

## 백년초 분말을 첨가한 발효유 제조 및 관능적 특성

이 조 윤<sup>1\*</sup> · 배 형 철<sup>2</sup>

<sup>1</sup>중부대학교 호텔외식산업학과, <sup>2</sup>충남대학교 농업생명과학대학 동물자원과학부

### Preparation of Fermented Milk Added with Powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* and Its Sensory Characteristics

Jo-Yoon Lee<sup>1\*</sup> and Hyoung-Churl Bae<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Hotel and Food Service Industry, Joongbu University, Chungnam 312-702, Korea

<sup>2</sup>Division of Animal Science & Resources, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

#### Abstract

The effects of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder on the growth of lactic acid bacteria (LAB) were investigated in order to explore the possibility of manufacturing fermented milk containing the powder. Differences in pH, acidity, LAB counts, viscosity, and sensory evaluation were measured. Also the effects of dietary supplementation on the growth of piglets were evaluated by feeding fermented milks containing 0.1%, 0.2%, 0.5%, and 1.0% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder. Levels of pH, titratable acidity, viable LAB counts and viscosity were significantly different by the addition of the powder. When fermented milks containing 0.1%, 0.2%, 0.5% and 1.0% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder were kept at 4°C for 30 days, viable LAB counts remained high after 30 days of storage. The effects of dietary supplementation of 0.2% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* fermented milk were investigated by examining piglet growth rate and fecal ammonia gas release. The piglets were fed 100g/herd of the fermented milk for 14 days. Average daily body weight gain was significantly ( $p<0.05$ ) improved (110%) with dietary supplementation of the fermented milk, compared to a control group. More over, fecal ammonia gas emissions were reduced by dietary supplementation of the *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* fermented milk. Sensory evaluation results showed that the samples containing 0.1% and 0.2% *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* powder had the most parameters similar to those of the control.

Key words : *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*, fermented milk, fermented milk storage.

#### 서 론

다량의 점질물과 함께 적색의 betanine 색소를 함유한 백년초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)는 약용, 식용 및 관상용으로 이용되고 있는 손바닥 선인장(*Opuntia ficus-indica*)의 열매로서, 멕시코가 원산지인 열대성의 다년생 초본이며, 우리나라에는 제주도 특용 작물로서 지방기념물 제35호로 지정되어 있다. 동결 건조된 백년초 분말의 성분은 수분이 11.39%, 회분 6.5%, 조지방 5.71%, 조단백 2.1%가 함유되어 있으며 (Chong & Park 2003), Lee *et al* (1997)은 전분, 당분, 점질물, 펙틴 등의 가용성 무질소물 탄수화물을 69.20% 함유하고 있어 알로에보다 많이 함유하고 있다고 보고하였다. 특히 변비 완화와 장 운동 활성화에 관여하는 식이섬유도 36.6% 함유하며, 그 중 수용성 식이섬유가 17.1%를 차지하고 있으며, 주

요 당으로 sucrose 68.7%, fructose 18.0%, mannose 0.5%의 비율로 포함되어 있다(Lee *et al* 1997, Shin *et al* 2003). 또한 미량의 비타민 A와 C 그리고 Ca, P, Mg 등을 주성분으로 약 30여종의 무기질을 함유하고 있다(Chong & Park 2003). 백년초의 기능성 특징으로는 항산화 효과(Chung HJ 2000), 콜레스테롤 저하 효과(Fernandez & Mcnamara 1990) 등의 생리활성 특성이 보고되었으며, 열과 산성 조건에도 안정성(Lee *et al* 1998)이 있어 기능성 가공 음료 및 식품에 개발 가능성이 많은 특용 작물로 알려져 있다.

발효유는 유즙을 유산균 또는 효모로 발효하여 상쾌한 산미와 함께 양질의 영양, 다양한 생리 기능성 특성이 있는 유제품으로 구미 여러 나라에서 오래 전부터 섭취되어 왔으며, 세계적으로 수요가 꾸준히 증가하고 있다. 발효유는 유유 성분 이외에 유산균에 의해 생성된 유기산과 아미노산, 펩티드, 유산균 균체 등 식품으로서의 영양(Gilliland SE 1990, Sánchez-Segarra *et al* 2000)뿐만 아니라, 장내 유해 세균의 억제 및

\* Corresponding author : Jo-Yoon Lee, Tel : +82-41-750-6729, E-mail : joyoon@joongbu.ac.kr

유용균의 증진(Adolfsson *et al* 2004), 면역계의 자극에 의한 항암 작용(Isolauri *et al* 2001, Meydani & Ha 2000), 혈중 콜레스테롤의 저하 효과(Rhim *et al* 1993) 등 현대인의 성인병 예방과 건강 증진에 탁월한 기능을 나타내는 것으로 보고되고 있다.

