KOREAN J. SOC. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 18, No. 1, FEBRUARY, 2002

비피더스균과 올리고당이 frozen soy yogurt의 품질특성에 미치는 영향

권영실 · 이숙영
중앙대학교 생활과학대학 식품영양학과

Effects of *Bifidobacteria* and oligosaccharides on the quality attributes of frozen soy yogurts

Young Sil Kwon, Sook Young Lee
Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstract

This study was carried out to evaluate the quality attributes of frozen soy yogurts prepared by freezing soy yogurts, which are made of different types of *Bifidobacteria* (*B. bifidum, B.breve, B. infantis*) and oligosaccharides (fructooligosaccharides, galactooligosaccharides, isomaltooligosaccharides) containing α -chymotrypsin treated soy protein isolate were evaluated in terms of overrun, melt-down quality, changes in the total number of *Bifidobacteria* after freezing, and sensory evaluation. The quality attributes of soy yogurts were also evaluated in terms of changes in the number of viable cells of *Bifidobacteria* in soy yogurts after incubation at 37℃, pH 3.0 for 90 min, water holding capacity, and viscosity.

The overrun of frozen soy yogurts fermented by *B. bifidum* showed the highest value but those fermented by *B. infantis* showed the lowest, while the melt-down quality of soy yogurts were vice versa. The total numbers of *Bifidobacteria* after freezing for 30 min in ice cream maker showed more than 10^9 CFU/ml. In sensory evaluation, all α -chymotrypsin treated frozen soy yogurt showed little beany flavor. In sour, sweet, and bitter tastes and mouth feel, the frozen soy yogurts fermented by *B. bifidum* evaluated better but those fermented by *B. infantis* evaluated worse. Also in the overall quality, the frozen soy yogurts fermented by *B. bifidum* were evaluated desirable but those fermented by *B. infantis* were evaluated undesirable.

The water holding capacity and viscosity of soy yogurts fermented by *B. bifidum* showed the highest values but those fermented by *B. infantis* showed the lowest values. The total numbers of *Bifidobacteria* of all soy yogurts decreased from 10^9 CFU/ml to 10^8 CFU/ml after incubation at 37℃, pH 3.0 for 90 min.

Key words: *bifidobacteria,* oligosaccharides, frozen soy yogurt, overrun, sensory evaluation

Ⅰ. 서 론

대두는 양질의 식물성 단백식품으로 우수한 영양적 가치 뿐 아니라 생리기능성, 식품학적 기능 특성, 경제성, 용도의 다양성 등의 이유로 많은 경우에 동물성 단백을 효율적으로 대체하고 있다. 따라서 오늘날 세계 식량문제와 관련하여 새로운 단백질 급원으로서 다른 단백질보다 빠르게 증가하고 있고 대두를 이용한 새로운 식품의 개발을 위한 노력이 활발하게 이루어지고 있다. 대두의 발효는 콩비린내 감소뿐만 아니라 풍미증진에도 효과적인 방법이고, 대두단백의 효소처리에 의한 가수분해는 식품의 기능성을 향상시켜 여러가지 용도에 맞는 식품의 개발을 가능하게 하므로 대두를 이용한 단백질 음료, 아이스크림, 기타 가공제품에 많이 이용되고 있다. Mital과 Steinkraus[1]는 우유단백을 대두단백으로 대체하여 젖산 발효시켰을 경우 커드 형성이 잘 이루어졌고 발효 후의 풍미는 발효 전보다 더 좋아졌다고 보고하였다.

Corresponding author: Sook Young Lee, Chung-Ang University, 70-1, Ne-Ri, Dedug-Myun, Ansung-Si, Kyungki-do 456-756, Korea
Tel : 031-670-3270
Fax : 031-676-8741
E-mail : syklee48@hanmail.net

젖산균 발효유의 일종인 frozen yogurts는 발효유 특유의 향미와 산미 및 아이스크림의 부드럽고 시원한 질감이 조화된 dairy snack dessert로서[2], 아이스크림에 비해 지방함량이 50% 이상 감소되어 100g당 약 200kcal의 열량을 제공하는 저지방, 저열량 식품이다.

Frozen yogurts의 품질에 영향을 미치는 가장 중요한 요인은 제조시 사용되는 젖산균의 종류인데 이는 산미와 풍미의 생성에 영향을 주기 때문이다[3]. 따라서 요구르트 발효에 이용되는 젖산균에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔는데 유제품 산업에 있어서 일반적으로 가장 많이 이용되고 있는 비피더스 균종은 *B. bifidum*이고 그 다음은 *B. breves, B. infantis, B. adolescentis, B. longum*의 순이다. 이러한 비피더스균은 상업적으로 개량된 종균에 비해서 산생성능력이 상당히 작기는 하지만[3] 발효시 적은 산생성으로 인하여 산미가 부드럽고 젖산 이외에 초산과 프로피온산 등을 생성하기 때문에 전통적인 요구르트와는 구별되는 특이한 맛을 나타낸다. 또한 비피더스균은 일반 젖산균과 달리 담즙에 비교적 높은 저항력을 가지고 있어 장내에서 생존이 가능하며 유기산을 생성하여 장의 pH를 내려 산에 민감한 유해균의 증식을 억제하고 장내 정장작용을 하여 여러가지 면에서 건강에 유익한 장점이 있다.

