

## 막분리한 두부순물 농축분말첨가가 요구르트의 품질에 미치는 영향

정해정<sup>1\*</sup> · 정진영<sup>1</sup> · 김우정<sup>2</sup>

<sup>1</sup>대진대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>세종대학교 식품공학과

### Influence of Addition of Membrane-Filtered Powder of Sunmul on the Quality Characteristics of Yogurt

Hai-Jung Chung<sup>1\*</sup>, Jin-Young Jung<sup>1</sup> and Woo-Jung Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Nutrition, Daejin University, Gyeonggi-do 487-711, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science & Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

#### Abstract

The aim of this study was to propose utilization of tofu whey concentrates separated by ultrafiltration (UF) for yogurt production. The curd yogurt was prepared from whole milk added with skim milk powder in which UF powder was substituted 0%, 6.25%, 12.5% or 25% for skim milk powder. The quality characteristics of yogurt in terms of pH, titratable acidity, viscosity, color and viable cell counts were evaluated. There were no significant differences in pH and titratable acidity between control (yogurt added with only skim milk powder) and yogurt added with UF powder after 24 hr of fermentation at 37°C. Apparent viscosity of yogurt added with UF powder was lower (2,623~3,189 cps) than that of the control yogurt (3,196 cps). Lightness and redness value of yogurt added with UF powder were not significantly different from control yogurt, while yellowness value increased as the amount of UF powder increased. Addition of UF powder stimulated the growth of lactic acid bacteria. Gas chromatographic analysis detected acetaldehyde, diacetyl, and organic acids, and more volatile compounds were detected in yogurt added with UF powder. Sensory analysis showed that yogurt added with UF powder were evaluated as acceptable as control yogurt. Therefore, UF powder could be substituted for skim milk powder without depressing yogurt quality.

**Key words:** sunmul, yogurt, volatile compounds

#### 서 론

두부는 오래전부터 동양에서 섭취하여 왔던 대중적인 단백질 식품으로 최근 성인병 예방에 효과가 있는 건강식품으로 인정되면서 세계적으로 그 소비가 증가하고 있다(1). 두부는 가열한 두유에 응고제를 첨가하여 단백질을 응고시켜서 제조하게 되는데 이 때 응고되지 않은 물을 순물이라 한다. 두부 순물에는 isoflavone, oligosaccharide, phytate, saponin 등 다양한 저분자량의 기능성 성분이 함유되어 있고 이 중에서도 isoflavone은 암, 심혈관질환, 당뇨, 골다공증 등의 만성 질환 예방 효과(2-4)가 있고 oligosaccharide는 장내 유해세균 억제, 변비방지 효과(5,6)가 있으며 phytate와 saponin은 항암효과 및 혈중 콜레스테롤을 저하시키는 효과(7,8) 등이 있음이 밝혀짐에 따라 두부 순물 중에 함유되어 있는 기능성 물질을 회수하여 식품소재로 활용하는 것이 관심의 대상이 되고 있다.

건강음료로 알려져 있는 요구르트는 전유 또는 탈지유를

젖산균으로 발효시켜 만든 유제품으로 우유성분 이외에 lactic acid, peptone, peptides 등이 함유되어 있고 유산균의 장내 증식에 의한 정장작용, 대장암 발생 억제작용 등이 있어 식품영양학적으로 매우 우수한 음료라고 할 수 있다(9,10). 우리나라에서는 1970년대 초에 액상 요구르트가 시판되기 시작하여 주종을 이루었으나 수년 전부터 유고형분 함량과 유산균수가 많은 커드상의 요구르트가 판매되기 시작하여 그 수요가 꾸준히 증가하고 있다. 최근 들어 건강지향적인 기능성 식품의 개발에 소비자들의 관심이 높아지면서 천연소재를 요구르트에 첨가하여 기존의 요구르트의 기능성뿐만 아니라 새로운 생리활성이 강화된 요구르트를 제조한 논문들이 보고되었고 그 예로는 클로렐라(11), 구기자(12), 땅콩(13), 배양인삼(14), 단감분말(15), 삼백초(16), 녹차(17), 쑥(18), 길경(19) 첨가 요구르트에 관한 연구 등을 들 수 있다. 본 연구에서는 순물의 한외여과(ultrafiltration: UF)막 분리에 의하여 농축된 분말을 사용하여 요구르트를 제조하고 품질 특성을 살펴봄으로써 새로운 기능성 식품소재로의 활용 가능성

\*Corresponding author. E-mail: haijung@daejin.ac.kr  
Phone: 82-31-539-1861. Fax: 82-31-539-1860

을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

순물은 (주) 두솔(충남 예산)에서 두부 제조 시 발생하는 것을 사용하였고 순물의 분리농축은 Kim 등(20)의 방법에 따라 Millipore사(Bedford, MA, USA) 제품인 10K dalton의 0.1 m<sup>2</sup> 한외여과막을 사용하여 6배로 농축한 뒤 건조하였다. UF 분리액의 건조는 Kim 등(21)의 방법에 의해 건조량 기준으로 DE값이 12인 dextrin을 20% 첨가하여 분무건조기(Nitro Atomizer Pilot, Niroso, Denmark)를 사용하여 건조시켰다. 이상과 같이 농축건조된 UF 분말에는 isoflavone 1.008 mg/g, oligosaccharide 0.185 g/g이 함유(21)되어 있고 일반 성분 분석 결과는 Table 1과 같다.

