

## 돼지감자 Fructo 올리고당-Inulin이 돼지의 주요장내세균의 생육에 미치는 영향

김창곤\* · 김수일\* · 신현경

한림대학교 식품영양학과

\*서울대학교 농업생물공학협동과정, 농화학과 및 농업생물신소재연구센터

### Effect of Fructooligosaccharide-inulin of Jerusalem artichoke on the Growth of Intestinal Microorganisms of Pig

Chang-Gon Kim\*, Su-Il Kim\* and Hyun-Kyung Shin

Department of Food Science and Nutrition, Hallym University, Chuncheon 200-702, Korea

\*Department of Agricultural Biotechnology, Department of Agricultural Chemistry  
and Research Center for New Bio-materials in Agriculture, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

#### Abstract

Fructooligosaccharide-inulin(FOSI) separated from Jerusalem artichoke-autolysate was tested to determine its effect on the growth of fecal microorganisms of pig. Total microorganisms in fecal samples averaged  $10^{9.83}$  per g of wet feces and the numbers of predominant *Bacteroidaceae* and *Peptococcaceae* were  $10^{9.3}$  and  $10^{9.2}$ , respectively. *Lactobacilli*, *Eubacteria*, *Clostridia* were found out to be the next common bacteria. The addition of FOSI to the 'feces media' and PYF broth increased the numbers of total microorganisms and *Lactobacillus* up to those of glucose-addition media. The number of *Bifidobacteria* was greater about 50~500 times on FOSI-addition media rather than on glucose-addition media. While FOSI showed no different effect on the *Clostridia* growth compared with glucose, both sugars reduced the number of *E. coli* to  $10^{-1}$ ~ $10^{-3}$  level of no sugar media.

Key words: fructooligosaccharides, inulin, Jerusalem artichoke, intestinal microorganisms, pig

#### 서 론

돼지감자(Jerusalem artichoke ; *Helianthus tuberosus* L.)는 부미가 원산지인 다년생 식물로서 우리나라의 기후조건에 맞고 전국 각지에 자생하고 있다. 돼지감자 괴경의 주성분은 fructose 중합체인 inulin이며 이는 돼지감자 괴경 건물(dry weight)의 약 75%를 차지한다<sup>(1)</sup>. 이러한 inulin을 산이나 효소처리하면 fructose 뿐만 아니라 inulo 올리고당과 di-D-fructofuranose anhydrides (DFA) 및 fructo 올리고당이 생산된다<sup>(2)</sup>. 이 중 Fructo 올리고당은 장내 세균중 *Bifidobacteria*의 생육을 선택적으로 촉진시키며, 인체에서 변비 개선, 장질환 예방, 당뇨 환자에 대한 효과, 혈청 콜레스테롤 감소 등의 효과가 보고되었다<sup>(3)</sup>. 또한 자돈의 경우 설사를 예방하고 사료 효율을 증가시킨다고 보고되었으며<sup>(4)</sup>, 닭의 경우도 사료 효율 및 성장속도가 향상된다고 알려졌다<sup>(5)</sup>.

한편, 돼지 장내에는 장관내용물 건물 g당  $13.3 \times 10^{10}$

개의 미생물이 서식하면서 숙주인 돼지의 생리, 영양, 면역 및 질병발생 등에 많은 영향을 미치고 있으며, 그람양성 구균, *Lactobacillus*, *Eubacterium*, 그람음성 간균, *Clostridium* 순으로 존재한다<sup>(6)</sup>. 이들 중 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium*은 유산 및 초산 등 많은 양의 유기산을 생산하여 이들 산에 예민한 유해성 균의 장관내 정착을 억제함으로써 설사 등 장질환을 예방하고 숙주의 면역 시스템을 자극하여 감염에 대한 저항력을 높여 주는 역할을 하고 있다. 반면 유해성 미생물인 *Clostridium*과 *E. coli*는 각종 부패성 물질과 독소 및 발암물질 등을 생산하여 질병유발, 암발생, 면역력 감퇴 등을 가져온다<sup>(7)</sup>. 숙주가 건강을 유지하려면 이상적인 장내 균총이 균형을 이루어야 하며 유익균이 장내에서 차지하는 비율을 증가시켜야 하는데, 이를 위하여 장내 유익균이 선택적으로 이용하여 증식할 수 있는 식이 소재를 공급하는 방법이 도입될 수 있으며 현재 여러가지 소재들이 연구되고 있다<sup>(8)</sup>.