올리고당은 비피더스균의 증식을 촉진하는 대표적인 비피더스인자로서 기존 당류가 갖고 있는 비만, 충치의 원인, 당뇨병, 콜레스테롤이나 중성지방의 증가 등을 감소시킬 수 있는 기능성 당류이다[4]. 따라서 올리고당은 변비개선에 효과적이며 장내 부패물질을 감소시킨다고 하는데 이러한 건강 증진 효능은 올리고당이 비피더스균의 성장인자로서 작용하여 발효를 통해 이루어지는 것이다.

이에 본 연구에서는 효소처리에 의해 콩비린내를 제거함과 동시에 기능성을 향상시킨 대두단백에 fructooligosaccharide, galactooligosaccharide, isomaltooligosaccharide를 각각 첨가하여 3종류의 비피더스균(*B. bifidum, B. breve, B. infantis*)으로 배양시킨 soy yogurts를 동결시켜 제조한 frozen soy yogurts의 overrun, 녹아내리는 정도, 동결에 따른 생균수의 변화, 관능적 특성을 알아보았으며 또한 soy yogurts의 내산성, 점도, 보수력 등을 알아보았다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

분리대두단백(SPI)인 Supro E500과 안정제로 사용된 monoice는 (주)팡일에서 제공받았고 효소처리에 사용된 α-chymotrypsin(C-4120, activity: 40-60units/mg protein)은 Sigma제품이었다. 사용균주는 *B. bifidum* (ATCC 11863), *B. infantis*(ATCC 15697), *B. breve* (ATCC 15700)로써 한국생명공학연구소에서 분양받았고 사용된 올리고당은 fructooligosaccharides(FOS), galactooligosaccharides(GOS), isomaltooligosaccharides (IOS)로써 (주)삼양 제넥스 연구소에서 제공받았다.

2. 시료의 제조

(1) 균주의 배양 및 처리조건

전보[5]와 같은 방법으로 비피더스균을 배양한 다음 접종하였다.

(2) 분리대두단백의 효소처리

전보[5]와 같은 방법으로 분리대두단백을 효소처리하였다.

(3) Frozen soy yogurts의 제조

Tuitemwing 등의 방법[6]을 약간 변형하여 frozen soy yogurt를 제조하였다. Soy yogurts를 전보[6]와 같은 방법으로 제조한 다음 4℃에서 24시간 동안 저장시킨 후 aspartame(0.04%)과 vanilla essence(0.1%)를 넣고 아이스크림 제조기로 soft-type frozen soy yogurts를 제조하였다.

3. Frozen soy yogurts의 품질평가

(1) overrun 측정

시료의 overrun 측정은 Ioanna의 방법[7]을 이용하여 측정하였다. 아이스크림 제조기 작동시 매5분마다 제조기에서 꺼낸 시료를 200 ml 컵에 담아 무게를 재어 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Overrun}(\%) = \frac{\text{wt of mix - wt of sample}}{\text{wt of sample}} \times 100$$

(2) 녹아내리는 정도 측정

녹아내리는 정도는 신과 윤의 방법[8]에 따라 측정하였다. 메스실린더 위에 엉글게 짜인 철망을 얹은 다음 아이스크림용 scooper로 뜬 frozen yogurt를 얹는다. 시간이 지남에 따라 메스실린더 바닥으로 녹아 떨어지는 양을 scooper의 용량당 백분율로 계산하였고 녹아내린 yogurt mix의 양상을 관찰하였다.

(3) 동결에 따른 생균수의 변화 측정

Soy yogurts를 아이스크림 제조기에서 30분간 작동시킨 후 1 g의 시료를 무균적으로 취하여 멸균 peptone수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 Latobacillus MRS배지에 plating한 후 unaerobic jar (Difco)를 사용하여 37℃에서 48시간 동안 혐기적으로 배양시켜 colony수가 25~250개가 나타나는 평판을 선택하여 산출하였다. 이를 soy yogurts의 초기생균수와 비교하였다.