또한 발효유는 신맛이 강하기 때문에 품질과 기호도를 개선하기 위하여 각종 기질을 첨가하여 제조하려는 시도가 많이 연구 보고되었다. 발효유에 첨가하여 연구된 기질로는 현미, 쌀 등의 곡류(Bae *et al* 2004, Kim & Ko 1993, Paik *et al* 2004), 인삼, 홍삼 등의 한약재(Bae & Nam 2006, Kim & Han 2005), 매실(Lee *et al* 2002), 복분자즙(Lee & Hwang 2006), 마늘 분말(Cho *et al* 2007)등을 첨가하여 발효유의 기능성뿐만 아니라 식품으로서의 기호도 증진과 새로운 생리활성이 강화된 발효유에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

발효유의 기능적 특성에 대한 임상실험으로 다양한 실험 동물을 사용하여 연구되고 있으며, 특히 이유자돈은 모돈으로부터 포유가 중단됨에 따른 스트레스와 장내 미생물 군총이 급격하게 변화되는 등으로 폐사가 높은 시기에 발효유의 섭취는 장내 유산균 군총의 형성으로 병원성 세균의 증식이 억제되어 설사가 줄고, 자돈의 성장에 효과가 있어 생존률을 높이는 효과 등이 보고되었다(Na *et al* 2008, Bae *et al* 2008).

본 연구는 다양한 생리적 특성과 함께 식이섭취 등의 영양소를 많이 함유한 백년초 분말을 첨가한 발효유 제조의 최적 조건을 확립하여 기능성 발효유 제품의 개발 가능성을 시험하였다. 또한 백년초 분말을 첨가하여 제조한 발효유를 자돈에게 급여하여 자돈의 성장을 측정함으로써 발효유와 백년초 분말을 첨가한 발효유의 생리적 특성을 임상 실험하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시균주와 백년초 분말

시험에 사용된 유산균주는 *Str. salivarius* subsp. *thermophilus*와 *Lac. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*의 상업용 혼합 균주(Chr. Hansen's Lab. Horsholm, Denmark)를 사용하였다. 백년초 분말은 제주특산물개발원의 제주 선인장 마을에서 판매하는 동결 건조된 백년초 분말을 구입하여 사용하였다.

### 2. 백년초 분말을 첨가한 발효유의 제조

충남대학교 부속동물사육장에서 사육하고 있는 홀스타인 종으로부터 신선한 원유를 착유한 후 크림분리기(Armfield Technical Education Co. Ltd. UK)를 이용하여 40℃에서 유지방을 분리하였다. 이렇게 얻은 탈지유에 백년초 분말을 중량 대비 각각 0.1%, 0.2%, 0.5%, 1.0% 첨가하였고, 92℃에서 10분간 살균하고 37℃로 냉각한 후 유산균을 접종하였으며, in-

cubator에서 37℃로 배양하면서 배양 시간에 따라 시험하였다.

### 3. 발효유의 분석

유산균 접종 후 3, 6, 9, 12, 15시간마다 시료를 취하여 배양액의 pH, 적정 산도, 유산균수를 Cho *et al*(2003)의 방법에 따라 측정하였다. pH는 pH meter(420A, Orion Research Inc, USA)로 측정하였고, 유산균수는 멸균수에 십진 희석하여 유산균 배지 BCP(Eiken Chemical Co. Ltd., Japan)에 접종한 후 표준평판법으로 37℃에서 48시간 배양한 후에 형성된 colony 수를 측정하여 시료 1 mL 중의 CFU로 나타내었다. 점도는 발효유의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 5℃ 냉장고에 24시간 냉각한 후, Brookfield viscometer(BM type, Tokimec Inc., Japan)의 rotor No. 2를 사용하여 12 rpm으로 측정하였다.

### 4. 관능평가

관능검사는 발효유의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 5℃ 냉장고에 24시간 냉각하여 시료로 사용하였으며, Cho *et al*(2003)의 방법에 따라 20명의 검사원으로 odor, taste, mouth feel, color, overall acceptability를 채점 시험법에 따라 실시하였다.

### 5. 공시동물 및 임상 시험 설계 및 발효유 급여에 의한 자돈의 성장 측정

임상시험을 위하여 생후 28일령에 이유한 삼원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 자돈 36두를 선발하여 공시하였으며, 공시동물을 대조구 12두, 처리구 24두를 처리구별 3반복으로 각 4두씩 완전 임의 배치하였다. 시험은 15일간 충남대학교 동물사육장 개방형 돈사에서 실시하였으며, 시험 기간 중 일 평균 기온은 최고 27.9℃, 최저 20.1℃였다. 사료는 농협 사료를 사용하였고, 물과 함께 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였다. 자돈에 급여할 발효유의 백년초 분말 첨가량은 발효 시험과 관능검사 결과를 고려하여 상품화를 하였을 경우 0.1, 0.2%가 최적의 첨가량으로서 자돈에 급여할 발효유에 백년초 분말을 0.2% 첨가하였고, 최종 산도가 1.0%가 되었을 때 4℃로 냉각하여 냉장보관하면서 7일 이내에 자돈에게 두당 100 g씩 매일 1회 급여하였다. 농협 사료의 일반 성분은 수분 8.53%, 조단백질 20.51%, 조지방 10.38%, 조회분 6.38%를 나타내었다. 농협 사료의 일반 성분 분석은 AOAC 방법(1990)에 따라 수분은 건조법, 조단백질 함량은 Micro Kjeldahl 방법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법 및 조회분 함량은 전기회화로를 이용하여 측정하였다.

