

단백분해효소 전처리 및 starter culture의 종류에 따른 frozen soy yogurt의 품질특성

이정은 · 이숙영*
 중앙대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Frozen Soy Yogurt Prepared with Different Proteolytic Enzymes and Starter Culture

Jung-Eun Lee and Sook Young Lee*
 Department of Food & Nutrition, Chung Ang University

This study was carried out to evaluate the quality characteristics of frozen soy yogurts prepared with different proteolytic enzymes and starter culture. The viable cell counts of lactic acid bacteria in frozen soy yogurts were measured 10^8 CFU/g by the single culture method, while 10^9 CFU/g by the mixed culture method except α -chymotrypsin treatment. The viable cell counts of lactic acid bacteria did not decrease after freezing for 30 min in ice cream maker. The lactic acid bacteria from the mixed culture showed better bile acid tolerance than those from the single culture. The lactic acid bacteria from the frozen soy yogurt prepared with α -chymotrypsin and mixed culture of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus bulgaricus* showed better acid tolerance and bile acid tolerance. The highest(73.45%) overrun was observed in the frozen soy yogurt treated with α -chymotrypsin and mixed culture of *B. bifidum* and *L. bulgaricus*. The melt-down percent was higher in the single culture than the mixed culture. In sensory test, the frozen soy yogurt prepared with α -chymotrypsin and mixed culture of *B. bifidum* and *L. bulgaricus* was the most desirable, the highest scores in sourness, bitterness and mouthfeel.

Key words: frozen soy yogurt, quality characteristics, proteases, soy protein isolate, starter culture

서 론

최근 국내 발효유의 소비가 증가되면서 carbonated yogurt, frozen yogurt 등 새로운 개념의 요구르트가 개발되었고 특히 발효유 특유의 영양적 특성과 풍미를 유지하면서 아이스크림의 부드럽고 시원한 특성을 가미한 frozen yogurt는 그 기호성이 높아 국외에서는 이미 상품화되어 있다^(1,2). 식물성 단백질인 대두단백을 이용한 frozen soy yogurt는 대두단백이 가지는 수분결합력, 유화력 등의 기능적 성질을 이용할 수 있으며 원유로 제조되는 frozen yogurt에 비해 단백질 함량이 많고 유당불내증 및 우유알레르기를 감소시킬 수 있다. Frozen soy yogurt의 장점은 frozen yogurt의 유지방 대신 콜레스테롤 함량이 낮고, 포화지방산의 함량이 낮은 콩기름을 사용한다는 점이며 유당 대신에 올리고당이 함유되어 유당 불내증을 감소시킬 수 있다는 것이다. 분리대두단백은 frozen

yogurt의 주재료인 원유나 탈지유의 우수한 특성을 가지고 있고 가격이 카제인 가격의 절반 정도⁽³⁾에 불과하므로 대두단백으로 대체한 frozen soy yogurt에 관한 연구^(4,6)가 진행되어 왔다. Tuitemwong 등⁽⁴⁾은 frozen soy yogurt와 soy yogurt 등의 관능적 특성 및 수용도를 비교 연구한 결과 frozen soy yogurt의 수용도가 soy yogurt에 비해 더 높았다고 보고하였다. Rajor와 Gupta⁽⁵⁾는 우유고형분을 대두로 대체하여 frozen soy yogurt를 제조한 결과 대두고형분과 버터밀크고형분을 1:1로 제조하였을 경우 가장 수용도가 좋았으나 대두고형분의 함량이 증가할수록 수용도는 저하되었다고 보고하므로써 frozen soy yogurt의 수용도에 크게 영향을 미치는 풍미, 질감 및 overrun 등을 향상시킬 수 있는 방안이 필요하다고 생각된다. Frozen soy yogurt 제조시 분리대두단백 그대로 우유고형분을 대체하여 적용하면 질감이 매우 거칠고 콩비린내가 감지되며 특히 frozen soy yogurt의 중요한 품질특성인 overrun이 잘 형성되지 않는 등의 문제가 있는데, 이것은 대두단백을 단백질분해효소로 처리하여 그 품질을 개선할 수 있다. Kwon의 연구⁽⁶⁾에서는 분리대두단백을 α -chymotrypsin으로 효소처리하고 *bifidobacteria*의 종류를 달리하여 frozen soy yogurt를 제조한 결과, *B. bifidum*으로 배양한 경우 보수력, 점도, overrun이 가장 높았으며 가장 바람직

*Corresponding author : Sook Young Lee, Department of Food & Nutrition, Chung Ang University, Naeri san 40-1, Daeduk-myun, Ansung-si, Kyungki-do 456-756, Korea
 Tel: 82-31-670-3274
 Fax: 82-31-676-8741
 E-mail: syklee48@hanmail.net

하다고 평가되었으나 질감을 향상시키기 위해서는 overrun을 보다 더 증가시키는 것이 필요하다고 보고하였다.

