

생육촉진물질이 첨가된 난백분말과 카제인으로 만든 젖산균 발효식품의 동결건조

고영태 · 이은주
덕성여자대학교 식품영양학과

Freeze Drying of Lactic Acid Bacteria Fermented Food Prepared from Egg White Powder and Casein Supplemented with Growth Stimulating Agent

Young-Tae Ko and Eun-Ju Lee
Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

Abstract

Lactic acid bacteria fermented foods were prepared from egg white powder, casein and growth stimulating agent. pH change and growth of *Lactobacillus acidophilus*(KCTC 2182) during freeze drying were studied. The effects of freeze drying on sensory evaluation, hardness and volatile aroma compounds in freeze dried sample or reconstituted sample were also studied. Freezing and freeze drying did not affect pH of fermented samples. Number of viable cells in original fermented samples was markedly reduced during freezing or freeze drying. When number of viable cells in original fermented samples was considered as 100%, survival ratio of viable cells after freezing was 72.0~82.4% and that after freeze drying was 10.0~20.4%. When sensory properties of original fermented samples were compared with those of freeze dried/reconstituted samples, sensory properties of original samples were generally better than those of freeze dried/reconstituted samples. However, the reconstitution property and the acceptability of freeze dried samples were good. Volatile aroma compounds in original fermented samples were reduced during freeze drying. The reduction degree of volatile aroma compounds varied with sample.

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

서 론

우리나라의 1998년 발효유 생산량은 495,000톤으로 IMF의 영향으로 1997년보다 감소하였으나 유제품 가운데 시유 다음으로 높은 소비 실적을 보였다⁽¹⁾. 또한 소비자들의 기호도에 따라 다양한 종류의 발효유가 시판되고 있다. 난백은 성분과 영양분이 발효유의 기질인 우유와 다르지만 가열과 산에 의한 응고성이 있으므로 젖산균 발효식품의 새로운 소재가 될 수 있다.

젖산균 발효식품은 액상이거나 유체상이며, 부패하기 쉽기 때문에 반드시 냉장보관해야 하고, 냉장보관된 발효유의 경우에도 보존 기간이 일주일 정도에 지나지 않는다. 만약 분말, 고체 또는 과립상태의 젖산

균 발효식품을 제조할 수 있다면 젖산균 발효식품의 저장 기간을 상당히 늘릴 수 있으며, 다른 식품과 혼합하여 사용하기에 용이하다는 잇점이 있으므로 새로운 기능성 식품의 개발에 큰 도움이 될 것이다.

건조 발효유의 제조에 관한 연구는 Kim과 Bhowmik⁽²⁾의 “우유요구르트의 분무 건조 도중 젖산균의 생존도”에 관한 논문과 Ko와 Oh⁽³⁾의 “우유와 과즙으로 만든 발효유의 동결건조”가 있다.

Ko와 Lee⁽⁴⁾는 난백분말과 카제인을 기질로 한 시료에 생육촉진물질(growth stimulating agent: GSA)을 첨가하여 젖산균의 산생성과 생균수, 젖산균 발효식품의 관능성 및 점도에 미치는 생육촉진물질의 영향을 조사한 바 있다. 그 결과를 보면, GSA의 첨가로 젖산균의 산생성이 Control 시료(GSA 無첨가시료)보다 현저하게 촉진되었으며, GSA 가운데 특히 yeast extract의 산생성 촉진 효과가 가장 높았고 GSA의 적정 첨가 농

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

도는 1%였다. 그러나 Control 시료에 비하여 GSA의 첨가로 인한 생균수의 증가는 뚜렷하지 않았다. 한편 관능성은 우유시료에 비교하면 Control 시료와 GSA 첨가시료의 관능성이 차이가 없거나 다소 낮았으며, Control 시료와 비교하면 proteose-peptone 또는 tryptone 첨가시료는 차이가 없었고 beef extract 또는 yeast extract 첨가시료는 다소 낮았다.

본 연구는 前報⁴⁾에 계속되는 실험으로서, 난백분말과 카제인 기질에 생육촉진물질(“산생성촉진물질”)이라고 하는 것도 적절한 표현이라고 사료됨을 첨가하여 만든 젖산균 발효식품을 동결건조하고, 동결건조가 젖산균 생균수, 관능성, 경도, 휘발성 향기성분에 미치는 영향을 관찰하는 것을 연구목적으로 하였다. 생육촉진물질로는 Control 시료(GSA 無첨가시료)에 비하여 산생성촉진효과가 현저하게 높은 yeast extract와 산생성촉진효과도 높고 관능성이 Control 시료와 차이가 없거나 tryptone을 선정하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