(4) 관능평가

관능검사원은 중앙대학교 식품영양학과 대학원생 15명으로 구성하였다. 이들에게 실험목적을 설명하고 본 실험에서 실시되는 관능평가방법에 익숙해지도록 교육시킨 다음, 콩비린내, 신맛, 단맛, 쓴맛, 입안에서의 질감과 녹는 정도, 전반적인 바람직성에 대하여 5점 평점법으로 관능검사를 실시하였다.

콩비린내 :
매우 강하게 난다(1점) ◀——▶ 전혀 나지 않는다(5점)
신 맛 :
매우 좋지 않다(1점) ◀——▶ 매우 좋다(5점)
단 맛 :
매우 좋지 않다(1점) ◀——▶ 매우 좋다(5점)
쓴 맛 :
매우 쓰다(1점) ◀——▶ 전혀 쓰지 않다(5점)
입안에서의 질감 :
매우 거칠다(1점) ◀——▶ 매우 부드럽다(5점)
입안에서의 녹는 정도 :
매우 좋지 않다(1점) ◀——▶ 매우 좋다(5점)
전반적인 바람직성 :
매우 바람직하지 않다(1점) ◀——▶ 매우 바람직하다(5점)

4. Soy yogurts의 품질평가

(1) 내산성 측정

Berrada 등의 방법[9]에 따라 비피더스균이 함유되어 있는 soy yogurts에 1.25 N HCl을 첨가하여 pH 3.0으로 조정한 후 37℃에서 90분간 배양시켰다. 이때의 균수를 측정하여 soy yogurts의 초기 생균수와 비교하였다.

(2) 보수력 측정(Water holding capacity)

Estelle 등의 방법[10]에 따라 시료 10 g을 시험관에 담아 원심분리기로 10℃에서 13,500 rpm으로 30분간 원심분리시킨 다음 상등액을 제거하였다. 또한 10분 경과 후에 생성된 상등액을 스포이드로 제거한 다음 침전물의 중량을 재어서 다음 식에 의하여 보수력을 계산하였다.

$$WHC(\%)=\frac{\text{wt of sample after removing supernatant}}{\text{wt of sample}}\times 100$$

(3) 점도 측정

시료의 점도는 Ioanna의 방법[7]에 의해 Brookfield viscometer(Model LVF)를 사용하였으며 4℃에서 spindle No.3으로 60 rpm에서 1분간 측정하였다.

5. 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 평균치로 표시하였으며 실험결과는 SAS package를 사용하여 분산분석한 후 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's mutiple range test로 시료간의 유의차를 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. Frozen soy yogurts의 overrun

Soy yogurts가 아이스크림 제조기에서 동결되는 동안 5분 간격으로 30분 동안 측정한 overrun의 변화는 Fig. 1에 제시되어 있다. Overrun은 균주의 종류에 따

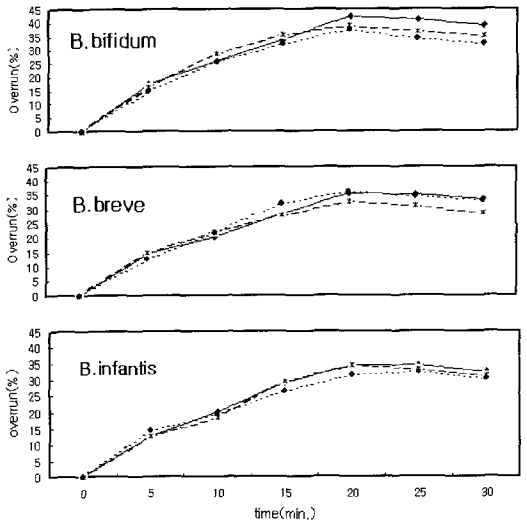

Fig. 1. Changes in the overrun of frozen soy yogurts prepared by different types of starter cultures and oligosaccharides during the 30 min of operating time in ice cream maker.
—◆—: fructooligosaccharides, -- * --: galactooligosaccharides, ···●···: isomaltooligosaccharides

라 차이를 나타내어 보수력이 가장 높았던 *B. bifidim* 배양군의 overrun이 37.3~42.2%로 가장 높았고 보수력이 가장 낮았던 *B. infantis* 배양군은 32.5~34.5%로 가장 낮았다. 이는 거대분자와 결합되어 있는 결합수는 0℃ 이하에서도 빙결되지 않는 반면 자유수는 쉽게 빙결되기 때문에[11] 보수력이 클수록 빙결되는 자유수의 함량이 감소되므로 상대적으로 공기의 주입량이 증가되는 것으로 사료된다. Overrun은 frozen yogurts의 품질에 커다란 영향을 미치는 요인으로 Erik[12]에 의하면 frozen yogurts는 액상의 요구르트가 아이스크림 제조기에서 동결되는 동안 공기가 주입되어 약 30~90%의 overrun 형성을 보이는 반고체 콜로이드상이라고 하였고 Mitten[13]은 50~60%의 overrun을 형성할 때 질감과 수응도가 가장 바람직했다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서의 시료들은 frozen yogurts의 overrun 범위에는 속하였으나 질감을 더욱 향상시키기 위해서는 overrun을 보다 더 증가시키는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

