



유청과 콩가루를 활용한 단백질 강화발효유의 품질특성

조준희¹ · 양희선¹ · 최유진¹ · 이상천¹ · 최봉석² · 박태영² · 김진경² · 허창기^{1*}

¹(재)임실치즈과학연구소, ²(재)장흥군버섯산업연구원

Quality Characteristics of Protein-enriched Fermented Milk made with Whey and Soybean Flour

Jun-Hee Jo¹, Hee-Sun Yang¹, Yu-Jin Choi¹, Sang-Cheon Lee¹, Bong-Suk Choi²,
Tae-Young Park², Jin-Kyeong Kim² and Chang-Ki Huh^{1*}

¹*Imsil Research Institute of Cheese Science, Imsil 566-881, Korea*

²*Jangheung Research Institute for Mushroom Industry, Jangheung 529-851, Korea*

Abstract

This study was carried out to investigate the quality characteristics of protein enriched fermented milk made with whey and soybean flour. Protein-enriched fermented milk was prepared as follows: Soybean flour was added before fermentation. No synthetic aroma was added. The fermentation starter culture was ABT-4 (Chr. Hansen). Whey protein was added after fermentation. Sensory evaluation indicated that sample containing soybean flour amount of 5% were better than other samples. The pH values and titratable acidities of stored protein-enriched fermented milk and fermented milk, respectively, were not remarkably different. Crude protein was more than 3 times higher in protein-enriched fermented milk (8.77%) than in fermented milk (2.49%). The crude fat content of protein-enriched fermented milk was not remarkably different compared to that of fermented milk. Dietary fiber was more than 2.7 times higher in protein-enriched fermented milk (1.67%) than in fermented milk (0.62%), and the free amino acid content was more than 14 times higher in protein-enriched fermented milk (37.9%) than in fermented milk (2.6%).

Keywords: silver food, protein-enriched fermented milk, whey protein, soybean protein

서 론

현대 의학의 발전과 생활수준의 향상은 전 세계적으로 평균수명의 연장을 가져왔으며, 이로 인해 노인들의 인구가 급속도로 증가하고 있다. 우리나라도 65세 이상 고령인구 차지하는 비율이 2000년에 이미 전체 인구의 7%를 상회하였고, 2019년에는 14%를 초과할 것으로 전망되어 고령사회(Aged Society)를 눈앞에 두고 있다(Choe *et al.*, 2006a; Choe *et al.*, 2006b). 고령인구가 증가하게 되면서 노년의

삶의 질에 대한 중요성이 대두되고 있으며, 특히 건강의 측면에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 노인들의 건강에는 식생활과 영양 섭취가 영향을 미치고 있고, 특히 열량, 섬유질, 단백질, 무기질, 비타민 등의 요소는 노년기의 건강에 매우 중요한 요인으로 인식되고 있다(Kim and Back, 2006). 단백질은 생물의 몸을 구성하며, 수많은 기능을 수행하는 생체고분자물질이다. 하지만 대다수의 노인들은 적절한 양의 단백질을 섭취하고 있지 못하고 있으며(Houston *et al.*, 2008), 단백질 섭취의 부족은 노화 및 운동 부족과 함께 근감소증(sarcopenia)을 유발시켜(Doherty, 2003) 일차적으로 근육량과 근력의 감소를 가져오고(Evans and Campbell, 1993), 당뇨나 심혈관 질환 및 골다공증의 유병률과도 관계가 있

* Corresponding author: Chang-Ki Huh, Imsil Research Institute of Cheese Science, Imsil 566-881, Korea. Tel: +82-63-644-2181, Fax: +82-63-644-2185, E-mail: moonerhuh@irics.re.kr