본 연구에서는 분리대두단백을 세 종류의 단백질분해효소로 처리하여 젖산균들의 생육을 촉진시키고 frozen soy yogurt의 질감, 풍미 등의 품질을 향상시키고자 하였으며, *B. bifidum*으로 단독배양하거나 *B. bifidum*과 *L. acidophilus* 또는 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus*로 혼합배양하여 단백질분해효소 및 배양방법이 soy yogurt를 재료로 하여 아이스크림 제조기로 만든 frozen soy yogurt의 생균수, 내산성, 담즙산 내성 및 overrun, 녹아내리는 정도 등의 품질특성과 관능적 특성에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 분리대두단백(SPI)은 A.D.M.(Decatur, IL, USA)사의 Proten 972를 사용하였고, 안정제는 sodium alginate와 carrageenan의 혼합물인 monoice를 (주)광일에서 제공받아 사용하였다.

효소처리에 사용된 *Aspergillus oryzae*로부터 추출된 단백질분해효소(P-4032, activity: 3.8 units/mg protein) bromelain (B-4882, activity: 6.1 units/mg protein), α -chymotrypsin(C-4129, activity: 54 units/mg protein)은 Sigma사의 제품을 사용하였다. 사용균주는 *Bifidobacterium bifidum*(KCTC 3176), *Lactobacillus acidophilus*(ATCC 2182), *Lactobacillus bulgaricus*(KCTC 3188)로서 한국생명공학연구원에서 분양받았으며 사용된 올리고당은 isomaltooligosaccharide로 (주)삼양제넥스 연구소에서 제공받았다.

균주의 배양 및 처리조건

*L. acidophilus*와 *L. bulgaricus*는 MRS(Difco, Detroit, MI, USA) broth로 배양하였고 *Bifidobacterium bifidum*은 0.05%의 L-cystein이 첨가된 MRS broth로 배양하여 사용하였다. *B. bifidum*, *L. acidophilus* 및 *L. bulgaricus*는 37°C로 고정된 배양기에서 24시간 배양하여 soy yogurt 제조에 이용하였다. 요구르트 접종시에는 4°C에서 1,770×g로 20분간 원심분리시킨 다음 상등액을 제거하고 균체만 회수하여 접종하였다.

분리대두단백의 효소처리

Kim(Lee) 등⁽⁷⁾의 방법을 약간 변형하여 분리대두단백(SPI)을 효소처리하였다. 즉 10% SPI 용액(w/v)을 만들고 6N NaOH를 이용하여 각각 pH 7.5(*A. oryzae*로부터 추출된 단백질분해효소), 7.0(bromelain) 및 7.8(α -chymotrypsin)로 조정한다. 다음 항온수조에서 시료의 온도가 37°C가 되게 하여 조단백 질함량의 0.5%(w/w)의 효소를 각각 첨가한 후 20분간 교반하면서 반응시켰다. 효소반응이 끝난 SPI 용액은 즉시 87°C에서 5분간 가열하여 효소를 불활성화시켜 반응을 정지시킨 다음 6N HCl을 이용하여 pH 7.0으로 조정하였다.

시료의 제조

Frozen soy yogurt를 제조하기 위한 전 단계로써 soy yogurt는 Lee와 Oh의 방법⁽⁸⁾을 약간 변형하여 제조하였다. 즉

효소처리 및 비효소처리된 분리대두단백 용액(분리대두단백 45 g+증류수 450 mL)에 soybean oil 20 g, 안정제 2.5 g을 첨가하여 soy yogurt mix를 제조한 다음 121°C에서 15분간 멸균하였다. 또한 Maillard 반응을 방지하기 위해서 isomaltooligosaccharide 40 g에 증류수 40 mL를 첨가하여 수용액으로 만든 다음 121°C에서 15분간 멸균하여 soy yogurt mix와 잘 섞어 주었다. 그 후 37°C로 냉각되면 *B. bifidum*, *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* 배양액을 *B. bifidum* 단독배양에서는 2%(v/v) 접종하였고 *B. bifidum*과 *L. acidophilus* 또는 *L. bulgaricus*와의 혼합배양에서는 각각 1%(v/v)씩 접종하여 37°C에서 14시간 동안 배양하였다. Tuitewing 등⁽⁴⁾의 방법을 변형하여 배양이 완료된 soy yogurt를 4°C에서 24시간 동안 저장시킨 후 aspartame 0.2 g을 넣고 아이스크림 제조기(Model HR2305, 1200 mL, Philips Co., USA)로 30분간 교반하여 soft type의 frozen soy yogurt를 제조하였다. 제조된 frozen soy yogurt는 동결에 따른 생균수, 내산성, 담즙산 내성 및 녹아내리는 정도 등의 측정을 위한 시료로 사용하였다. 관능 평가를 위한 시료는 vanilla essence 0.5 mL를 첨가하여 -60°C의 냉동고에서 18시간 냉동시키고 -20°C에서 54시간 저장한 후 4°C에서 1시간 녹여 평가하였다.