2. 녹아내리는 정도

Frozen soy yogurts가 60분 동안 시간이 경과함에 따라 상온에서 녹아내리는 정도를 측정한 것은 Fig. 2에 제시되어 있다. 초기 10분 동안은 시료간의 녹아내리는 정도에 있어서 유의차가 없었으나 시간이 경과함에 따라 유의차를 나타내어 60분 경과 후에는 *B. infantis* 배양군의 녹아내리는 정도가 가장 크게 나타났다. 한편 Sherman[14]은 아이스크림류의 질감이 지나치게 눅눅하거나(soggy) 끈적끈적(gummy)한 경우에는 상온에서도 제 모양을 그대로 유지할 뿐 아니라 녹아내리는 시간이 오래 걸린다고 보고한 바 있는데 본 연구에서도 점도가 가장 높게 나타난 *B. bifidum* 배양군의 녹아내리는 정도가 가장 적었으며, 녹아내릴 때 고형분과 수분이 분리되는 현상도 나타났다.

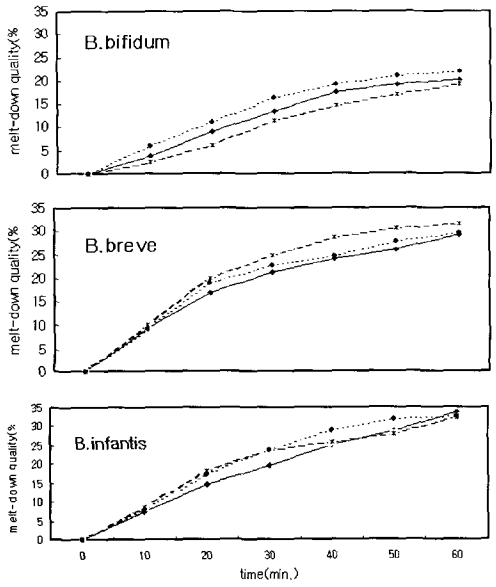

Fig. 2. Changes in melt-down quality of frozen soy yogurts prepared by different types of starter cultures and oligosaccharides during 60 min standing at room temperature.

—◆—: fructooligosaccharides, -- * --: galactooligosaccharides, ···●···: isomaltooligosaccharides

또한 시료의 녹아내리는 정도가 점도 및 overrun과 역의 상관관계를 나타내었는데 이는 각각의시료들의 보수력의 차이에 따른 것으로 사료되었다. 즉, 보수력이 높은 *B. bifidum* 배양군은 *B. infantis* 배양군보다 녹아내리는 정도가 더 적게 나타나는 경향이었다.

3. 동결에 의한 생균수의 변화

비피더스균과 올리고당의 종류를 달리하여 제조한 soy yogurts를 아이스크림 제조기에서 30분간 동결시킨 후의 생균수를 측정한 결과는 Table 1에 제시되어 있다. Ray 등[15]은 미생물은 동결에 대해 매우 민감하기 때문에 frozen yogurt의 경우 젖산균수에서 약간의 감소추세를 보였다고 하였는데 본 연구에서는 Table 1에서 보는 바와 같이 초기생균수와 유사한 10^9 CFU/ml 이상을 유지함으로서 동결에 대한 저항성을 나타내었다. 특히 *B. bifidum*은 다른 균주에 비하여 동결에 대한 저항력이 높은 경향이었다. 또한 Thompson과 Mistry[16]도 frozen yogurt의 젖산균은 제조시 동결에 의해 대략 1.5 log cycle이 감소하는데 이러한 생균수의 감소현상은 동결시 전해질의 농도가 바뀌고 손상세포를 그대로 유지시키는 빙결정을 형성하기 때문이라고 하였다[17].

4. 관능적 특성

올리고당과 비피더스균의 종류를 달리하여 제조한 frozen soy yogurts의 관능평가의 결과는 Table 2에 제시하였다. 콩비린내는 시료간에 유의차없이 대체적으로 약한 편이었는데 이는 효소처리에 의해 콩비린내가 감소된 것으로 사료되었다. 신맛과 단맛의 정도는 기호도로 평가한 결과 균주의 종류에 따라 유의차가 뚜렷이 나타났는데 *B. bifidum* 배양군이 가장 좋게 평가되었고 *B. breve* 배양군은 보통으로 평

Table 1. Changes in the number of viable cells of *Bifidobacteria* after 30 min freezing in ice cream maker (unit : CFU/ml)