는 것으로 보고되고 있다(Lee *et al.*, 2014; Paddon-Jones *et al.*, 2008; Hannan *et al.*, 2000). 콩은 국내외적으로 오랜 역사를 가진 단백질 공급원이며, 우수한 아미노산 조성 외에 이소플라본, 올리고당, 사포닌 등의 기능성 성분은 건강을 유지하고, 성인병을 예방하는 데 효과가 있다고 보고되었다(Han and Han, 2011; Messina and Redmond, 2006; Lee *et al.*, 2005). 콩가루는 생콩이나 삶은 콩보다 단위당 수분함량이 낮은 반면, 단백질 함량이 상대적으로 높고, 첨가물의 형태로 쉽게 이용할 수 있기 때문에, 이를 이용하여 개발한 떡, 빵 등의 제품과 그 특성을 연구한 논문들이 있다(Rosales-Juárez *et al.*, 2008; Mustakas *et al.*, 1964; Jung 2002). 유청은 치즈 생산과 더불어 얻어지는 협산물로 단백질을 비롯하여 락토페린, 칼슘과 같은 미네랄 성분도 갖고 있다(Walzem *et al.*, 2002). 유청 내의 단백질은 선택적으로 분리되어 단백질 순도와 분리과정에 따라 3종류의 유청단백질(WPC, WPI, WPH)로 제품화하여 단백질과 우유영양소의 응집된 공급원으로 주목을 받고 있으며(Abd El-Salama *et al.*, 2009), 식품산업에서 단백질 강화 또는 유화특성이나 포만감 등의 기능성 부여와 같은 분야에서 이용하고 있다(Adler-Nissen, 1976; Luhovy *et al.*, 2007).

본 연구에서는 콩가루와 유청단백질을 첨가한 발효유를 제조하여 노년층에게 요구되는 단백질과 발효유의 프로바이오틱스(probiotics)를 동시에 공급할 수 있는 단일 제품을 개발하고, 품질특성 분석을 위해 영양성분, 저장성 및 관능 검사를 통한 선호도를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료

콩은 첨가물의 형태로 쉽게 이용할 수 있는 볶음 콩가루(삼진식품)를 선정하였고, 유청단백질은 순수단백질 비율이 높으면서 제품의 단백질 함량을 관능적 변화 없이 용이하게 조절하기 위해 무색, 무미, 무취인 분리유청단백질(WPI, Hilmar)을 선정하였다. 원유는 임신지역의 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 생산된 산도가 0.14~0.15% 이고, pH가 6.6~6.8 범위인 신선한 원유를 사용하였다.

2. 균주

스타터는 개발품의 관능적 차이를 고려하여 호상 타입의 프로바이오틱스 균주 1종(*Lactobacillus* sp YH KCCM 10887P)과 액상 타입의 상업균주(ABT-4, CHR HANSEN) 1종을 각각 선택하여 사용하였다.

3. 볶음 콩가루와 유청단백질의 제조과정 중 배합 시점 결정

발효유 제조과정 중 볶음 콩가루와 유청단백질의 배합 시점에 따른 관능 및 조직감의 특성을 알아보기 위해 발효 전과 발효 후로 나누어 첨가했다. 발효 전 콩가루 배합시료는 원유를 살균하기 전 5%의 볶음 콩가루를 첨가하여 잘 섞고, 90℃에서 10분간 살균 후 스타터를 접종하며, 42℃에서 pH가 4.6에 도달할 때까지 발효하였다. 발효 후 콩가루 배합시료는 위와 같은 방법으로 콩가루 첨가 없이 발효시킨 후 5%의 볶음 콩가루를 첨가하고, 잘 섞은 후 즉시 4℃ 냉장 보관하였다. 관능평가는 훈련된 15명의 패널에게 2종의 시료 중 더 선호하는 것을 선택하게 하는 2점 기호도 검사를 실시하였고, 관능적 특성이 없는 유청단백질은 1%, 3%, 5%의 비율로 발효 전과 발효 후에 각각 첨가하여 조직감의 변화를 관찰하였다.

4. 기호적 만족도에 따른 스타터와 향료의 결정

볶음 콩가루와 유청단백질이 첨가된 강화발효유의 관능적 특성을 개선하기 위해 호상 타입의 프로바이오틱스 균주(*Lactobacillus* sp. YH KCCM 10887P) 1종과 액상 타입의 상업균주(ABT-4, CHR HANSEN) 1종을 각각 사용하여 발효유를 제조한 후 15명의 패널에게 2점 기호도 검사를 실시하였고, 향 무첨가군과 피넛향, 땅콩향을 각각 0.5% 첨가한 시료 총 3종의 관능적 만족도를 비교하기 위해 가장 좋아하는 것부터 가장 좋아하지 않는 시료를 순서대로 정하는 순위 기호도 검사를 통하여 향료의 첨가를 결정하였다.

