

## 냉동건조보호제가 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품의 품질에 미치는 영향

고영태 · 강정화  
덕성여자대학교 식품영양학과

### Effects of Freeze Drying Protectant on Quality of Lactic Acid Bacteria Fermented Food Prepared from Milk or Egg White Powder

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 with milk or egg white powder(EWP) and added with freeze drying protectant(FDP). 0.2% of Tween 80 or 1% of ascorbate was added to milk sample and 3% of raffinose or 1% of ascorbate was added to EWP sample. Effects of FDP on sensory property, volatile aroma compounds and physical property of LAB fermented food were investigated. In case of non-freeze dried samples, sensory properties of milk sample with ascorbate were slightly better than those of reference sample(milk), while sensory properties of EWP sample or EWP sample with FDP were slightly inferior to reference sample. Sensory properties of all of the freeze dried/reconstituted samples were not different. Sensory properties of milk sample with ascorbate were reduced by freeze drying/reconstitution, while those of sample with ascorbate were not changed. Although all of the volatile aroma compounds were reduced by freeze drying, the residual ratio was slightly different between milk samples and EWP samples. Difference in volatile aroma compounds between milk samples and EWP samples before freeze drying was relatively large, while difference between two sample groups after freeze drying/reconstitution was relatively small. Rheological properties of milk samples were markedly changed by freeze drying/reconstitution, while those of EWP samples were changed slightly.

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 유체상이므로 냉장저장 중에도 젖산균의 계속된 증식으로 酸味が 증가하여 기호성이 저하된다. 분말, 고체 또는 과립 상태의 발효유 또는 젖산균발효식품을 제조할 수 있다면 (i) 제품의 저장기간을 연장시키고, 기호성을 증진시킬 수 있을 뿐만 아니라, (ii) 다른 식품과 혼합하

여 사용하기에 용이하므로 새로운 발효식품의 개발에도 큰 도움이 될 것이다.

발효유 또는 발효유에 유사한 젖산균발효식품의 건조 제품에 관한 연구로는 Kim과 Bhowmik<sup>(1)</sup>, 고와 오<sup>(2)</sup>, 고와 이<sup>(3)</sup>, 고와 강<sup>(4)</sup> 및 고와 강<sup>(5)</sup>의 보고가 있다. 그런데 젖산균발효식품을 냉동건조 또는 분무건조하면 젖산균의 생존율이 크게 감소한다. Kim과 Bhowmik<sup>(1)</sup>은 우유 요구르트를 냉동건조하면 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*의 냉동건조 후 생존율이 각각 5.6%와 0.79%로 감소한다고 보고한 바 있다. 고와 오<sup>(2)</sup>는 과즙-우유 혼합 기질을 *L. acidophilus*로 발효하여 만든 젖산균발효식품을 냉동건조하여 생존율을 조사하였는데, 냉동건조 후의 생존율은 10.0~21.1%로 감소하고, 특히 과즙의 종류와 과즙-우유의 혼합비율에 따라 차이가 있다고 보고하였다. 고와 이<sup>(3)</sup>는 난백분말과 카제인에 생육촉진물질을

Corresponding author : Young-Tae Ko, Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Ssangmun-Dong, Dobong-Ku, Seoul, 132-714  
Tel : 82-2-901-8374  
Fax : 82-2-901-8372  
E-mail : ytko@center.duksung.ac.kr.

첨가하여 만든 젖산균발효식품을 냉동건조하고 *L. acidophilus*의 생존율을 조사하였는데, 냉동건조 후의 생존율은 10.0~20.4%로 감소하고 그 감소 정도는 생육 기질에 따라 차이가 있다고 보고하였다.

한편 고와 강<sup>(4)</sup>은 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 냉동건조보호제(Freeze Drying Protectant: FDP) 5종을 첨가하고 젖산균의 생존율을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 즉, FDP는 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품에 들어 있는 *Lactobacillus acidophilus*를 냉동(freezing)에 의한 손상으로부터는 보호효과를 나타내지 않았으나, 첨가된 FDP 가운데 일부는 냉동건조(freeze drying)에 의한 손상으로부터는 보호효과를 나타냈으며, 이러한 효과는 기질(우유 또는 난백분말시료)과 FDP의 종류와 농도에 따라 차이가 있었다. 우유시료에 첨가된 Tween 80과 ascorbate는 각각 0.2%와 1%가 적정농도이었고, 난백분말에 첨가된 raffinose와 ascorbate는 각각 3%와 1%가 적정농도이었다.

본 논문은 前報<sup>(5)</sup>에 계속된 것이다. 냉동건조에 의하여 젖산균의 생존수가 감소하는데, 냉동건조 후 젖산균의 생존율을 높이기 위하여 첨가된 FDP가 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품의 품질(관능적 특성, 휘발성 향기 성분, 物性)에 미치는 영향을 조사하는 것이 본 연구의 목적이다. 前報<sup>(5)</sup>에서 얻어진 결과를 기초로 하여 우유시료에는 0.2%의 Tween 80과 1%의 ascorbate를 각각 첨가하고, 난백분말 시료에는 3%의 raffinose와 1%의 ascorbate를 각각 첨가하였다.