젖산균 발효식품 제조의 원료로 시유(매일유업), 난백분말, casein (Sigma Chemical Co., USA)과 포도당(1급, Yakuri Pure Chemical Co., Japan)을 사용하였다. Growth stimulating agent (GSA)로는 yeast extract, tryptone (Difco Lab., USA)을 사용하였다. 휘발성 향기 성분 분석의 표준물질로는 acetone, n-propanol, butanol (특급, Junsei Chemical Co., Japan), ethanol(GC용, 99.8%, Merck Co., F.R. Germany), diacetyl(특급, Tokyo Kasei Co., Japan) 및 acetoin(GC용, 98%, Fluka Chemie, Switzerland)을 사용하였다.

사용균주

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

젖산균 발효식품의 제조

우유를 그대로 기질로 사용하거나(대조군으로 함), 난백분말 3%(W/V)와 카제인 3%(W/V) 및 포도당 2%(W/V)를 살균된 증류수에 넣어 가열교반기(Coming Model PC-320, USA)로 완전히 용해시킨 후, 여기에 GSA를 1%(V/V) 첨가하여 요구르트의 기질로 사용하였다. 준비된 기질은 60°C로 고정된 수조에서 20분간 가열 처리한 후 40°C로 식히고 MRS 액체배지에서 24

시간 배양한 젖산균 배양액을 3%(V/V)의 비율(대략 10⁷ CFU/mL)로 접종하여 40°C의 항온기에서 일정시간 배양하였다.

젖산균 발효식품의 동결 및 동결건조

준비된 젖산균 발효식품을 300 mL의 cell((주)일신랩, FB-0300)에 20 mL 넣은 후, 크린랩((주) 크린랩)으로 덮고 -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 mm Torr의 조건하에서 24시간 동결건조시켰다. 건조가 완료된 시료는 cell에 담긴 상태에서 크린랩에 덮어 시료로 사용할 때까지 5°C의 냉장고에 보관하였다. 고체 상태의 시료를 필요로 하는 경우에는 동결건조된 시료를 그대로 사용하였고, 액체 상태의 시료가 필요한 경우에는 30°C의 살균수로還元하여 사용하였다.還元을 위하여 첨가된 살균수는 동결건조 전의 cell 및 액체 시료의 중량과 동결건조 후의 cell 및 건조 시료의 중량의 차이로 산정하였다. 고체 상태의 시료는 일부 관능검사와 경도 측정에서 사용하였고, 모든 다른 실험에서는 액체 상태로還元시킨 시료를 사용하였다.

젖산균 발효식품의 동결 및 해동

젖산균 발효식품의 동결 방법은 동결건조의 경우와 동일하고, 해동은 실온(25~29°C)에 90분간 방치하여 완전히 녹인 후 시료로 사용하였다.

젖산균의 생육과 pH 측정

젖산균의 생육과 pH를 조사하기 위하여 발효가 완료된 젖산균 발효식품 또는還元시킨 액상의 젖산균 발효식품으로부터 일정량의 시료를 취하여 생균수, pH를 측정하였다. 측정방법은 Ko⁶⁾가 사용한 방법과 같다.

액상 젖산균 발효식품과 동결건조된 고체 상태 젖산균 발효식품의 관능성 검사

시료의 발효 시간은 예비실험의 결과를 참고하여 pH 및 생균수의 변화, 젖산균 발효식품의 커드 상태, 酸味, 액체(상등액)의 분리 상태 등을 고려하여 18시간으로 하였다. 액상 시료는 50 mL의 종이컵에 30 mL씩 넣은 후 parafilm (American National Can, USA)으로 덮은 후 *L. acidophilus*로 발효시켰다. 원래의 젖산균 발효식품은 발효 완료 후 냉장고에서 1일 방냉한 것, 동결건조 시료는 동결건조 후 환원된 시료를 사용하였다. 고체 상태의 젖산균 발효식품이 필요한 경우에

는 동결건조시킨 후 還元하지 않은 시료를 사용하였다. 관능검사방법은 多重比較試驗⁽⁶⁾ 또는 嗜好尺度法⁽⁶⁾에 준하였으며, 8명의 검사원을 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 후 3일간 3회에 걸쳐 검사를 실시하였다.

경도 측정

*L. acidophilus*로 18시간 발효시킨 시료를 동결건조한 후 penetrometer (Masuda, JIS, K-2235)와 aluminum추(31.5 g)를 사용하여 경도를 측정하였다.

