KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 32, No. 1, pp. 192~199(2000)

우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 첨가된 동결건조 보호제가 젖산균의 생육과 기호성에 미치는 영향

고영태 · 강정화
덕성여자대학교 식품영양학과

Effects of Freeze Drying Protectant Added to Lactic Acid Bacteria Fermented Food Prepared from Milk or Egg White Powder on Growth and Organoleptic Properties

Young-Tae Ko and Jung-Hwa Kang
Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Abstract

Lactic acid bacteria (LAB) fermented food was prepared from milk or egg white powder (EWP) and added with five kinds of freeze drying protectant (FDP). Effects of FDP on growth and acid production of LAB were investigated. Effects of FDP on organoleptic properties of LAB fermented food were also studied. (1) Some of FDPs showed protective effect against damage to *Lactobacillus acidophilus* in LAB fermented food during freeze drying, while FDP did not show any protective effect against damage to *L. acidophilus* during freezing. This protective effect differed with substrate and concentration of FDP. (2) Optimum concentration of Tween 80 and ascorbate added to milk sample was 0.2 % (W/V) and 1 %(W/V), respectively. Optimum concentration of raffinose and ascorbate added to EWP sample was 3 %(W/V) and 1 %(W/V), respectively. (3) Among FDPs added to *L. casei* fermented food, raffinose and ascorbate added to EWP sample showed FDP effect. Among FDPs added to *L. delbrueckii* fermented food, raffinose added to EWP sample showed FDP effect. (4) Samples added with MSG showed MSG taste. Milk sample added with ascorbate showed slightly more acid taste than reference sample, while taste of EWP sample added with ascobate did not differ with reference sample. Tween 80 added to milk sample or EWP sample improved texture of LAB fermented food.

Key words : lactic acid bacteria, egg white powder, freeze drying

서 론

난백은 성분과 영양분이 발효유의 기질인 우유와 다르지만 가열과 산에 의한 응고성이 있으므로 우유 대신에 젖산균발효식품의 새로운 소재가 될 수 있다. 발효유 또는 발효유에 유사한 젖산균발효식품은 액상이거나 유체상이므로 부패하기 쉬우며 저장성이 저조하다. 만약 분말, 고체 또는 과립 상태의 발효유 또는 젖산균발효식품을 제조할 수 있다면 (i) 제품의 저장기간을 상당히 연장할 수 있을 뿐만 아니라, (ii) 다른 식품과 혼합하여 사용하기에 용이하므로 새로운 기능성 식품의 개발에도 큰 도움이 될 것이다.

Corresponding author : Young-Tae Ko, Department of Foods & Nutrition Duksung Women's University, Ssangmun-Dong, Dobong-Ku, Seoul, 132-714 Korea

발효유 또는 발효유에 유사한 젖산균발효식품의 건조제품에 관한 연구로는 Kim과 Bhowmik[1]의 "우유요구르트의 분무건조 도중 젖산균의 생존도", 고와 오[2]의 "우유와 과즙으로 만든 발효유의 동결건조", 고와 이[3]의 "생육촉진물질이 첨가된 난백분말과 카제인으로 만든 젖산균발효식품의 동결건조", 고와 강[4]의 "우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품을 동결건조한 제품의 저장성" 등이 보고된 바 있다. 그런데 젖산균발효식품을 동결건조 또는 분무건조하면 생존율이 크게 저하한다. Kim과 Bhowmik[1]은 우유요구르트의 적합한 분무건조 조건을 조사하는 연구에서 분무건조와 비교하기 위하여 동결건조도 일부 실시하였는데 *Streptococus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*의 동결건조 후 생존율은 각각 5.6%와 0.79%라고 보고한 바 있다. 고와 오[2]는 과즙-우유 혼합 기질을 *L.*

*acidophilus*로 발효하여 만든 젖산균발효식품을 동결건조하고 생존율을 조사하였는데, 동결건조 후의 생존율은 10.0~21.1%로 과즙의 종류와 과즙-우유의 혼합비율에 따라 차이가 있었다. 고와 이[3]는 난백분말과 카제인에 생육촉진물질을 첨가하여 만든 젖산균발효식품을 동결건조하고 *L. acidophilus*의 생존율을 조사하였는데, 동결건조 후 생존율은 10.0~20.4%로 젖산균의 생육 기질(우유, 난백분말, 생육촉진물질의 종류 등)에 따라 차이가 있었다. 이상의 자료로 볼 때, 젖산균발효식품을 동결건조할 때 생균수의 감소가 매우 현저하므로 동결건조 보호제 등을 사용하여 생균을 보호하는 것이 필요함을 알 수 있다.