시료의 생균수, 내산성 및 담즙산 내성 측정

생균수는 제조직후의 soy yogurt와 frozen soy yogurt를 각각 1g씩 무균적으로 취하여 멸균 peptone 수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 MRS(Difco, Detroit, MI, USA) 배지에 plating한 후 *B. bifidum*은 anaerobic jar(Difco, Detroit, MI, USA)를 사용하여 37°C로 고정된 배양기에서 48~72시간 동안 혐기적으로 배양하였고 *L. acidophilus* 및 *L. bulgaricus*는 호기적으로 배양하여 colony 수가 25~250개가 나타나는 평판을 선택하여 산출하였다. 내산성 측정은 Berrada 등⁽⁹⁾의 방법에 따라 frozen soy yogurt에 1.25 N HCl을 첨가하여 pH 2.5로 조정한 후 37°C로 고정된 배양기에서 90분간 배양시킨 다음 생균수 측정과 동일한 조건으로 배양하여 측정하였다. 담즙산 내성은 Jayne과 Joseph⁽¹⁰⁾의 방법을 변형하여 frozen soy yogurt 1 g을 무균적으로 취하여 멸균 peptone 수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 MRS(Difco, Detroit, MI, USA)배지에 담즙산 성분인 oxgall(Difco, Detroit, MI, USA)를 0.3% 첨가하여 평판배지를 제조한 다음 생균수 측정과 동일한 조건으로 배양하여 담즙산 내성을 측정하였다.

시료의 overrun 및 녹아내리는 정도 측정

Overrun은 Ioanna 등⁽¹¹⁾의 방법에 따라 아이스크림 제조기 작동시 매 5분마다 제조기에서 꺼낸 시료를 100 mL 컵에 담아 무게를 신속하게 측정한다. 다음 다시 아이스크림 제조기에 넣었다. Overrun은 다음 식을 이용하여 계산하였다.

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

녹아내리는 정도는 Shin과 Yoon⁽¹²⁾의 방법에 따라 메스실린더 위에 영글게 짜인 철망을 얹은 다음 아이스크림용 scooper로 뜬 frozen soy yogurt를 얹는다. 60분 동안 10분

간격으로 메스실린더 바닥으로 녹아 떨어지는 양을 scooper의 용량당 백분율로 계산하였고 녹아내리는 양상을 관찰하였다.

관능검사

관능검사는 frozen soy yogurt의 콩비린내, 신맛의 정도, 쓴맛, 짠맛, 입안에서의 질감 및 전반적인 바람직성에 대하여 15명의 관능요원을 대상으로 5점 평점법으로 실시하였다.

통계처리

Overrun, 녹아내리는 정도 및 관능검사 결과 얻어진 자료에 대한 통계처리는 SAS package를 사용하였으며 분산분석한 결과 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

생균수, 내산성 및 담즙산 내성에 미치는 영향

Frozen soy yogurt의 *B. bifidum*, *L. acidophilus* 및 *L. bulgaricus*의 생균수(Table 1)는 soy yogurt의 생균수와 거의 유사하였으므로 동결에 의한 생균수의 감소는 거의 없었다. 그리고 soy yogurt를 아이스크림 제조기에서 30분간 동결하는 동안 유입되는 산소에 의해서도 혐기성균인 *B. bifidum*의 생균수는 거의 감소되지 않았다. Lario와 Matin⁽¹³⁾의 연구에서는 우유에 *B. bifidum*과 *L. acidophilus*를 접종하여 frozen soy yogurt 제조한 다음 동결 전·후의 생균수를 측정된 결과, 생균수의 변화가 없었다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