5. 단백질 강화발효유 제조

단백질 강화용 소재를 첨가한 단백질 강화발효유의 제조 공정은 Fig. 1과 같다. 원유에 볶음 콩가루와 설탕을 첨가하고 충분히 섞이도록 혼합한 후 90℃에서 10분간 살균하고, 43℃까지 냉각하였다. 이 후 액상 타입의 상업균주(ABT-4)

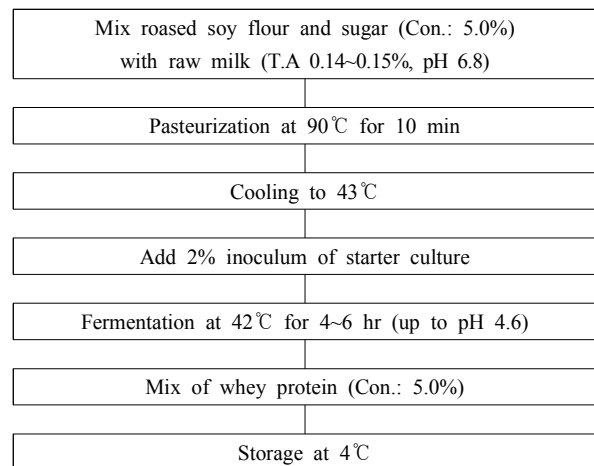


Fig. 1. Protein-enriched fermented milk production process.

배양액을 2% 접종하여 42°C에서 pH가 4.6에 도달할 때까지 4~6시간 동안 발효시켰다. pH 4.6에서 발효를 중지시킨 후 즉시 유청단백질을 첨가하여 완전히 섞이도록 하였다. 모든 제조공정과 배합이 완료된 발효유는 4°C에서 냉장 보관하면서 숙성시킨 후, 성분분석 및 저장성 실험 그리고 관능평가를 실시하였다.

6. 볶음 콩가루의 배합비율

원유의 살균 전 첨가한 설탕, 볶음 콩가루 그리고 발효 후 유청단백질을 첨가한 배합비는 Table 1과 같다. 시료군은 설탕과 유청단백질의 첨가량은 고정하고, 볶음 콩가루를 첨가하지 않은 대조구 그리고 콩가루를 각각 2%, 3%, 5%, 10%의 비율로 첨가한 비교구로 구성하였다.

Table 1. Mixing ratio of protein-enriched fermented milk

Raw materials	Samples ¹⁾				
	Control	PE-1	PE-2	PE-3	PE-4
Sugar(g)	50	50	50	50	50
Bean flour(g)	0	20	30	50	100
Whey protein(g)	50	50	50	50	50
Raw milk(g)	900	880	870	850	800
Total(g)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

¹⁾ Control: 0% bean flour, PE-1: 2% bean flour, PE-2: 3% bean flour, PE-3: 5% bean flour, PE-4: 10% bean flour

7. pH 및 적정산도

PE-2와 PE-3을 분석시료로 하여, pH는 pH meter(UB-10 Delux, Denver, USA)를 사용하여 측정하였으며, 적정산도는 발효유를 증류수에 2배 희석하고 0.1% phenolphthalein 지시약을 이용하여 0.1 N NaOH로 중화적정한 후 소비된 mL 수를 측정하여 lactic acid의 양으로 환산하였다.

8. 유산균수 측정

PE-2와 PE-3을 분석시료로 하여, 유산균수 측정은 시료 1 mL를 심진희석법으로 희석하여 평판배양법으로 BCP 한천배지(Difco, USA)에 1 mL씩 분주하고 굳고 나면, 그 위에 PCA를 증첩하고 37°C에서 48시간 동안 배양한 후, 노랑색 환을 생성한 콜로니를 계수하였다.