공시동물의 체중 변화는 시험기간에 5회 측정하여 증체량을 구하였고, 급여량과 잔량의 차이로 사료 섭취량을 계산하였으며, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 계산하였다. 배설물의 암모니아가스 함량은 시험 종료일에 배

설물 500 g을 채취하여 2 L 용량의 유리병에 넣어 밀봉한 다음 15분 후에 가스측정용 검지관(Gastec, Japan)을 직경 5 mm 구멍을 통해 가스를 흡입하여 1분 후에 암모니아 농도를 측정하였다.

## 6. 통계처리

본 시험 결과에 대한 통계분석은 MYSTAT statistical analysis program(ver 2.0, Korea)을 사용하여 평균, 표준편차 및 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 유의적 차이를 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. pH, 적정 산도 및 점도의 변화

백년초 분말을 0.1%, 0.2%, 0.5%, 1.0% 첨가하여 제조한 발효유의 배양 시간에 따른 pH와 적정 산도의 변화는 Table 1과 같다.

Table 1에서 보는 바와 같이 발효유의 pH가 4.5에 도달하는 시간이 배양 9시간 내외로 측정되었으며, 백년초 분말 첨가량이 많을수록 빨리 도달하였다. 또한 발효유 적정 산도 1.0%에 도달하는 시간은 대조구에서 배양 6시간을 초과하였고, 모든 첨가구의 경우 배양 6시간 전에 적정 산도 1.0%를 초과하였다. 일반적으로 발효유의 최적 적정 산도 범위를 1% 내외라고 한다면 대조구에 비해 첨가구에서 다소 발효시간을 단축할 수 있을 것으로 여겨진다. 이와 같은 결과는 유산균

수 증식에 따른 발효 효과로 보여진다.

백년초 분말을 0.1~1.0% 첨가하여 제조한 발효유에서의 점도는 Table 2와 같다.

Table 2에 나타난 결과와 같이 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 발효유의 점도는 증가하여 대조구가 620 cp인데 비하여 1.0% 첨가하였을 때는 980 cp로서 상당한 차이가 있음을 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 Lee *et al*(1997)이 보고한 백년초의 주성분 중 물체의 점성을 높이는 데 효과가 있는 전분, 당분, 고무질, 점질물, 펙틴 등을 구성하는 가용성 무질소물이 69.2% 함유되어 있다고 보고한 것과 같이 백년초 분말 첨가

Table 2. Viscometric characteristics after the fermentation of milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* at 37°C

Powder of <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> content(%)	Apparent viscosity (centipoise)
0.0	620±13.23 <sup>c*</sup>
0.1	670±15.05 <sup>c</sup>
0.2	770±22.37 <sup>b</sup>
0.5	840±24.44 <sup>b</sup>
1.0	980±41.17 <sup>a</sup>

\* Means±S.D.

<sup>a-c</sup> Means in a column by different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

Table 1. Changes of pH, titratable acidity and viable cell counts during the fermentation of milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* at 37°C for 15 hours

