그대로 유지하면서 미생물이 분비하는 각종 가수분해효소와 세포 내 조직에 결합되어 있는 생리활성 물질들이 유리화 되면서 생체이용률(bioavailability)이 향상되는 것으로 알려져 있다(5,6).

치커리 뿌리에는 이눌린이 다량 함유되어 있으며, 이눌린은 저장 탄수화물로서 치커리 건조중량의 약 65~70%를 차지한다(7). 이는 장내 미생물에 의해 발효되는 과정에서 단쇄지방산을 생성하고 생성된 단쇄지방산은 다양한 경로를 통해 체내 콜레스테롤의 재흡수를 저해하고 변으로 배설하게 하여 콜레스테롤 수치를 낮추는 작용(8-11), 소화기관 내의 포도당 흡수를 감소시켜 식후 혈당상승 억제(7), 장내 균총을 개선하여 배변활동을 원활하게 하는 등 체내에 유익한 영향을 나타내는 것으로 알려져 있다(12,13). 변비치료를 위해서는 식생활 개선 및 수분섭취 증대 등 일반적인 생활습관의 변화와 함께 심한 경우 다양한 변비치료제를 사용하게 되는데 자극성 완화제는 국내에서 가장 많이 사용되는 것으로 알려져 있으며, 특히 자극성인 센나(Alexandrian Senna)가 포함되어 있는 제품의 장기 복용을 피하는 것이

Received 10 September 2013; Accepted 16 October 2013

*Corresponding author.

E-mail: freeminde@hanmail.net, Phone: +82-41-357-6699

좋다(14). 하지만 장 건강에 도움을 주는 건강기능식품 섭취 시 부작용 없이 장기간 섭취가 가능하며 배변횟수 및 변의 무게 증가, 장내 유익균 증식 및 유해균 억제를 통해 장 기능 및 배변활동 개선 등에 도움을 줄 수 있다(15).

따라서 본 연구에서는 치커리 화이바를 특정한 미생물에 의해 발효시킴으로써 장 기능 및 변비개선 효과를 증진시키는지 확인하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 치커리 화이바(FIBRULOSE F90)는 벨기에산으로 COSUCRA S.A사(Warcoing, Belgique) 제품을 사용하였고, 발효를 위해 사용된 균주는 한국미생물보존센터에서 분양받은 *Bifidobacterium thermophilum*(ATCC 25525, Seoul, Korea)을 사용하였다. 균 측정용 배지로는 BCP 첨가 평판측정용배지(Eiken Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 37°C에서 1~2일 동안 배양하면서 colony 주위로 젖산균 배양 시 나타나는 전형적인 노란색 colony를 계수하였다. 본 실험에 사용한 양성 대조균으로 차전자피복합물(FWP)을 중근당건강(주)(Dangjin, Korea)에서 제공받아 사용하였다.

치커리 화이바 발효물의 제조

한국미생물보존센터에서 분양받은 *Bifidobacterium thermophilum*(ATCC 25525)을 MRS broth(Difco, Sparks, NV, USA)에 계대 배양한 후 균체를 20% glycerol이 포함된 저장액에 넣어 -70°C에 보관하였으며, 실험에 사용하기 전 1% 치커리 화이바 현탁액에 2 계대 배양한 후 발효물의 제조에 사용하였다. 치커리 화이바 600 g에 증류수를 4 L 넣은 후 95°C에서 1시간 동안 살균하였다. 살균 후 치커리 화이바 현탁액에 균주 배양액 4%를 첨가하고 37°C에서 발효를 진행하면서 시간대별로 배양액을 채취하여 pH meter (Orion 3 Star, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA) 및 당도(PAL-3 Brix 0~93%, Atago, Tokyo, Japan)를 측정하였다. 발효완료 후 70°Brix로 농축하여 동물실험에 사용하였다. 치커리 화이바가 *Bifidobacterium thermophilum*의 증식에 미치는 영향을 확인하기 위해 치커리 화이바 현탁액에 균주 배양액 4%를 첨가하고 37°C에서 발효를 진행하면서 배양액을 0, 6, 24, 48시간 단위로 샘플링하여 600 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다.