## 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. 냉동건조보호제(FDP)로는 Tween 80(1급, Yakuri Pure Chemicals Co.), sodium L-ascorbate(특급, Yakuri Pure Chemicals Co.) 및 D-(+)-raffinose pentahydrate(특급, Junsei Chemical Co., Japan)을 사용하였다. 휘발성 향기 성분 분석의 표준물질로는 acetone, n-propanol, butanol(특급, Junsei Chemical Co.), ethanol(GC용, 99.8%, Merck Co., F.R.Germany), diacetyl (GC용, 99%, BDH Chemicals Ltd., England) 및 acetoin(GC용, 98%, Fluka Chemie, Switzerland)을 사용하였다.

### 사용균주

*Lactobacillus acidophilus*(KCTC 2182) 균주를 사용하였으며, 보존용 배지로는 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)를 사용하였다.

### 젖산균발효식품의 제조

우유를 그대로 기질로 사용하거나, 난백분말 3%(W/V), 카제인 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<sup>7</sup> CFU/mL)로 접종하여 40°C의 항온기에서 24시간 또는 18시간(관능검사 시료의 경우) 발효시켰다.

### 냉동건조보호제(FDP)의 첨가와 젖산균발효식품의 냉동 및 냉동건조

준비된 젖산균발효식품 100 mL에 살균된 증류수에 용해시킨 FDP를 각각의 농도별로 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 냉동시킨 후, 냉동건조기(주) 일신랩, Model FD-5505P)로 실온(25~29°C)에서 응축기 온도 -50°C, 압력 10 mm Torr의 조건하에서 24시간 냉동건조시켰다. 건조가 완료된 시료는 cell에 담긴 상태에서 크린랩으로 덮어 시료로 사용할 때까지 5°C의 냉장고에 보관하였다.

### 젖산균발효식품의 복원

고체 상태의 시료를 필요로 하는 경우에는 냉동건조된 시료를 그대로 사용하였고, 액체 상태의 시료를 필요로 하는 경우에는 30°C의 살균수로 복원하여 사용하였다. 복원을 위하여 첨가된 살균수는 냉동건조 전의 cell 및 액체 시료의 중량과 냉동건조 후의 cell 및 건조 시료의 중량의 차이로 산정하였다.

### 관능적 특성 검사

시료의 발효 시간은 pH 및 생존수의 변화, 젖산균 발효식품의 커드 상태, 酸味, 액체(상등액)의 분리 상태 등을 고려하여 18시간으로 하였다. 냉동건조 전의 시료는 18시간 발효시킨 시료에 FDP를 각각 일정량씩 첨가하고 가열교반기로 충분히 혼합하여 5°C 냉장고에서 24시간 방냉한 후 종이컵에 30 mL씩 담아 검사원에게 나누어 주었으며, 냉동건조 후 복원시킨 시

료도 5°C 냉장고에서 24시간 방냉한 후 동일한 방법으로 검사원에게 나누어 주었다. 관능검사 방법은 多重比較試驗法<sup>(6)</sup> 또는 嗜好尺度法<sup>(6)</sup>에 준하였으며, 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 다중비교시험법에서는 8명의 검사원을 대상으로, 기호척도법은 5명의 검사원을 대상으로 각각 3일간 3회에 걸쳐 검사를 실시하였다.

휘발성 향기 성분 분석

젖산균발효식품의 휘발성 향기 성분의 분석은 고와 강<sup>(7)</sup> 및 고와 이<sup>(3)</sup>의 방법과 같으며, split ratio는 5.0:1 로 조정하였다.

物性 측정

젖산균발효식품의 物性は Data-Autoanalyzer-Software를 구비한 컴퓨터와 연결된 Rheometer(Sun Scientific Co., Model Compac-100, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 측정방법은 SUN-Rheometer의 취급설명서<sup>(8)</sup>를 참고로 하였다.

항온기에서 24시간 발효시킨 시료에 FDP를 각각 일정량씩 첨가하고 가열교반기로 충분히 혼합하여 5°C 냉장고에서 24시간 방냉한 후 rheometer로 최대하중(maximum weight), 부착성(adhesiveness), 경도(hardness)를 측정하였다. 시료에 적합한 추를 선택하여 본체에 연결시킨 후, 측정하고자 하는 시료에 적합한 조건을 입력하고 측정대 위에 시료를 올려놓은 다음, 鑿를 시료 표면에서 3.5±1 mm 위에 설치하고 컴퓨터의 시작 버튼을 눌러 측정하였다. 냉동건조 후 복원시킨 시료

도 동일한 방법으로 측정하였으며, 측정된 모든 시료의 온도는 10±1°C로 유지하였다. Rheometer의 작동조건은 Table 1과 같다.

자료의 처리 및 분석

실험 결과는 PC-STAT(University of Georgia, USA) software<sup>(9)</sup>를 사용하여 F-test(ANOVA와 최소유의차 검정) 또는 t-test로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

관능적 특성의 변화

본 연구에서는 前報<sup>(5)</sup>에서 얻어진 결과를 기초로 하여 우유시료에는 0.2%의 Tween 80과 1%의 ascorbate를 각각 첨가하고, 난백분말 시료에는 3%의 raffinose와 1%의 ascorbate를 각각 첨가하여 (i) 냉동건조 전의 6종의 시료만을 서로 비교하는 관능검사(Table 2), (ii) 냉동건조 후 복원시킨 6종의 시료만을 서로 비교하는 관능검사(Table 3), (iii) 냉동건조 전의 시료와 냉동건조 후 복원시킨 시료를 서로 비교하는 관능검사(Table 4, Table 5)를 각각 실시하였다.