본 실험은 돼지감자를 자가 가수분해시켜 이로부터 Fructo 올리고당-inulin(FOSI)을 분리하여 이들이 돼지의 주요 장내세균의 생육에 미치는 영향을 *in vitro* 실험을 통하여 조사하였다.

Corresponding author: Hyun-Kyung Shin, Department of Food Science and Nutrition, Hallym University, Chuncheon 200-702, Korea

## 재료 및 방법

### 돼지감자 fructo 올리고당-inulin(FOSI)의 제조

돼지감자를 잘 씻어 얇게 절단한 다음 50°C에서 24시간 동안 보관하여 자가효소에 의해 가수분해를 진행시킨 후 분쇄하여 이 분말을 FOSI의 분리시료로 사용하였다. 이 돼지감자 자가 가수분해물은 당 71.7%, 단백질 9.9%, 무기질 2.3%, 회분 3.48%, 조섬유 4.44%, 조지방 3.31%, 수분 7.13%로 구성되어 있으며, 당중에는 glucose, fructose 및 sucrose가 20.8%, GF<sub>2</sub>-GF<sub>6</sub>가 59.74%, GF>6이 18.72%를 차지하는 것으로 분석되었다<sup>(8)</sup>. 이 가수분해물을 Izawa의 방법<sup>(9)</sup>에 따라 수조에서 끓는 70% 알코올로 세번 반복하여 당 성분을 추출하고 이것을 다시 감압 농축하여 active-charcoal column(plant charcoal : celite 545=1 : 1, bed volume 150 ml, applicable sugar 1g, flow rate 6 ml/10 min)에 흡착시키고 증류수 500 ml, 10% ethanol 750 ml, 50% ethanol 500 ml를 순차적으로 용출시키는 방법을 이용하여 fructose와 glucose 및 sucrose가 제거된 FOSI를 얻었다.

### 돼지 장내미생물의 분포조사

강원도 종축장에서 랜드레이스 품종의 생후 3~6개월 된 건강한 돼지 8마리로부터 분변을 채취하였다. 이 분변을 잘 균질화시킨 후 Mitsuoka의 방법에 따라 10<sup>-8</sup>까지 희석한 다음 각 희석액에서 0.05 ml씩 취하여 비선택 배지인 BL과 각 균종을 선택적으로 배양하기 위해 개발된 BS(*Bifidobacteria*), LBS(*Lactobacilli*), PNC(*Clostridia*), NN(*Cl. perfringens*), DHL(*E. coli*), NBGT(*Bacteroidaceae*), PS(*Peptococcaceae*), ES(*Eubacteria*), PDA(Yeasts), FS(*Fusobacteria*) 등의 선택배지<sup>(11)</sup>에 도말하였다. 이것을 37°C에서 하루 또는 이틀동안 혐기배양한 후 각 배지에서의 생균수를 측정하였다. 한천배지의 혐기배양은 Vacuum desicator에 plate를 넣고, 이산화탄소로 공기를 치환시킨 후 CuSO<sub>4</sub>, Tween 80, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 포함하는 용액에서 구리 coating한 steel wool로 산소를 제거하면서 배양하는 steel wool 방법<sup>(11)</sup>을 사용하였다.

### 돼지 장내미생물의 배양

이산화탄소로 치환된 roller culture bottle에 잘 균질화된 돼지의 분변을 넣고 cysteine이 함유된 멸균 증류수로 3배 희석한 '분변배지'에 탄소원으로 당을 첨가하지 않거나 포도당 또는 FOSI를 각각 1%가 되도록 첨가하여(Table 1) 37°C, 48시간 배양하였다. 각 배지내 장내세균의 균총변화를 측정하기 위하여 배양액을 10<sup>-7</sup>까지 희석한 후 BL, BS, LBS, PNC, NN, DHL 한천배지에 도말하여 37°C에서 하루 또는 이틀동안 배양한 후 각 배지에서의 생균수를 측정하였다. 또 미생물의 당 이용성 검색배지로 이용되고 있는 합성배지 PYF broth 50 ml에 10<sup>-2</sup>배로 희석된 분변 혼탁액을 총균으로 2.5%씩 접종하여 37°C, 48시간 배양하였다(Table 2). 배양