젖산균 발효식품의 휘발성 향기 성분 분석

젖산균 발효식품의 휘발성 향기 성분은 Kim과 Ko⁽⁷⁾, Park⁽⁸⁾, GC workshop textbook (Young-In Scientific Co.)⁽⁹⁾을 참고로 하여 다음과 같이 분석하였다.

50 mL의 시료를 100 mL의 삼각플라스크에 넣고 50 g의 Na₂SO₄와 내부표준물질로 n-propanol을 50 ppm 가 하여 rubber septum (24 mm, Sigma Chemical Co., USA)으로 밀봉한 후 53°C의 pair stirrer (Eyela, PS-100, Japan)에서 20분간 교반하였다. 발생한 headspace gas를 5 mL gas tight syringe (Hamilton Co., USA)로 1 mL 취하여 HP 6890 Series gas chromatograph (Hewlett Packard Co., USA)로 분석하였다. 표준 물질을 사용하여 retention time을 비교하여 피크를 확인하고 HP ChemStation (Revision A.05.01, 1997)으로 계산된 표준시료와 시료의 해당 향기 성분의 피크면적을 비교하여 정량하였다. 표준시료는 lactic acid로 pH를 4.00으로 조정한 우유 50 mL에 50 g의 Na₂SO₄를 첨가하고 여기에 표준물질인 acetone, ethanol, diacetyl, butanol, acetoin을 각각 50 ppm 첨가하고 내부표준물질

로 n-propanol을 넣은 후 rubber septum으로 밀봉한 후 53°C의 pair stirrer (Eyela, PS-100, Japan)에서 20분간 교반하였다. 표준시료로부터 발생한 headspace gas를 1 mL 주입시켜 얻어진 피크의 면적과 시료의 해당 향기 성분 피크 면적을 비교하여 계산하고, 여기에 표준시료 중의 n-propanol의 면적과 시료 중의 n-propanol의 면적비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다. 실험은 2회 반복 실시하고 매회 12회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 Ko와 Kang⁽¹⁰⁾의 방법과 같으나 split ratio는 5.0 : 1로 변경하였다.

자료의 처리 및 분석

실험의 결과는 PC-STAT (University of Georgia, USA) software⁽¹¹⁾를 사용하여 F-test(ANOVA와 최소유의차 검정) 또는 t-test로 통계처리하였다.

결과 및 고찰

동결과 동결건조가 젖산균 발효식품의 pH 와 젖산균 생균수에 미치는 영향

Table 1은 동결(freezing)과 동결건조(freeze drying)가 젖산균 발효식품의 pH와 *Lactobacillus acidophilus* (KCTC 2182)의 생균수에 미치는 영향에 관한 결과이다. 동결 전 젖산균 발효식품의 pH는 4.12~4.16, 동결 후에는 4.14~4.21, 동결건조 후에는 4.13~4.18로 거의 변화가 없었다. 생균수는 동결 전의 균수를 100%로 했을 때, 동결 후의 생존율은 72.0~82.4%, 동결건조 후의 생존율은 10.0~20.4%였고, 동결 전과 후에는 우유시료와 GSA I 시료는 유의적인 차이를 보였고(p <

Table 1. Effects of freezing and freeze drying on pH change and growth of *L. acidophilus* in milk or mixture of EWP, casein and glucose¹⁾

Sample ²⁾	pH ³⁾			Viable cell count ⁴⁾ (CFU/mL)		
	Before freezing	After freezing	After freeze drying	Before freezing	After freezing	After freeze drying
Milk	4.16	4.21	4.18	3.2 × 10 ⁹ a ± 1.10(100%)	1.05 × 10 ⁹ b ± 0.77(82.4%)	5.95 × 10 ⁸ b ± 0.62(14.1%)
Control	4.14	4.16	4.13	2.4 × 10 ⁸ a ± 1.59(100%)	1.3 × 10 ⁸ a ± 1.31(79.3%)	2.8 × 10 ⁷ b ± 0.16(10.0%)
GSA I	4.13	4.16	4.14	2.5 × 10 ⁸ a ± 0.98(100%)	1.8 × 10 ⁸ b ± 0.75(80.0%)	5.4 × 10 ⁷ c ± 2.40(19.5%)
GSA II	4.12	4.14	4.13	3.0 × 10 ⁸ a ± 2.01(100%)	2.2 × 10 ⁸ a ± 2.23(72.0%)	4.1 × 10 ⁷ b ± 0.32(20.4%)

¹⁾Samples were fermented with *L. acidophilus* for 24 hr.

EWP : egg white powder.

²⁾Milk : Sample prepared from milk.

Control : Sample prepared from mixture of EWP, casein and glucose.

GSA I : Sample prepared from mixture of EWP, casein, glucose and yeast extract.