Table 2는 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품을 발효를 완료한 다음 냉동건조시키지 않은 상태에서 FDP를 각각 위에서 언급한 농도로 첨가하고, 6가지 시료에 대하여 다중비교시험법<sup>(6)</sup>으로 관능검사를 실시한 결과이다. 먼저 전반적인 기호도(overall acceptability)를 보면, 표준시료(우유시료)의 점수 5.0에 비교하여 Tween 80과 ascorbate 첨가시료는 5.02와 5.23으

Table 1. Conditions of Rheometer Operation

Mode	20	Holding time(sec)	0
R/H	Real	Test type	Hardness
P/T	Press	Adaptor type	Circle
REP(Repeat)	1	Adaptor area(cm <sup>2</sup> )	12.57
Max. weight(kg)	2	Sample type	V-Round
Penetration depth(mm)	4	Sample height (mm)	20
Table speed(mm/min)	180		

Table 2. Sensory properties of fermented food prepared with milk or egg white powder<sup>1)</sup>

	Milk	Milk+Tween 80	Milk+Ascorbate	EWP	EWP+Raffinose	EWP+Ascorbate
Overall acceptability	5.00 <sup>b</sup>	5.02 <sup>b</sup> ±0.10	5.23 <sup>a</sup> ±0.36	4.75 <sup>c</sup> ±0.33	4.73 <sup>c</sup> ±0.36	4.73 <sup>c</sup> ±0.25
Taste	5.00 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>	5.21 <sup>a</sup> ±0.36	4.67 <sup>c</sup> ±0.32	4.65 <sup>c</sup> ±0.35	4.67 <sup>c</sup> ±0.28
Odor	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup> ±0.17	4.77 <sup>b</sup> ±0.33	4.81 <sup>b</sup> ±0.25	4.83 <sup>b</sup> ±0.24
Texture	5.00 <sup>a</sup>	5.02 <sup>a</sup> ±0.10	5.00 <sup>a</sup>	4.83 <sup>b</sup> ±0.24	4.83 <sup>b</sup> ±0.24	4.83 <sup>b</sup> ±0.24
Color	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples were prepared from milk or mixture of EWP, casein, glucose and FDP fermented with *L. acidophilus* for 18 hr.  
<sup>a-c</sup>Any two means in a row not followed by the same letter are significantly different at the 5% level. The scores were assigned numerical values 1 to 9 with "no difference between sample and reference" equaling 5, "extremely better than reference" equaling 9 and "extremely inferior to reference" equaling 1.

Table 3. Sensory properties of freeze dried/reconstituted fermented food prepared with milk or egg white powder<sup>1)</sup>

	Milk	Milk+Tween 80	Milk+Ascorbate	EWP	EWP+Raffinose	EWP+Ascorbate
Overall acceptability	5.00 <sup>a</sup>	5.02 <sup>a</sup> ±0.10	5.13 <sup>a</sup> ±0.22	5.00 <sup>a</sup> ±0.44	5.02 <sup>a</sup> ±0.43	5.00 <sup>a</sup> ±0.47
Taste	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.10 <sup>a</sup> ±0.21	4.73 <sup>b</sup> ±0.33	4.73 <sup>b</sup> ±0.33	4.71 <sup>b</sup> ±0.36
Odor	5.00 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>	5.13 <sup>a</sup> ±0.22	4.83 <sup>c</sup> ±0.24	4.83 <sup>c</sup> ±0.24	4.83 <sup>c</sup> ±0.24
Texture	5.00 <sup>ab</sup>	4.90 <sup>b</sup> ±0.25	5.00 <sup>ab</sup>	5.17 <sup>a</sup> ±0.43	5.17 <sup>a</sup> ±0.43	5.17 <sup>a</sup> ±0.43
Color	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Samples were prepared from milk or mixture of milk, casein, glucose and FDP fermented with *L. acidophilus* for 18 hr, freeze dried and reconstituted with water.

<sup>a-c</sup>See footnote in Table 2.