9. 일반성분 분석

PE-3을 분석시료로 하여, 조단백질, 조지방, 수분, 회분을 AOAC(1995) 방법에 따라 분석하였다. 수분은 105°C 상압가열건조법, 회분은 550°C 회화처리 하여 구하였고, 조단백질의 함량은 Kjeldahl법으로 측정된 질소량에 질소계수

6.25를 곱하여 산출하였으며, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 100%-(단백질 함량+지방 함량+회분 함량+수분 함량)으로 나타내었다.

10. 식이섬유 분석

PE-3을 분석시료로 하여, 단백질강화발효유의 식이섬유 함량을 식품공전의 일반 시험법(KFDA, 2011)에 따라 분석하였다. 각 시료 1.00 g에 MES-TRIS 완충용액(0.05 M MES, 0.05 M TRIS, 24°C에서 pH 8.2)을 가하고, 충분히 교반한 후 heat-stable α -amylase를 50 μ L를 첨가하여 단백질을 분해 반응시킨 다음 pH를 4.5로 조정하고, amyloglucosidase를 넣고 분해하였다. 다시 95% 에탄올을 가하여 실온에서 1시간 이상 정치시키고, 침전된 물질을 여과 및 건조하여 그 무게를 측정하였다. 단백질과 회분의 보정은 잔사물을 시료로 Kjeldahl법과 직접회화법으로 분석하였다.

11. 유리아미노산 분석

유리아미노산은 PE-3을 분석시료로 하여, sample 10 mL에 sulfosalicylic acid 25 mg을 첨가하여 4°C에서 4시간 동안 방치시킨 후 원심분리(50,000 rpm, 30분)하여 단백질 등을 제거하고, 상등액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 얻은 여액을 일정량 취하여 AccQ-Tag 시약을 사용하여 유도체화시킨 후 HPLC로 분석하였다. Column은 AccQ-TagTM (Waters Co., 150 mm L \times 3.9 mm ID)를 사용하였으며, column oven 온도는 37°C, mobile phase는 A : AccQ-Tag Eluent(acetate-phosphate buffer), B : AccQ-Tag Eluent B (60% acetonitrile), flow rate는 1.0 mL/min, 시료주입량은 5 μ L의 조건으로 Agilent Technologies 1200 Series FLD에서 검출하였다.

12. 관능평가

단백질 강화발효유의 관능검사는 9점 기호 척도법을 이용하여 「대단히 좋아함 9점, 아주 좋아함 8점, 보통 좋아함 7점, 약간 좋아함 6점, 좋지도 싫지도 않음 5점, 약간 싫어함 4점, 보통 싫어함 3점, 아주 싫어함 2점, 대단히 싫어함 1점」으로 검사하였다. 관능검사 패널은 연구소의 훈련된 연구원들 중 흥미와 참여의사를 가진 10명을 선정하여, 이들에게 실험목적 및 평가항목들에 대해 설명한 다음 제조 후 3일간 냉장 보관된 볶음 콩가루 첨가량 별 단백질 강화발효유 4종을 투명한 컵에 담았고, 임의로 3자리 숫자를 선택하여 표시하였으며, 시료는 동시에 제공하였으나 한 개의 시료평가가 끝나면 생수로 입안을 헹구게 하였다. 평가 내용은 색깔(color), 향(flavor), 신맛(sourness), 떫은맛(astringent taste), 질감(texture) 및 전체적인 평가(overall eating-quality)

인 6가지 항목이었다.

13. 통계처리

모든 결과의 통계처리는 SPSS(Statistical Package for Social Science, cersion. 12.0) 프로그램을 이용하였으며, 모든 측정값은 평균±표준편차로 표시하였다.

결과 및 고찰

1. 볶음 콩가루와 배합시점

볶음 콩가루의 배합시점을 발효 전과 발효 후로 나누어 첨가한 2종의 시료에 대한 2점 기호도는 총 15명의 패널 중 13명(87%)이 발효 전 콩가루 배합시료를 선호하였으며, 2명(13%)은 발효 후 콩가루 배합시료를 선호하는 것으로 조사되었다. 볶음 콩가루를 발효 전에 첨가하는 경우, 원유와의 고온 살균단계에서 호화(starch gelatinization)가 일어나 볶음 콩가루 특유의 텁텁함을 개선한 것으로 보이며 특히, 두유의 젖산발효과정 중 n-hexanal을 비롯한 저분자 휘발성 물질들이 감소한다고 보고(Buono *et al.*, 1990)된 바와 같이 젖산발효 중 콩비린내의 원인물질이 감소하여 상대적으로 높은 만족도를 나타낸 것으로 보인다.