GSA II : Sample prepared from mixture of EWP, casein, glucose and tryptone.

³⁾Median values of seven or more replications.

⁴⁾Mean values of seven 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 freeze drying on organoleptic properties of fermented food prepared from milk or mixture of EWP, casein and glucose¹⁾

Sample	Appearance	Supernatant separation		Odor	Acid taste ⁴⁾	Color
		0 hr ²⁾	24 hr ³⁾			
Milk	Fluid	None	21~27%	Normal yogurt smell	5	Milky white
Control	Slightly sticky fluid	None	None	Yogurt and egg white smell	4.5	Egg white
GSA I	Slightly sticky fluid	None	None	Yogurt, egg white and yeast extract smell	5.5	Slightly yellow-tinted egg white
GSA II	Slightly sticky fluid	None	None	Yogurt and egg white smell	5.4	Egg white

¹⁾Samples were prepared from milk or mixture of EWP, casein, glucose and GSA fermented with *L. acidophilus* for 24 hr, freeze dried and reconstituted with water.

²⁾0 hr : Measured immediately after reconstitution.

³⁾24 hr : Measured after 24 hr standing in test tube(diameter 1.8 cm) at 5°C.

⁴⁾Acid taste : 9.0 extremely strong, 5.0 equal to milk sample, 1.0 extremely weak. Mean values of five replications.

0.05), 동결 전과 동결건조 후의 시료는 모두 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 이상의 결과로 보면 동결 또는 동결건조에 의하여 젖산균 발효식품의 pH는 거의 변화가 없으나, 생균수는 동결, 특히 동결건조 도중에 급격히 감소하는 것으로 판단된다. 동결 도중에 생균수가 감소한 이유는 본 실험의 낮은 동결 온도(-70°C)에서 세균 세포막의 지질이 更化되어 저온에 약한 일부 세균들의 세포막이 손상되고⁽¹²⁾, 아울러 저온에서 결빙된 수분 입자의 부피 팽창으로 균체가 손상되었기 때문이라고 생각된다. 동결건조에 의한 생균수의 감소는 여러가지 복합적인 원인이 있겠지만, 진공에 가까운 압력(10 mm Torr)과 장시간의 건조(24 hr)에 균체가 노출되어 일부 생존력이 약한 균체의 사멸을 초래한 것으로 추측된다. 그러나 상세한 것은 앞으로의 실험에 의하여 확인되어야 할 과제이다.

Kim 과 Bhowmik⁽²⁾은 “우유요구르트의 분무건조 도중 젖산균의 생존도”에 관한 연구에서 동결건조에 관한 실험도 간략히 수행하였는데 그 결과를 보면, 우유요구르트를 액체 질소로 급속 동결한 후, 실온, 50 μ m Hg 압력의 조건하에서 50 hr 동결건조시켰을 때, 요구르트 중의 *L. bulgaricus*의 균수가 대략 1/100 정도로 감소하였다. 이와 같은 결과는 본 연구의 결과보다 동결건조에 의한 생균수 감소율이 훨씬 높은 것이다. 그 이유는 Kim과 Bhowmik⁽²⁾의 실험에서 급속 동결제로 사용한 액체질소가 본 실험의 동결 조건(-70°C)보다 균체의 손상을 많이 초래하였기 때문이라고 사료된다.

한편 Ko와 Oh⁽³⁾는 우유와 과즙으로 만든 젖산균 발효식품을 동결건조하여 *L. acidophilus*의 생균수의 변화를 관찰한 결과 대략 1/5~1/10로 감소하여 본 실험의 결과와 같은 경향을 나타내었다.

동결건조 후 환원된 젖산균 발효식품의 기호성

Table 2는 우유시료, Control시료, GSA 시료를 발효하여 동결건조시킨 후 다시 살균수로 환원하여 물리적인 특성과 기호성을 관찰한 것이다. 우유시료의 경우 환원된 시료의 형태(appearance)는 동결건조 전의 발효유보다 다소 거칠은(coarse) 느낌을 주는 입자가 유체 상태를 이루고 있었으며, 환원 직후에는 상등액의 분리가 없었으나, 24시간 후에는 21~27% 상등액이 분리되었다. Control시료, GSA 시료의 환원된 형태는 점질성의 유체로서 동결건조 전의 시료와 큰 차이는 없었고, 상등액의 분리는 24시간 후에도 없었다. 냄새(odor)는 시료별로 각각 특유한 냄새를 나타냈으나, Control시료와 GSA II 시료는 차이가 없었으며, 모든 시료가 동결건조 전의 시료와 큰 차이가 없었다. 酸味는 GSA 시료, 우유시료, Control 시료 순으로 높았는데 이것은 동결건조 전의 시료와 같은 결과이다. 色相은 시료별로 각각 특유의 색상을 나타냈으며, 모든 시료가 동결건조 전의 시료와 큰 차이가 없었다.