로 거의 같거나 다소 높은 점수를 나타냈으며, 특히 ascorbate 첨가시료는 유의적인 차이를 나타냈다( $p<0.05$ ). 한편 난백분말시료(EWP)와 raffinose 또는 ascorbate 첨가 난백분말시료의 점수는 각각 4.75, 4.73, 4.73으로서 표준시료(milk)의 5.0보다 다소 낮았으며 모두 유의적인 차이를 나타냈다( $p<0.05$ ). 맛(taste)의 경우는 전반적인 기호도의 경우와 경향이 동일하여 표준시료(우유시료)와 비교하여 ascorbate 첨가 우유시료는 다소 우수하고, 난백분말시료群은 다소 저조하였으며 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 냄새(odor)와 조직감(texture)의 경우도 우유시료群이 난백분말시료群보다 다소 우수하며 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 그러나 색상(color)은 모든 시료 사이에 차이가 없었다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 냉동건조 전 시료의 관능적 특성은 전반적인 기호도를 기준으로 보면, 표준시료(우유시료)와 비교하여 ascorbate 첨가 우유시료는 관능적 특성이 다소 우수하고 난백분말시료 또는 FDP가 첨가된 난백분말시료는 관능적 특성이 다소 낮았다. 난백분말시료群의 관능적 특성이 표준시료(우유시료)보다 관능적 특성이 다소 저조하다는 결과는 맛, 냄새, 조직감의 결과와 대체로 일치한다고 할 수 있다. 특히 조직감의 경우 표준시료(우유시료)는性状이 매끄럽고, 부드러운 유체상인데 비하여, 난백분말시료는性状이 다소 덜 매끄럽고(less smooth), 유체상인긴 하지만 다소 풀과 같은 점착성(pasty stickiness)을 지니고 있어서 관능적 특성 저하의 원인이 되었다.

Table 3은 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균발효식품을 냉동건조한 후 냉동건조할 때 감소된 수분과 동일한 양의 살균수를 다시 첨가하여 복원한 다음 다중비교시험법<sup>6)</sup>으로 6개 시료의 관능적 특성을 비교한 결과이다. 전반적인 기호도는 표준시료(우유시료)의 점수 5.00에 비교하여 다른 시료는 5.00~5.13으로 유의적인 차이가 없었으나( $p<0.05$ ), 맛은 난백분말시료群이 다소 저조하여 표준시료와 유의적인 차이가 있었으며( $p<0.05$ ), 냄새는 ascorbate 첨가 우유시료가 다소 우수하고, 난

백분말시료群이 다소 저조하여 표준시료와 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 한편 조직감은 표준시료와 비교하여 Tween 80 첨가 우유시료만이 유의적으로 낮았으며( $p<0.05$ ), 다른 시료는 차이가 없었다. 색상은 모든 시료 사이에 차이가 없었다.

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, 냉동건조 후 복원시킨 시료의 관능적 특성은 전반적인 기호도를 기준으로 보면, 표준시료(우유시료)와 다른 5종의 시료사이에 차이가 없었다. Table 3의 결과를 고찰하여 보면 전반적인 기호도의 결과가 조직감과 색상의 결과와는 경향이 대체로 일치하지만 맛과 냄새의 결과와는 다소 차이가 있었는데, 냉동건조/복원 시료의 관능적 특성은 맛과 냄새보다는 조직감에 의하여 큰 영향을 받는 것으로 해석된다. 즉, 대부분의 관능검사원들이 지적한 것을 보면(설문지의 comment란), 표준시료(우유시료)나 FDP 첨가 우유시료의 경우는 냉동건조/복원 후의性状이 너무 묽어서 본 연구에서 추구하고자 하는 "떠먹는 요구르트"(糊狀 요구르트)의 개념과는 다소 어울리지 않으며, 마치 물에 분유를 탄 느낌을 주었다고 지적하였다. 특히 일부의 관능검사원들은 우유보다 묽은 느낌을 받았다고 기재하였다. 한편 냉동건조/복원 후의 난백분말시료群의 경우는 우유시료群보다 粘性, 粘着性, 糊性이 높아서 "떠먹는 요구르트"(호상 요구르트)의 개념에 적합하였다. 그러나 난백분말시료群의 경우는 맛과 냄새가 우유시료群의 맛과 냄새보다 다소 저조하여 결국 전반적인 기호도는 두 시료群 사이에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다고 사료된다.

Table 4는 FDP로서 ascorbate가 첨가된 우유시료의 (A) 냉동건조 전과 (B) 냉동건조 후 복원시킨 시료의 관능적 특성을 기호척도법<sup>6)</sup>으로 비교한 것이다. (A)시료의 전반적인 기호도는 7.33인데 비하여 (B)시료는 6.27로서 유의적으로 저조하였으며( $p<0.01$ ), 맛, 냄새, 조직감, 색상도 (A)시료에 비교하여 (B)시료가 유의적으로 저조하였다( $p<0.05$  또는  $p<0.01$ ). (B)시료의 점수

**Table 4. Comparison of sensory properties of (A) fermented milk+ascorbate and (B) freeze dried/reconstituted milk+ascorbate**

	(A) Milk+ascorbate <sup>1)</sup>	(B) Reconstituted milk+ascorbate <sup>2)</sup>
Overall acceptability	7.33 ± 0.49** <sup>3)</sup>	6.27 ± 0.46
Taste	7.47 ± 0.52**	6.27 ± 0.46
Odor	7.20 ± 0.41* <sup>3)</sup>	6.87 ± 0.35
Texture	7.47 ± 0.52**	6.33 ± 0.49
Color	7.40 ± 0.51**	6.67 ± 0.49

<sup>1)</sup>Sample prepared from milk and ascorbate.

<sup>2)</sup>Sample freeze dried and reconstituted with water.