### UF 분말 첨가 요구르트의 제조

발효 기질로써 전지 우유(서울 우유) 100 mL에 탈지분유(서울우유) 4 g(w/v)을 첨가하여 고형분의 함량을 증가시키고 탈지분유의 0%, 6.25%, 12.5% 및 25%를 UF 분말로 각각 대체한 후 hand mixer(62680, Proctor-Silex, USA)로 1분간 균질화한 다음 60~65°C에서 20분간 살균하였다. 살균된 기질을 실온으로 냉각시킨 후 한미요구르트사(한미약품)의 혼합 젖산균(유산균 배양물 함유비율 33.3%로 균수는 *Lactobacillus acidophilus* 3×10<sup>8</sup>/g, *Lactobacillus bulgaricus* 5×10<sup>8</sup>/g, *Lactobacillus yogurti* 2×10<sup>8</sup>/g, *Streptococcus thermophilus* 1×10<sup>9</sup>/g) 1 g을 접종하여 37°C에서 24시간 배양하면서 이화학적 특성을 검사하였다.

### pH 및 적정산도(titratable acidity) 측정

UF 분말 첨가 요구르트 발효액의 pH는 pH meter(level II, inoLab, Germany)로 직접 측정하였고 발효 중 경시적인 젖산균의 산생성을 조사하기 위한 적정산도는 발효액 10 g에 증류수 20 mL를 가한 후 0.1 N NaOH로 pH가 8.1이 될 때까지 적정하고 젖산으로 환산하였다.

### 점도 변화 측정

UF 분말 첨가 요구르트의 점도 변화는 발효과정 중의 요구르트를 시간별로 일정량을 취한 후, 11~14°C의 온도를 유지하며 viscometer(Viscostar L, Selectar, Spain) 3번 spindle를 사용하여 20 rpm에서 1분 경과 후 30초 간격으로 3분까지 점도를 측정하여 평균값을 산출하였고 3회 반복 실시하였다.

### 색도 측정

UF 분말 첨가 요구르트의 색도는 색차계(JX 777, Juki,

Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였고 세 개의 시료를 한 시료당 10회 반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

### 생균수 측정

발효과정 중 경시적인 생균수 변화를 측정하기 위해 시료 1 g을 취하여 0.85% saline solution에 10배 희석법으로 희석한 후 BCP plate count agar(Eiken Chemical Co., Japan) 평판배지에 도말한 후 37°C에서 배양하여 나타난 황색 colony의 수를 계수하여 CFU(colony forming unit)/mL로 나타내었다.

### 휘발성 향기 성분 분석

UF 분말 첨가 요구르트의 휘발성 향기 성분의 분석은 SPME(solid phase microextraction) 방법으로 실시하였다. 요구르트 10 g을 취하여 30 mL headspace glass vial에 담고 septum(Supelco, USA)으로 밀봉하였다. 여기에 SPME fiber를 꽂아 1 cm 노출시키고 vial을 60°C water bath에서 20분간 휘발성 성분을 흡착시킨 후 GC injection port에 노출시켜 2분간 탈착시켰다. SPME fiber의 종류는 예비실험을 통하여 향기성분 흡착력이 가장 우수한 75 µm carboxen-polydimethylsiloxane(CAR/PDMS)을 사용하였고 분석은 FID(flame ionized detector)가 장착된 gas chromatograph(HP 6890 Plus, Hewlett Packard, Wilmington, USA)로 실시하였다. Column은 HP-5(25 m×0.32 mm I.D.), carrier gas는 N<sub>2</sub>(1.2 mL/min)를 사용하였고 주입기의 온도는 220°C, 오븐 온도는 40°C에서 2분간 유지한 다음 120°C까지 6°C/min로, 220°C까지 8°C/min로 상승시켰다. 휘발성 성분의 동정은 HP 6890 GC/HP 5973 MSD(Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 GC와 동일한 조건으로 분석하여 표준품과의 retention time 비교 및 문헌상의 자료와 대조함으로써 이루어졌다. 이때 mass system의 조건은 ionization mode EI, ionization voltage 70 eV, mass range 40~300 a.m.u.이었으며, 사용된 library는 Wiley 7n.1이었다.

### 관능검사

발효가 완료된 요구르트에 설탕(10%, w/w)을 첨가하여 냉장고에서 3시간 방냉한 후 관능검사를 실시하였다. 관능검사 요원은 식품영양학과 4학년 학생 9명을 선발하여 평가항목에 대하여 설명하고 특성의 개념과 강도 평가에 대하여 익숙해지도록 훈련을 시킨 다음 본 실험을 실시하였다. 평가항목은 색(color), 냄새(smell), 신맛(sour taste), 조직감(mouth-feel), 뒷맛(aftertaste) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 각 항목별로 9점 척도법으로 평가하여 1점에서 9점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였다.