Items	Contents (%)	Fermentation time(hrs.)					
		0	3	6	9	12	15
pH	0.0	6.78±0.02 <sup>*</sup>	6.51±0.04 <sup>a</sup>	5.68±0.03 <sup>a</sup>	4.67±0.02 <sup>a</sup>	4.12±0.02 <sup>a</sup>	3.91±0.02 <sup>a</sup>
	0.1	6.80±0.03	6.42±0.02 <sup>b</sup>	5.57±0.05 <sup>ab</sup>	4.62±0.02 <sup>ab</sup>	4.11±0.02 <sup>ab</sup>	3.90±0.02 <sup>a</sup>
	0.2	6.79±0.02	6.40±0.02 <sup>bc</sup>	5.51±0.02 <sup>bc</sup>	4.57±0.06 <sup>b</sup>	4.06±0.06 <sup>bc</sup>	3.88±0.04 <sup>a</sup>
	0.5	6.78±0.02	6.35±0.03 <sup>c</sup>	5.49±0.02 <sup>bc</sup>	4.51±0.05 <sup>c</sup>	4.05±0.05 <sup>c</sup>	3.86±0.07 <sup>a</sup>
	1.0	6.79±0.02	6.26±0.02 <sup>d</sup>	5.45±0.04 <sup>c</sup>	4.38±0.03 <sup>d</sup>	3.98±0.03 <sup>d</sup>	3.80±0.02 <sup>b</sup>
Titratable acidity (%)	0.0	0.26±0.02	0.50±0.01 <sup>b</sup>	0.97±0.03 <sup>d</sup>	1.64±0.05 <sup>b</sup>	1.82±0.02 <sup>b</sup>	1.88±0.02 <sup>bc</sup>
	0.1	0.27±0.02	0.59±0.07 <sup>a</sup>	1.08±0.02 <sup>c</sup>	1.52±0.07 <sup>c</sup>	1.87±0.02 <sup>b</sup>	1.85±0.05 <sup>cd</sup>
	0.2	0.29±0.01	0.61±0.02 <sup>a</sup>	1.11±0.03 <sup>bc</sup>	1.67±0.08 <sup>b</sup>	1.83±0.06 <sup>b</sup>	1.92±0.06 <sup>ab</sup>
	0.5	0.26±0.02	0.64±0.02 <sup>a</sup>	1.14±0.02 <sup>ab</sup>	1.76±0.02 <sup>a</sup>	1.97±0.02 <sup>a</sup>	1.94±0.03 <sup>a</sup>
	1.0	0.27±0.01	0.62±0.01 <sup>a</sup>	1.17±0.02 <sup>a</sup>	1.66±0.07 <sup>b</sup>	1.82±0.06 <sup>b</sup>	1.82±0.04 <sup>d</sup>

\* Means±S.D.

<sup>a-d</sup> Means in a column by different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

량이 높을수록 발효유의 점도가 증가하는 것으로 보여진다.

2. 유산균수의 변화

백년초 분말을 0.1%, 0.2%, 0.5%, 1.0% 첨가하여 발효유의 배양시간에 따른 유산균수의 변화는 Table 3과 같다.

‘축산물의 가공 기준 및 성분 규격’에 따른 농후 발효유의 적정 유산균 수  $10^8$  CFU/mL를 기준하였을 때, 대조구의 경우 배양 6시간 이후에  $10^8$  CFU/mL에 도달한 반면 모든 백년초 분말 첨가구는 배양 6시간 전에  $10^8$  CFU/mL 이상이 되었다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 백년초 분말이 유산균의 초기 성장을 촉진하는 것으로 보여지며, 그 원인은 Kim & Ko (1993)의 칼슘, 인, 철분, 나트륨, 칼륨 등의 무기질과 thiamin, riboflavin, niacin, pantothenate, folic acid, pyridoxine 등의 비타민에 의한 유산균의 생육 촉진 효과와 Paik *et al*(2004)의 고형분 증가에 의한 유산균 생육이 촉진되었다는 경우와 같은 결과로서 백년초에는 36% 이상의 식이섬유가 함유되어 무지고형분의 증가로 인해 유산균 생육이 촉진된 것으로 생각된다. 또한 백년초의 주요 당류로서 fructose는 유산균 발효를 촉진하는 주된 당이며, 그 외 백년초에는 Chong & Park (2003)의 보고한 바와 같이 비타민 A와 C 그리고 Ca, Mg, P 을 주중으로 하는 30여종 이상의 다양한 무기물의 존재에 의한 유산균의 발효 촉진 효과로 생각된다.

3. 저장에 따른 유산균의 생육 변화

백년초 분말을 첨가하여 제조한 발효유를 4°C에서 30일 동안 저장하면서 유산균 수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 대조구의 경우, 저장 10일까지  $10^8$  CFU/mL 이상의 유산균 수를 유지하였으나, 20일 이후에는  $10^7$  CFU/mL,  $10^6$  CFU/mL 이하로 급격히 감소하였다. 반면에 백년초 분말을 첨가한 모든 발효유에서는 저장 30일

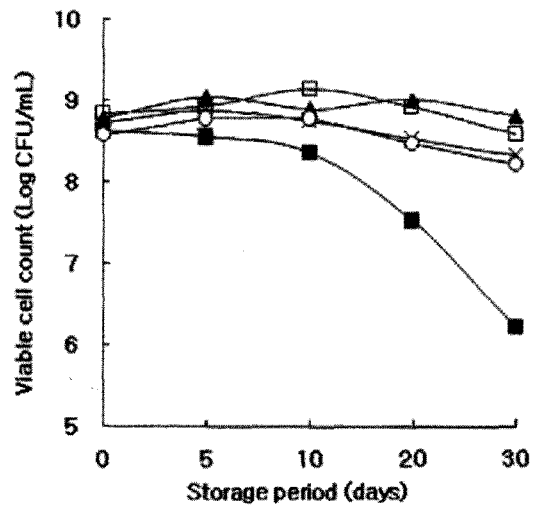


Fig. 1. Changes of viable cell counts during storage of the fermented milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* at 4°C for 30 days.