각 Frozen soy yogurt의 산처리 후의 생균수(Table 2)는 산처리 전보다 전반적으로 $10^2 \sim 10^3$ CFU/g정도 감소하여 내산성이 우수하였다. Frozen soy yogurt는 α -chymotrypsin으로 전처리 후 혼합배양한 경우 내산성이 비교적 우수하였으며 *A. oryzae*로부터 추출한 단백분해효소처리균의 경우는 혼합배양한 시료 중 젓산균의 내산성이 가장 저하되었다. Shan과 jelen⁽¹⁴⁾은 상업적으로 판매된 요구르트에서 *L. acidophilus* 및 *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*를 분리하여 요구르트를 제조한 다음 pH 2.5로 조정하여 37°C에서 2시간 배양시킨 후 내산성을 측정된 결과, *L. acidophilus*의 내산성이 *L. bulgaricus*보다 더 높았다고 보고하였으나 본 연구에서는 전반적으로 *L.*

*acidophilus*와 *L. bulgaricus*의 내산성 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

Frozen soy yogurt의 *B. bifidum*, *L. acidophilus* 및 *L. bulgaricus*의 담즙산 내성(Table 2)은 효소처리와 배양방법에 따라 차이가 나타났다. 비효소처리균과 bromelain 처리균에서는 *B. bifidum*과 *L. acidophilus* 혼합배양시에 담즙산에 대한 높은 내성을 나타내었으며, *A. oryzae*로부터 추출한 단백분해효소처리균과 α -chymotrypsin 처리균에서는 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양의 경우에 높은 내성을 나타내어 단독 배양보다는 혼합배양시 담즙산에 대한 높은 내성을 나타내었다. Jayne과 Joseph⁽¹⁰⁾는 soft-serve frozen yogurt에서 *B. bifidum*와 *L. acidophilus*의 담즙산 내성을 연구한 결과 두 종류의 균주에서 동결 전·후에 담즙산에 대한 강한 내성을 나타내어 생균수의 변화가 전혀 없었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 *B. bifidum*, *L. acidophilus* 또는 *L. bulgaricus*의 담즙산에 대한 생존율은 효소처리와 배양방법에 따라 차이를 나타내어 13.6~94.8%이었으며, 혼합배양시 단독배양보다 생존율이 더 높았고 효소처리에 따라서는 *A. oryzae*로부터 추출한 단백분해효소처리균에서 더 높은 경향을 보였다.

Overrun에 미치는 영향

효소처리와 배양방법을 달리하여 제조한 frozen soy yogurt의 overrun을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 비효소처리균의 overrun은 *B. bifidum* 단독배양한 경우가 혼합배양한 경우보다 높은 경향을 보였다. 이는 혼합배양으로 제조된 soy yogurt는 커드가 단단하고 물과 분리되는 현상이 생겨 아이스크림 제조기에서 동결되는 동안 0°C 이하에서 빙결되는 자유수의 함량이 많아져 공기의 주입량이 감소되므로 overrun이 형성되지 못했던 것으로 생각된다. Kwon의 연구⁽⁶⁾에서는 점도와 보수력이 overrun에 영향을 준다고 보고하였는데, 점도와 보수력이 클수록 빙결되는 자유수의 함량이 감소되므로 상대적으로 공기의 주입량이 증가되어 overrun이 증가한다고 하였다. 효소처리균 중에서는 단독배양이나 혼합배양의 경우, 전반적으로 α -chymotrypsin 처리균의 overrun이 높은 경향을 나타내었으며 특히 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양의 경우는 아이스크림 제조기에서 20분 조작으로 89.48%의 최고치를 나타내었다.

초기 5분간 시료의 overrun은 비효소처리균에서는 *B. bifi-*

Table 1. Viable cell counts of *B. bifidum*, *L. acidophilus* and *L. bulgaricus* of proteolytic enzyme-treated soy yogurts and frozen soy yogurts fermented with various starter culture (unit: 10^8 CFU/g)

Enzyme treatment	Product	Bb ¹⁾		BbLa		BbLb	
		<i>B. bifidum</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>L. bulgaricus</i>	
Untreated	Soy yogurt	0.4	13.1	13.6	19.9	27.6	
	Frozen soy yogurt	0.2	11.1	14.8	15.3	16.1	
Protease from <i>A. oryzae</i>	Soy yogurt	2.5	22.4	21.8	69.3	32.8	
	Frozen soy yogurt	1.2	21.7	21.3	30.8	25.2	
Bromelain	Soy yogurt	2.8	31.8	40.2	34.8	49.6	
	Frozen soy yogurt	1.8	19.5	22.3	20.4	25.5	
α -Chymotrypsin	Soy yogurt	2.1	2.5	2.6	7.5	7.1	
	Frozen soy yogurt	3.5	1.6	2.1	2.8	2.5	