### 통계처리

실험결과는 SAS(Statistical Analysis System, version

Table 1. Proximate composition of UF powder (%)

Moisture	Ash	Crude fat	Crude protein	Carbohydrates
10.08±0.25	12.88±1.16	0.94±0.09	30.06±1.41	45.59±0.71

8.12)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의차를 검정하였다( $p < 0.05$ ).

결과 및 고찰

발효과정 중 pH 및 적정 산도의 변화

UF 분말 첨가 요구르트의 발효과정 중 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. UF 분말 첨가 요구르트의 접종 직후 pH는 6.06~6.53으로 UF 분말 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났고 이는 UF 분말에 함유되어 있는 phytic acid와 산성 유리아미노산에 의하여 UF 분말 첨가량의 증가에 비례하여 pH가 낮아진 것으로 분석된다. 그 이후 발효 12시간까지 pH는 급격히 떨어지고 그 후에도 계속 저하하면서 각 시료간에 pH 격차가 줄어들어 발효 24시간 후 최종 pH는 대조군이 3.68, UF분말 첨가군이 3.67~3.70으로 대조군과 유의적인 차이가 없었는데 이는 시간이 경과함에 따라 UF 분말의 단백질 및 유리아미노산 등이 완충작용을 하여 나타난 결과로 생각된다. UF 분말 첨가 요구르트의 발효과정 중 적정산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 접종 직후의 산도는 0.20~0.28%로 UF 분말 첨가군이 대조군보다 유의적으로 낮았고 이 같은 결과는 대조군보다 UF 분말 첨가군의 pH가 낮게 나타난 것과 일치하였다. 발효 12시간 후의 적정산도는 0.95~1.02%로 모든 실험군에서 초기보다 현저히 증가하였고 Fig. 1에 나타난 pH의 변화 양상과 대체로 일치하는 경향을 보여주었다. 그 이후 적정산도는 완만히 증가하여 발효 24시간 후에는 대조군이 2.02%, UF 분말 첨가군이 2.01~2.06%로 각 시료간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 요구르트의 적정 pH 범위는 3.27~4.53이고(22) 적정산도는 0.95~1.20%라는 보고(23)와 비교하여 볼 때 본 실험에서의 적정산도 값이 높게 나타났는데 이는 단일균주가 아닌 혼합균주를 사용하였기 때문

에 산생성이 증가된 것으로 분석된다. 고구마와 호박을 첨가하여 제조한 요구르트의 발효 24시간 후 pH는 4.17~4.25, 적정산도는 1.205~0.002%라고 보고하였고(24) 매실을 첨가한 호상 요구르트의 발효 24시간 후 pH는 3.93~4.53, 적정산도는 0.85~1.23%로 보고(25)함으로써 본 실험의 결과보다 pH는 높고 적정산도는 낮아서 첨가된 물질의 종류에 따라 최종 pH와 적정산도는 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

점도의 변화

UF 분말을 첨가하여 요구르트를 제조하고 발효 24시간 동안 요구르트의 점도를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 발효 6시간까지 점도는 서서히 증가하여 432~620 cps를 나타내던 것이 발효 12시간 후에는 1,912~2,453 cps로 급격히 점도가 증가하여 Fig. 2에 나타난 적정산도의 증가와 유사한 경향을 보였다. 그 이후에도 꾸준히 증가하여 발효 18시간 후

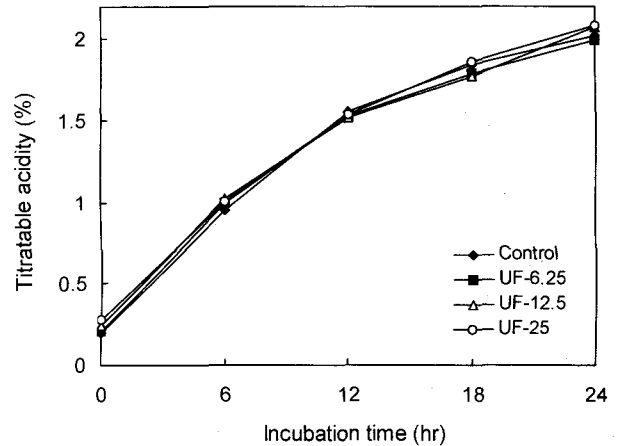


Fig. 2. Changes in titratable acidity (%) of yogurt added with different levels of UF powder during fermentation at 37°C.

Groups are the same as in Fig. 1.