Table 1. The composition of feces midium

Feces(medium + inoculum)	5g
Cysteine	0.05g
sugar*	0.15g
distilled water	10 ml

\*Blank, Glucose or FOSI

Table 2. The composition of PYF broth

Yeast extract	10g
Proteose peptone No. 3	5g
Trypticase peptone	5g
Fildes solution*	40 ml
Salts solution	40 ml
L-Cysteine HCl·H <sub>2</sub> O	0.5g
Distilled water	920 ml
Sugar**	10g
pH 7.5	

\*Horse blood in Fildes solution was replaced with cow blood

\*\*Blank, Glucose or FOSI

후 '분변배지'에서와 마찬가지로 희석하여 각 배지에 도말하여 혐기배양한 후 각 배지에서의 생균수를 측정하였다.

### 균수 및 pH 측정

각 균의 선택배지로 사용되는 BS, LBS, NN, PNC, DHL, NBGT, PS, ES, FS, PDA 한천배지를 사용하여 1~2일간 배양한 다음 각 배지에 나타난 집락들에 대해 Mitsuoka의 방법<sup>(11)</sup>에 따라 집락 형태, 그람염색과 균의 모양 및 산소요구도 등을 조사함으로써 속(genus)을 동정하여 각 균수를 측정하였다. 또 '분변배지'와 PYF broth 배양에서 초기 pH와 48시간 배양 후의 pH를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 돼지분변내의 미생물 분포

돼지분변에 서식하는 균들의 총 생균수는 비선택배지인 BL 한천배지에 나타난 집락수로서 조사하였고 *Lactobacilli*, *Bifidobacteria*, *Clostridia*, *E. coli*의 수는 각각 LBS, BS, PNC, DHL 한천배지에 나타난 집락들에 대해서, 그리고 *Bacteroidaceae*, *Peptococcaceae*, *Eubacteria*, *Fusobacteria*, Yeasts의 수는 각각 NBGT, PS, ES, FS, PDA 한천배지에 나타난 집락들에 대해 속(genus)을 동정한 후 균수를 측정하여 Table 3과 같은 결과를 얻었다. 총균수는 분변 g당 10<sup>9.83</sup>으로 나타났고 *Bacteroidaceae*와 *Peptococcaceae*가 각각 10<sup>9.30</sup>과 10<sup>9.20</sup>으로 가장 많은 수로 나타났으며 그 다음으로 *Lactobacilli*, *Eubacteria*, *Clostridia*가 각각 10<sup>8.79</sup>, 10<sup>8.23</sup>, 10<sup>7.14</sup>으로 나타났다.

Salanitro 등<sup>(13)</sup>과 Russell<sup>(6)</sup>은 분변 g당 총 생균수가 약 10<sup>10.2</sup>~10<sup>10.3</sup>개 존재한다고 보고하였는데 본 실험에서

**Table 3. Distribution of bacteria in feces of pig**

Total Counts	9.83±0.23(8) <sup>a</sup>
<i>Bacteroidaceae</i>	9.30(1)
<i>Eubacteria</i>	8.23±0.89(3)
<i>Peptococcaceae</i>	9.20±0.40(3)
<i>Bifidobacteria</i>	6.72±0.25(8)
<i>Lactobacilli</i>	8.79±0.19(8)
<i>Fusobacteria</i>	6.86±0.53(3)
<i>Clostridia</i> others	7.14±0.35(8)
<i>Cl. perfringens</i>	<2.0(8)
<i>E. coli</i>	5.55±0.35(8)
Yeasts	3.61±0.60(2)