¹⁾Bb: Inoculated with *B. bifidum*, BbLa: Inoculated with *B. bifidum* and *L. acidophilus*, BbLb: Inoculated with *B. bifidum* and *L. bulgaricus*

Table 2. Acid tolerance (pH 2.5, 37°C, 90 min) and bile acid tolerance (0.3% oxgall, 37°C) of *B. bifidum*, *L. acidophilus* and *L. bulgaricus* of frozen soy yogurts

Product ¹⁾	Type of lactic acid bacteria	Acid tolerance		Bile acid tolerance	
		Viable cell counts (10 ⁶ CFU/g)	Survival rate ²⁾ (%)	Viable cell counts (10 ⁶ CFU/g)	Survival rate ²⁾ (%)
U-Bb	<i>B. bifidum</i>	0.3	1.5	0.3	13.6
U-BbLa	<i>B. bifidum</i>	11.0	1.0	85.7	77.2
	<i>L. acidophilus</i>	15.1	1.0	66.8	45.1
U-BbLb	<i>B. bifidum</i>	26.5	1.7	87.7	57.3
	<i>L. bulgaricus</i>	16.1	1.0	91.8	57.0
P-Bb	<i>B. bifidum</i>	0.1	1.0	3.7	31.3
P-BbLa	<i>B. bifidum</i>	22.1	1.0	133.0	61.3
	<i>L. acidophilus</i>	1.6	0.1	189.0	88.7
P-BbLb	<i>B. bifidum</i>	3.8	0.1	265.0	86.0
	<i>L. bulgaricus</i>	6.4	0.3	239.0	94.8
B-Bb	<i>B. bifidum</i>	0.2	0.1	3.2	17.7
B-BbLa	<i>B. bifidum</i>	16.0	0.8	16.1	82.6
	<i>L. acidophilus</i>	53.7	2.4	166.0	74.4
B-BbLb	<i>B. bifidum</i>	24.1	1.2	128.0	62.7
	<i>L. bulgaricus</i>	4.6	0.2	144.0	56.4
C-Bb	<i>B. bifidum</i>	1.9	0.5	10.2	29.0
C-BbLa	<i>B. bifidum</i>	1.7	1.1	8.4	53.8
	<i>L. acidophilus</i>	5.9	2.8	12.2	57.8
C-BbLb	<i>B. bifidum</i>	4.4	1.6	22.5	80.9
	<i>L. bulgaricus</i>	6.2	2.5	23.4	92.1

¹⁾U: untreated, P: protease from *A. oryzae*, B: bromelain, C: α-chymotrypsin, Bb: *B. bifidum* +*B. bifidum*, BbLa: *B. bifidum* +*L. acidophilus*, BbLb: *B. bifidum*+*L. bulgaricus*, ²⁾Survival rate (%).

dum 단독배양이 21.06%로 가장 높았고, *B. bifidum*과 *L. acidophilus* 혼합배양이 4.91%로 가장 낮았다($p < 0.001$). 효소 처리군에서 초기 5분간의 overrun은 α-chymotrypsin 처리군에서 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양의 경우에 21.24%로 가장 높았으며, bromelain 처리군의 *B. bifidum*과 *L. acidophilus* 혼합배양의 경우 2.70%로 가장 낮았다($p < 0.001$). 아이스크림 제조기에서 작동시간이 길어짐에 따라 overrun이 비교적 서서히 증가하여 전반적으로 대부분 시료에서 20분 내지 25분 조작으로 최고치에 이르렀다.

즉 본 연구에서는 효소처리와 배양방법에 따라 overrun 형성의 차이를 나타내었으며 아이스크림 제조기의 30분 조작으로 α-chymotrypsin 처리군의 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양의 경우 가장 높은 73.45%였으며 다른 시료군에서는 9.33~36.43%의 overrun이 형성되었다. Rajor과 Gupta⁶⁾는 대두고형분과 버터밀크고형분의 비율을 달리하여 제조한 soft type 아이스크림의 overrun을 측정된 결과, 우유로만 제조된 시료군에서는 overrun이 52.8%가 형성되었으나 대두고형분의 비율이 높을수록 overrun이 낮아졌다고 보고하였다. 이와 같이 본 연구에서 frozen soy yogurt의 overrun은 우유로 제조된 frozen yogurt에 비하여 낮은 경향을 나타내었는데, 이는 overrun의 형성에 영향을 미치는 요인들, 즉 요구르트 mix의 총 고형분의 함량 및 조성, 단백질의 whipping ability, 교반기의 회전속도 등의 차이에 의한 것으로 생각된다.