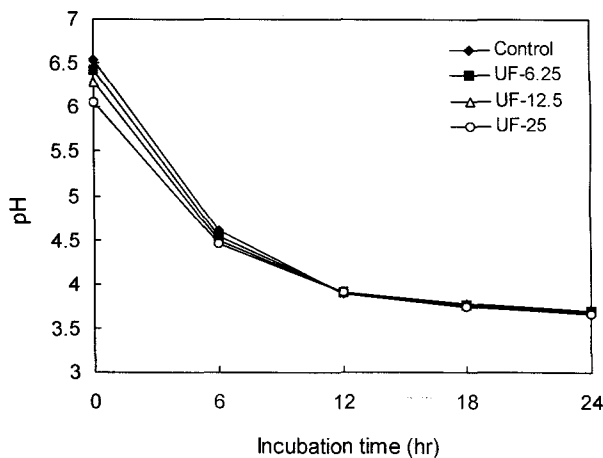


Fig. 1. Changes in pH of yogurt added with different levels of UF powder during fermentation at 37°C.

UF-6.25: 6.25% substitution for skim milk, UF-12.5: 12.5% substitution for skim milk, UF-25: 25% substitution for skim milk.

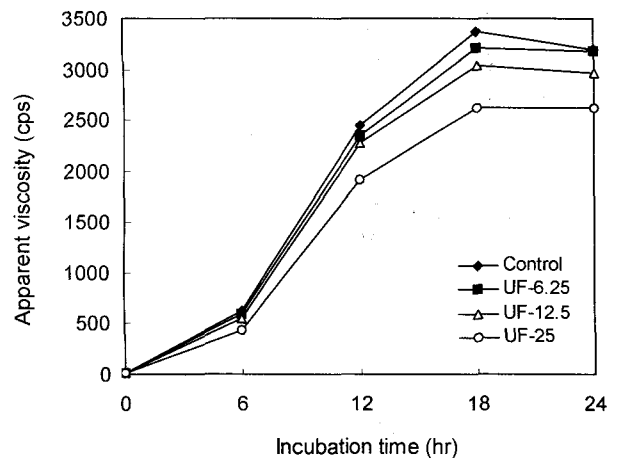


Fig. 3. Changes in viscosity of yogurt added with different levels of UF powder during fermentation at 37°C.

Groups are the same as in Fig. 1.

의 점도는 2,624~3,369 cps를 나타냈고 24시간 후에는 대조군이 3,196 cps로 가장 높았고 25% 첨가군이 2,623 cps로 가장 낮아서 UF 분말 첨가량의 증가에 따라 점도는 낮아지는 것으로 나타났다. 요구르트의 점도에 영향을 주는 요인으로는 혼합액의 총 고형분 함량, 단백질의 가수분해 정도, 염의 함량, 산생성력, 사용균주의 단백질 분해력 등으로 알려져 있다(13). 본 연구에서 UF 분말 첨가군과 대조군간의 산생성량에 큰 차이가 없음에도 불구하고(Fig. 2) UF 분말 첨가 요구르트의 점도가 감소하는 이유에 대하여는 향후 연구가 필요하나 UF 분말에 함유된 성분에 의하여 단백질의 가수분해가 촉진되었기 때문일 것으로 추측된다. 다른 연구에서는 썩 추출물을 첨가하여 요구르트를 제조한 경우 썩 추출물 1%, 2% 첨가에 의하여 점도가 대조군보다 감소하였다고 하였는데 이는 썩 추출물이 요구르트 내에서 단백질과 결합하여 단백질 수화율, 보수력 등의 겔 강도에 영향을 주어 낮은 점도를 나타낸 것이라고 하였다(26). 클로렐라 첨가 요구르트는 클로렐라의 첨가로 인하여 산생성량이 증가하였으나 요구르트의 점도는 감소하였다고 보고하였다(11). 반면에, 삼백초(16)를 첨가하여 제조한 요구르트는 대조군보다 점도가 증가하였는데 이는 삼백초 첨가에 의하여 젖산균의 생육이 촉진되고 카제인과 유청 단백질의 응집이 상대적으로 많이 일어나 점도가 증가한 것으로 보고하고 있다. 또한 알로에(27)와 구기자(28)를 첨가하여 제조한 요구르트도 대조군보다 점도가 증가한 것으로 보고되고 있어 본 실험의 결과와는 차이를 보였다.

요구르트의 색도

UF 분말 첨가 요구르트의 색도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조군이 77.69, 첨가군이 76.95~77.47로 시료간에 유의적인 차이가 없었고 적색도를 나타내는 a값은 -0.05~-0.12로 모든 시료들이 (-)값을 나타내어 적색보다는 녹색을 띠는 것으로 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 UF 분말 첨가량이 증가함에 따라 대조군의 5.81보다 높아져서 6.25%, 12.5%, 25% 첨가군이 각각 6.08, 6.45, 6.82의 값을 나타내어 유의적인 차이를 보였는데 이는 UF 분말 자체가 지니는 황색의 영향을 받은 것으로 여겨진다. 매실첨가 요구르트의 L값은 시료간에 유의적인 차이가

Table 2. Hunter Lab color value of yogurt added with different levels of UF powder