■-; 0%, -○-; 0.1%, -x-; 0.2%, -□-; 0.5%, -▲-; 1.0%

까지도  $10^8$  CFU/mL 이상의 유산균 수를 유지하는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 Lee *et al*(1997)이 보고한 것처럼 백년초에 함유되어 있는 성분 중에서 69.2%를 차지하고 있는 가용성 탄수화물과 36.6% 이상의 높은 식이섬유 함량이 지속적인 유산균 발효 중에 생성되는 유기산으로부터 완충 작용을 받아 높은 생존율을 보이고 있는 것으로 생각된다.

4. 관능검사

백년초 분말을 첨가하여 제조한 발효유의 관능검사 결과는 Table 4와 같다.

백년초 분말 첨가 발효유는 대조구와 비교하여 0.5%, 1.0% 첨가구에서 향, 맛, 색상, 전체적인 기호도 항목에서 대부분

Table 3. Changes of viable cell counts during the fermentation of milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* at 37°C for 15 hours

Items	Contents(%)	Fermentation time(hrs.)					
		0	3	6	9	12	15
Log of viable cell(CFU/mL)	0.0	7.00±0.04 <sup>*</sup>	7.60±0.08	7.86±0.03 <sup>a</sup>	8.06±0.03	8.47±0.09	8.43±0.06
	0.1	7.01±0.06	7.69±0.09	8.02±0.12 <sup>b</sup>	8.26±0.15	8.43±0.08	8.40±0.08
	0.2	6.94±0.05	7.79±0.11	8.17±0.05 <sup>b</sup>	8.39±0.11	8.57±0.07	8.59±0.06
	0.5	6.98±0.06	7.73±0.08	8.23±0.09 <sup>b</sup>	8.44±0.09	8.62±0.11	8.59±0.16
	1.0	6.90±0.07	7.79±0.15	8.04±0.11 <sup>b</sup>	8.25±0.08	8.49±0.14	8.46±0.11

<sup>\*</sup> Means±SD.

<sup>ab</sup> Means in a column by different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 4. Sensory evaluation after the fermentation of milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten***

Powder of <i>Opuntia ficus-indica</i> var. <i>saboten</i> (%)	Sensory evaluation				
	Odor	Taste	Mouth feel	Color	Overall acceptability
0.0	3.3±0.48 <sup>a*</sup>	3.8±0.79 <sup>a</sup>	3.7±0.48 <sup>a</sup>	3.6±0.52 <sup>ab</sup>	3.6±0.52 <sup>a</sup>
0.1	3.7±0.67 <sup>a</sup>	3.7±0.48 <sup>a</sup>	3.6±0.70 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup> ±0.48 <sup>a</sup>	3.7±0.82 <sup>a</sup>
0.2	3.6±0.52 <sup>a</sup>	3.4±0.52 <sup>a</sup>	3.7±0.67 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup> ±0.67 <sup>a</sup>	3.8±0.79 <sup>a</sup>
0.5	2.9±0.57 <sup>ab</sup>	2.5±0.53 <sup>b</sup>	2.7±0.48 <sup>ab</sup>	3.2±0.63 <sup>bc</sup>	2.7±0.67 <sup>ab</sup>
1.0	2.2±0.92 <sup>b</sup>	2.2±0.42 <sup>b</sup>	2.1±0.99 <sup>b</sup>	2.6±0.52 <sup>c</sup>	2.3±0.82 <sup>b</sup>

\* Means±S.D.

<sup>a-c</sup> Means in a column by different superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

낮은 점수를 얻었으며, 0.1%와 0.2% 첨가구에서는 통계적으로 대조구와 유의적인 차이가 없이 비슷한 경향을 보여주었다. 색상의 경우, 백년초 분말 0.1%와 0.2% 첨가구에서 높은 점수를 얻은 반면 상대적으로 0.5%와 1.0%를 첨가한 발효유의 색상은 백년초의 분홍빛 색상이 너무 강하게 느껴져서 오히려 낮은 점수를 나타낸 것으로 보인다. 이와 같은 결과는 Chong & Park(2003)이 백년초 분말을 첨가하여 제조한 국수의 관능평가에서 백년초 분말을 많이 첨가한 0.5%와 0.3% 첨가구에서 높은 기호성을 보였다고 발표한 것과는 상이한 것으로서 발효유에서 진한 분홍빛 색상은 잘 어울리지 않은 것으로 결과가 나타났다. 백년초 분말을 첨가한 발효유의 맛

과 향, 입안에서의 느낌을 나타내는 발효유의 조직감은 대조구와 비교하여 0.1%와 0.2% 첨가구까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나( $p<0.05$ ), 0.5%와 1.0% 첨가구에서는 급격히 낮은 점수를 나타내었는데, 이와 같은 결과는 Lee *et al*(1997)이 보고한 백년초 중에 가장 많은 함량을 포함하는 가용성, 무질소물이 69.2%를 함유하고 있어 발효유의 점성이 증가됨으로써 기호성이 감소하는 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합해볼 때 백년초 분말을 첨가하여 발효유를 제조할 경우, 백년초 분말을 0.1%와 0.2% 첨가하여 제조하는 것이 가장 좋을 것으로 생각되며, 전체적인 기호도의 개선 효과는 더욱 연구가 필요할 것으로 생각된다.