Values are means±S.D. of log bacterial counts

<sup>a</sup>No. of specimans

조사한 총 생균수는 이보다 약간 적게 나타났다. 각 균들의 비율을 살펴보면 *Bacteroidaceae*가 전체균의 29.5%를 차지하는 최우세균으로 밝혀졌으며 이는 Mitsuoka 등<sup>(11)</sup>과 Moore 등<sup>(12)</sup>이 보고한 20~30%와 비슷하게 나타났다. 9.1%를 차지한 *Lactobacilli*도 Moore 등<sup>(12)</sup>과 Robinson 등<sup>(14)</sup>이 8~14%를 차지한다고 보고한 것과 비슷한 수준이었다. 그러나 *Peptococcaceae*(23%)는 Mitsuoka 등<sup>(11)</sup>과 Moore 등<sup>(12)</sup>이 보고한 5~11%와는 큰 차이를 보였으며 *Eubacteria*(2.5%)도 Moore 등<sup>(12)</sup>과 Russell<sup>(6)</sup>이 보고한 12~26%에 비해 매우 적은 비율로 나타났다. 또 Moore 등<sup>(12)</sup>과 Salanitro 등<sup>(13)</sup>이 2~7%로 비교적 소수 존재하는 것으로 보고한 *Clostridia*, *Bifidobacteria*, *E. coli*는 모두 0.2% 이하로 매우 적게 나타났다. 이와 같이 총균수 뿐만 아니라 대부분의 균수가 이전의 보고들에 비해 적은 수로 나타났고 특히 몇몇 편성혐기성균과 *E. coli*의 수가 이러한 경향을 보였는데 이는 이전의 보고들에서 사용한 배양방법인 roll tube법<sup>(13)</sup>과 glove box법<sup>(11)</sup>에 비해 본 실험에서 사용한 steel wool법은 이들보다 혐기도가 미흡하므로 높은 혐기도를 요구하는 미생물의 수가 적게 나왔을 것으로 생각되며 배양시간에 있어서도 이전의 보고들에서는 3~5일간 배양한데 비해 본 실험에서는 1~2일간 배양하였기 때문에 생육속도가 느린 균들은 자라지못해 관찰되지 못했을 가능성이 있다. 또한 근래들어 사료와 함께 항생제를 투여하기 때문에 이러한 항생제에 예민한 균들도 그 수가 감소되어 적게 나타났을 수도 있다.

#### 돼지감자 fructo 올리고당-inulin(FOSI)이 돼지의 장내세균에 미치는 영향

돼지감자 FOSI의 투여가 돼지 장내세균의 생육에 미치는 영향을 돼지의 '분변배지'와 합성배지 PYF broth를 이용하여 조사하였다. 돼지감자 또는 그 가수분해물을 돼지가 섭취하였을 경우 sucrose까지의 중합도가 낮은 당류는 대장에 도달하기 전에 소화·흡수되고 대장에는 이보다 큰 올리고당과 inulin만이 도달하게 되어 장내 미생물들은 이들만을 이용하여 생육하게 된다<sup>(15)</sup>. 그러

**Table 4. Effect of FOSI on the growth of some bacteria of pig in 'Feces media' cultivation (log CFU/g)**

Kinds	0 hour	48 hour		
		No Sugar	Glucose	IFOS
Total Counts	9.35±0.23	8.66±0.38	9.07±0.29	8.90±0.23
<i>Lactobacilli</i>	8.30±0.19	6.63±0.88	7.64±0.57	7.44±0.57
<i>Bifidobacteria</i>	6.24±0.25	5.54±0.45	5.75±0.65	7.40±0.08
<i>Clostridia</i>	6.67±0.35	7.39±0.23	7.50±0.10	7.35±0.24
<i>E. coli</i>	5.07±0.35	3.85±0.28	3.07±0.47	<2.0