<sup>3)</sup>Hedonic Scale value, 9: Like extremely, 5: Neither like nor dislike, 1: Dislike extremely

\*\*p<0.01

\*p<0.05

가 낮은 이유는 앞에서 언급한 바와 같이 냉동건조 후 복원시킨 우유시료群的 경우는 점성, 점착성, 호성이 저조하여 본 연구에서 추구하고자 하는 "떠먹는 요구르트"의 특성에 적합하지 않으므로 먼저 관능적 특성의 한 요소인 조직감의 저하를 초래하고, 조직감의 저하는 다시 관능적 특성의 다른 요소들인 맛, 냄새, 색상에까지 영향을 주어 결국 관능적 특성의 모든 요소가 복합된 전반적인 기호도가 저하한 것으로 사료된다. 이론적으로는 점성, 점착성, 호성이 감소하는 것은 조직감에만 국한되어 영향을 미치는 것이 정상이지만, 실제로는 조직감이 맛, 냄새, 색상에까지 영향을 미쳤다. 그 이유는 관능적 특성(sensory properties)이란 복합적이고, 포괄적인 특성이므로 맛, 냄새, 조직감, 색상 등의 개별적인 요소가 각각 독립적으로 존재하는 것이라기보다는 서로 유기적으로 관련을 지니고 있어서 어느 한가지 요소가 증가하거나, 감소하면 다른 요소들도 그 영향을 받게 되는 것으로 사료된다.

관능검사를 다루는 참고문헌<sup>(10,11)</sup>의 내용을 검토하여 보면, "관능검사"(sensory evaluation)란 식품의 개별적인 특성 또는 분야(different discipline)을 고려함과 동시에 전체적인 느낌(all the senses)을 반드시 포함해야 한다고 기술하고 있는데, 관능검사에 대한 이러한 정의는 식품의 관능적 특성이란 여러 가지 특성이 개별적으로 존재하는 것이 아니라 복합적으로 상호 관련을 지니고 있다는 본 연구의 고찰을 뒷받침해주는 것이다.

마지막으로 한가지 지적할 것은 (B)시료의 전반적인 기호도가 6.27이라는 것인데, 이 수치는 기호척도법<sup>(6)</sup>이란 관능검사법에서는 "slightly better"에 해당되는 것으로서 (A)시료의 7.33 즉, "moderately better"와 비교하면 다소 낮은 점수이지만 관능적으로 볼 때 결코 낮

**Table 5. Comparison of sensory properties of (A) fermented EWP+ascorbate and (B) freeze dried/reconstituted EWP+ascorbate**

	(A) EWP+ascorbate <sup>1)</sup>	(B) Reconstituted EWP+ascorbate <sup>2)</sup>
Overall acceptability	7.00 <sup>3)</sup>	7.00
Taste	7.00	7.00
Odor	6.93 ± 0.26	6.93 ± 0.26
Texture	6.93 ± 0.26	6.80 ± 0.41
Color	7.00	7.00

<sup>1)</sup>Sample prepared from EWP and ascorbate.

<sup>2)</sup>Sample freeze dried and reconstituted with water.

<sup>3)</sup>Hedonic Scale value, 9: Like extremely, 5: Neither like nor dislike, 1: Dislike extremely

은 수치는 아니라는 점이다.

Table 5는 FDP로서 ascorbate가 첨가된 난백분말시료의 (A) 냉동건조 전과 (B) 냉동건조 후 복원시킨 시료의 관능성을 기호척도법<sup>(6)</sup>으로 비교한 것이다. (A)시료와 (B)시료의 전반적인 기호도는 각각 7.00과 7.00으로 차이가 없었으며, 두 시료 사이에는 맛, 냄새, 조직감, 색상 모두 차이가 없었다. 관능검사원들의 설문지의 비고(comments)란에는 (B)시료의 조직감이 (A)시료보다 점성, 점착성, 호성이 다소 높다고 기재되었고, 실제로 (B)시료의 조직감 수치가 6.80으로 (A)시료의 6.93과 다소 차이는 있었으나 이 정도의 차이로는 유의성을 나타내지 않았다(p<0.05).

Table 4와 Table 5의 결과를 요약하면 다음과 같다. 즉, ascorbate 첨가 우유시료는 냉동건조/복원에 의하여 관능적 특성이 저하되었으나, ascorbate 첨가 난백분말시료는 냉동건조/복원에 의하여 관능적 특성이 변화하지 않았다. 이러한 결과는 냉동건조/복원이 두 시료에 미치는 영향이 서로 다른 것인데, 그 이유는 Table 4의 시료는 우유시료群에 속하는 것이므로 냉동건조/복원 후 그 성상이 변화하였으나, Table 5의 시료는 난백분말시료群에 속하는 것이므로 냉동건조 후 복원하더라도 그 성상이 "떠먹는 요구르트"의 특성과 크게 다르지 않기 때문이라고 사료된다. 우유시료와 난백분말시료의 복원 후 성상의 차이는 이들 시료에 함유된 단백질의 차이에서 기인하는 것으로 사료된다.