관능성 검사

Table 3~4는 *L. acidophilus*로 18시간 발효하여 만든 Control 및 GSA I 시료와 이들을 동결건조 후 환원시킨 시료의 관능성을 嗜好尺度法에 따라 비교한 결과이다. Table 3은 난백분말, 카제인과 포도당을 기질로 하여 발효시킨 Control시료(A)와 이를 동결건조-환원한 시료(B)의 관능성을 비교한 결과로서 전반적인 기호도는 A시료가 5.50, B시료가 5.10으로 A 시료가 유의적으로 우수하였으며($p < 0.01$), 맛과 조직감도 A 시료가 B 시료보다 우수하였다. Table 4는 GSA I 시료의 관능검사 결과로서 전반적인 기호도와 조직감은 A시료가 B시료보다 우수하였으나, 맛과 향은 B시료가 A 시료보다 우수하여 앞의 시료와 다소 다른 경향을 나타내었다. 그 이유는 첨가된 GSA I 즉, yeast extract

Table 3. Comparison of sensory properties of (A) Control sample and those of (B) reconstituted Control sample¹⁾

	(A)Control sample prepared from mixture of EWP, casein and glucose	(B)Reconstituted Control sample prepared from mixture of EWP, casein and glucose
Overall acceptability	5.50** ²⁾ ± 0.52	5.10 ± 0.46
Taste	5.28** ± 0.43	5.00 ± 0.42
Odor	5.18 ± 0.51	5.13 ± 0.27
Texture	5.98** ± 0.89	4.80 ± 0.75
Color	5.70 ± 0.43	5.70 ± 0.43

¹⁾Hedonic Scale value, 9 : Like extremely, 5 : Neither like nor dislike, 1 : Dislike extremely

²⁾p < 0.01.

Table 4. Comparison of sensory properties of (A) GSA I sample and those of (B) reconstituted GSA I sample¹⁾

	(A)GSA I sample prepared from mixture of EWP, casein, glucose and yeast extract	(B)Reconstituted GSA I sample prepared from mixture of EWP, casein, glucose and yeast extract
Overall acceptability	5.05** ²⁾ ± 0.22	4.80 ± 0.46
Taste	4.63 ± 0.35	4.78** ± 0.43
Odor	4.50 ± 0.45	4.68** ± 0.43
Texture	5.88** ³⁾ ± 0.85	5.25 ± 0.82
Color	5.08 ± 0.29	5.13 ± 0.31

¹⁾See footnote in Table 3.

²⁾p < 0.05.

³⁾p < 0.01.

의 강한 맛과 냄새가 동결건조로 인하여 감소되었기 때문에 생각된다. 이상의 결과를 종합하여 보면, 대체적으로 동결건조 전의 시료 (A)가 후의 시료 (B)보다 관능성이 우수한 것으로 나타났다. Control시료와 GSA 시료는 원래의 매끄럽고 윤기있는 커드가 동결건조로 파괴되어 시각적으로 기호도가 떨어졌으며, 동결건조로 휘발성 향기 성분이 감소한 것도 관능성 저하의 한 원인이 된 것으로 생각된다. 두 시료의 조직감이 같지 않다는 점도 동결건조 전의 원래의 젖산균 발효식품에만 익숙한 심사원들에게는 동결건조-환원된 시료의 선호도를 낮게 평가하는데 영향을 준 것 같다. 그러나 이와 같은 단점은 동결건조-환원된 시료를 균질화하여 입자를 동결건조 전의 시료와 같이 미세화하면 크게 개선될 것으로 기대된다.

Table 5는 Control시료와 GSA시료를 발효하여 동결건조시킨 고체상의 시료 3종과 동결건조시킨 우유시료

(표준시료 : Reference)의 관능성을 비교한 결과이다. GSA I 시료를 제외하고는 전반적인 기호도, 향, 조직감 및 색상은 우유시료, Control시료, GSA II 시료 사이에서 유의적인 차이가 거의 없었다(p < 0.05).

Table 6은 Control시료와 GSA시료를 발효하여 동결건조-환원시킨 시료 3종과 동결건조-환원시킨 우유시료(표준시료 : Reference)의 관능성을 비교한 결과이다. 전반적인 기호도는 Control시료, GSA II 시료, 우유시료, GSA I 시료 순으로 우수하였고, 맛은 우유시료가 GSA 시료보다 유의적으로 우수하였다(p < 0.05). 향과 색상은 GSA I 시료를 제외한 다른 3시료 사이에서는 유의적인 차이가 없었다(p < 0.05). 조직감은 우유시료가 다른 3시료에 비하여 유의적으로 저조하였는데, 이는 우유시료의 전반적인 기호도를 낮추는 원인이 되었다.