본 연구의 목적은 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 동결건조 보호제(Freeze Drying Protectant : FDP)를 첨가하고 FDP가 젖산균의 동결건조 후 생존율과 젖산균발효식품의 기호성에 미치는 영향을 조사하는 것이다. FDP로는 문헌[5-8]과 예비실험의 결과를 참조하여 Tween 80, MSG, inositol, raffinose 및 ascorbate 5종을 선정하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

젖산균발효식품 제조의 원료로 시유(매일유업), 난백분말, casein(Sigma Chemical Co., USA)과 포도당(1급, Yakuri Pure Chemicals Co., Japan)을 사용하였다. 동결건조 보호제(FDP)로는 Tween 80(1급, Yakuri Pure Chemicals Co.), sodium L-glutamate, sodium L-ascorbate(특급, Yakuri Chemicals Co.), myo-inositol (Research Organics Inc., USA) 및 D-(+)-raffinose pentahydrate(특급, Junsei Chemical Co., Japan)를 사용하였다.

사용균주

Lactobacillus acidophilus (KCTC 2182), *Lactobacillus casei* (IFO 3425), *Lactobacillus delbrueckii* (IFO 3202) 균주를 사용하였으며 젖산균의 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)를 사용하였다.

젖산균발효식품의 제조

우유를 그대로 기질로 사용하거나, 난백분말 3%(W/V), casein 3%(W/V)와 포도당 2%(W/V)를 살균된 증류수에 넣어 가열교반기(Corning Model PC-320, USA)로 충분히 혼합시켰다. 준비된 기질은 60°C로 고정된 수조에서 20분간 가열처리한 후 40°C로 식히고 MRS 액체배지에서 24시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(V/V)의 비율(대략 10^7 CFU/ml)로 접종하여 40°C의 항온기에서 24시간 배양하였다.

동결건조 보호제(FDP)의 첨가와 젖산균발효식품의 동결 및 동결건조

준비된 젖산균발효식품 100 ml에 살균된 증류수에 용해시킨 FDP를 각각 일정량씩 첨가하고 가열교반기로 충분히 혼합한 후, 300 ml의 cell((주) 일신랩, Model FB-0300)에 20 ml 넣고 크린랩((주) 크린랩)으로 덮은 다음 -70°C의 냉동고(Forma Scientific, Inc., Model 917)에서 50분간 동결시킨 후, 동결건조기((주) 일신랩, Model FD-5505P)로 실온(25~29°C)에서 응축기 온도 -50°C, 압력 10 mmTorr의 조건하에서 24시간 동결건조시켰다. 건조가 완료된 시료는 cell에 담긴 상태에서 크린랩에 덮어 시료로 사용할 때까지 5°C의 냉장고에 보관하였다.

젖산균발효식품의 동결 및 解凍

동결 방법은 동결건조의 경우와 동일하고, 해동은 실온(25~29°C)에 90분간 방치하여 완전히 녹였다.

젖산균의 생육과 pH 측정

젖산균의 생육과 pH를 측정하기 위하여 시료를 30°C의 살균수로 復元하였다. 복원을 위하여 첨가된 살균수의 중량은 동결건조 전의 cell 및 액체 시료의 중량과 동결건조 후의 cell 및 건조시료의 중량의 차이로 산정하였다. 생균수와 pH의 측정방법은 고[9]가 사용한 방법과 같다.

자료의 처리 및 분석

실험 결과는 PC-STAT (University of Georgia, USA) software[10]를 사용하여 F-test(ANOVA와 최소유의차 검정)로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

동결건조 보호제(FDP)가 젖산균의 생육과 산생성에 미치는 영향

본 실험에서는 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 일정량의 FDP를 첨가하고 동결 또는 동결건조할 때 *Lactobacillus acidophilus* 생균수의 변화에 미치는 영향을 관찰하였다. 1차의 screen test 에서는 문헌[5-8]과 예비실험의 결과를 참고로 하여 FDP 5종 (Tween 80 : 0.1%, MSG : 1%, inositol : 1.5%,

Table 1. Effects of FDP on viable cell count and pH of *L. acidophilus* fermented food prepared from milk

Treatment	Sample	Milk	Milk+Tween 80 (0.1%)	Milk+MSG (1.0%)	Milk+Inositol (1.5%)	Milk+Raffinose (1.5%)	Milk+Ascorbate (0.5%)
Viable cell count[1)]	Before freezing	4.17×10^{9}a (100%)	3.88×10^{9}a (100%)	4.41×10^{9}a (100%)	3.30×10^{9}a (100%)	4.53×10^{9}a (100%)	3.46×10^{9}a (100%)
	After freezing	2.91×10^{9}a (69.8%)	3.41×10^{9}a (87.9%)	3.86×10^{9}a (87.5%)	3.06×10^{9}a (92.7%)	3.23×10^{9}a (71.3%)	3.07×10^{9}a (88.7%)
	Freeze drying	4.53×10^{8}a (10.9%)	1.04×10^{9}c (26.8%)	5.40×10^{8}ab (12.2%)	8.40×10^{8}bc (25.5%)	6.02×10^{8}ab (13.3%)	8.39×10^{8}bc (24.2%)
pH[2)]	Before freezing	4.17	4.15	4.53	4.15	4.16	4.31
	After freezing	4.25	4.23	4.58	4.20	4.21	4.40
	Freeze drying	4.22	4.22	4.58	4.22	4.22	4.42