Groups <sup>1)</sup>	Color value		
	L	a	b
Control	77.69±0.08 <sup>2)</sup>	-0.12±0.92 <sup>a</sup>	5.81±0.39 <sup>a</sup>
UF-6.25	77.47±0.01 <sup>a</sup>	-0.11±0.86 <sup>a</sup>	6.08±0.28 <sup>a</sup>
UF-12.5	77.37±0.27 <sup>a</sup>	-0.05±0.75 <sup>a</sup>	6.45±0.57 <sup>ab</sup>
UF-25	76.95±0.23 <sup>a</sup>	-0.12±0.59 <sup>a</sup>	6.82±0.57 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as in Fig. 1.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a column are significantly different from each other at  $\alpha = 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

없었고 a값과 b값은 매실 첨가군이 유의적으로 높은 값을 나타냈다고 하였고(25) 자색 고구마 첨가 요구르트는 자색 고구마 첨가량의 증가에 따라 L값과 b값은 감소하였고 a값은 증가하다고 보고하였다(29).

생균수

UF 분말 첨가 요구르트의 발효시간에 따른 생균수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 접종 직후  $1.4\sim 3.0 \times 10^7$  CFU/mL를 나타낸 생균수는 6시간 후에는  $3.53\sim 6.48 \times 10^8$  CFU/mL, 18시간 후에는  $11.0\sim 14.0 \times 10^8$  CFU/mL로 현저한 증가를 보였고 그 이후 완만히 증가하여 발효 24시간 후에는  $12.6\sim 14.3 \times 10^8$  CFU/mL로 25% 첨가군이 가장 높았으며 그 다음 6.25% 첨가군 > 12.5% 첨가군 > 대조군 순으로 나타나서 UF 분말 첨가군에서 대조군보다 생균수가 증가한 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 Fig. 1의 pH의 변화 및 Fig. 2의 산생성량과 비교하여 볼 때 젖산균은 정상기에 도달할 때까지 젖산균의 활발한 증식과 함께 산생성량도 증가하여 pH가 저하되나 정상기에 도달한 이후에는 젖산균의 증식과 산의 생성량이 미미하여 pH의 변화도 둔화된 결과와 일치한다고 볼 수 있다. 본 연구에서 UF 분말을 첨가한 실험군에서의 생균수가 대조군보다 증가한 것은 UF 분말에 함유되어 있는 단백질, 유리 아미노산 및 oligosaccharide 등이 발효 중 젖산균의 생육을 촉진시킨 것으로 추측된다. 다른 연구결과를 보면 배양 인삼 추출액 첨가 요구르트(14)의 경우 첨가물질에 의하여 젖산균의 증식이 대조군에 비하여 촉진되었다고 한 반면, 길경 첨가 요구르트(19)에서는 길경 첨가에 의하여 대조군보다 생균수가 감소하였는데 이는 길경에 saponin 함량이 많기 때문이라고 하였다. 다시마 열수 추출물 첨가 요구르트는 0.5% 농도에서 생균수가 최고치를 나타낸 반면, 1.0% 농도에서는 대조군에 비해 다소 감소된 것으로 보고(30)함으로써 첨가물의 농도가 생균수에 영향을 준 것을 알 수 있다. 요구르트의 성분 규격에 의하면 호상

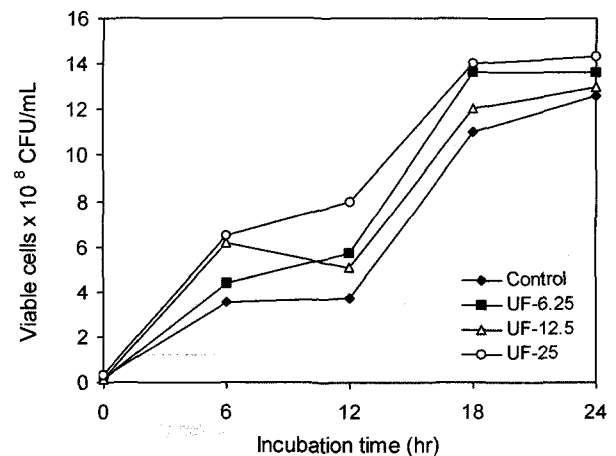


Fig. 4. Changes of viable cell counts in yogurt added with different levels of UF powder during fermentation at 37°C. Groups are the same as in Fig. 1.