Ko와 Oh¹⁵⁾는 우유와 과즙으로 만든 발효유를 동결건조하여 관능성 등을 관찰하였는데, 동결건조-환원된

Table 5. Sensory properties of freeze dried fermented food prepared from milk or mixture of EWP, casein and glucose¹⁾

	Milk (Reference)	Control	GSA I	GSA II
Overall acceptability	5.00 ^a	4.92 ^{ab} ± 0.19	4.81 ^b ± 0.55	4.85 ^{ab} ± 0.23
Taste	5.00 ^a	4.85 ^{ab} ± 0.23	4.69 ^b ± 0.75	4.69 ^b ± 0.29
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a ± 0.15	4.79 ^b ± 0.49	5.00 ^a ± 0.15
Texture	5.00 ^a	4.94 ^a ± 0.17	4.73 ^b ± 0.25	5.00 ^a
Color	5.00 ^a	5.00 ^a	4.81 ^b ± 0.38	5.00 ^a

¹⁾Samples were fermented with *L. acidophilus* for 18 hr.

^{a-b}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 6. Sensory properties of freeze dried/reconstituted fermented food prepared from milk or mixture of EWP, casein and glucose¹⁾

	Milk (Reference)	Control	GSA I	GSA II
Overall acceptability	5.00 ^{bc}	5.31 ^a ± 0.29	4.98 ^a ± 0.54	5.19 ^{ab} ± 0.29
Taste	5.00 ^a	4.83 ^{ab} ± 0.24	4.63 ^b ± 0.63	4.69 ^b ± 0.29
Odor	5.00 ^a	5.00 ^a	4.60 ^b ± 0.51	4.88 ^a ± 0.22
Texture	5.00 ^b	5.90 ^a ± 0.21	5.85 ^a ± 0.23	5.00 ^a ± 0.21
Color	5.00 ^a	5.00 ^a	4.71 ^b ± 0.39	5.00 ^a

¹⁾Samples were fermented with *L. acidophilus* for 18 hr, freeze dried and reconstituted with water.

^{a-c}See footnote in Table 5.

시료의 관능성이 동결건조 전의 시료보다 우수하지는 않았으나, 동결건조시킨 고체상의 발효유는 환원성이 우수하고 기호도가 양호하다고 보고하였다.

Table 5-6의 결과와 Ko와 Oh⁽³⁾의 실험 결과로 판단하면, 동결건조시킨 고체상의 발효유 또는 젖산균 발효식품은 아직 미흡한 점이 있으나, 환원성이 우수하고 기호도와 보존성이 양호하여 앞으로 연구를 계속하여 품질을 개선시키면 새로운 젖산균 발효 제품 또는 기능성 식품으로 개발될 가능성이 있다고 사료된다.

경도 측정

우유시료, control시료 및 GSA시료를 *L. acidophilus*로 18시간 발효시켜 동결건조한 고체 상태의 시료의 경도를 측정된 결과를 Table 7에 나타내었다. 우유시료의 경도가 Control시료 및 GSA시료보다 유의적으로 높았는데 (p < 0.05), 그 이유는 우유시료의 고형분(12.7%)⁽¹³⁾ 함량이 나머지 시료의 고형분 함량(8%, W/V) 보다 높았기 때문이다.

Table 7. Hardness of freeze dried fermented food prepared from milk or mixture of EWP, casein and glucose¹⁾

Hardness ²⁾				
Milk	Control	GSA I	GSA II	
182.8 ^a ± 8.8	154.17 ^b ± 23.9	156.7 ^b ± 21.0	153.1 ^b ± 26.9	

¹⁾Samples were fermented with *L. acidophilus* for 18hr and freeze dried.

²⁾Mean values and standard deviations of thirty replications.