2. 유청단백질의 배합시점

유청단백질의 배합 시점에 따른 조직감의 특성과 변화를 알아보기 위해 발효 전과 발효 후로 나누어 첨가했다. Table 2와 같이 발효 전 1%, 3%, 5% 유청단백질을 첨가한 시료군의 경우, 발효가 끝나는 시점인 pH 4.6에 도달했을 때 모든 3종의 시료에서 발효유의 겔화(gelation)가 관찰되었으며, 발효 후 1%, 2%, 5% 유청단백질을 첨가한 시료군의 경우, 4℃ 냉장보관하여 2주가 경과한 후에도 겔화 현상은 나타나지 않았고, 액상 상태를 유지했다. 이와 같이 발효과정 전의 유청단백질 첨가는 비록 적은 양이라 할지라도 겔화를 유발하여 마시는 발효유의 액상 특성을 잃게 하므로 발효가 끝난 시점에서 첨가하는 것이 액상발효유의 물성을 유지하기 위해 필요할 것으로 판단된다.

3. 기호 만족도에 따른 스타터의 사용

단백질 강화발효유의 관능적 품질 향상을 위해 호상과 액상 타입 각 1종의 스타터에 대한 2점 기호도 검사 결과는 총 15명의 패널 중 11명(73%)이 액상 타입의 스타터(ABT-4, CHR HANSEN)를 선호하였으며, 4명(27%)은 호상 타입의 스타터(*Lactobacillus* sp. YH KCCM 10887P)를 선호하는 것으로 조사되었다. 호상 타입의 스타터에 비해 액상 타입의 스타터를 사용하는 경우, 높아진 고형분 함량과 콩가루 첨가로 인해 텁텁해진 식감을 상대적으로 부드럽게 해주어 높은 기호성이 나타나는 것으로 사료된다.

4. 향료의 첨가

콩이 발효될 때 발생하는 이취로 인한 기호도를 개선하기 위하여 피넛향과 땅콩향을 각 0.5%씩 첨가한 시료와 향료를 첨가하지 않은 시료를 대조구로 하여 실시한 순위 기호도 검사 결과는 총 15명의 패널 중 8명(53%)이 향 무첨가구를 선택했고, 6명(40%)이 피넛향을, 1명(7%)이 땅콩향을 선택한 것으로 조사되었다. 반면에 가장 좋아하지 않는 시료로는 12명(80%)이 땅콩향을 선택했고, 2명(13%)이 향 무첨가구를, 1명(7%)이 피넛향을 선택한 것으로 나타났다. 결과적으로 향료 첨가구보다 향이 첨가되지 않은 시료를 더 선호하는 것으로 나타났다. 향료 첨가군보다 향이 첨가되지 않은 시료를 더 선호하는 경향에 따라 합성향료를 사용하지 않는 것이 의·영양식의 개발목적에 더욱 부합할 것으로 보인다.

5. 관능평가와 콩가루 첨가량의 결정

앞의 결과에서 선호도가 높았던 스타터를 이용하고, 유청단백질을 적절한 배합시점에 따라 첨가하고, 콩가루의 첨가량을 달리하여 제조된 발효유의 관능평가 결과는 Table 3과 같다. 색깔은 볶음 콩가루의 첨가량이 높아짐에 따라 선호도가 증가했지만, 10% 콩가루 첨가시료에서는 대조구보다 낮은 선호도를 나타내는 것으로 나타났다. 향과 신맛에서도 마찬가지로 콩가루 첨가량에 따라 5% 첨가 발효유까지 선호도가 증가했으며, 10% 첨가구에서는 감소하는 경향이 나타났다. 이 결과로서, 10% 콩가루 첨가는 콩 특유의 향미성분을 과다하게 높여 발효유의 품질을 방해하며, 3%와 5% 콩가루를 첨가하여 발효한 시료에서는 고소한 향미