[1)]Viable cell count : Colony forming unit (CFU). Mean values of ten or more replications.
[2)]pH : Median values of four or more replications.
a-c : Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

Table 2. Effects of FDP on viable cell count and pH of *L. acidophilus* fermented food prepared from egg white powder[1)]

Treatment	Sample	EWP	EWP+Tween 80 (0.1%)	EWP+MSG (1.0%)	EWP+Inositol (1.5%)	EWP+Raffinose (1.5%)	EWP+Ascorbate (0.5%)
Viable cell count	Before freezing	2.76×10^{8}a (100%)	3.11×10^{8}a (100%)	3.39×10^{8}a (100%)	2.99×10^{8}a (100%)	2.99×10^{8}a (100%)	2.92×10^{8}a (100%)
	After freezing	2.57×10^{8}a (93.1%)	2.60×10^{8}a (83.6%)	2.54×10^{8}a (74.9%)	1.95×10^{8}a (65.2%)	2.79×10^{8}a (93.3%)	2.60×10^{8}a (89.0%)
	Freeze drying	4.80×10^{7}a (17.4%)	3.07×10^{7}a (9.9%)	1.04×10^{8}c (30.7%)	7.08×10^{7}b (23.7%)	8.25×10^{7}bc (27.6%)	7.26×10^{7}b (24.9%)
pH	Before freezing	4.09	4.09	4.53	4.08	4.09	4.33
	After freezing	4.12	4.09	4.59	4.09	4.09	4.32
	Freeze drying	4.16	4.14	4.54	4.17	4.15	4.37

[1)]See footnote in Table 1.

raffinose : 1.5%, ascorbate : 0.5%)을 사용하였다.

Table 1은 우유시료에서 *L. acidophilus*의 생균수의 변화를 나타낸 것으로 먼저 FDP가 첨가되지 않은 시료를 보면, 동결 전의 균수를 100%로 간주하면 동결 후와 동결건조 후의 생균수는 69.8%와 10.9%로 감소하였다. 한편 우유 시료에 5종의 FDP를 첨가한 경우, 동결 후에는 모든 시료가 우유시료와 비교하여 유의적인 차이가 없었으나($p<0.05$), 동결건조 후에는 Tween 80, inositol, ascorbate 첨가 시료가 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). 동결 후의 생균수는 69.8~92.7%이며, 동결건조 후의 생균수는 10.9~26.8% 수준이었다. 한편 pH는 동결 또는 동결건조에 의하여 거의 변화가 없었으나, FDP 가운데 MSG와 ascorbate 첨가 시료는 다른 시료보다 pH가 높았다.

Table 2는 난백분말시료에서 *L. acidophilus* 생균수의 변화를 나타낸 것으로 FDP가 첨가되지 않은 시료를 보면 동결 후와 동결건조 후의 생균수는 93.1%와 17.4%로 감소하였다. 동결 후 생균수의 변화를 보면 FDP의 첨가시료와 비 첨가시료 사이에 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$). 그러나 동결건조 후의 생균수의 변화를 보면 Tween 80을 제외한 나머지 FDP 첨가 시료는 비 첨가시료와 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 동결 후의 생균수는 65.2~93.3%이며, 동결건조 후의 생균수는 9.9~30.7% 수준이었다. 한편 pH는 동결 후에는 거의 변화가 없었으나 동결건조 후에는 다소 증가하는 경향을 보였다. FDP 가운데 MSG와 ascorbate 첨가 시료는 다른 시료보다 pH가 높았다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 본 실험에서

사용된 FDP는 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 들어 있는 *L. acidophilus*를 (i) 동결(freezing)에 의한 손상으로부터는 보호효과를 나타내지 않았으나, (ii) FDP 가운데 일부는 동결건조(freeze drying)에 의한 손상으로부터 보호효과를 나타냈으며, (iii) 기질(우유 또는 난백분말시료)에 따라 FDP의 보호효과는 차이가 있었다.

동결과 건조는 세균의 세포막에 손상을 초래하며, 이와 같은 손상은 동결과 건조 전에 FDP를 첨가하여 최소화할 수 있다고 한다[5]. FDP는 균체에 수소결합과 이온결합을 부여하여 세포막의 구성성분을 안정화시켜서 세포의 손상을 예방한다고 추정된다[5]. FDP의 작용이 있는 약품이나 물질은 매우 다양한데[5-8], 본 연구에서는 예비 실험의 결과를 참고하여 이 가운데서 본 실험의 재료와 구성성분이 중복되지 않고, 혼합이 잘 되는 품목 5종을 선택하여 사용하였다.