실험동물 및 사육조건

소화관 이동능 실험에 평균 체중 20 g의 Balb/c 마우스(Central Lab. Animal Inc., Seoul, Korea)를 사용하였고, 변비개선 효과 실험에는 평균 체중 150 g의 Sprague Dawley 랫트(Central Lab. Animal Inc.)를 분양받아 실험에 사용하

였다. 일주일간 적응시킨 후 대조군, 제품군, 실험군으로 5 마리씩 나누어 실험에 사용하였다. 사료 섭취량은 200 g/1일/1케이지(n=5)의 사료를 공급한 후 잔여 사료량 및 체중을 실험기간 동안 매일 측정하였다.

소화관 이동률

소화관 이동률 실험에 사용한 실험동물은 평균 체중 20 g의 Balb/c 마우스(Central Lab. Animal Inc.)로 대조군, 양성 대조군 FWP(차전자피복합물), 실험군 CF(치커리 화이바), 실험군 FCF(치커리 화이바 발효물)로 나누어 실험하였다. 저농도(1.62 mg/g), 중농도(2.88 mg/g), 고농도(4.13 mg/g)로 나누어 5일 동안 투여한 후 6일째 절식을 실시하였고 절식 중에도 차전자피복합물, 치커리 화이바 및 치커리 화이바 발효물은 실험종료 전까지 지속적으로 투여하였다. 대조군의 경우 실험군과 동일한 방법으로 처리하고 생리식염수를 투여하였다. 7일째 마지막으로 경구투여하고 60분 후 활성탄과 아라비아검을 각 5%, 10%의 중량비로 혼합한 활성탄 식이 0.2 mL를 경구투여한 후 30분 뒤 위장관을 적출하였다. 소화관 이동률은 활성탄 식이의 전체 장관거리 중 이동거리로 산출하였다.

$$T(\%)=B/A \times 100$$

T: 투여한 활성탄의 소화관 이동률

A: 소화관 전체 길이

B: 활성탄의 최선단부까지 이동거리

변비개선 효과

변비개선 효과 실험에 사용한 실험동물은 평균 체중 150 g의 Sprague Dawley 랫트(Central Lab. Animal Inc.)로 대조군, 양성 대조군 FWP(차전자피복합물), 실험군 CF(치커리 화이바), 실험군 FCF(치커리 화이바 발효물)로 나누어 실험하였다. 변비 유발은 9일 동안 치커리 화이바 발효물을 경구투여한 후 실험종료 5일전 loperamide(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 5 mg/kg을 생리식염수에 녹인 후 1일 2회(오전 9시, 오후 6시) 피하로 투여하여 변비를 유발하였고, 정상대조군은 생리식염수만을 투여하였다. 변비를 유발하는 대조군에는 식수만을 공급하였으며 실험군은 저농도(0.80 mg/g), 중농도(1.44 mg/g), 고농도(2.06 mg/g)로 나누어 실험종료 시까지 공급하였다. 변은 매일 일정한 시간에 채취하여 변의 중량 및 개수를 측정하였다.

통계 처리

통계 처리는 SigmaPlot 10.0 version(San Jose, CA, USA)을 이용하여 모든 측정 항목의 평균과 표준편차를 구하였으며, 실험물질 섭취 전과 후의 유의성 검정은 ANOVA로 분석하였으며 모든 유의수준은 $P < 0.05$, $P < 0.01$ 로 판정하였다.

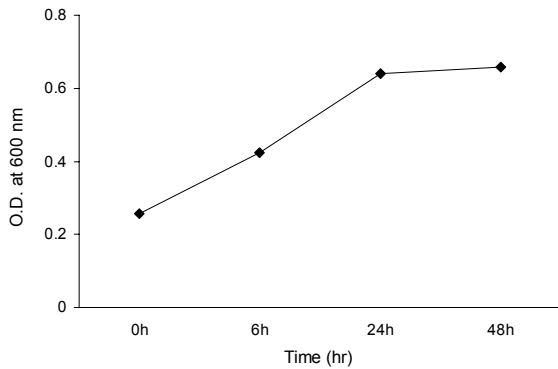


Fig. 1. Growth curve of *Bifidobacterium thermophilum* during cultivation at 37°C.