휘발성 향기 성분의 변화

본 연구에서는 우유시료群 3종(우유시료, Tween 80 첨가 우유시료, ascorbate 첨가 우유시료)과 난백분말시료群 3종(난백분말시료, raffinose 첨가 난백분말시료, ascorbate 첨가 난백분말시료)의 (i) 냉동건조 전과 (ii) 냉동건조 후 복원시킨 시료의 휘발성 향기 성분의

**Table 6. Composition of volatile aroma compounds in samples before and after freeze drying<sup>1)</sup>** (unit: ppm)

Samples	Acetone		Ethanol		Diacyl		Butanol		Acetoin	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Milk	5.252 ±0.903	0.727 ±0.102	3.927 ±0.679	0.491 ±0.099	1.777 ±0.311	0.780 ±0.098	0.397 ±0.085	0.184 ±0.052	3.395 ±0.900	0.580 ±0.109
Milk+Tween 80	6.150 ±1.514	0.632 ±0.132	5.682 ±1.505	0.450 ±0.122	2.920 ±0.669	0.857 ±0.142	0.313 ±0.086	0.213 ±0.052	10.782 ±1.911	0.881 ±0.277
Milk+Ascorbate	5.791 ±0.981	1.174 ±0.286	5.588 ±1.035	0.609 ±0.170	3.086 ±0.548	1.281 ±0.308	0.356 ±0.068	0.233 ±0.075	8.981 ±1.687	0.778 ±0.252
EWP	0.591 ±0.105	0.487 ±0.080	5.058 ±0.933	0.597 ±0.085	1.366 ±0.229	0.973 ±0.125	0.428 ±0.113	0.191 ±0.045	1.202 ±0.595	0.206 ±0.061
EWP+Raffinose	0.695 ±0.159	0.558 ±0.053	10.444 ±1.861	0.436 ±0.134	1.492 ±0.296	0.948 ±0.248	0.472 ±0.093	0.264 ±0.143	1.235 ±0.471	0.248 ±0.096
EWP+Ascorbate	1.004 ±0.168	0.685 ±0.128	7.557 ±1.524	0.603 ±0.127	2.062 ±0.583	1.347 ±0.182	0.581 ±0.194	0.219 ±0.115	1.384 ±0.480	0.275 ±0.101

<sup>1)</sup>Mean values and standard deviations of 18 or more replications

**Table 7. Recovery ratio of volatile aroma compounds after freeze drying** (unit: %)

Samples	Acetone	Ethanol	Diacyl	Butanol	Acetoin
Milk	13.8	12.5	43.9	46.3	17.1
Milk+Tween 80	10.3	7.9	29.3	68.1	8.2
Milk+Ascorbate	20.3	10.8	41.5	65.4	8.7
EWP	82.4	11.8	71.2	44.6	17.1
EWP+Raffinose	80.3	4.2	63.5	55.9	20.1
EWP+Ascorbate	65.4	8.0	65.3	37.7	19.9

변화를 gas chromatograph로 분석하였다. Table 6은 *L. acidophilus*로 발효하여 만든 젖산균발효식품의 주요한 휘발성 향기 성분인 acetone, ethanol, diacyl, butanol, acetoin의 절대량(ppm)을 나타낸 것이며, Table 7은 냉동건조/복원 후의 회수율(%)을 나타낸 것이다.

Table 6과 Table 7을 자세히 검토하여 보면 다음과 같은 몇 가지 사항을 알 수 있다. (i) 휘발성 향기 성분의 종류에 따라 다르지만, 냉동건조에 의하여 모든 휘발성 향기 성분은 감소하였다(Table 7). 회수율이 가장 낮은 것은 raffinose 첨가 난백분말시료의 ethanol 이고(4.2%), 가장 높은 것은 난백분말시료의 acetone이었다(82.4%). (ii) 우유시료群과 난백분말시료群 사이에는 회수율이 다소 다른 pattern을 보였다(Table 7). 예를 들어 acetone의 회수율은 우유시료群이 10.3~20.3%인데 비하여 난백분말시료群은 65.4~82.4%이었다. Diacyl의 회수율은 우유시료群이 29.3~43.9%인데 비하여 난백분말시료群은 63.5~71.2%였다. Acetoin의 회수율은 우유시료群은 8.2~17.1%인데 비하여 난백분말시료群은 17.1~20.1%였다. (iii) 휘발성 향기 성분의 종류에 따라 다르지만, 우유시료群과 난백분말시료群의 향기 성분함량은 냉동건조 전에는(Before) 차이가 비교적 컸으나, 냉동건조/복원 후에는(After) 그 차이가 비교적 작았다(Table 6). 예를 들어 acetone함량이 냉동

건조 전 우유시료群은 5.252~6.150 ppm이고 난백분말시료群의 경우는 0.591~1.004 ppm이었으나, 냉동건조 후에는 각각 0.632~1.114 ppm과 0.487~0.657 ppm이었다. Acetoin 함량은 냉동건조 전 우유시료群은 3.395~10.782 ppm, 난백분말시료群은 1.202~1.384 ppm인데 비하여 냉동건조 후에는 각각 0.580~0.881 ppm과 0.206~0.275 ppm이었다. (iv) Butanol의 경우를 제외하고는 냉동건조 전의 시료에서는 FDP 첨가 시료가 FDP 비첨가 시료보다 휘발성 향기 성분의 함량이 높았으나, 냉동건조/복원된 시료에서는 FDP 첨가群과 비첨가群 사이에 큰 차이가 없었다(Table 6). 즉, ethanol의 경우 냉동건조 전 우유시료는 3.927 ppm인데 비하여, FDP 첨가 우유시료群은 5.588~5.682 ppm이며, 냉동건조 전 난백분말시료는 5.058 ppm이고 FDP첨가 난백분말시료는 7.557 ~10.444 ppm인데 비하여, 냉동건조 후에는 그 양이 각각 0.491 ppm, 0.450~0.605 ppm 및 0.597 ppm, 0.436 ~0.603 ppm이었다.