**Table 5. Effects of feeding fermented milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* on feed intake and body weight gaining of piglets**

Item	Treatment		
	Control	FM <sup>1)</sup>	FO <sup>2)</sup>
Initial body weight(kg/head)	7.11±0.36 <sup>a*</sup>	7.34±0.31 <sup>a</sup>	7.22±0.37 <sup>a</sup>
Final body weight(kg/head)	10.58±0.34 <sup>b</sup>	11.15±0.29 <sup>a</sup>	11.14±0.31 <sup>a</sup>
Body weight increasing(kg)	3.47	3.81	3.92
Body weight increasing(g/day)	248	272	280
Body weight increasing(%)	100	110	113
Total feed intake(kg/head)	5.86±0.30	5.48±0.46	5.45±0.41
Total daily feed intake(g/day/head)	418	392	389
Total daily intake calorie(Kcal/day/head)	1,639	1,602	1,591
Feed intake(%)	100	94	93
Feed conversion ratio	1.69	1.44	1.39

<sup>1)</sup> Feeding of fermented milk.<sup>2)</sup> Feeding of fermented milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*.

\* Means±S.D.

<sup>a,b</sup> Means in a column by different superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

### 5. 발효유 급여에 의한 공시동물의 생육 변화

발효유와 백년초를 첨가하여 제조한 발효유를 섭취함으로써 성장 개선 효과를 보기 위해 자돈을 이용한 증체율 및 사료 요구율 등을 14일간에 걸쳐 실험한 결과를 Table 5에 나타내었다.

본 임상 시험에서 개시 체중과 종료 체중 대비 대조구에 비하여 발효유와 백년초 발효유를 첨가하여 급여한 처리구의 증체량 비율이 각각 110%와 113%로 유의성 있는 증체량이 나타났다( $p < 0.05$ ). 또한 일당 증체량의 경우, 대조구가 248 g인데 비하여 발효유 급여 처리구는 272 g, 백년초 첨가 발효유 급여 처리구는 280 g으로 대조구에 비하여 모든 처리구가 높았으나, 발효유 급여구와 백년초 첨가 발효유의 급여 처리간에 유의적인 차이는 없었다. 두당 일일 사료 섭취량과 칼로리는 대조구가 418 g과 1,639 kcal인데 비하여 발효유 급여 처리구는 392 g과 1,602 kcal이며, 백년초 첨가 발효유 급여 처리구는 389 g과 1,591 kcal로서 두당 섭취량의 칼로리가 비슷한데 비하여 사료 섭취량은 대조구보다 각각 6%와 7%의 사료를 덜 섭취하였다. 사료 요구율은 대조구 1.69, 발효유 급여 처리구 1.44, 백년초 발효유 급여 처리구 1.39로 대조구에 비하여 처리구가 각각 15%와 12% 감소하여 일당 증체에 필요한 사료 양도 대조구에 비하여 더욱 적은 양으로 섭취되었다. 이와 같은 결과는 Collington *et al*(1988)과 Fuller R(1989)이 보고한 바와 같이 가축에 미생물을 급여시 장내  $\beta$ -glucuronidase와 같은 유해 효소를 감소시키고,  $\beta$ -galactosidase, lactase 등 유용한 효소를 증가하여 장을 건강하게 하고, 균체와 자체 함유 영양소의 공급으로 성장 개선 효과가 있었다는 보고와 Ra *et al*(2004)이 *Lactobacillus* 등의 혼합 생균제와 백년초 줄기 분말 및 뽕잎 분말 혼합제제를 육성돈의 사료에 첨가하여 급여시 첨가량이 증가할수록 사료 효율은 증가하지만 사료 섭취량은 감소하였다는 보고와 유사하였다.

백년초를 첨가하여 제조한 발효유를 이유자돈에게 14일간 급여한 후 배설물에서 나오는 암모니아 가스의 함량을 측정 한 결과는 Table 6와 같다.

Table 6의 결과에 의하면 대조구의 암모니아 발생량은 38.33 ppm인데 비하여 발효유 급여 처리구의 발생량은 7.50 ppm, 백년초 첨가 발효유 급여 처리구의 발생량은 7.00 ppm으로 암모니아 감소율이 각각 90%와 92%로 유의적으로 감소되었으나, 처리구간의 유의적인 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 Kim *et al*(2001)이 *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus casei*, *Aspergillus oryzae*, *Streptomyces albus* 및 *Rhodospseudomonas palustris* 등의 혼합 균주로 발효시킨 사료를 급여한 비육돈의 분변에서 암모니아 가스의 발생량이 발효 사료의 첨가량을 증가시킬수록 감소하였다고 보고한 것처럼 발효 미생물의 급여가 장내 가스 발생을 개선하는 효과가 있는 것으로 생각된다.