Table 2. Whey protein gelation in fermentation and mixing point

	Samples ¹⁾			
	Control	WP-1	WP-3	WP-5
Added after fermentation	Liquid state	Gelation	Gelation	Gelation
Added before fermentation	Liquid state	Liquid state	Liquid state	Liquid state

¹⁾ Control: 0% whey protein, WP-1: 1% whey protein, WP-3: 3% whey protein, WP-5: 5% whey protein

Table 3. Sensory evaluation of fermented milk containing 2% bean flour, 3% bean flour, 5% bean flour and 10% bean flour

Samples ¹⁾	Detailed evaluation items					
	Color	Flavor	Sourness	Astringency	Texture	Overall
Control	6.4±0.22 ²⁾	7.6±0.25	5.1±0.29	8.0±0.20	5.3±0.34	7.8±0.37
PE-1	5.6±0.57	6.8±0.41	5.5±0.36	6.2±0.23	6.4±0.44	6.3±0.42
PE-2	7.0±0.46	7.2±0.45	6.2±0.73	6.7±0.75	7.0±0.65	7.1±0.29
PE-3	7.5±0.78	7.3±0.56	7.8±0.52	6.0±0.67	6.8±0.25	7.3±0.33
PE-4	5.8±0.55	5.1±0.30	6.0±0.37	3.4±0.80	4.1±0.44	4.4±0.31

¹⁾ Symbols are referred to Table 1.

²⁾ All values are mean±SD.

의 증가로 관능적 품질 향상에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 신맛의 경우, 콩가루 첨가비율에 따른 신맛의 감소로 5% 첨가구까지 선호도가 증가하다가 10% 첨가구에서는 콩가루의 텁텁함과 비릿함이 발효유 고유의 향미를 방해하여 선호도에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 짠맛과 질감에 있어서는 3% 첨가구가 가장 높은 선호도를 나타냈으며, 3% 이상의 콩가루 첨가 시에는 선호도의 감소가 현저하였다. 이와 같이 콩가루를 첨가하여 발효시킨 시료구의 경우, 무첨가 대조구보다는 낮은 기호성을 나타냈지만, 3%와 5% 콩가루 첨가구에서는 콩가루의 고소함이 발효유 고유의 향미와 잘 어우러져 단백질강화발효유의 관능적 품질 향상에 도움이 됨을 알 수 있었다. 결과적으로 5% 콩가루 첨가는 색도의 향상, 고소한 향미의 증가 그리고 신맛을 적절하게 감소시키는 효과가 있어 5% 볶음 콩가루를 첨가하여 단백질 강화발효유를 제조하는 것이 강화발효유의 기능성과 품질에 있어서 유익할 것으로 보인다.

6. pH 변화

볶음 콩가루 첨가량에 따른 단백질 강화발효유의 저장기간별 pH 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. pH 변화는 전반적으로 저장기간에 따라 지속적으로 감소하였으나, 발효 완료 후부터 저장 2주차까지 완만하게 감소하다가 2주차 이후부터 4주차까지는 감소폭이 커지는 경향을 나타냈다. 볶음 콩가루 5% 첨가 발효유의 경우, 발효 완료 후 pH가 4.67에서 2주간 4.56로 감소하여 가장 큰 감소폭을 나타냈고, 볶음 콩가루 3% 첨가 발효유는 저장기간 2주 후의 pH가 4.69에서 4주차에 4.66로 감소하여 가장 큰 감소폭을 나타냈다.

7. 적정산도 변화

볶음 콩가루 첨가량에 따른 단백질 강화발효유의 저장기간별 적정산도 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. pH의 변화와 마찬가지로 산도의 변화는 전반적으로 저장기간에

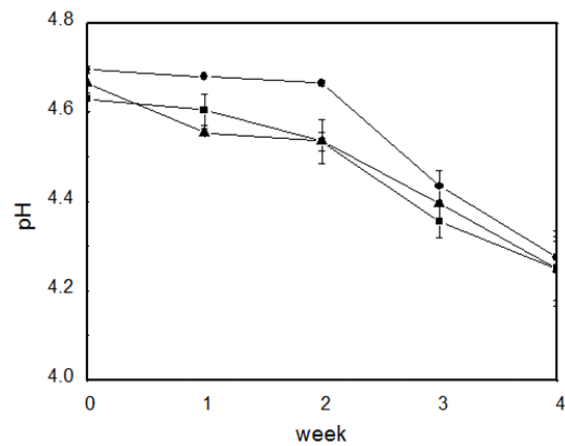


Fig. 2. pH values of fermented milk containing 3% bean flour and 5% bean flour. ■: control, ●: 3% bean flour, ▲: 5% bean flour