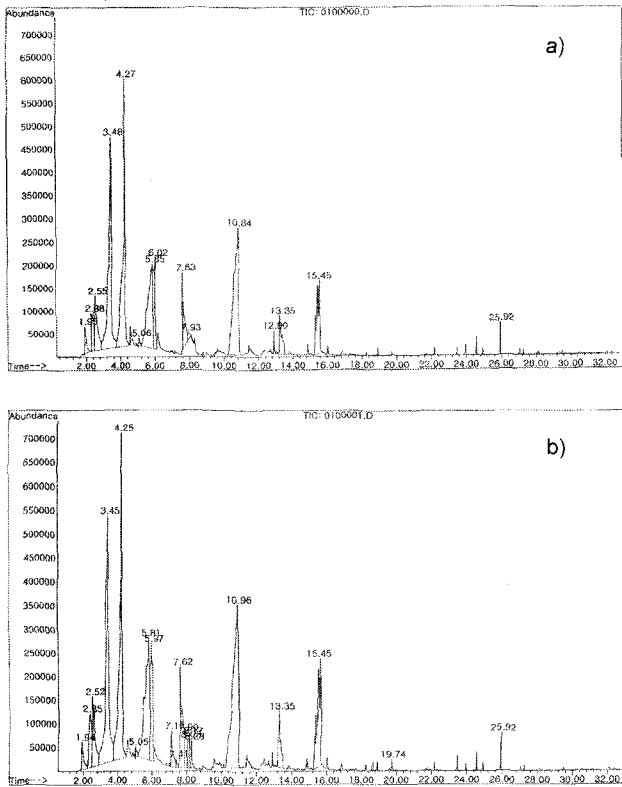


Fig. 5. Gas chromatogram of volatile compounds in yogurt added with UF powder.

a) control, b) UF-25: 25% substitution for skim milk.

요구르트의 젖산균 수는  $10^8$  CFU/mL 이상으로 규정하고 있어 본 실험의 결과 모든 실험군이 적정치 범위 이상으로 나타났다.

휘발성 향기 성분 분석

UF 분말 첨가 요구르트의 휘발성 향기 성분을 SPME로 포집·분석하여 얻어진 chromatogram을 Fig. 5에 나타내었고 GC-MS로 분석하여 library와 표준물질로 동정한 결과를 Table 3에 나타내었다. UF 분말 첨가 요구르트의 경우 대조군보다 다양한 향기 성분이 생성되었고 그 생성량도 더 많은 것으로 확인되었다. 요구르트의 향미를 결정하는 중요 성분인 acetaldehyde는 대조군과 UF 분말 첨가군에서 모두 발견되었는데 acetaldehyde의 생성은 pH가 5.0이하로 감소될 때 촉진되어 pH 4.0까지 지속적이라고 하였다(31). Acetaldehyde의 생성 경로는 *Lactobacillus bulgaricus*에 존재하는 aldehyde dehydrogenase와 *Streptococcus thermophilus*에 존재하는 alcohol dehydrogenase에 의해 glucose가 aldehyde로 전환되고 aldehyde가 ethanol로 전환되는 과정에서 형성되는 것으로 알려져 있다(32). Threonine도 acetaldehyde의 전구체로 알려져 있고(33) UF 분말에 유리 상태로 존재하는 threonine이 acetaldehyde 생성을 촉진한 것으로 추측된다. 그 외의 aldehyde로는 2-butenal이 대조군과 첨가군에서 모두 검출되었다. Ketone류는 2-heptanone과 no-

Table 3. Volatile compounds in yogurt prepared UF powder

Peak	RT <sup>1)</sup> (min)	Volatile compound	Total peak area in electronic counts ( $1 \times 10^6$ )	
			Control	UF-25 <sup>2)</sup>
1	1.94	diethyl oxide	-	5.59
2	1.95	ethylene diamine	3.73	-
3	2.35	1-butanol	7.54	12.0
4	2.38	diacetyl	-	12.21
5	2.52	acetaldehyde	13.17	17.73
6	3.45	acetic acid	53.87	69.04
7	4.25	1,4-dioxane	49.58	69.79
8	5.05	2-butenal	1.75	3.37
9	5.85	butanoic acid	54.59	84.95
10	7.10	1-hexanol	-	5.60
11	7.63	2-heptanone	11.36	34.21
12	10.84	hexanoic acid	50.87	75.11
13	13.35	undecane	-	3.85
14	13.36	nonanone	3.11	-
15	15.45	benzoic acid	8.61	15.30
16	19.74	decanoic acid	-	0.69
17	25.92	2-amino-s-oxo-acetic acid	1.27	1.43
Total			259.45	410.87

<sup>1)</sup>RT: retention time.

<sup>2)</sup>UF-25: 25% substitution for skim milk.

nanone이 검출되었고 요구르트의 향미에 중요한 역할을 하는 diacetyl은 UF 분말 첨가군에서만 발견되었는데 일반적으로 diacetyl은 요구르트에 극소량으로 존재하며 특히 우유의 조성이나 발효에 사용된 유산균의 종류에 따라 함량에 차이가 있다고 보고되고 있다(33). Alcohol과 휘발성 지방산도 요구르트의 향미에 기여하는데 본 실험에서는 butanol, hexanol 등의 alcohol이 검출되었고 acetic acid(C<sub>2</sub>), butanoic aci(C<sub>4</sub>), hexanoic acid(C<sub>6</sub>)와 decanoic acid(C<sub>10</sub>) 등의 지방산이 다른 성분에 비하여 다량 검출되었으며 특히 UF 분말 첨가 요구르트에서 다양한 종류가 검출되었다. Kwak (32)은 요구르트의 주요 휘발성성분으로 acetaldehyde, acetone, ethanol, diacetyl, 2-butanone 및 2-heptanone 등이 검출되었다고 보고하였고 Um 등(34)은 전분 첨가 요구르트에서 acetaldehyde, acetone, ethanol 및 butanol 등이 검출되었다고 보고하였다. 본 실험에서는 acetone과 ethanol이 확인되지 않았는데 이 두 성분은 우유에서 유래하는 것으로 발효 과정 중 휘발되었을 가능성도 배재할 수 없을 것으로 사료된다(34).