녹아내리는 정도에 미치는 영향

Frozen soy yogurt가 60분 동안 시간이 경과함에 따라 20~22°C의 실온에서 10분 간격으로 녹아내리는 정도를 측정 한 결과는 Fig. 2와 같다. 초기 10분 동안은 대부분 시료군의 녹아내리는 정도에 있어서 유의차가 없었으나 시간이 경과함에 따라 녹아내리는 정도가 증가하였다. 시료의 녹아내리는 정도는 *B. bifidum* 단독배양시에 비효소처리군, *A. oryzae*로부터 추출한 단백질분해효소처리군 및 bromelain 처리군에서 30분 또는 40분 동안 급격히 증가하였으나, 그 이후에는 거의 변화가 없었으며 60분 경과시에는 68.0~77.3%로 α-chymotrypsin 처리군(11.2%)에 비하여 크게 증가하였다. 혼합배양한 시료의 녹아내리는 정도는 비효소처리군이 가장 적었으며 모든 시료가 초기 10분에서 60분 동안 그 정도가 서서히 증가하였다.

또한 단독배양시에는 α-chymotrypsin 처리군을 제외한 모든 시료에서 녹아내리는 양상이 고형분과 수분이 함께 녹아내리는 경향을 나타내었으나, 혼합배양에서는 모든 시료에서 수분만이 분리되어 녹아내리는 양상을 나타내었으므로 고형분과 수분이 함께 녹아내리는 양상을 보인 단독배양에서보다 그 정도가 매우 낮았다.

관능적 특성에 미치는 영향

효소처리와 배양방법을 달리하여 제조한 frozen soy yogurt

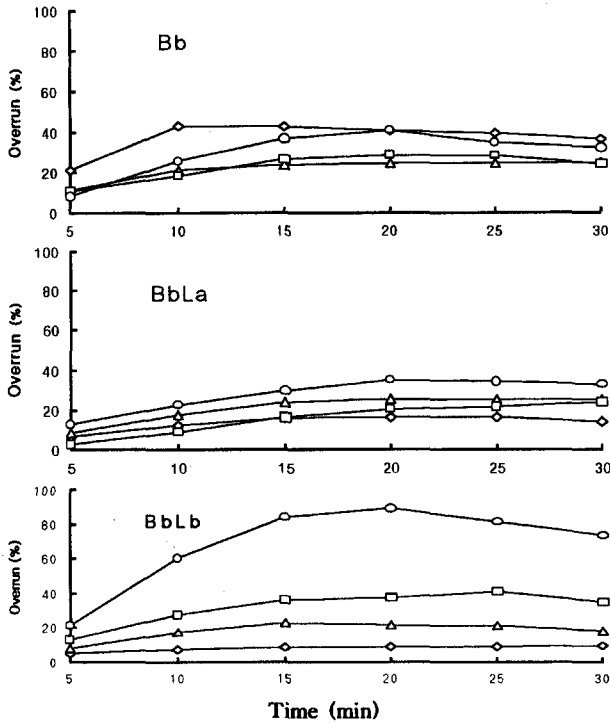


Fig. 1. Effects of types of starter culture and enzyme treatment on the overrun of frozen soy yogurts. \diamond — \diamond : Untreated, \triangle — \triangle : Protease from *A. oryzae*, \square — \square : Bromelain, \circ — \circ : α -Chymotrypsin, Bb: *B. bifidum*, BbLa: *B. bifidum* + *L. acidophilus*, BbLb: *B. bifidum* + *L. bulgaricus*.