Table 1. Change of pH and Brix degree in the fermented chicory fiber

Time (hr)	pH	Brix degree	CFU/mL
Before inoculation	5.18	14.2	0
0	4.35	13.8	2.2×10^7
6	3.92	13.7	5.1×10^7
24	3.62	13.9	8.8×10^7
48	3.51	13.5	9.1×10^7

결과 및 고찰

Bifidobacterium thermophilum 증식에 미치는 영향

치커리 화이버가 *Bifidobacterium thermophilum*의 증식에 미치는 영향을 확인하기 위해 균 접종 후 37°C에서 배양하면서 600 nm에서 흡광도를 측정할 결과, 발효에 사용된 균주의 증식이 발효시간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타냈으며, 48시간 이후 더 이상의 증식 없이 유지되는 경향을 나타냈다(Fig. 1).

pH는 균 접종 전 5.18에서 48시간 발효 후 3.51로 감소하였고, 당도 또한 균 접종 전 14.2°Brix에서 48시간 발효 후 13.5°Brix로 감소하였다(Table 1). 젖산발효 시킨 치커리 가수분해물의 pH 범위가 24시간 후 pH 6.00에서 3.60으로 감소한 결과와 비교해 보았을 때(16), *Bifidobacterium thermophilum* 균주에 의해 치커리 화이버의 발효가 제대로 이루어졌음을 알 수 있다.

치커리 뿌리에는 이눌린 성분이 다량 함유되어 있으며 이눌린이 장내 미생물에 의한 발효 및 inulinase로 부분 가수분해 되어 프락토올리고당이 생성된다. 프락토올리고당은 장내 유익균 증식 및 유해균 억제에 도움을 주는 기능성 원료로 장내 균총을 개선하여 배변활동을 원활하게 하는 등 체내에 유익한 영향을 나타내는 것으로 알려져 있다(13). 따라서 치커리 화이버 발효를 통해 이눌린 성분이 부분적으로 프락토올리고당으로 변환되면서 발효 전에 비해 장 기능 및 변비개선 효과가 증진되는 것으로 생각된다.

사료 섭취량 및 체중

사료 섭취량은 200 g/1일/1케이지(n=5)의 사료를 공급한 후 잔여 사료량 및 체중을 실험기간 동안 매일 측정하였고, 사료 섭취량의 경우 1케이지당 잔여 사료량을 해당 마리수로 나누어 나타냈다. 실험기간 동안의 사료 섭취량의 경우 대조군에 비해 양성 대조군 FWP, 실험군 CF, 실험군 FCF에서 섭취량이 증가하는 경향을 나타냈다. 반면 체중의 경우 대조군에 비해 양성 대조군 FWP, 실험군 CF 2.06 mg/g ($P < 0.01$), 실험군 FCF 1.44 mg/g ($P < 0.05$), 실험군 FCF 2.06 mg/g ($P < 0.01$)에서 유의적인 체중 감소 효과를 나타냈다. 이는 난소화성식이섬유소의 섭취가 체중 증가를 억제하고(17) 비만방지 효과(18)를 나타내는 보고와 유사한 경향을 보였고, 양성 대조군 FWP의 주원료인 차전차피식이섬유 및 실험군에 사용한 원료인 치커리식이섬유는 비만예방에 부분적으로 도움을 주는 것으로 생각된다(Table 2).

소화관 이동률

치커리 화이버 발효물의 장 기능 개선효과를 확인하기 위해 활성탄 식이를 경구투여한 후 소화관 이동률을 측정할 결과를 Fig. 2에 나타냈다. 대조군의 소화관 이동률이 54%에 비해 양성 대조군 FWP 73%로 소화관 이동률이 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). CF와 FCF의 동일 농도 간 효과를 확인한 결과 실험군 CF(1.62 mg/g) 65%에 비해 실험군 FCF(1.62 mg/g) 88%로 증가하였고($P < 0.01$), 실험군 CF(4.13 mg/g) 68%에 비해 실험군 FCF(4.13 mg/g) 75%로 증가하였다($P < 0.05$). 이는 Shin 등(19)이 보고한 젖산을 발효시킨 산약이 위장관 기능에 미치는 효과에서 발효 시 장

Table 2. Effect of fermented chicory fiber on food intake, and body weight after 2 weeks in rats

	Day	Con	FWP	CF			FCF		
				Low	Middle	High	Low	Middle	High
Food intake (g)	0	14.91	17.00	14.20	15.80	13.40	15.00	10.40	13.80
	14	14.01	18.91	17.99	17.78	18.28	20.50	18.06	17.73
Body weight (g)	0	148±4.08	147±1.71	148±4.35	151±3.51	145±4.97	143±4.65	145±4.36	140±4.20
	14	229±8.27	210±1.89**	230±6.73	232±5.20	206±2.99**	222±10.34	215±5.74*	208±1.89**

Values are mean±SD (n=5).