요구르트의 관능평가

발효가 완료된 요구르트에 10%(w/w)의 설탕을 첨가하여 냉장고에서 수시간 방냉한 후 관능검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 요구르트의 색상은 모든 시료가 비슷하게 평가되었으며 냄새와 조직감도 시료간에 차이가 없었다. 신맛은 대조군이 5.34, UF 분말 25% 첨가군이 5.81로 다른 시료에 비해 높은 점수로 평가되었는데 이는 UF 분말에 함유되어 있는 phytate 및 유리아미노산에 의한 것이라 할 수 있다. 요구르트를 삼키고 난 후 뒷맛의 정도를 평가한 후미향목은 UF 분말 첨가량이 증가할수록 높은 점수로 평가되

**Table 4. Sensory scores of yogurt added with different levels of UF powder**

Groups <sup>1)</sup>	Color	Smell	Sour taste	Mouth-feel	After-taste	Overall acceptability
Control	4.75 <sup>a2)</sup>	4.50 <sup>a</sup>	5.44 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>	1.38 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>
UF-6.25	4.81 <sup>a</sup>	4.69 <sup>a</sup>	5.25 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	1.38 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>
UF-12.5	4.75 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	5.31 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	1.57 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>
UF-25	4.94 <sup>a</sup>	4.69 <sup>a</sup>	5.81 <sup>b</sup>	4.75 <sup>a</sup>	2.19 <sup>b</sup>	4.59 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Groups are the same as in Fig. 1.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a column are significantly different from each other at  $\alpha=0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

었는데 이유는 UF 분말에 함유되어 있는 isoflavone 특유의 향미에 기인하는 것으로 생각된다. 전체적인 바람직성에서는 UF 분말 6.25% 첨가군이 5.13으로 대조군의 4.94보다 높은 점수를 받았고 12.5% 첨가군과 25% 첨가군은 각각 4.88과 4.59로 평가되어 대조군보다 낮은 점수를 받았으나 시료간에 유의적인 차이는 없었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 UF 분말의 첨가수준을 조절하고 제조방법을 다양화한다면 영양학적으로 우수하고 상품가치가 인정되는 새로운 기능성 요구르트가 될 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구에서는 순물의 막분리에 의하여 제조된 농축분말을 사용하여 요구르트를 제조하고 pH, 적정산도, 점도, 생균수, 향기성분, 관능성 등을 분석함으로써 기능성 식품소재로의 이용 가능성을 검토하였다. UF 분말 첨가 요구르트의 발효 24시간 후 pH와 적정산도는 모든 시료간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 점도는 대조군보다 UF 분말 첨가군이 낮았고 색도를 측정된 결과 UF 분말 첨가 요구르트의 L값과 a값은 대조군과 첨가군간에 유의적인 차이가 없었고 b값은 UF분말 첨가량이 증가함에 따라 높아져서 유의적인 차이를 보였다. 생균수는 18시간까지 급격한 증가를 보이다가 그 이후 완만히 증가하여 발효 24시간에는  $12.6 \sim 14.3 \times 10^8$  CFU/mL를 나타내었고 대조군보다 UF 분말 첨가군에서 생균수가 높게 측정되었다. 요구르트의 휘발성 향기 성분은 UF 분말 첨가군에서 대조군보다 다양한 향미 성분이 검출되었다. 관능검사결과 냄새와 조직감은 시료간에 차이가 없었고 신맛은 UF 분말 첨가군이 대조군보다 높게 평가되었으며 전체적인 바람직성에서는 시료간에 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과로 볼 때 UF 분말을 이용하여 첨가수준을 조절하고 제조방법을 다양화한다면 영양학적으로 우수한 기능성 요구르트로서 그 이용가치가 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림기술개발사업(102001-02-HD110)의 연구