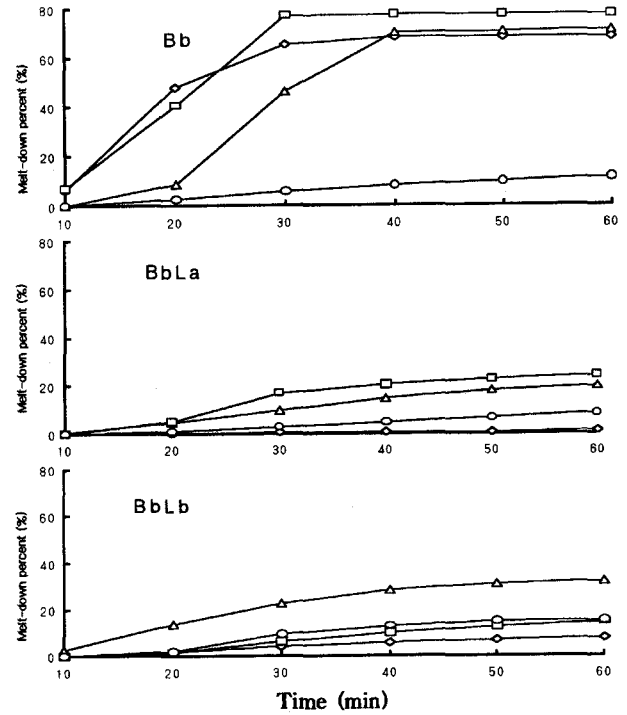


Fig. 2. Effects of types of starter culture and enzyme treatment on the melt-down percent of frozen soy yogurts. \diamond — \diamond : Untreated, \triangle — \triangle : Protease from *A. oryzae*, \square — \square : Bromelain, \circ — \circ : α -Chymotrypsin, Bb: *B. bifidum*, BbLa: *B. bifidum* + *L. acidophilus*, BbLb: *B. bifidum* + *L. bulgaricus*.

의 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 3과 같다.

시료의 이취미(off-flavor)는 콩비린내, 쓴맛 및 뚝은맛을 평가하였다. 콩비린내는 시료간에 유의차($p < 0.001$)를 나타내어 효소처리군이 비효소처리군보다 덜 나는 것으로 평가되었다. 모든 시료 중에서는 C-BbLb 시료가 가장 콩비린내가 나지 않는 것으로 평가되었으며 U-Bb 시료가 가장 콩비린내가 나는 것으로 평가되었다. 전반적으로 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양의 경우 단독배양보다 콩비린내가 적게 나는 것으로 평가되었다. 쓴맛과 뚝은맛은 모든 시료 중에서 C-BbLb 시료가 가장 쓰지 않으며 뚝지 않다고 평가되었고($p < 0.001$) 배양방법에 따라서는 차이가 없는 것으로 평가되었다.

신맛의 정도는 기호도로 평가한 결과 시료간에 유의차($p < 0.001$)를 나타내어 모든 시료군 중에서 α -chymotrypsin 처

리군이 가장 좋게 평가되었으며 특히 pH 5.66, 산도가 0.58 인 C-BbLb 시료의 신맛이 가장 좋게 평가되었다($p < 0.001$). 또한 효소처리군의 신맛의 정도는 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양이 단독배양보다 약간 더 좋은 것으로 평가되었는데, 이는 단독배양시에 많이 생성된 acetic acid가 신맛에 좋지 않은 영향을 미친 것으로 생각된다.

입안에서의 질감은 비효소처리군이 거칠다고 평가되었으나 α -chymotrypsin 처리군이 부드럽다고 평가되었는데, 이는 α -chymotrypsin 처리군의 경우 overrun의 형성이 높았기 때문이라고 생각된다. 특히 Overrun이 가장 잘 형성된 C-BbLb 시료가 가장 부드럽다고 평가되었다($p < 0.001$). 또한 효소처리군에서는 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양시에 단독배양보다 입안에서의 질감이 더 부드럽다고 평가되었다.

Table 3. Sensory characteristics of frozen soy yogurts

Product ¹⁾	Beany flavor	Sour taste	Bitter taste	Astringent taste	Mouth feel	Overall quality
U-Bb	2.35 ^d	3.00 ^c	3.61 ^{bc}	2.50 ^d	2.33 ^d	2.07 ^d
U-BbLb	3.00 ^c	2.38 ^b	3.24 ^c	2.55 ^d	1.76 ^e	1.76 ^d
B-Bb	3.57 ^b	2.17 ^d	2.60 ^d	3.14 ^c	3.32 ^c	2.46 ^c
B-BbLb	3.79 ^{ab}	2.32 ^d	2.61 ^d	3.07 ^c	3.57 ^c	3.46 ^b
C-Bb	3.61 ^{ab}	3.68 ^b	3.96 ^{ab}	3.79 ^b	4.25 ^b	3.75 ^b
C-BbLb	4.14 ^a	4.50 ^a	4.36 ^a	4.39 ^a	4.68 ^a	4.53 ^a
F-value	17.30***	24.16***	16.20***	30.39***	104.04***	79.34***

¹⁾U: untreated, P: protease from *A. oryzae*, B: bromelain, C: α -chymotrypsin, Bb: *B. bifidum*, BbLb: *B. bifidum* + *L. bulgaricus*, *** $p < 0.001$.