Starter cultures	Freezing time(min.)	FOS	GOS	IOS
B. bifidum	0	$1.93\times10^{9}\pm2.6\times10^{8}$	$1.90\times10^{9}\pm1.6\times10^{8}$	$1.78\times10^{9}\pm1.6\times10^{8}$
	30	$1.15\times10^{8}\pm3.6\times10^{7}$	$1.12\times10^{9}\pm3.3\times10^{8}$	$1.05\times10^{9}\pm2.3\times10^{8}$
B. breve	0	$2.76\times10^{9}\pm7.0\times10^{7}$	$3.05\times10^{9}\pm9.0\times10^{7}$	$3.07\times10^{9}\pm9.0\times10^{7}$
	30	$1.76\times10^{8}\pm4.2\times10^{7}$	$1.35\times10^{9}\pm4.6\times10^{8}$	$1.12\times10^{9}\pm3.6\times10^{8}$
B. infantis	0	$3.09\times10^{9}\pm3.0\times10^{7}$	$3.10\times10^{9}\pm4.0\times10^{8}$	$3.27\times10^{9}\pm4.0\times10^{7}$
	30	$1.32\times10^{8}\pm1.4\times10^{7}$	$1.52\times10^{9}\pm1.8\times10^{8}$	$1.41\times10^{9}\pm1.8\times10^{8}$

FOS : fructooligosaccharides, GOS : galactooligosaccharides, IOS : isomaltooligosaccharides

Table 2. Sensory evaluation of frozen soy yogurts prepared by different types of starter cultures and oligosaccharides

Items	Samples									F-value
	DF	DG	DM	VF	VG	VM	IF	IG	IM	
Beany flavor	3.1	3.0	3.8	3.2	3.4	3.3	3.2	3.1	3.6	0.72^{NS}
Sour taste	3.8^{a}	3.5^{ab}	4.1^{a}	3.0^{b}	2.9^{b}	2.9^{b}	1.3^{c}	1.4^{c}	1.7^{c}	16.61^{***}
Sweet taste	4.5^{a}	4.2^{a}	4.5^{a}	3.4^{b}	3.2^{bc}	2.7^{c}	1.2^{d}	1.4^{d}	1.3^{d}	48.61^{***}
Bitter taste	3.7^{a}	3.6^{a}	3.9^{a}	3.5^{a}	3.5^{a}	3.2^{a}	2.1^{b}	1.9^{b}	2.1^{b}	6.05^{***}
Mouth feel	4.1^{a}	3.6^{ab}	3.6^{ab}	3.5^{ab}	3.0^{bc}	2.4^{cd}	2.6^{cd}	1.5^{e}	1.9^{de}	10.39^{***}
Melt-down quality	2.8	3.2	2.8	2.8	3.2	3.1	2.5	3.0	2.6	0.47^{NS}
Overall quality	4.2^{a}	3.8^{ab}	4.3^{a}	3.8^{ab}	3.2^{bc}	2.6^{c}	1.4^{d}	1.3^{d}	1.6^{d}	22.73^{***}

DF : *B.bifidum* + FOS, DG : *B.bifidum* + GOS, DM : *B.bifidum* + IOS, VF : *B.breve* + FOS,
VG : *B.breve* + GOS, VM : *B.breve* + IOS, IF : *B.infantis* + FOS, IG : *B.infantis* + GOS,
IM : *B.infantis* + IOS FOS : fructooligosaccharides, GOS : galactooligosaccharides, IOS : isomaltooligosaccharides
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS: Not Significant
$^{a\sim e)}$Means with different superscripts in the same row differ significantly($p<0.05$) by Duncan's mutiple range test.

가되었으며 *B. infantis* 배양균은 좋지 않게 평가되었다. 한편 올리고당의 종류에 따라서는 유의차가 없었으나 신맛의 경우 이소말토올리고당 첨가군이 약간 좋은 편이었다. 쓴맛에 있어서 *B. bifidum* 배양균과 *B. breves* 배양균은 유의차없이 비교적 쓰지 않은 것으로 평가되었으나 *B. infantis* 배양균은 쓰게 평가되었다. 입안에서의 질감은 균주의 종류에 따라 유의차가 나타났는데 *B. bifidum* 배양균이 가장 부드럽게 평가되었고 *B. infantis* 배양균은 거칠게 평가되었다. 입안에서의 녹는 정도는 모든 시료간에 유의차 없이 평가되었는데 갈락토올리고당을 첨가하고 *B. bifidum*으로 발효시킨 시료와 갈락토올리고당을 첨가하고 *B. breves*로 발효시킨 시료는 보통으로 평가되었고 프락토올리고당을 첨가하고 *B. infantis*로 발효시킨 시료는 좋지 않은 편이었다. 전반적인 바람직성은 균주의 종류에 따라 유의차가 있었는데 대체적으로 *B. bifidum* 배양균이 바람직하게 평가되었고 *B. infantis* 배양균은 바람직하지 않은 것으로 평가되었다. 한편 올리고당의 종류에 따라서는 *B. breve* 배양균을 제외하고는 유의차가 나타나지 않았다.