비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- Messina M. 1995. Modern application for an ancient bean: soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. *J Nutr* 125: 567S-569S.
- Birt DF, Hendrich S, Wang W. 2001. Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids. *Pharmacol Ther* 90: 157-177.
- Izumi T, Piskula MK, Osawa S, Obata A, Tobe K, Saito M, Kataoka S, Kubota Y, Kikuchi M. 2000. Soy isoflavone aglycones are absorbed faster and in higher amounts than their glucosides in humans. *J Nutr* 130: 1695-1699.
- Kennedy AR. 1995. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. *J Nutr* 125: 733-743.
- Kim SJ. 1995. The effect of oligosaccharides on health improvement. *Food Tech* 8: 141-145.
- Im SD. 1995. The relationship of bifidobacteria and oligosaccharides. *New Food Industry* 37: 23-32.
- Thompson LU, Zhang L. 1991. Phytic acid and minerals: effect on early markers for mammary and colon carcinogenesis. *Carcinogenesis* 12: 2041-2045.
- Yoshiki Y, Kudou S, Okubo K. 1998. Relationship between chemical structure and biological activities of triterpenoid saponin from soybean. *Biosci Biotechnol Biochem* 62: 2291-2299.
- Gilliland SE. 1989. *Acidophilus* milk product: A review of potential benefits to consumers. *J Dairy Sci* 72: 2483-2494.
- Hood SK, Zottola EA. 1988. Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. *J Food Sci* 55: 506-511.
- Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ. 2005. Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 60-64.
- Bae HC, Cho IS, Nam MS. 2004. Fermentation properties and functionality of yogurt added with *Lycium chinense* Miller. *J Anim Sci Technol* 46: 687-700.
- Bang BH, Seo JS, Jeong EJ, Kim KP. 2004. Studies on the manufacture of peanut yogurt. *Korean J Food Nutr* 17: 53-59.
- Lee IS, Paek KY. 2003. Preparation and quality characteristics of yogurt added with cultured ginseng. *Korean J Food Sci Technol* 35: 235-241.
- Cho YS, Cha JY, Kwon OC, Shin SR. 2003. Preparation of yogurt supplemented with sweet persimmon powder and quality characteristics. *Korean J Food Preservation* 10: 175-181.
- Lee IS, Lee S, Kim HS. 2002. Preparation and quality characteristics of yogurt added with *Saururus chinensis* (Lour.) Bail. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 411-416.
- Bang BH, Park HH. 2000. Preparation of yogurt added with green tea and mugwort tea and quality characteristics. *J Korean Soc Food Nutr* 29: 854-859.
- Kim JI, Park SI. 1999. The effect of mugwort extract on the characteristics of curd yogurt. *J Fd Hyg Safety* 14: 352-357.
- Lee ST, Kim MB, Kim DK, Ryu JS, Lee HJ, Heo JS. 1998. Production of curd yogurt from *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A.D.C. *Korean J Medicinal Crop Sci* 6: 265-270.
- Kim WJ, Kim HH, Yoo SH. 2005. Ultra- and nano-filtration process optimization of isoflavones and oligosaccharides from sunmul. *Food Sci Biotechnol* 14: 380-386.
- Kim HH, Eom KY, Kim JS, Kim WJ. 2005. Drying of

- isoflavone and oligosaccharides retentates separated by membrane filtration from tufu sunmul. *Food Engineering Progress* 9: 81-87.
22. Chamber JV. 1979. Culture and processing techniques important to the manufacture of good quality yogurt. *Cult Dairy Prod J* 14: 28-34.
  23. Shin YS, Sung HJ, Kim DH, Lee GS. 1994. Preparation of yogurt added with potato and its characteristics. *Korean J Food Sci Technol* 26: 266-271.
  24. Shin YS, Lee KS, Kim DH. 1993. Studies on the preparation of yogurt from milk and sweet potato or pumpkin. *Korean J Food Sci Technol* 25: 666-671.
  25. Lee EH, Nam ES, Park SI. 2002. Characteristics of curd yogurt from milk added with maesil (*Prunus mume*). *Korean J Food Sci Technol* 34: 419-424.
  26. Bae IH, Hong KR, Oh DH, Park JR, Choi SH. 2000. Fermentation characteristics of set-type yogurt from milk added with mugwort extract. *Korean J Food Sci Ani Resour* 20: 21-29.
  27. Shin YS, Lee KS, Lee JS, Lee CH. 1995. Preparation of yogurt with *Aloe vera* and its quality characteristics. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 254-260.
  28. Kim JW, Lee JY. 1997. Preparation and characteristics of yogurt from milk added with Box Thorn (*Licium chinensis Miller*). *Korean J Dairy Sci* 19: 254-260.
  29. Chun SH, Lee SU, Shin YS, Lee KS, Ru IH. 2000. Preparation of yogurt from milk added with purple sweet potato. *Korean J Food Nutr* 13: 71-77.
  30. Jeong EJ, Bang BH. 2003. The effect on the quality of yogurt added water extracted from sea tangle. *Korean J Food Nutr* 16: 66-71.
  31. Bottazzi V, Battistotti B, Montescani G. 1973. Influence of single and associated strains of *L. bulgaricus* and *Str. thermophilus* as well as milk treatments on the production of acetaldehyde in yogurt. *Lait* 53: 295-299.
  32. Kwak HS. 1995. Effect of volatile flavor compound on yogurt during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Technol* 27: 939-943.
  33. Rysstad G, Knutsen WJ, Abrahamsen RK. 1990. Effect of threonine and glycine on acetaldehyde formation in goats' milk yogurt. *J Dairy Res* 57: 401-406.
  34. Um SS, Yoo JC, Ko YT. 1993. The effects of starch addition on acid production by lactic acid bacteria and quality of curd yogurt. *Korean J Food Sci Technol* 25: 747-752.

(2005년 9월 12일 접수; 2005년 12월 2일 채택)