Values are means±S.D. of log bacterial counts

므로 이와 비슷한 상태를 만들기 위해 돼지감자 자가 가수분해물로부터 저중합도 당류를 제거한 FOSI를 제조하여 실험에 사용하였다. 또 돼지의 분변을 기본배지로 사용하고, 배양물의 균일한 상태를 얻기 위해서 이를 희석하여 제조한 '분변배지'에 포도당과 FOSI를 첨가하여 배양한 후 총균수와 유익균인 *Lactobacilli*, *Bifidobacteria* 및 유해균인 *Clostridia*, *E. coli*의 생육에 미치는 영향을 조사하였다(Table 4). 총균수는 초기  $10^{9.35}$ 에서 48시간 배양 후에 당 무첨가구, 포도당 첨가구, FOSI 첨가구에서 각각  $10^{8.66}$ ,  $10^{9.07}$ ,  $10^{8.90}$ 으로 나타나 대체로 20~52%로 감소되는 경향을 보였다. *Lactobacilli*의 수는 배양 후 당 무첨가구의  $10^{6.63}$ 에 비해 FOSI 첨가구에서  $10^{7.44}$ 로 약 7배 더 많이 나타났으며 포도당 첨가구와는 비슷하게 나타났다. *Bifidobacteria*의 수도 FOSI 첨가구에서 배양 후  $10^{7.4}$ 로 나타나 당 무첨가구의  $10^{5.54}$ 와 포도당 첨가구의  $10^{5.75}$ 에 비해 약 50~100배 높게 나타났다. 그리고 *Clostridia*의 수는 각 시험구에서 큰 변화를 보이지 않았으며 *E. coli*는 당 무첨가구 배지에서  $10^{3.8}$ 로 나타난 반면 포도당 첨가구에서는  $10^{3.1}$ , FOSI 첨가구에서는  $10^2$  이하로 나타나 크게 감소됨을 보였다. '분변배지'에서 이렇게 총균수와 *Lactobacilli* 등이 감소하는 것은 당 이외에 이들 균이 생육하는데 필요한 다른 영양소의 양이 분변내에 거의 고갈된 상태에 있기 때문으로 생각된다. 한편 합성배지인 PYF broth 배양에서도 '분변배지'에서와 마찬가지로 당 무첨가구와 포도당 또는 FOSI를 1%씩 첨가한 시험구에서 분변혼탁액을 종균으로 하여 배양한 후 총균수와 *Lactobacilli*, *Bifidobacteria*, *Clostridia*, *E. coli* 등 주요 균들의 생균수를 조사하였다(Table 5). 총균수는 당 무첨가구의  $10^{8.08}$ 에 비해 포도당 첨가구와 FOSI 첨가구에서 각각  $10^{8.82}$ ,  $10^{8.65}$ 로 나타나 모두 증가하였고, *Lactobacilli*의 수는 FOSI 첨가구에서 가장 많이 나타났으며 이는 당 무첨가구의  $10^{7.24}$ 보다 약 10배, 포도당 첨가구의  $10^{7.9}$ 보다 약 2배 많은  $10^{8.12}$ 였다. *Bifidobacteria*의 수도 FOSI 첨가구에서 당 무첨가구와 포도당 첨가구에 비해 약 500배 많은  $10^{6.9}$ 로 나타났으며, *Clostridia*의 수는 세 시험구에서 모두 약  $10^{6.60}$ 으로 나타나 큰 변화를 보이지 않았다. *Lactobacilli*와 *Bifidobacteria*의 경우와는 반대로 *E. coli*는 당 무첨가구에서  $10^{6.9}$

**Table 5. Effect of FOSI on the growth of some bacteria of pig in PYF broth cultivation (log CFU/ml)**

Kinds	0 hour	48 hour		
		No Sugar	Glucose	FOSI
Total Counts	5.42±0.19	8.08±0.41	8.82±0.38	8.65±0.44
<i>Lactobacilli</i>	5.20±0.03	7.24±0.18	7.91±0.53	8.12±0.31
<i>Bifidobacteria</i>	1.93±0.23	3.92±0.21	3.80±0.05	6.49±0.11
<i>Clostridia</i>	3.75±0.47	6.60±0.40	6.51±0.43	6.60±0.31
<i>E. coli</i>	1.25±0.45	6.90±0.28	3.80±0.07	4.00±0.34

Values are means±S.D. of log bacterial counts

**Table 6. pH change in culture media after 48 hr-cultivation of fecal microorganisms with no sugar, glucose or FOSI**

Culture media	0 hour	48 hour		
		No Sugar	Glucose	FOSI
'Feces media'	6.5	6.2	4.7	5.0
PYF broth	7.0	6.5	4.2	4.3