To와 Etzel[11]은 "3종의 젖산균의 분무건조, 동결건조, 동결"이란 논문에서 사용균주의 대부분이 동결로부터는 살아남았으며, 동결로부터 생존한 균 가운데 60~ 70%는 동결건조의 건조단계로부터 살아남았다고 보고하였다. To와 Etzel[11]이 사용한 균주는 *Lactococcus cremoris*, *Lactobacillus pseudoplantarum*, *Streoptococcus thermophilus*이며, 사용한 FDP는 30% maltodextrin 용액(230 g maltodextrin, 76 g lactose, 3.5 g $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$, 7.1 g Na_2HPO_4 and 685 ml deionized water)이며, 균주는 0.01 M sodium phophate buffer(PB)에 넣었으며, 동결은 dry ice로 실시하고, 동결건조조건은 본 실험의 조건과 차이가 있었다. 한편 Kilara 등[12]은 12종의 보호제가 *S. thermophilus*의 동결과 동결건조 후의 생존율에 미치는 효과를 관찰하였는데, 보호제의 종류에 따라 동결 후의 생존율은 10~91%, 동결건조 후의 생존율은 <1~67% 수준이었다. To와 Etzel[11]은 동결건조 후 젖산균의 생존율에 영향을 미치는 주요한 인자는 FDP뿐만 아니라 동결건조 전 젖산균의 생육조건, 생육시기(age of culture), 동결건조 시료에 함유된 젖산균의 밀도(cell paste loading), 시료 제조방법, 동결건조 후 시료의 복원방법 등이라고 언급하였다.

이상의 여러 가지 인자를 고려하면 본 실험의 결과와 To와 Etzel[11] 및 Kilara 등[12]의 동결건조 후 생존율이 다른 이유는 실험 방법과 실험 조건의 차이에 기인하는 것이라고 사료된다.

젖산균은 일차대사산물로 젖산을 생성하여 시료의 pH를 저하시키므로 pH의 측정은 젖산균의 산생성을 간접적으로 나타낸다고 볼 수 있다. 그런데 Table 1과 Table 2에서 MSG, ascorbate 첨가시료는 다른 시료보다 pH가 높았는데, 그 이유는 MSG와 sodium ascorbate의 pH 완충작용에 기인하는 것으로 사료된다.

FDP 농도에 의한 영향

Table 1(우유시료)과 Table 2(난백분말시료)에 나타난 바와 같이, 우유시료에서는 Tween 80, inositol, ascorbate가 *L. acidophilus*를 동결건조로부터 보호효과를 나타냈으며, 난백분말시료에서는 MSG, inositol, raffinose, ascorbate가 보호효과를 나타냈다. 그런데 MSG(1% 첨가)는 조미료이므로 첨가된 시료의 맛을 젖산균발효식품과는 다른 맛으로 바꾸고, inositol(1.5% 첨가)은 살균수에 용해가 잘 되지 않아 본 실험에 적합하지 않으므로, 다음의 실험에서는 이 두 물질의 사용을 배제하고, 우유시료의 경우는 Tween 80과

Table 3. Effects of FDP concentration on viable cell count and pH of *L. acidophilus* fermented food prepared from milk[1]

Treatment \ Sample		Milk	Milk+Tween 80 (0.05%)	Milk+Tween 80 (0.1%)	Milk+Tween 80 (0.2%)	Milk+Ascorbate (0.25%)	Milk+Ascorbate (0.5%)	Milk+Ascorbate (1.0%)
Viable cell count	Before freezing	4.17×10^9a (100%)	3.50×10^9a (100%)	3.68×10^9a (100%)	4.09×10^9a (100%)	4.26×10^9a (100%)	3.48×10^9a (100%)	3.29×10^9a (100%)
	After freezing	2.91×10^9a (69.8%)	3.20×10^9a (91.4%)	2.46×10^9a (66.8%)	3.27×10^9a (80.0%)	2.37×10^9a (55.6%)	2.64×10^9a (75.9%)	2.59×10^9a (78.7%)
	Freeze drying	4.53×10^8a (10.9%)	5.63×10^8ab (16.1%)	7.88×10^8ab (21.4%)	9.21×10^8b (22.5%)	5.03×10^8ab (11.8%)	7.43×10^8ab (21.4%)	7.62×10^8b (23.2%)
pH	Before freezing	4.17	4.18	4.18	4.18	4.27	4.34	4.46
	After freezing	4.25	4.23	4.23	4.23	4.27	4.33	4.47
	Freeze drying	4.22	4.21	4.21	4.21	4.30	4.38	4.51

[1]See footnote in Table 1.