휘발성 향기 성분의 변화

Table 8은 동결건조 전의 젖산균 발효식품과 동결건조-환원된 젖산균 발효식품의 휘발성 향기 성분의 함량을, Table 9는 동결건조 후의 회수율을 나타낸 것이다. Table 8을 보면 Control시료를 제외한 동결건조 후의 모든 시료에서 ethanol, diacetyl, butanol, acetoin이 검출되었으며, acetone은 모든 시료에서 검출되지 않았다. Table 9를 보면 동결건조에 의하여 모든 시료의 휘발성 향기 성분의 함량이 감소하는 경향을 보였는데 그 감소의 정도는 시료 별로 차이가 있었다. Diacetyl (53.5~81.7%)과 butanol (20.6~65.0%)은 회수율이 높았고, ethanol(12.7~39.6%)과 acetoin(18.1~22.7%)의 회수율은 낮았다. 이러한 결과는 동결건조에 의하여 휘발성 향기성분의 損失率이 높음을 시사하는 것이다. 한편 동결건조 전 시료의 휘발성 향기 성분의 함량의 차이를 보면 우유시료는 ethanol과 acetoin의 함량이 다른 시료에 비해 높았으며 control시료는 모두 낮은 함량을 나타냈다. GSA II 시료는 butanol 함량이 다른 시료에 비해 월등히 높았다. 본 실험에서 검출된 향기

Table 9. Recovery ratio of volatile aroma compounds after freeze drying (unit : %)

Sample	Acetone	Ethanol	Diacetyl	Butanol	Acetoin
Milk	- ¹⁾	39.6	53.5	65.0	18.1
Control	-	26.3	71.6	34.0	0
GSA I	-	12.7	81.7	20.6	22.7
GSA II	-	14.7	57.5	26.6	20.4

¹⁾: Trace.

Table 8. Composition of volatile aroma compounds in fermented food before and after freeze drying¹⁾ (unit : ppm)

Sample	Acetone		Ethanol		Diacetyl		Butanol		Acetoin	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Milk	- ²⁾	-	7.28 ± 1.50	2.88 ± 0.82	1.29 ± 0.28	0.69 ± 0.18	0.40 ± 0.08	0.26 ± 0.20	31.13 ± 13.76	5.63 ± 2.47
Control	-	-	2.32 ± 0.58	0.61 ± 0.13	1.09 ± 0.28	0.78 ± 0.21	0.50 ± 0.11	0.17 ± 0.05	7.93 ± 3.05	-
GSA I	-	-	5.73 ± 0.99	0.73 ± 0.21	2.68 ± 0.50	2.19 ± 0.62	1.36 ± 0.27	0.28 ± 0.07	17.30 ± 7.33	3.93 ± 1.31
GSA II	-	-	5.10 ± 1.23	0.75 ± 0.21	1.81 ± 0.46	1.04 ± 0.31	28.83 ± 6.06	7.66 ± 2.25	14.74 ± 3.94	3.01 ± 1.14

¹⁾Mean values and standard deviations of 18 or more replications.

²⁾: Trace.

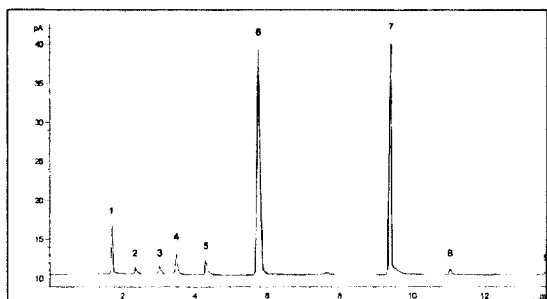


Fig. 1. GC chromatogram of volatile aroma compounds in fermented food prepared from mixture of EWP, casein, glucose and tryptone. 1: unknown, 2: dodecanol, 3: unknown, 4: ethanol, 5: diacetyl, 6: n-propanol, 7: butanol, 8: unknown, 9: acetoin

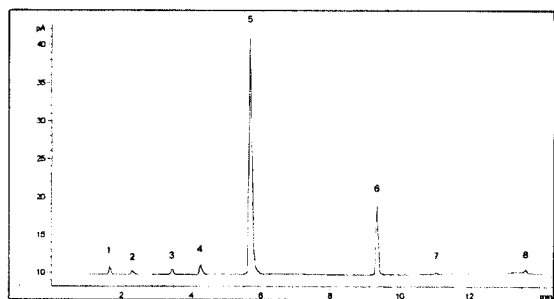


Fig. 2. GC chromatogram of volatile aroma compounds in freeze dried/reconstituted fermented food prepared from mixture of EWP, casein, glucose and tryptone. 1: unknown, 2: dodecanol, 3: ethanol, 4: diacetyl, 5: n-propanol, 6: butanol, 7: unknown, 8: acetoin

성분 가운데 ethanol은 주로 발효유에서, diacetyl은 발효유에서, butanol은 젖산균의 배지로 사용된 MRS broth와 GSA II인 tryptone에서, acetoin은 발효유에서 유래되었음을 blank test의 결과에서 확인하였다. 본 실험에서 검출된 향기 성분 가운데 젖산균 발효에 의하여 생성된 향기 성분은 ethanol, diacetyl, acetoin이며, butanol은 젖산균 발효와는 무관하게 원래부터 기질에 존재하는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 Ko와 Oh⁽³⁾, Kim과 Ko⁽⁷⁾, Ko와 Lee⁽¹⁴⁾의 결과와도 경향이 대체로 유사한 것이었다. 그러나 이상의 결과는 본 실험에서 사용한 특정한 GC 칼럼과 본 연구실에서 사용되고 있는 특정한 분석조건하에서 얻어진 것이므로, 분석조건이 이와 다를 경우에는 다른 결과가 나올 가능성이 있다고 사료된다.