5. Soy yogurts의 내산성

Soy yogurts를 섭취하였을 때 인체 위장에서의 비피더스균의 생존가능성을 간접적으로 측정하기 위하여 soy yogurts에 1.25 N HCl을 첨가하여 pH 3.0으로 조정한 뒤 37℃에서 90분간 배양시킨 후의 생균수를 측정한 결과는 Table 3에 제시되어 있다. 모든 균주가 초기생균수(10^{9} CFU/ml 이상)보다 감소하였

Table 3. Changes in the number of viable cells of *Bifidobacteria* in soy yogurts after incubation at 37℃, pH 3.0 for 90min (unit : CFU/ml)

Starter cultures	Incubation time(min.)	FOS	GOS	IOS
B. bifidum	0	$1.93\times10^{9}\pm2.6\times10^{8}$	$1.90\times10^{9}\pm1.6\times10^{8}$	$1.97\times10^{9}\pm1.6\times10^{8}$
	90	$3.12\times10^{8}\pm3.6\times10^{7}$	$3.32\times10^{8}\pm3.3\times10^{7}$	$3.02\times10^{8}\pm3.6\times10^{7}$
B. breve	0	$2.76\times10^{9}\pm7.0\times10^{7}$	$3.05\times10^{9}\pm9.0\times10^{7}$	$3.05\times10^{9}\pm9.0\times10^{7}$
	90	$3.98\times10^{8}\pm4.2\times10^{7}$	$4.35\times10^{8}\pm4.6\times10^{7}$	$4.53\times10^{8}\pm4.2\times10^{7}$
B. infantis	0	$3.09\times10^{9}\pm3.0\times10^{7}$	$3.10\times10^{9}\pm4.0\times10^{7}$	$3.10\times10^{9}\pm4.0\times10^{7}$
	90	$3.70\times10^{8}\pm1.4\times10^{7}$	$2.52\times10^{8}\pm1.8\times10^{7}$	$2.70\times10^{8}\pm1.4\times10^{7}$

FOS : fructooligosaccharides, GOS : galactooligosaccharides, IOS : isomaltooligosaccharides

으나 10^8 CFU/ml 이상을 나타내어 비교적 내산성이 우수하였다. Berrada 등[9]은 비피더스균이 함유되어 있는 발효유를 1.25 N HCl을 첨가하여 pH 3.0으로 조정한 후 37℃에서 90분간 배양하면서 실험한 결과 한 균주는 초기생균수를 그대로 유지한 반면에 다른 균주는 급격히 사멸이 진행되었다고 보고하면서 발효유 제조에 사용할 비피더스균은 내산성이 우수한 균주를 사용해야 발효유 섭취에 대한 효과를 기대할 수 있다고 하였다. 또한 Clark 등[18]은 4종의 비피더스균(*B. infantis, B.adolescentis, B. longum, B. bifidum*)을 사용하여 37% HCl을 첨가하여 pH가 각각 2.0, 3.0으로 조정된 증류수에 실험균주를 10^9 CFU/ml 수준으로 접종하고 37℃에서 3시간까지 배양하면서 생균수를 측정한 결과 *B. bifidum*을 제외한 나머지 실험균주는 배양 3시간까지 pH 2.0에서 초기 생균수를 유지하였다고 보고하였다.

6. 보수력

비피더스균과 올리고당의 종류를 달리하여 제조한 soy yogurts의 보수력은 Table 2에 제시되어 있다. Table 4에서 보는 바와 같이 올리고당의 종류에 따른 보수력에서는 유의차가 없었으나 균주의 종류에 따른 보수력에서는 유의차가 나타나서 *B. bifidum* 배양군의 보수력이 가장 높았고 *B. infantis* 배양군은 보수력이 가장 낮았다.