Table 4. Effects of FDP concentration on viable cell count and pH of *L. acidophilus* fermented food prepared from egg white powder[1)]

Treatment \ Sample		EWP	EWP+Raffinose (0.75%)	EWP+Raffinose (1.5%)	EWP+Raffinose (3.0%)	EWP+Ascorbate (0.25%)	EWP+Ascorbate (0.5%)	EWP+Ascorbate (1.0%)
Viable cell count	Before freezing	2.76×10^{8}a (100%)	2.98×10^{8}a (100%)	2.20×10^{8}a (100%)	2.58×10^{8}a (100%)	2.75×10^{8}a (100%)	2.60×10^{8}a (100%)	2.81×10^{8}a (100%)
	After freezing	2.57×10^{8}a (93.1%)	2.51×10^{8}a (84.2%)	2.07×10^{8}a (94.1%)	2.27×10^{8}a (88.0%)	2.45×10^{8}a (89.1%)	2.30×10^{8}a (88.5%)	2.61×10^{8}a (92.9%)
	Freeze drying	4.80×10^{7}a (17.4%)	7.07×10^{7}ab (23.7%)	8.91×10^{7}bc (40.5%)	1.11×10^{8}c (43.0%)	5.27×10^{7}a (19.2%)	9.21×10^{7}b (35.4%)	1.04×10^{8}b (37.0%)
pH	Before freezing	4.09	4.06	4.07	4.07	4.19	4.30	4.45
	After freezing	4.12	4.12	4.12	4.14	4.24	4.36	4.53
	Freeze drying	4.16	4.11	4.11	4.12	4.23	4.34	4.50

[1)]See footnote in Table 1.

ascorbate, 난백분말시료의 경우는 raffinose와 ascorbate를 FDP로 사용하였다.

Table 3은 우유시료에 Tween 80을 0.05, 0.1, 0.2% 또는 ascorbate를 0.25, 0.5, 1% 첨가하여 FDP로서의 보호효과를 관찰한 것이다. Tween 80의 경우 우유시료는 동결 후 생존율이 69.8%인데 비하여, Tween 80 첨가시료의 동결 후 생존율은 66.8~91.4%이며 유의적인 차이는 보이지 않았다($p<0.05$). 그러나 동결건조 후의 생존율은 우유시료 10.9%에 비하여 Tween 80 첨가시료는 16.1%, 21.4%, 22.5%로 Tween 80의 농도가 높을수록 보호효과도 증가하고 특히 0.2%의 경우는 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 한편 ascorbate의 경우도 우유시료와 비교하여 동결 후에는 유의적인 차이가 없었으나, 동결건조 후에는 ascorbate 0.1% 첨가시료가 생존율 23.2%로 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$).

FDP 농도 증가에 따른 pH의 변화를 보면, Tween 80의 경우는 변화가 없었으나, ascorbate의 경우는 첨가 농도가 증가할수록 pH도 증가하였다.

Table 4는 난백분말시료에 raffinose 0.75, 1.5, 3% 또는 ascorbate 0.25, 0.5, 1%를 첨가하여 FDP로서의 보호효과를 관찰한 것이다. Raffinose의 경우 동결 후 생존율은 우유시료 93.1%에 비하여 raffinose 첨가시료 84.2~94.1%로 유의적인 차이가 없었으나($p<0.05$), 동결건조 후 생존율은 우유시료 17.4%에 비하여 raffinose 1.5%, 3% 첨가시료가 각각 40.5%와 43%로 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 한편 ascorbate의 경우도 우유시료의 경우와 비교하여 동결 후에는 유의적인 차이가 없었으나, 동결건조 후에는 ascorbate 0.5%와 1% 첨가시료가 생존율 35.4%와 37.3%로 우유시료와 비교하여 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$).

FDP 농도 증가에 따른 pH의 변화를 보면, raffinose의 경우는 변화가 없었으나, ascorbate의 경우는 첨가 농도가 증가할수록 pH도 증가하였다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. (i) 우유시료에 첨가된 Tween 80과 ascorbate는 각각 0.2%와 1%가 적정농도이며, (ii) 난백분말시료에 첨가된 raffinose와 ascorbate는 각각 3%와 1%가 적정농도이었다. 따라서 이후의 실험에서는 우유시료에는 Tween 80 0.2%, ascorbate 1%를 첨가하고, 난백분말시료에는 raffinose 3%, ascorbate 1%를 첨가하였다.