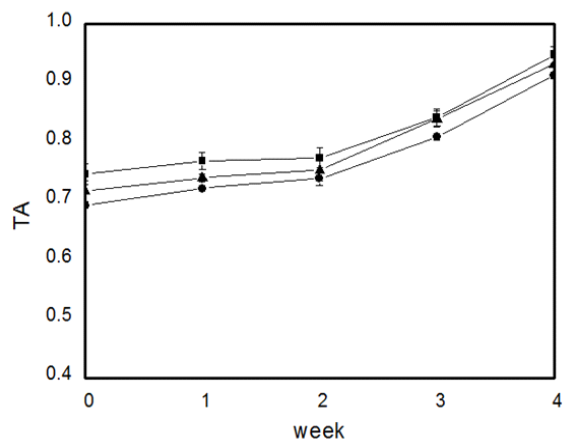


Fig. 3. Titrable acidity of fermented milk containing 3% bean flour and 5% bean flour. ■: control, ●: 3% bean flour, ▲: 5% bean flour

따라 지속적으로 증가하였으며, 발효 완료 후부터 저장 2주차까지 완만하게 증가하다가 2주차 이후부터 4주차까지는

증가 폭이 커지는 경향을 나타냈다. 발효 완료 후 TA가 0.69~0.74에서 2주간 0.73~0.77로 증가하였고, 3주차에는 0.80~0.84까지 증가하였으며, 4주차에서는 0.91~0.94까지 증가하였다.

8. 유산균수 변화

볶음 콩가루 첨가량에 따른 단백질 강화발효유의 저장기간별 유산균수 변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 3종의 시료 모두 log/cfu 값이 발효완료 후부터 2주 동안 8.65~8.78에서 8.64~8.71로 약간 감소하는 경향을 보였지만, 저장 2주 후부터 4주차까지는 8.64~8.71에서 8.03~8.33으로 감소폭이 커지는 것이 관찰되었다. 2주 후부터 4주까지의 기간 동안 콩가루 무첨가 발효유의 경우는 콩가루 첨가군보다 균수의 감소폭이 0.37로 같은 기간의 3% 콩가루 첨가군의 0.60과 5% 콩가루 첨가군의 0.59보다 상대적으로 작았다. 이러한 결과를 통해 콩가루의 첨가는 저장기간 중 유산균의 생존력을 약간 감소시키는 것으로 판단된다.

9. 총균수 변화

볶음 콩가루 첨가량에 따른 단백질 강화발효유의 저장기간별 총균수 변화를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 3종의 시료 모두 log/cfu 값이 저장 2주차에서 3.79~3.84로 지속적으로 증가하다가 3주차에서 3.99~4.26으로 가장 높은 균수를 나타내었으나, 그 후 4주차에서는 3.90~4.06으로 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 4주차까지 유산균수가 가장 높았던 콩가루 무첨가 발효유의 경우, 4주차에서 총균수가 3.90으로 가장 낮았던 반면에, 비교적 유산균수가 낮았던 콩가루 첨가군의 경우, 총균수가 4주차에서 4.02와 4.06으로 다소 높은 것으로 측정되었다.