7. 점도

비피더스균과 올리고당의 종류를 달리하여 제조한 soy yogurts의 점도는 Table 5에 제시되어 있다. Table 5에서 보는 바와 같이 균주의 종류에 따라 점도에 있어서 유의차가 나타났는데 *B. bifidum* 배양군의 점도가 가장 높았고 *B. infantis* 배양군의 점도가 가장 낮았다. Dittmann 등[19]은 젖산균의 단백질 분해능력은 균주에 따라 매우 다양하게 나타나는데 그 중 장내 유래 젖산균인 비피더스균의 경우 균주마다 차이는 있지만 단백질 분해능력이 낮고 일반적으로 단백질 분해능력이 감소할수록 점도를 증가시킨다고 보고하였다. 한편 soy yogurts의 점도는 대체적으로 보수력과 유사한 경향을 나타내었는데 이는 보수력이 증가할수록 결합수와 자유수의 비율에 있어서 결합수의 양이 상대적으로 증가하게 되어 결과적으로 침전물을 증가시키기 때문에 점도의 증가에 영향을 준 것으로 사료된다. 또한 Budiaman[20]에 의하면 요구르트의 점도는 동결시킨 후 제품의 질감을 결정하는데 커다란 영향을 준다고 하였는데 이는 요구르트의 점도가 증가할수록 자유수의 이동이 감소하게 되어, 동결시 결정핵으로의 수분의 이동이 줄어들게 되므로 결과적으로 커다란 빙결정의 형성을 억제시켜 질감을 증진시키기 때문이라고 하였다.

Table 4. Effects of the different types of starter cultures and oligosaccharides on the water holding capacity of soy yogurts

(unit : %)

Starter cultures	Oligosaccharides			F-value
	FOS	GOS	IOS	
B. bifidum	$40.7^{a}\pm2.32$	$40.7^{a}\pm1.35$	$40.4^{a}\pm3.21$	0.09^{NS}
B. breve	$37.7^{a}\pm1.72$	$35.1^{b}\pm1.20$	$34.6^{b}\pm0.56$	5.44^{NS}
B. infantis	$32.9^{b}\pm1.50$	$30.9^{c}\pm2.15$	$32.6^{b}\pm1.03$	1.29^{NS}
F-value	8.21^{*}	18.85^{**}	43.28^{***}	

FOS : fructooligosaccharides, GOS : galactooligosaccharides, IOS : isomaltooligosaccharides

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS: Not Significant

[a~c]Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test($p<0.05$).

Table 5. Effects of the different types of starter cultures and oligosaccharides on the viscosity of soy yogurts

(unit : centipoise(cp))

Starter cultures	Oligosaccharides			F-value
	FOS	GOS	IOS	
B. bifidum	$1116.00^{a}\pm148.44$	$1110.00^{a}\pm130.00$	$1026.00^{a}\pm83.27$	0.49^{NS}
B. breve	$926.00^{a}\pm41.63$	$863.00^{b}\pm15.28$	$860.00^{b}\pm87.18$	1.33^{NS}
B. infantis	$733.00^{b}\pm64.29$	$723.00^{b}\pm58.59$	$690.00^{c}\pm52.91$	0.45^{NS}
F-value	11.85^{**}	16.77^{**}	14.71^{**}	

FOS : fructooligosaccharides, GOS : galactooligosaccharides, IOS : isomaltooligosaccharides

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS: Not Significant

[a~c]Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test($p<0.05$).

Ⅳ. 요 약

Frozen soy yogurts의 overrun은 모든 시료가 최고치에 도달하는 시간이 20분으로 동일하였으며 균주의 종류에 따라 *B. bifidum* 배양군의 overrun이 가장 높았고 *B. infantis* 배양군은 가장 낮았다. 반면 녹아내리는 정도는 이와 반대의 경향을 나타내어 *B. infantis* 배양군이 가장 많이 녹아내렸고 *B. bifidum* 배양군은 가장 적게 녹아내렸다. 동결에 의한 생균수의 변화에서는 초기 생균수와 유사하게 10^9 CFU/ml 이상을 나타내어 동결에 대한 저항력이 높았다. 관능적 특성 중 콩비린내는 시료간에 유의차 없이 약하게 감지되었고 신맛과 단맛의 정도는 기호도로 평가하였는데 균주에 따른 유의차가 나타나 *B. bifidum* 배양군이 가장 좋게 평가되었고 *B. infantis* 배양군은 좋지 않게 평가되었다. 쓴맛은 *B. bifidum* 배양군과 *B. breve* 배양군의 경우 유의차없이 약하게 나는 것으로 평가되었고 *B. infantis* 배양군은 쓰게 평가되었다. 입안에서의 질감은 *B. bifidum* 배양군이 대체적으로 부드럽게 평가되었고 *B. infantis* 배양군은 거칠게 평가되었다. 입안에서의 녹는 정도는 유의차없이 보통 정도로 평가되었으며 전반적인 바람직성은 *B. bifidum* 배양군이 바람직하게 평가되었고 *B. infantis* 배양군은 바람직하지 않은 것으로 평가되었다. 한편 soy yogurts의 보수력, 점도는 균주의 종류에 따라 유의차가 나타나 *B. bifidum* 배양군에서 가장 높았고 *B. infantis* 배양군에서 가장 낮았다. Soy yogurts를 섭취하였을 때 인체 위장에서의 비피더스균의 생존가능성을 간접적으로 측정한 내산성 실험에 있어서도 모든 균주가 초기 생균수(10^9 CFU/ml)보다 감소하였으나 10^8 CFU/ml 이상을 나타내어 비교적 우수하였다.