냉동건조에 의하여 휘발성 향기 성분이 감소하는 이유는 냉동건조에서 사용되는 진공처리 과정에서 휘발성 향기 성분의 일부가 제거되었기 때문이고, 각 향기 성분의 회수율에 차이가 있는 것은 각 성분마다 휘발성이 다르기 때문이라고 사료된다.

고와 오<sup>2)</sup>는 과즙-우유 혼합 기질로 만들어진 발효

**Table 8. Rheological properties of fermented samples (Before) and freeze dried /reconstituted sample (After)<sup>1)</sup>**

Sample		Max. weight (g)	Adhesiveness (g)	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )
Milk	Before	45.5	-17.5	19.724
	After	24.5	-9.0	10.331
Milk+Tween 80	Before	43.5	-13.5	18.136
	After	30.5	-9.0	13.658
Milk+Ascorbate	Before	44.0	-14.0	19.704
	After	27.5	-8.5	11.518
EWP	Before	52.0	-18.5	21.785
	After	42.0	-13.0	17.919
EWP+Raffinose	Before	51.0	-17.0	21.353
	After	49.0	-15.0	20.976
EWP+Ascorbate	Before	56.5	-20.0	23.473
	After	46.5	-15.5	19.800

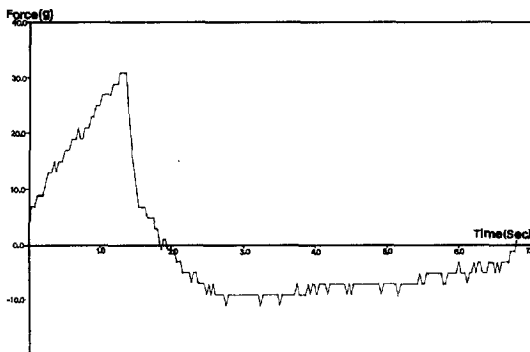
<sup>1)</sup>Mean values of four or more replications

유를 냉동건조하고 휘발성 향기 성분의 변화를 조사하였는데 냉동건조에 의하여 모든 시료의 휘발성 향기 성분 함량이 감소하는 경향을 보인다고 보고하였고, 고와 이<sup>(3)</sup>는 난백분말과 카제인 기질에 생육촉진물질을 첨가하여 만든 젖산균발효식품의 휘발성 향기 성분의 변화를 조사한 연구에서 냉동건조로 모든 시료의 휘발성 향기 성분의 함량이 감소하는 경향을 보였고, 그 감소의 정도는 시료별로 차이가 있다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 본 연구의 결과와 경향이 일치하는 것이다.

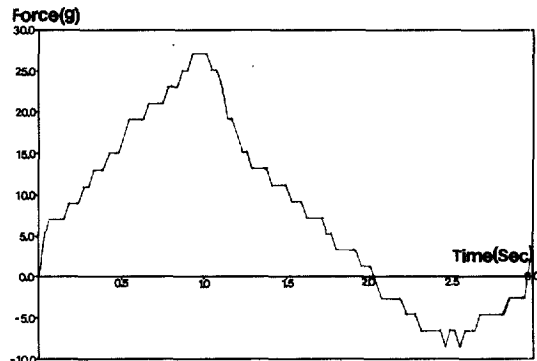
**物性的 변화**

호상요구르트의 物性(rheology)은 회전축 점도계를 사용하여 점도(viscosity)를 측정하는 경우도 있으나<sup>(12,13)</sup>, 재현성이 낮고 시료가 많이 필요하여 본 연구에서는 적합하지 않으므로, rheometer를 사용하여 시료의 최대하중(maximum weight), 부착성(adhesiveness), 경도(hardness)를 측정하였다. "최대하중"은 rheometer

의 錘가 시료에 진입할 때 받는 최대의 힘(force)을 의미하고, 부착성은 추가 시료에서 빠져 나갈 때 시료가 추에 부착되는 힘(force)을 의미한다. Hardness는 strength, sample height, distance 값으로부터 산출되며, strength는 max. weight값으로부터 산출된다. Rheometer의 data에서는 최대하중과 부착성은 시료의 점도(viscosity)와 높은 상관관계가 있으며, 전자의 수치가 높은 경우에는 후자도 높다고 한다<sup>(8)</sup>. Table 8은 6종의 시료(우유시료群 3종, 난백분말群 3종)의 냉동건조 전과 후 시료의 물성을 측정하여 얻은 결과이다. 먼저 우유시료를 보면 냉동건조 전(Before)의 최대하중 수치는 43.5~45.5였으나, 냉동건조/복원 후(After)의 수치는 24.5~30.5로 감소하였으며, 부착성의 절대치는 냉동건조 전의 13.5~17.5에서 8.5~9.0으로 감소하였고, 경도도 18.136~19.724에서 10.331~13.658로 감소하였다. 즉, 냉동건조에 의하여 우유시료의 최대하중, 부착성, 경도가 크게 감소하였는데, 이러한 결과는 냉동건조에 의하여 우유시료群의 점도가 감소함을 간접적으로 의