Fig. 1은 GSA II 시료의 휘발성 향기 성분의 GC chromatogram이며, Fig. 2는 동일한 시료를 동결건조-환원한 시료의 휘발성 향기 성분의 GC chromatogram

이다. 먼저 Fig. 1을 보면 모두 9개의 피크가 나타났는데, 이중에서 dodecanol(2), ethanol(4), diacetyl(5), n-propanol(6), butanol(7), acetoin(9)의 6개는 표준물질의 retention time과 비교하여 성분이 확인이 되었고, 3개의 피크(1,3,8)는 성분을 확인할 수 없었다. n-propanol은 내부표준물질(internal standard)로 첨가한 것이며, dodecanol은 GC의 ChemStation이 원래부터 기억하고 있는 성분이다. 한편 Fig. 2를 보면 피크의 수(8개)와 패턴은 Fig. 1과 거의 유사하나, 피크의 높이가 감소하였음을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 동결건조에 의하여 젖산균 발효식품의 휘발성 향기 성분이 감소한다는 Table 8의 결과와 일치하는 것이다. 3개의 미확인 성분을 확인하는 것이 앞으로 수행해야 할 과제이다.

요 약

본 연구에서는 난백분말과 카제인 기질에 생육촉진 물질을 첨가하여 만든 젖산균 발효식품의 동결건조에 의한 젖산균 생균수의 변화, 관능성의 변화, 경도, 휘발성 향기성분의 변화를 관찰하였다. 동결 또는 동결건조에 의하여 젖산균 발효식품의 pH는 거의 변화가 없으나, 생균수는 동결, 특히 동결건조 도중에 급격히 감소하였고, 동결 전의 균수를 100%로 했을 때, 동결 후의 생존율은 72.0~82.4%, 동결건조 후의 생존율은 10.0~20.4%였다. 동결건조 전 시료와 동결건조-환원된 시료의 관능성을 비교하여 보면, 대체적으로 동결건조 전의 시료가 동결건조-환원된 시료보다 관능성이 우수하였으나, 동결건조시킨 고체상의 발효유 및 젖산균 발효식품도 환원성이 뛰어나고 기호도가 양호하였다. 동결건조 전의 젖산균 발효식품과 동결건조-환원된 젖산균 발효식품의 휘발성 향기 성분의 변화를 보면, 동결건조에 의하여 모든 시료의 휘발성 향기 성분의 함량이 감소하는 경향을 보였고 그 감소 정도는 시료 별로 차이가 있었다.

문 헌

1. Korean Association of Dairy Technologists. Milk. Korean Association of Dairy Technologists. 74: 62 (1999)
2. Kim, S.S. and Bhowmik, S.R. Survival of lactic acid bacteria during spray drying of plain yogurt. J. of Food Sci. 55: 1008-1010 (1990)
3. Ko, Y.T. and Oh, M.H. Freeze drying of fermented milk and fruit juices. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1448-1455 (1998)

4. 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)
5. 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)
6. Larmond, E. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food.* Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1977)
7. Kim, K.H. and Ko, Y.T. Volatile aroma compounds of yogurt from milk and cereals. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 136-141 (1993)
8. Park, S.K. The review of flavor analysis : Part 1. The analysis of food flavor. *Food Sci. and Ind.* 24: 88-94 (1991)
9. Young-In Scientific Co. *Textbook of GC Workshop.* Young-In Scientific Co., Seoul (1991)
10. 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)
11. Rao, M and Blane, K. *PC-STAT.* University of Georgia, Athens, USA (1985)
12. Madigan, M.T., Martinko, J.M. and Parker, J. *Biology of Microorganisms,* pp.161-168. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA (1997)
13. Walstra, P. and Jenness, R. *Dairy Chemistry and Physics,* pp.1-3. John Willey & Sons, Inc., New York, USA (1984)
14. Ko, Y.T. and Lee, E.J. The preparation of yogurt from egg white powder and casein. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 337-344 (1996)

(1999년 6월 30일 접수)