로 다수 나타났으나 glucose와 FOSI 첨가구에서는 각각  $10^{3.8}$ ,  $10^{4.0}$ 으로 나타나 그 수가 크게 감소됨을 볼 수 있었다. 한편 유해균인 *Clostridia*와 *E. coli*의 생육저해 요인을 분석하고 아울러 장내세균들이 생산하는 유기산의 양을 간접적으로 조사하기 위해 pH를 측정하였다(Table 6). '분변배지'의 당 무첨가구에서는 배양 후의 pH가 6.2로 나타나 초기의 6.5에 비해 크게 변하지 않았으나 포도당과 FOSI 첨가구에서는 각각 4.7과 5.0으로 나타나 큰 변화를 보였으며, PYF broth에서도 당 무첨가구에서는 배양 후 초기의 7.0에 비해 pH가 큰 변화를 보이지 않았으나 포도당과 FOSI 첨가구에서는 각각 4.2와 4.3으로 나타나 많은 양의 산이 생성되었음을 보였다. 이로써 돼지장내균들이 포도당 뿐만 아니라 돼지감자 FOSI도 탄소원으로서 효과적으로 이용하여 많은 양의 유기산을 생산함을 알 수 있다.

상기의 '분변배지'와 PYF broth 배양에서 공통적으로 나타난 결과를 보면 먼저 총균수는 FOSI 첨가구에서 당무첨가구에서보다 훨씬 많이 나타났고 포도당 첨가구에 비해서도 거의 비슷하게 나타났는데 이는 fructo 올리고당은 물론 이보다 중합도가 훨씬 큰 inulin도 포도당만큼 잘 이용하는 *Bacteroides* sp. land $10^{16}$ 과 같은 세균들이 돼지의 분변내에 많은 수 서식하고 있기 때문인 것으로 생각된다. 또 *Lactobacilli*의 수는 FOSI 첨가구에서 포도당 첨가구와 비슷한 수준을 유지하며 많은 수 나타났고, *Bifidobacteria*의 수도 상기 두 배지에서 모두 당 무첨가구와 포도당 첨가구에 비해 FOSI 첨가구에서 약 50~500배 이상 많이 나타남으로써 다른 균들에 비해 높은 비율로 증가함을 보였다. 이와 같이 *Bifidobacteria*와 *Lactobacilli*의 수가 다른 시험구에 비해 FOSI 첨가구에서

많은 수 나타난 것은 돼지분변에 서식하는 *Bifidobacteria*와 *Lactobacilli* 중에 FOSI를 잘 이용하는 균들이 있고<sup>(16)</sup> 이들이 다른 균들과는 달리 FOSI를 선택적으로 이용하면서 빠르게 생육할 수 있었기 때문으로 생각된다. 아울러 이들과 같이 많은 양의 유기산을 생산하는 균들이 FOSI를 이용하면서 신속하게 증식함에 따라 FOSI 첨가구의 pH가 포도당 첨가구만큼 낮아진 것으로 생각된다. 한편 FOSI의 첨가에 따라 *Clostridia*의 수는 큰 변화를 나타내지 않았고 이에 반해 자돈 설사의 주된 원인이 되며, 정상적인 돼지보다 이질(dysentery)이 있는 돼지에서 더 높은 비율로 나타나는 등<sup>(14)</sup> 대표적인 돼지장내 유해균 중의 하나인 *E. coli*는 FOSI 첨가구와 포도당 첨가구에서 당 무첨가구에 비해 크게 감소됨을 보였는데 이는 이들 시험구에서 생산되는 많은 양의 유기산이나 유산균 등이 생산하는 것으로 알려진 bacteriocin같은 물질 때문에<sup>(18)</sup> 이 균의 생육이 저해되었기 때문으로 생각된다. 그러나 fructo 올리고당을 자돈과 사람에게 섭취시켰을 때 *E. coli*와 *Cl. perfringens*의 수가 감소되는 경우<sup>(3,4)</sup>는 실제 대장내용물의 pH가 6.5~7.0 정도의 중성으로 유지되고 있으므로 이러한 유해균의 생육억제가 유기산의 영향보다는 유산균들이 생산하는 항생물질들에 의해서 이루어지고 있을 가능성이 큰 것으로 생각된다.