*Significantly different from control group ($P < 0.05$). **Significantly different from control group ($P < 0.01$).

Con, control group; FWP, ChongKunDang Healthcare's product treated group; CF, chicory fiber treated group; FCF, fermented chicory fiber treated group.

Low (0.80 mg/g), middle (1.44 mg/g), high (2.06 mg/g).

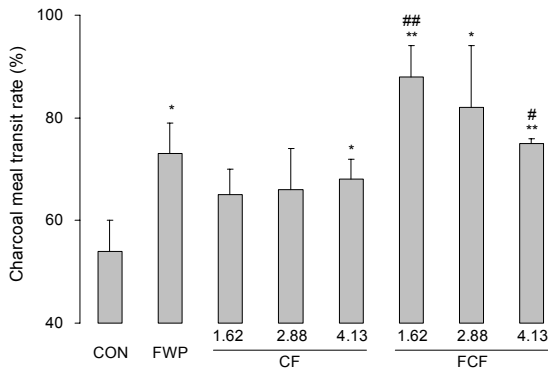


Fig. 2. Effect of fermented chicory fiber on charcoal meal transit in Balb/C mice. Con, control group; FWP, ChongKunDang Healthcare's product treated group; CF, chicory fiber treated group (1.62, 2.88, 4.13 mg/g); FCF, fermented chicory fiber treated group (1.62, 2.88, 4.13 mg/g). *Significantly different from Con group vs CF and FWP group ($P < 0.05$). **Significantly different from Con group vs FCF group ($P < 0.01$). #Significantly different from CF group (4.13 mg/g) vs FCF group (4.13 mg/g) ($P < 0.05$). ##Significantly different from CF group (1.62 mg/g) vs FCF group (1.62 mg/g) ($P < 0.01$).

내 균총을 정상화시켜 변비개선에 도움을 주고 배변활동을 증진시킨 결과와 Kim 등(20)이 보고한 다시마 발효 시 활성 탄 식이의 장 이동률이 다시마 추출물에 비해 현저하게 증가된 결과 등을 통해 발효에 의해 장 기능 소재의 효능이 증대되는 것을 알 수 있다. 본 연구에서도 발효에 의해 치커리 화이바의 장 기능 효능이 증진되었고, 이는 음식물이 장 내에 머무르는 시간을 단축시켜 식이의 장 이동률을 증가시킨 것으로 생각된다.

변비개선 효과

치커리 화이바 및 이를 발효한 치커리 화이바 발효물의 변비개선 효과를 확인하기 위해 loperamide 투여 5일 후 실험동물의 대장을 적출하여 잔류하고 있는 변의 개수를 확인하였다(Fig. 3). 변비를 유발시킨 loperamide 처리군은 대조군에 비해 대장 내에 변이 잔류하면서 배변활동이 제대로 이루어지지 않아 대장 내 변의 개수가 증가하였으나 양성 대조군 FWP($P < 0.05$), 실험군 CF($P < 0.05$), 실험군 FCF($P < 0.01$)에서 유의적으로 감소하였다. CF와 FCF의 동일 농도 간 효과를 확인한 결과, 특히 실험군 FCF(2.06 mg/g)의 경우 대장 내 변의 개수가 실험군 CF(2.06 mg/g)에 비해 유의적으로 감소하였다($P < 0.01$). 이는 Hond 등(13)이 보고한 건강한 사람 6명에게 2주 동안 치커리 이눌린 15 g을 제공한 결과 대조군에 비해 배변 빈도 및 대변의 부피가 증가하였고, Marteau 등(21)이 보고한 변비증상을 나타내는 노인에게 28일 동안 치커리 이눌린을 15 g 제공한 결과 장에서 서식하는 유산균인 비피더스균이 유의적으로 증가하여 소화력 향상 및 배변 장애가 감소한 결과를 통해, 치커리 이눌린이 장 내 발효를 통해 당을 분해하여 생성되는 유산과 초산이 장벽을 자극하여 장의 연동운동을 도와 변비개선에