본 연구에서 대부분의 항목에서 올리고당의 종류에 따른 유의차는 없었으나 균주의 종류에 따라서는 유의차가 비교적 뚜렷이 나타났다. 따라서 frozen soy yogurts 제조시 가격면에서 경쟁력이 있는 이소말토올리고당을 첨가하고, overrun이 가장 높았고 풍미, 질감, 전반적인 바람직성이 가장 좋았던 *B. bifidum*으로 배양시키는 것이 가장 바람직할 것으로 사료된다.

한편, 비피더스균은 건강에 유익하다는 증거가 있음에도 불구하고 영양요구가 복잡하고 혐기적 배양이 요구되는 까다로운 조건으로 인하여 식품 제조 및 저장 중에 비피더스균의 생존이 어렵기 때문에 그 이용이 제한되고 있다. 따라서 앞으로는 *B. bifidum*과 상호보완작용을 가지고 있는 다른 젖산균주를 혼합배양함으로써 생육촉진시키고 또한 overrun을 좀더 증가시키기 위한 연구가 필요하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 1998년 한국과학재단 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Mital, B. K. and Steinkraus, K. H. : Growth of acid bacteria in soymilk. *J. Food Sci.*, 39:1018, 1974
2. Knupp, J. R.: Frozen yogurt. *Cult. Dairy Prod. J.*, 14(5):16, 1979
3. Rasic, J.L., Kurmann. J.A.: Yogurt. 1977
4. 이현수: 올리고당의 기능성 및 식품에의 이용. 식품기술, 7:3, 1994
5. 이숙영, 이정은, 박미정, 권영실 : 효소처리 분리대두단백의 요구르트 발효 중 비피더스균의 생육특성 및 유기산과 n-hexanal 함량에 관한 연구. 한국조리과학회지, 14(5):589, 1998
6. Tuitemwong, P., Erickson, L.E., Fung, D.Y.C, Setser, C.S. and Perng, S.K.: Sensory analysis of soy yogurt and frozen soy yogurt produced from rapid hydration hydrothermal cooked soy milk. *J. Quality Foods*, 16:223, 1993
7. Ioanna S. Martinou : Voulaiki and Gregory K. Zerfiridis Effect of some stabilizers on texture and sensory characteristics of yogurt ice cream from sheep's milk. *J. Food Sci.*, 55(3):703, 1990
8. 신원선, 윤선 : 안정제 첨가가 frozen yogurt의 질감에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 12(1):20, 1996
9. Berrada, N., Lemeland, J. F., Laroche, G., Thouvenot, P., Piaia., M. : *Bifidobacterium* from fermented milks, Survival during gastric transit. *J. Dairy Sci.*, 74:409, 1991
10. Estelle, M., P. Clunies, Y. Kakuda, K. Mullen : Physical properties of yogurt, A comparison of vat versus continuous heating systems of milk. *J. Dairy Sci.*, 69:2593, 1986
11. John A. Troller, and J. H. B. Christian : Water Activity and Food. 34, 1978
12. Erik K. Iversen: Scoopable Icecream. Grindsted TP, 207, 1986
13. Mitten, H.L. : Hard frozen yogurt mixes. *Am. Dairy Rev.*, 39:6, 1977
14. Sherman, P. : The texture of ice cream. *J. food Sci.*, 30:201, 1965
15. Ray, B., and R. L. Bredley. : Effects on freezing points of carbohydrates commonly used in frozen desserts. *J. Dairy Sci.*, 66, 1983

16. Thompson, L. D. and A. N. Mistry. : Compositional changes in frozen yogurt during fermentation, frozen storage, and soft serve freezing. *Cult. Dairy Prod. J.,* 29:8, 1994
17. Korsop, B. E. : Maintenance of microorganisms and cultured cells. General introduction to maintenance methods. Academic Press LTD., London. 21:30, 1991
18. Clark, P. A., L. N. Cotton, and J. H. Martin. : Selection of bifidobacteria for use as dietary adjuncts in cultured dairy foods. II-Tolerance to simulated pH of human stomachs. *Cult. Dairy Prod. J.,* 28, 1993
19. Dittmann, J., J. B. Mayer, and M. Wolf. : On metabolism of *Bifidobacterium bifidum. Lactobaccillus bifidum.* Ⅶ. Study of the formation of amino acids. Z. Kinderheik, 94, 1965
20. Budiaman, E. R., and Fennema, O.R. : Linear rate of water crystallization as influenced by temperature of hydrocolloid suspensions. *J. Dairy Sci.*, 70:534, 1987

(2001년 11월 6일 접수, 2002년 2월 22일 채택)