## 요 약

돼지분변의 균총조성을 steel-wool 방법으로 배양하여 조사한 결과 총균수는 분변 g당  $10^{9.83}$ 으로 나타났고 *Bacteroidaceae*와 *Peptococcaceae*의 수가 각각  $10^{9.3}$ ,  $10^{9.2}$ 로 나타나 최우세균으로 밝혀졌다. 그 다음으로 *Lactobacilli*, *Eubacteria*, *Clostridia*의 수가 각각  $10^{8.79}$ ,  $10^{8.23}$ ,  $10^{7.14}$ 으로 나타났다. 돼지감자 가수분해물로부터 분리해낸 fructo 올리고당-inulin(FOSI)이 돼지의 주요 장내세균에 미치는 영향을 *in vitro*에서 '분변배지'와 PYF broth를 이용하여 조사하였다. 두 배지에서 총균수와 *Lactobacilli*는 FOSI 첨가구에서 당무첨가구에서보다 훨씬 많이 나타났고 포도당 첨가구에 비해서는 비슷하게 나타났으나 *Bifidobacteria*는 당무첨가구와 포도당 첨가구에 비해 약 50~500배 이상 많은 수로 나타났다. FOSI의 첨가에 의해 *Clostridia*는 큰 변화를 보이지 않았으나 *E. coli*는 *Lactobacilli*와 *Bifidobacteria*의 경우와는 반대로 FOSI 첨가구에서  $10^{-1}$ ~ $10^{-3}$ 으로 크게 감소하였다.

## 감사의 글

본 연구는 1992년 한림대학교 학술연구비와 산학협동재단 및 한국과학재단지정 농업 생물신소재연구센터의 부분적 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Fleming, S.E. and Grootwassink, J.W.D.: Preparation of high fructose syrup from the tubers of the Jerusalem artichoke. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutri.*, 12, 1(1979)
2. 강수일, 김수일: *Enterobacter* sp. S45에 의한 inulin fructotransferase의 생산. *산업미생물학회지*, 21(1), 36 (1993)
3. Hidaka, H., Eida, T., Takijama, T., Tokunaga, T. and Tasluro, Y.: Effect of fructooligosaccharides on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora*, 5, 37(1986)
4. 昆野宅男: Fructooligo당의 사료에 대한 응용. *식품과학산업*, 23(3), 110(1990)
5. Ammerman, E., Quarles, C. and Twining, Jr. P.V.: Effect of dietary fructo-oligosaccharides on feed efficiency in floor-pen reared male broilers. *Poultry Sci.*, 67(suppl. 1), 1. (Abstr) (1988a)
6. Russell, E.G.: Types and distribution of anaerobic bacteria in the large intestine of pig. *Appl. Environ. Microbiol.*, 37(2), 187(1979)
7. Mitsuoka, T.: Recent trends in research on intestinal flora. *Bifidobacteria Microflora*, 4(1), 3(1982)
8. Yazawa, K. and Tamura, Z.: Search for sugar source for selective increase of *Bifidobacteria*. *Bifidobacteria Microflora*, 4(1), 39(1982)
9. 한종인: 돼지감자 괴경의 sucrose synthase 및 저장중 당조성 변화. 서울대학교 석사학위논문 (1993)
10. Sinomi, N., Yamada, J. and Izawa, M.: Isolation and identification of fructooligosaccharides in roots of Asparagus(*Asparagus officinalis* L.). *Agr. Biol. Chem.*, 40(3), 567(1976)
11. Mitsuoka, T.: A color atlas of anaerobic bacteria. sobunsh,a Tokyo, p.51(1980)
12. Moore, W.E.C., Moore, L.V.H., Cato, E.P., Wilkins, T.D. and Kornegay, E.T.: Effect of high-fiber and high-oil diets on the fecal flora of swine. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53(7), 1638(1987)
13. Salanitro, J.P., Blake, I.G. and Muirhead, P.A.: Isolation and identification of fecal bacteria from adult swine. *Appl. Environ. Microbiol.*, 33(1), 79(1977)
14. Robinson, I.M., Whipp, S.C., Bucklin, J.A. and Allison, M.J.: Characterization of predominant bacteria from the colons of normal and dysenteric pigs. *Appl. Environ. Microbiol.*, 48(5), 964(1984)
15. Tokunaga, T., Oku, T. and Hosoya, N.: Utilization and excretion of a new sweetner, fructooligosaccharides (Neosugar), in rats. *J. Nutri.*, 119, 553(1989)
16. 미발표논문
17. Toba, T., Yoshioka, E. and Itoh, T.: Lacticin, a bacteriocin produced by *Lactobacillus delbueckii* subsp. *lactis*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 12, 43(1991)

(1993년 7월 20일 접수)