이상의 결과로 보면 일반적으로 FDP의 농도가 높을수록 보호효과도 높았는데, 그렇다고 FDP의 농도를 적정농도 이상 증가시키는 것은 (i) 고농도의 FDP는 살균수에서 용해시키기 어렵고, (ii) 고농도의 FDP는 첨가된 시료의 관능성을 저하시킨다는 점 등을 고려할 때 바람직하지 않다고 사료된다.

Table 3과 Table 4의 pH의 결과를 보면 ascorbate 첨가시료의 경우는 첨가농도가 증가할수록 pH도 증가하였는데, 그 이유는 앞에서 기술한 바와 같이 sodium ascorbate의 pH 완충작용으로 설명된다.

FDP가 *L. casei* 와 *L. delbrueckii* 의 생육과 산생성에 미치는 영향

본 실험에서는 *L. casei*와 *L. delbrueckii*를 발효균주로 사용하여 우유시료와 난백분말시료를 만든 후, 우유시료에는 Tween 80 0.2%와 ascorbate 1%를 첨가하고, 난백분말시료에는 raffinose 3%와 ascorbate 1%를 첨가하여 젖산균의 동결건조에 대한 보호효과를 관찰

Table 5. Effects of FDP on viable cell count and pH of *L. casei* fermented food prepared from milk or egg white powder[1)]

Treatment \ Sample		Milk	Milk+Tween 80 (0.2%)	Milk+Ascorbate (1.0%)	EWP	EWP+Raffinose (3.0%)	EWP+Ascorbate (1.0%)
Viable cell count	Before freezing	2.15×10^{9}a (100%)	1.96×10^{9}a (100%)	2.00×10^{9}a (100%)	3.68×10^{8}a (100%)	3.37×10^{8}a (100%)	3.30×10^{8}a (100%)
	After freezing	1.61×10^{9}a (74.9%)	1.74×10^{9}a (88.8%)	1.82×10^{9}a (91.0%)	3.38×10^{8}a (91.8%)	3.07×10^{8}a (91.1%)	3.13×10^{8}a (94.8%)
	Freeze drying	5.17×10^{8}ab (24.0%)	6.42×10^{8}b (32.8%)	4.79×10^{8}a (24.0%)	3.40×10^{7}a (9.2%)	6.42×10^{7}b (19.1%)	7.70×10^{7}b (23.3%)
pH	Before freezing	4.60	4.58	4.91	4.23	4.23	4.62
	After freezing	4.59	4.57	4.91	4.25	4.25	4.66
	Freeze drying	4.62	4.61	4.95	4.28	4.28	4.67

[1)]See footnote in Table 1.

Table 6. Effects of FDP on viable cell count and pH of *L. delbrueckii* fermented food prepared from milk or egg white powder[1)]

Treatment \ Sample		Milk	Milk+Tween 80 (0.2%)	Milk+Ascorbate (1.0%)	EWP	EWP+Raffinose (3.0%)	EWP+Ascorbate (1.0%)
Viable cell count	Before freezing	3.12×10^{9}a (100%)	3.24×10^{9}a (100%)	2.60×10^{9}a (100%)	4.20×10^{8}a (100%)	5.10×10^{8}a (100%)	3.84×10^{8}a (100%)
	After freezing	2.66×10^{9}a (85.3%)	2.97×10^{9}a (91.7%)	2.35×10^{9}a (90.4%)	3.96×10^{8}a (94.3%)	4.33×10^{8}a (84.9%)	3.29×10^{8}a (85.7%)
	Freeze drying	1.36×10^{9}a (43.6%)	1.55×10^{9}a (47.8%)	1.54×10^{9}a (59.2%)	6.76×10^{7}a (16.1%)	1.30×10^{8}b (25.5%)	5.98×10^{7}a (15.6%)
pH	Before freezing	4.25	4.25	4.57	4.23	4.26	4.66
	After freezing	4.24	4.24	4.57	4.25	4.25	4.67
	Freeze drying	4.26	4.26	4.58	4.25	4.23	4.66

[1)]See footnote in Table 1.

하였다.

Table 5는 *L. casei*의 실험결과로서 먼저 우유시료를 보면, 동결 후에는 FDP의 영향을 받지 않았으나 동결건조 후에는 우유시료의 생존율 24.0%에 비하여 Tween 80 첨가시료의 생존율은 32.8%로 증가하였으나 유의적인 차이는 없었고($p<0.05$), ascorbate도 24.0%로 차이가 없었다. pH의 경우는 모든 시료가 *L. acidophilus* 시료보다 높으며, 동결이나 동결건조에 의하여 변화가 없었고, ascorbate 첨가로 pH가 증가하였다(Table 3 참조).

한편 난백분말시료의 경우를 보면, 동결 후에는 FDP의 영향을 받지 않았으나 동결건조 후에는 난백분말시료의 생존율 9.2%에 비하여 raffinose 첨가시료 19.1%, ascorbate 첨가시료 23.3%로 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). pH의 경우는 *L. acidophilus* 시료보다 다소 높으며, 동결이나 동결건조에 의하여 변화가 없었고, ascorbate 첨가로 pH가 증가하였다(Table 4 참조).