^{a-c}Means with different superscripts in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

전반적인 바람직성은 비효소처리군이 바람직하지 않다고 평가되었으며 모든 시료군 중에서 C-BbLb가 가장 바람직하다고 평가되었는데($p < 0.001$), 이는 콩비린내, 쓴맛 및 짠 맛이 가장 적게 평가되었고 신맛은 가장 좋다고 평가되었으며 입안에서의 질감이 더 부드럽다고 평가되었기 때문이라고 생각된다. 또한 효소처리군에서는 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양시에 단독배양보다 전반적으로 더 바람직하다고 평가되었다.

요 약

분리대두단백을 단백질분해효소로 처리하여 가수분해시킨 후 *B. bifidum*으로 단독배양하거나 *B. bifidum*과 *L. acidophilus* 또는 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus*로 혼합배양하여 frozen soy yogurt를 제조한 다음 그 품질특성 및 관능적 특성을 측정하였다. 혼합배양시에 단독배양보다 생균수는 더 많았고 담즙산 내성은 더 우수하였으나 내산성은 큰 차이가 없었다. 그러나 α -chymotrypsin으로 처리하고 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양한 시료가 비교적 내산성 및 담즙산 내성이 우수하였다. 시료의 overrun은 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양시에 α -chymotrypsin 처리군에서 가장 높았으며 아이스크림 제조기에서 30분 조작으로 73.45%를 형성하였다. α -Chymotrypsin 처리군을 제외한 모든 시료에 있어서 단독배양시에 혼합배양보다 녹아내리는 정도가 더 컸다. 시료의 관능평가 결과 bromelain 처리군과 α -chymotrypsin 처리군의 경우 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양시에 단독배양보다 콩비린내와 쓴맛은 적었고 신맛은 더 좋았으며 전반적으로 바람직하다고 평가되었다. 특히 α -chymotrypsin 처리군의 *B. bifidum*과 *L. bulgaricus* 혼합배양시에 신맛이 좋았고 쓰지 않았으며 짠지 않았다고 평가되어 가장 바람직하다고 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 1998년 한국과학재단 핵심전문연구과제(과제번호 981-0608-032-2)의 일부이며 연구비를 지원하여 주신 한국과학재단에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. Baek, Y.J. The effect of nutrition and human health of fermented milk. J. Food & Nutrition Hanyang Women's College 9:117-140 (1995)
2. Tamine, A.Y., Mashall, V.M.E. and Robinson, R.K. Microbiological and technological aspects of milk fermented by *bifidobacteria*. J. Dairy Res. 62: 151-187 (1995)
3. Lee, S.Y. Development of dairy analogs using soybean. Korea Soybean Digest 14:1-11 (1997)
4. 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. Food Quality 16:223-239 (1993)
5. Rajor, R.B. and Gupta, S.K. Soft-serve ice cream from soybean and buttermilk I. Method of manufacture. Indian J. Dairy Sci. 35:454-459 (1982)
6. Kwon, Y.S. Effects of *Bifidobacteria* and oligosaccharides on the quality attributes of frozen soy yogurts containing enzyme treated soy protein isolates. M. S. thesis, Chung Ang Univ. Seoul, Korea (1998)
7. Kim(Lee), S.Y., Park, S.W. and Rhee, K.C. Textural properties of cheese analogs containing proteolytic enzyme modified soy protein isolate. J. Am. Oil Chem. Soc. 69:755-759 (1992)
8. Lee, S.Y. and Oh, G.N. Effects of sweeteners and enzyme treatment on the quality characteristics of soy yogurts prepared with soy protein isolates. Korean J. Soc. Food Sci. 15:73-80 (1999)
9. Berrada, N., Lemeland, J.F., Laroche, P.T. and Piaia, M. *Bifidobacterium* from fermented milks: Survival during gastric transit. J. Dairy Sci. 74: 409-413 (1991)
10. Jayne, E.H. and Joseph, F.F.: Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in soft-serve frozen yogurt. Cult. Dairy Prod. J. August 4-5 (1991)
11. Ioanna, S., Martinou, V. and Gregory, K.Z. Effect of some stabilizer on textural and sensory characteristics of yogurt ice cream from sheep/milk. J. Food Sci. 55:703-707 (1990)
12. Shin, W.S. and Yoon, S. Effect of stabilizers on the texture of frozen yogurt. Korean J. Soc. Food Sci. 12:20-26 (1996)
13. Lario, S. and Matin, J.H. Effect of pH on survival of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in frozen fermented dairy desserts. Cult. Dairy Prod. J. November 13-21 (1991)
14. Shan, N. and Jelen, P. Survival of lactic acid bacteria and their lactases under acidic conditions. J. Food Sci. 55:506-509 (1990)

(2001년 7월 20일 접수)