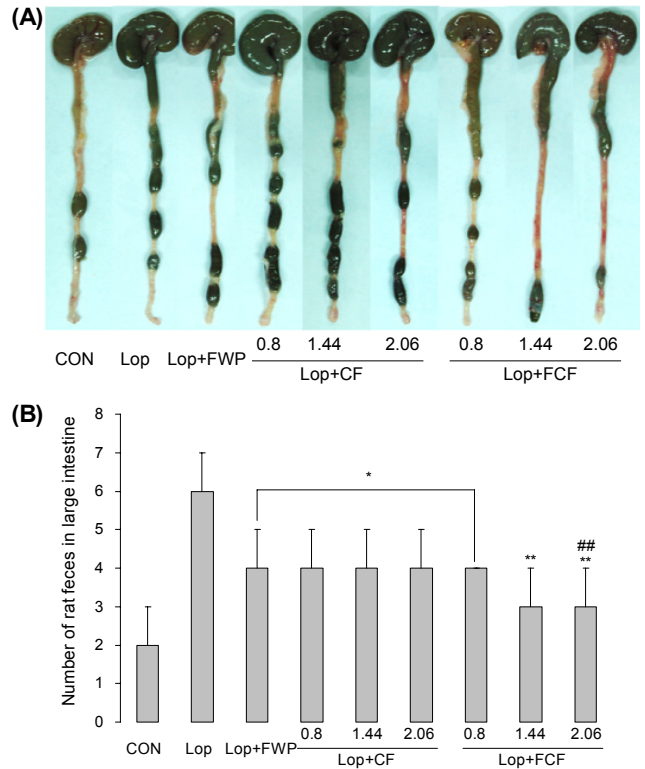


Fig. 3. Isolated large intestine with contained fecal pellets. (A) Effect of fermented chicory fiber on number of fecal pellets in large intestine of loperamide-induced constipation rats. (B) Con, control group; Lop, constipation group; Lop+FWP, constipation with ChongKunDang Healthcare's product treated group; Lop+CF, constipation with chicory fiber treated group (0.80, 1.44, 2.06 mg/g); Lop+FCF, constipation with fermented chicory fiber treated group (0.80, 1.44, 2.06 mg/g). *Significantly different from Lop group vs Lop+FWP, Lop+CF, and Lop+FCF group ($P < 0.05$). **Significantly different from Lop group vs Lop+FWP group ($P < 0.01$). ##Significantly different from Lop+CF group (2.06 mg/g) vs Lop+FCF group (2.06 mg/g) ($P < 0.01$).

도움을 주는 것으로 확인되었다. 이와 같은 결과는 변비개선 효과를 증진시키기 위해 발효기술을 사용한 본 실험 결과에서 치커리 화이바 발효물 섭취가 배변활동을 더욱 증진시켜 식이의 장 이동률 증가 및 대장 내 변의 개수를 감소시키는 등의 변비개선 효과를 나타내는 것으로 생각된다.

요 약

치커리 화이바는 콜레스테롤 개선, 배변활동 원활, 식후혈당 상승억제의 기능성을 바탕으로 건강기능식품 기능성 원료로 사용되고 있다. 배변활동에 도움을 주는 치커리 화이바를 발효하여 변비개선 효능을 확인한 결과 실험기간 동안 식이 섭취량이 증가한 반면 체중이 유의적으로 감소하는 것으로 보아 비만예방에 효과가 있을 것으로 생각된다. 장 기능 개선효과를 확인하기 위해 소화관 이동률을 측정한 결과 대조군에 비해 양성 대조군 FWP(차전자피복합물), 실험군 CF(치커리 화이바), 실험군 FCF(치커리 화이바 발효물)에서