**Fig. 1. Rheology graph of fermented food prepared from milk added with ascorbate.**



**Fig. 2. Rheology graph of freeze dried/reconstituted food prepared from milk added with ascorbate.**

미한다. 한편 난백분말시료群은 냉동건조에 의하여 최대하중, 부착성, 경도가 감소하였으나 그 정도가 크지는 않았다. 이러한 결과가 나온 이유는 앞에서 언급한 바와 같이 냉동건조/복원한 우유시료群의 경우는 동일한 처리를 한 난백분말시료群보다 점성, 점착성, 호성이 크게 감소하기 때문이다.

Figure 1과 2는 ascorbate가 첨가된 우유시료群의 냉동건조 전과 냉동건조/복원 후의 rheology graph를 나타내는 것으로서, 먼저 냉동건조 전 시료(Figure 1)의 graph를 보면 최대하중 31 g, 부착성 -11 g인데 비하여, 냉동건조/복원 후(Figure 2)의 graph를 보면 최대하중 27 g, 부착성 -9 g으로 냉동건조 전과 후에 최대하중과 부착성이 감소함을 알 수 있다.

## 요 약

본 연구에서는 냉동건조에 의한 생균수 감소를 줄이기 위하여 첨가된 냉동건조보호제(Freeze Drying Protectant: FDP)가 우유 또는 난백분말로 만든 젖산균 발효식품의 품질(관능적 특성, 휘발성 향기 성분, 물성)에 미치는 영향을 조사하였다. 우유시료에는 0.2%의 Tween 80과 1%의 ascorbate를 각각 첨가하고, 난백분말시료에는 3%의 raffinose와 1%의 ascorbate를 각각 첨가하여 다음과 같은 결과를 얻었다. (1) 냉동건조시키지 않은 시료의 관능적 특성은 표준시료(우유시료)와 비교하여 ascorbate 첨가 우유시료는 관능적 특성이 다소 우수하였으나, 난백분말시료 또는 FDP 첨가 난백분말시료는 관능적 특성이 다소 저조하였다. (2) 냉동건조 후 복원시킨 시료의 관능성은 표준시료(우유시료)와 다른 5종의 시료 사이에 차이가 없었다. (3) Ascorbate 첨가 우유시료는 냉동건조/복원에 의하여 관능적 특성이 저하되었고, ascorbate 첨가 난백분말시료는 냉동건조/복원에 의하여 관능적 특성이 변화하지 않았다. (4) 휘발성 향기 성분의 분석 결과를 보면, 냉동건조에 의하여 모든 휘발성 향기 성분 함량이 감소하였으며, 우유시료군과 난백분말시료군 사이에는 회수율이 다소 다른 pattern을 보였다. (5) 휘발성 향기 성분의 종류에 따라 다르지만 우유시료군과 난백분말시료군의 휘발성 향기 성분 함량은 냉동건조 전에는 차이가 비교적 컸으나, 냉동건조/복원한 후에는 차이가 비교적 작았다. (6) 냉동건조에 의하여 우유시료군의 물성은 크게 변화하였으나, 난백분말시료군의 물성 변화는 비교적 작았다.

## 감사의 글

본 연구는 1999학년도 2학기 덕성여자대학교 자연과학연구소 연구비 지원으로 이루어졌으며 덕성여자대학교에 깊이 감사드립니다.

## 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. Ko, Y.T. and Kang, J.H. Effects of freeze drying protectant added to lactic acid bacteria fermented food prepared from milk or egg white powder on growth and organoleptic properties. *Korean J. Food Sci. Technol.* In press (2000)
6. Larmond, E. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food.* Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1977)
7. Ko, Y.T. and Kang, J.H. Volatile aroma compounds of fermented milk prepared from milk and fruit juices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 184-191 (1998)
8. Sun Scientific Co., *User's Manual of Rheometer Model Compac-100,* Sun Scientific Co., Tokyo, Japan (1999)
9. Rao, M and Blane, K. *PC-STAT.* University of Georgia, Athens, USA (1985)
10. Stone, H. and Sidel, J.L. *Sensory Evaluation Practices,* Academic Press, Inc., New York, p. 1-12 (1985)
11. Nielson, A.J., Ferguson, V.B. and Kendall D.A. *Profile Methods, In Applied Sensory Analysis of Foods,* Moskowitz, H. (Ed.), CRC Press, Inc., Boca Raton, USA, Vol. I, p. 21-41 (1988)
12. Ko, Y.T. The effects of egg white powder addition on acid production by lactic acid bacteria and quality of curd yogurt. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27:458-463 (1995)
13. Ko, Y.T. and Lee, E.J. Effect of growth stimulating agent in lactic acid bacteria fermented food prepared from egg white powder and casein. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 509-515 (1999)