Table 6은 *L. delbrueckii*의 실험결과로 먼저 우유시료를 보면, 동결 후에 FDP의 영향을 받지 않았으며, 동결건조 후에도 우유시료의 생존율(43.6%)과 FDP 첨가시료의 생존율(47.8%, 59.2%) 사이에는 유의적인 차이가 없었다($p<0.05$). pH는 *L. acidophilus* 시료와 큰 차이가 없고, 동결 또는 동결건조로 변화가 없었으며 ascorbate의 첨가로 pH가 증가하였다(Table 3 참조).

한편 난백분말 시료의 경우를 보면, 동결 후에는 FDP의 영향을 받지 않았으나 동결건조 후에는 난백분말시료의 생존율 16.1%에 비하여 raffinose 첨가시료 25.5%로 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). pH는 *L. acidophilus* 시료보다 다소 높았고, 동결 또는 동결건조로 변화가 없었으며 ascorbate의 첨가로 pH가 증가

Table 7. Effects of FDP on organoleptic properties of *L. acidophilus* fermented food prepared from milk

Sample	Milk	Milk+Tween 80 (0.1%)	Milk+MSG (1.0%)	Milk+Inositol (1.5%)	Milk+Raffinose (1.5%)	Milk+Ascorbate (0.5%)
Appearance	Fluid, Homogeneous					
Taste	Fresh taste, Good acidity	Fresh taste, Good acidity	MSG taste	Fresh taste, Good acidity	Fresh taste, Good acidity	Ascorbate taste, Slightly more acid than control sample, Slightly different taste from other samples
Odor	Fresh odor, Milk yogurt odor					
Texture	Normal					
	Smooth texture	Slightly better than control sample (More smooth)	Smooth texture	Smooth texture	Smooth texture	Smooth texture
Color	Milky white					

Table 8. Effects of FDP on organoleptic properties of *L. acidophilus* fermented food prepared from egg white powder

Sample	EWP	EWP+Tween 80 (0.1%)	EWP+MSG (1.0%)	EWP+Inositol (1.5%)	EWP+Raffinose (1.5%)	EWP+Ascorbate (0.5%)
Appearance	Fluid, Less homogeneous than milk samples, Some small precipitations on the bottom of beaker					
Taste	Fresh taste, Good acidity	Fresh taste, Good acidity	MSG taste	Fresh taste, Good acidity	Fresh taste, Good acidity	Fresh taste, Good acidity
Odor	Fresh odor, Yogurt odor with slightly egg white smell					
Texture	Normal					
	Smooth texture	Slightly better than control sample (More smooth)	Smooth texture	Smooth texture	Smooth texture	Smooth texture
Color	Milky white					

하였다(Table 4 참조).

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. (i) *L. casei*의 경우 난백분말시료에서 raffinose와 ascorbate가 FDP의 효과를 나타냈으며, (ii) *L. delbrueckii*의 경우 난백분말시료에서 raffinose만이 FDP의 효과를 나타냈다. 이와 같은 결과는 앞에서 관찰한 *L. acidophilus*의 결과와 일치하는 것이 아니다. 그 이유는 젖산균주의 종류, 기질(우유 또는 난백분말) 및 FDP의 농도 등에 따라 동일한 FDP라도 다른 효과를 나타낼 수 있다는 것으로 설명된다.

FDP가 함유된 젖산균발효식품의 기호성

Table 7에 5종의 FDP가 첨가된 우유시료의 기호성을, Table 8에 5종의 FDP가 첨가된 난백분말시료의 기호성을 기술하였다. FDP의 첨가농도는 Table 1과 Table 2에서 사용한 농도와 동일하다.

Table 7을 보면, 우유시료의 형태(appearance)는 균질한 유체상태이며, 맛(taste)은 신선하고 적합한 산미를 지녔고, 냄새(odor)는 신선한 요구르트 냄새이었고, 조직감(texture)은 매끄럽고 결함이 없었으며, 색상(color)은 유백색이었다. 한편 FDP 첨가시료 가운데 MSG 첨가시료는 MSG의 맛을 나타냈으며, ascorbate 첨가시료는 우유시료보다 다소 산미가 높았다. Tween 80 첨가시료는 조직감이 우유시료보다 매끄럽고 유연성이 있어서 조직감이 우유시료보다 우수하였다.