**Table 6. Effects of feeding fermented milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* on the ammonia gas concentration in feces from piglets**

	Treatment		
	Control	FM <sup>1)</sup>	FO <sup>2)</sup>
Ammonia(ppm)	38.33±1.53 <sup>a*</sup>	7.50±2.48 <sup>b</sup>	7.00±2.83 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Feeding of fermented milk

<sup>2)</sup> Feeding of fermented milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*.

\* Means±S.D.

<sup>a,b</sup> Means in a column by different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

이상의 자돈을 이용한 임상 시험 결과로 미루어 발효유와 백년초 분말을 첨가한 발효유 모두에서 장내 유해 효소를 감소시키고 유용한 효소를 증가시킴으로써 장내 환경을 건강하게 개선하고, 암모니아 가스의 양도 월등히 낮아 장내 가스 발생량도 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

### 요 약

백년초 분말을 첨가한 발효유 제조의 기초 자료를 얻기 위하여 백년초 분말이 유산균의 생육에 미치는 영향을 조사하였으며, 또한 백년초 발효유를 저장하는 동안 유산균의 변화를 관찰하였다. 백년초 분말 0.1, 0.2, 0.5와 1.0%를 발효유에 첨가하여 배양하였고, 백년초 분말 첨가량이 증가할수록 발효유 지표가 되는 pH 4.5에 도달하는 배양 시간이 빨라졌으며, 대조구의 경우 배양 6시간 이후에 적정 산도 1.0%와 유산균수  $10^8$  CFU/mL 이상 되었고, 백년초 분말을 첨가한 발효유는 모두 6시간 전에 적정 산도 1.0%와 유산균수  $10^8$  CFU/mL 이상 도달하였다. 발효유의 점도는 백년초 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하여 대조구가 620 cp인데 비하여 1.0% 첨가 발효유는 980 cp로서 상당한 차이를 볼 수 있었다. 백년초 발효유의 저장 중 유산균수는 대조구가 저장 20일 이후에 급속히 저하하여  $10^8$  CFU/mL에서  $10^{6-7}$  CFU/mL 이하로 급격히 감소한 반면 모든 백년초 발효유에서는 저장 30일까지도  $10^8$  CFU/mL 이상의 유산균수를 유지하였다.

백년초를 첨가하여 제조한 발효유를 급여한 처리구는 대조구에 비해 월등히 높아 증체율이 대조구에 비하여 110% 이상 유의성 있는 증가 효과가 나타났다( $p < 0.05$ ). 이유자돈의 분변 중 암모니아 가스 발생량은 발효유와 백년초를 첨가한 발효유를 급여한 처리구가 7.5 ppm 이하로 대조구에 비하여 80% 이상 감소하였다. 그러나 증체율, 사료 요구율 및 분변 중 암모니아 가스의 농도에서 발효유와 백년초 분말 발효유를 급여한 처리구의 유의성은 없었다( $p < 0.05$ ). 백년초

분말을 첨가한 발효유의 관능검사 결과는 전반적으로 0.1과 0.2% 첨가구에서 대조구와 유사한 결과를 보여주었으나, 0.5%와 1.0% 첨가구에서는 낮은 관능검사 결과를 보여주었다.

이상의 결과에서 나타난 것처럼 백년초 분말을 첨가하여 발효유를 제조할 경우, 발효시간의 단축과 더불어 저장 기간을 상당히 연장할 수 있을 것으로 보여지며, 장내 환경 개선에도 효과적일 것으로 보여진다. 하지만 백년초 분말 첨가량을 증가할수록 관능에 따른 품질이 떨어지므로 향후 이를 개선하는 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