소화관 이동률이 증가하였고, 특히 실험군 FCF 1.62 mg/g ($P<0.01$)과 실험군 4.13 mg/g($P<0.05$)의 경우 실험군 CF 동일 농도에 비해 소화관 이동률이 유의적으로 증가하였다. 또한 변비개선 효과를 확인하기 위해 대장 내 잔류하고 있는 변의 개수를 확인한 결과 변비를 유발시킨 loperamide 처리군은 대조군에 비해 대장 내에 변이 잔류하면서 배변활동이 제대로 이루어지지 않아 대장 내 변의 개수가 유의적으로 증가한 반면, 양성 대조군 FWP와 실험군 CF, 실험군 FCF에서 대장 내 변의 개수를 유의적으로 감소시켰고 특히 실험군 FCF 2.06 mg/g의 경우 실험군 CF 동일 농도에 비해 대장 내 변의 개수를 유의적으로 감소시켰다($P<0.01$). 본 연구결과를 통해 치커리 화이버를 발효함으로써 배변활동 및 변비개선능이 비발효 치커리 화이버에 비하여 더욱 증진되는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 발효된 치커리 화이버가 배변 및 변비 기능성을 증진시키는 소재로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Corfield AP, Carroll D, Myerscough N, Probert CS. 2001. Mucins in the gastrointestinal tract in health and disease. *Front Biosci* 6: 1321-1357.
2. Shin JR, Ly SY. 2003. Dietary habits and factors related to lifestyles in constipated female students. *Korean J Community Nutr* 8: 675-688.
3. Müller-Lissner S. 1999. Classification, pharmacology, and side effects of common laxatives. *Ital J Gastroenterol Hepatol* 31: 234-237.
4. Myung SJ, Lee TH, Huh KC, Choi SC, Sohn CI. 2010. Diagnosis of constipation: a systematic review. *Korean J Gastroenterol* 55: 316-324.
5. Hubert J, Berger M, Nepveu F, Paul F, Daydé J. 2008. Effects of fermentation on the phytochemical composition and antioxidant properties of soy germ. *Food Chem* 109: 709-721.
6. Katina K, Liukkonen KH, Kaukovirta-Norja A, Adlercreutz H, Heinonen SM, Lampi AM, Pihlava JM, Poutanen K. 2007. Fermentation-induced changes in the nutritional value of native or germinated rye. *J Cereal Sci* 46: 348-355.
7. Lee JS, Shin HK. 1997. Effects of addition of chicory extract on starch hydrolysis *in vitro* and glucose response in healthy subjects. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1295-1303.
8. Park CK, Cha JY, Jeon BS, Kim NM, Shim KH. 2000. Effects of chicory root water extracts on serum triglyceride and microsomal triglyceride transfer protein (MTP) activity in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 518-524.
9. Causey JL, Feirtag JM, Gallaher DD, Tungland BC, Slavin JL. 2000. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutr Res* 20: 191-201.
10. Brighenti F, Casiraghi MC, Canzi E, Ferrari A. 1999. Effect of consumption of a ready-to eat breakfast cereal containing inulin on the intestinal milieu and blood lipids in healthy male volunteers. *Eur J Clin Nutr* 53: 726-733.
11. Sung HY, Jeoung HJ, Choi YS, Cho SH, Yun JW. 2004. Effects of chicory inulin and oligosaccharides on lipid metabolism in rats fed a high-cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 305-310.
12. Jackson KG, Taylor GR, Clohessy AM, Williams CM. 1999. The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle-aged men and women. *Br J Nutr* 82: 23-30.
13. Hond ED, Geypens B, Ghooys Y. 2000. Effect of high performance chicory inulin on constipation. *Nutr Res* 20: 731-736.
14. Park UC. 2003. Diagnosis and management of functional evacuation disorders. *J Korean Med Assoc* 46: 581-593.
15. Kleessen B, Schwarz S, Boehm A, Fuhrmann H, Richter A, Henle T, Krueger M. 2007. Jerusalem artichoke and chicory inulin in bakery products affect faecal microbiota of healthy volunteers. *Br J Nutr* 98: 540-549.
16. Octavian B, Oana Emilia C. 2012. Selection of lactic acid bacteria able to ferment inulin hydrolysates. *Food Technol* 36: 31-40.
17. 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. 2011. Actual status of constipation and life factors affecting constipation by diagnosis of rome in female university students in Korea. *Korean J Nutr* 44: 428-442.
18. Blaak EE, Saris WHM. 1995. Health aspects of various digestible carbohydrates. *Nutr Res* 15: 1547-1573.
19. Shin KO, Jeon JR, Lee JS, Kim JY, Lee CH, Kim SD, Yu YS, Nam DH. 2006. Lactic acid fermentation of Chinese yam (*Dioscorea batatas* decne) flour and its pharmacological effect on gastrointestinal function in rat model. *Biotechnol Bioprocess Eng* 11: 240-244.
20. Kim HJ, Kim SI, Han YS. 2008. Effects of sea tangle extract and sea tangle yogurt on constipation relief. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 59-67.
21. Marteau P, Jacobs H, Cazaubiel M, Signoret C, Prevel JM, Housez B. 2011. Effects of chicory inulin in constipated elderly people: a double-blind controlled trial. *Int J Food Sci Nurt* 62: 164-170.