Table 8을 보면, 난백분말시료의 형태는 유체상으로 우유시료보다는 균질성이 다소 저조하고 용기의 바닥에 약간의 침전물이 눈에 띠었다. 맛은 신선하고 적합

한 산미를 지녔고, 냄새는 신선한 발효유의 냄새와 거의 차이가 없었으나 자세히 관찰하면 은은한 난백 냄새도 있었다. 조직감은 매끄럽고 결함이 없었으며, 색상은 유백색이었다. 한편 FDP 첨가시료를 보면 MSG 첨가시료는 MSG의 맛을 나타냈으며, ascorbate 첨가시료는 난백분말시료와 산미가 차이가 없었다. Table 8의 ascorbate의 결과는 Table 7의 ascorbate의 결과와 다른 것이다. Tween 80 첨가시료는 입안에서의 감촉이 부드럽고 매끄러워서 난백분말시료 보다 조직감이 우수하였다.

이상의 결과로 보면 우유시료 또는 난백분말시료 어느 경우나 Tween 80 첨가시료가 기호성, 특히 조직감이 우수하였는데 그 이유는 Tween 80이 유화제 또는 계면활성제로서 작용하여 동결건조 후 복원된 시료의 조직감을 개선한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 동결건조보호제(FDP) 5종을 첨가하고, 젖산균의 생육과 산생성 및 젖산균발효식품의 기호성에 미치는 영향을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. (1) 본 실험에서 사용된 FDP는 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 들어있는 *Lactobacillus acidophilus*를 동결(freezing)에 의한 손상으로부터는 보호효과를 나타내지 않았으나, FDP 가운데 일부는 동결건조(freeze drying)에 의한 손상으로부터 보호효과를 나타냈으며, 이러한 효과는 기질(우유 또는 난백분말시료)과 FDP의 농도에 따라 차이가 있었다. (2) 우유시료에 첨가된 Tween 80과 ascorbate는 각각 0.2%와 1%가 적정농도이며, 난백분말에 첨가된 raffinose와 ascorbate는 각각 3%와 1%가 적정농도이었다. (3) *L. casei*의 경우 난백분말시료에서 raffinose와 ascorbate가 FDP의 효과를 나타냈으며, *L. delbrueckii*의 경우 난백분말시료에서 raffinose만이 FDP의 효과를 나타냈다. (4) FDP 첨가시료 가운데 MSG 첨가시료는 MSG의 맛을 나타냈으며, ascorbate 첨가시료는 우유시료보다 다소 산미가 높았으나 난백분말시료의 경우에는 산미에 차이가 없었다. Tween 80 첨가시료는 우유시료나 난백분말시료 보다 조직감이 우수하였다. (5) 이상의 결과로 판단하여 본 실험에서 사용된 FDP 가운데 일부는 젖산균의 종류에 따라 다르지만 젖산균발효식품의 동결건조제품의 제조시 산업적인 이용도 가능할 것으로 기대된다.

문 헌

1. Kim, S.S. and Bhowmik, S.R. Survival of lactic acid bacteria during spray drying of plain yogurt. J. Food Sci. 55: 1008-1010 (1990)
2. Ko, Y.T. and Oh, M.H. Freeze drying of fermented milk and fruit juices. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1448-1455 (1998)
3. Ko, Y.T. and Lee, E.J. Freeze drying of lactic acid bacteria fermented food prepared from egg white powder and casein supplemented with growth stimulating agent. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1337-1344 (1999)
4. Ko, Y.T. and Kang, J.H. Shelf life of freeze dried product of lactic acid bacteria fermented food prepared from milk or egg white powder. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1349-1356 (1999)
5. Tamime, A.Y. Microbiology of starter cultures, pp.113-156. In : Dairy Microbiology, Vol.2, The Microbilogy of Milk Products, Robinson, R.K.(ed.). Applied Science Publishers , London, England (1981)
6. Kang, K.H. Study of Lactic Acid Bacteria Fermented Foods, pp. 112-119. Sungkyun University Press, Seoul (1995)
7. Tamime, A.K. and Robinson, R.K. Yoghurt : Science and Technology, pp. 328-364. Pergamon Press, Oxford, England (1985)
8. Ishibashi, N. Incubation and use technology, pp. 343-355. In : Science and Technology of Lactic Acid Bacteria, Study Group of Lactic Acid Bacteria.(ed.), Kakkai Press Center (1996)
9. Ko, Y.T. Effects of milk products on acid production by lactic acid bacteria in soy milk and quality of soy yogurt. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 183-191 (1990)
10. Rao, M and Blane, K. PC-STAT. University of Georgia, Athens, USA (1985)
11. To, B.S. and Etzel, M.R. Spray drying, freeze drying or freezing of three different lactic acid bacteria species. J. Food Sci. 62: 576-585 (1997)
12. Kilara, A., Shahani, K.M. and Das, N.K. Effect of cryoprotective agents on freeze-drying and storage of lactic cultures. Cult. Dairy Prod. J. 11: 8-11 (1976)

(1999년 12월 16일 접수)