## 감사의 글

본 논문은 중부대학교의 교내연구비에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 문헌

- Adolfsson O, Meydani SN, Russell RM (2004) Yogurt and gut function. *Am J Clin Nutr* 245-256.
- AOAC (1990) Official methods of analysis 15th ed. Association of official analytical Chemists. Washington DC.
- Bae HC, Nam MS (2006) Properties of mixed fermentation milk added with red ginseng extracts. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 127-135.
- Bae HC, Min JY, Kim KW, Nam MS (2008) Probiotic effects of fermented mixture of prepared with milk and soybean use to *Lactobacillus salivarius* sp. *salivarius* DF20 on piglets. *Korea Patent* 10-0803532.
- Bae HC, Paik SH, Nam MS (2004) Fermentation properties of rice added yogurt made with various lactic acid bacteria. *Korean J Anim Sci & Technol* 46: 677-686.
- Barefoot SF, Klaenhammer TB (1983) Detection and activity of lactecin B, a bacteiocin produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl Environ Microbiol* 45: 1808-1815.
- Cho IS, Bae HC, Nam MS (2003) Fermentation properties of yogurt added by *Lyciifructus*, *Lyciifolium* and *Lyciicortex*. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 250-261.
- Cho JR, Kim JH, In MJ (2007) Effect of garlic powder on preparation and quality characteristics of yogurt. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 48-52.
- Chong HS, Park CS (2003) Quality of noodle added powder of *Puntiaficus-indica* var. *saboten*. *Korean J Food Preservation* 10: 200-205.
- Chung HJ (2000) Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntiaficus-indica* var. *soboten* powder. *Korean J Soc Food Sci* 16: 160-166.
- Collington GK, Parker DS, Elis M, Armstrong DG (1988) The influence of probios or tyrosine on growth of pigs and development of gastrointestinal tract. *Anim Prod* 46: 521.
- Fernandez MLA, Mcnamara DJ (1990) Pectin isolation from prickly pear (*Opuntia* sp.) modifie slow density lipoprotein metabolism in cholesterol fed guineapig. *Lipids* 25: 1283.
- Fuller R (1989) Probiotics in man and animals. A review. *J Appl Bacteriol* 66: 365.
- Gilliland SE (1990) Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol Rev* 87: 175-188.
- Haggerty K (1999) Using nutrition to control odor. *National Hog Farmer* June, pp 36-37.
- Isolauri E, Sutas Y, Kankaanpaa P, Arvilommi H, Salminen S (2001) Probiotics: effects on immunity. *Am J clin Nutr* 73: 444-450.
- John GD, Stanley EC, Joseph S, Horace WN (1980) Effects of aerial ammonia on growth and health of young pigs. *J Anim Sci* 50: 1085-1091.
- Kim JH, Kim CH, Ko YD (2001) Effect of dietary supplementation of fermented feed (Bio- $\alpha$ <sup>®</sup>) on performance of finishing pigs and fecal ammonia gas emission. *Korean J Anim Sci & Technol* 43: 193-202.
- Kim NY, Han MJ (2005) Development of ginseng yogurt fermented by *Bifidobacterium* ssp. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 575-584.
- Kim KH, Ko YT (1993) The preparation if yogurt from milk and cereals. *Korean J Food Sci Technol* 25: 130-135.
- Lee EH, Nam ES, Park SI (2002) Characteristics of curd yogurt from milk added with maesil (*Prunus mume*). *Korean J Food Sci Technol* 34: 419-424.
- Lee JH, Hwang HJ (2006) Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* Miquel juice. *Korean J Culinary Res* 12: 195-205.
- Lee SP, Whang K, Ha YD (1998) Functional properties of mucilage and pigment extracted from *Opuntiaficus-indica*. *J Korean Soc Food Sci Nurt* 27: 821-826.
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD (1997) Compositions of *Opuntiaficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
- Maeng WJ, Kim CW, Shin HT (1989) Effect of feeding lactic acid bacteria concentrate (LBC, *Streptococcus faecium* cemmele 68) on the growth rate and prevention of scouring in piglet. *Korean J Anim Sci* 31: 318-323.
- Meydani SN, Ha WK (2000) Immunologic effects of yogurt.

- Am J Clin Nutr* 71: 861-872.
- Na SH, Choi SH, Renchinhand G, Bae HC, Nam MS (2008) Effects of feeding fermented colostrum feed on the growth to piglets. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 355-362.
- Paik SH, Bae HC, Nam MS (2004) Fermentation properties of yogurt added with rice. *Korean J Anim Sci & Technol* 46: 667-676.
- Pollmann DS, Danielson DM, Peo Jr ER (1980) Effect of *Lactobacillus acidophilus* on starter pigs fed a diet supplemented with lactose. *J Anim Sci* 51: 638-644.
- Ra JC, Han HJ, Song JE (2004) Effect of probiotics on production and improvement of environment in pigs and broilers. *Korean J Vet Publ Hlth* 28: 157-167.
- Rhim KH, Kim JG, Han JH (1993) Effects of fermented milk on rats fed by hypercholesterolemic diet. *Korean J Env Hlth Soc* 19: 77-89.
- Sánchez-Segarra PJ, Garcia-Marinez M, Gordillo-Otero MJ, Diaz-Valverde A, Maro-Lopez MA, Moreno-Rojas R (2000) Influence of the addition of fruit on the mineral content of yoghurts: nutritional assessment. *Food Chem* 70: 85-89.
- Shin J, Han MJ, Lee IK, Moon YI, Kim DH (2003) Hypoglycemic activity of *Opuntiaficus-indica* var. *sabotan* on alloxan- and streptozotocin-induced diabetic mice. *Korean J Pharmacogn* 34: 75-79.
- (2009년 7월 27일 접수, 2009년 11월 5일 채택)