10. 단백질 강화발효유의 일반성분 분석

단백질 강화 소재가 첨가되지 않은 일반 농후발효유의 조단백질 함량은 2.49 g이고, 단백질 강화발효유의 조단백질 함량은 8.77 g으로 대조구에 비해 약 3.5배 높은 단백질 함량을 보였고, 1일 영양소 기준치에 대한 비율은 대조구는 4.5%, 단백질 강화발효유는 15.9%로 분석되었다. 조지방 함량은 대조구의 3.92 g보다 약간 높은 4.21 g으로 측정되었으며, 1일 영양소 기준치에 대한 비율은 각각 7.7%, 8.3%로 분석되었다. 이와 같은 증가는 콩가루 첨가에 따른 콩의 지방 함량이 성분 변화를 가져온 것으로 보인다. 탄수화물 함량은 10.72 g으로 대조구의 9.28 g보다 약간 높게 측정되었으며, 1일 영양소 기준치에 대한 비율은 농후발효유는 2.8%, 단백질 강화발효유는 3.2%로 분석되었다. 탄수화물

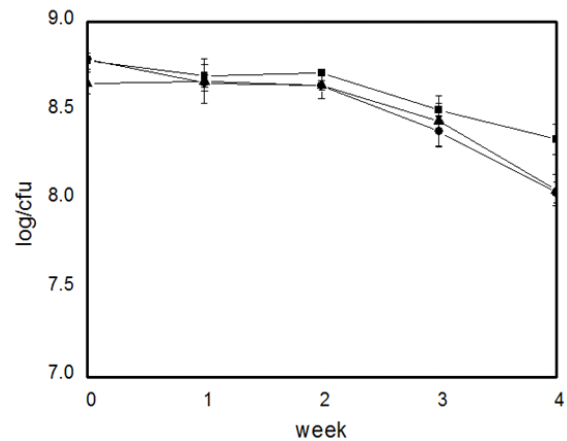


Fig. 4. Viability of *Lactobacillus* in fermented milk containing 3% bean flour and 5% bean flour. ■: control, ●: 3% bean flour, ▲: 5% bean flour

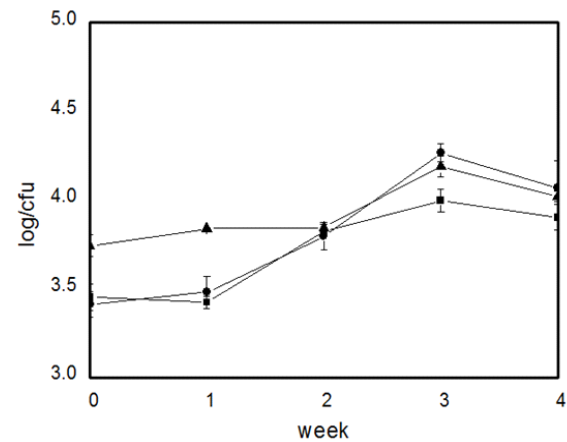


Fig. 5. Total plate count in fermented milk containing 3% bean flour and 5% bean flour. ■: control, ●: 3% bean flour, ▲: 5% bean flour

은 지질·단백질과 함께 생물체에서 중요한 비중을 차지하며, 생물체의 구성성분인 것과 동시에 생체 내에서 에너지원으로 이용되는 필수 영양성분이다(Schwarz et al., 1995). 단백질 강화발효유는 일반발효유보다 높은 탄수화물 함량을 포함하고 있어서 열량 공급에도 유리할 것으로 판단된다. 식이섬유 함량은 대조구인 일반 농후발효유의 함량인 0.62 g보다 단백질 강화발효유의 함량이 1.67 g으로 2.7배 높게 측정되었으며, 1일 영양소 기준치에 대한 비율은 각각 2.5%, 6.7%로 분석되었다. 식이섬유는 프리바이오틱스(pre-biotics)로서 장내 유익한 박테리아의 성장을 돕는 난소화성 성분이며, 변비를 예방하고, 음식물의 장내 통과 속도를 정상화하는 것을 비롯하여 혈청 콜레스테롤 농도를 저하시키고, 대장암을 예방하는 등의 다양한 기능이 보고되

Table 4. Comparison of general component in protein-enriched fermented milk and general fermented milk (g/100 g)

	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Dietary fiber
Control ¹⁾	2.49	3.92	9.28	0.62
PE-3 ²⁾	8.77	4.21	10.72	1.67

¹⁾ General fermented milk

²⁾ Symbols are referred to Table 1.

었다(Blaut, 2002). 강화발효유의 상대적으로 높은 식이섬유 함량은 섭취 후 장내에서 프로바이오틱스와 함께 작용하여 유익한 역할을 할 것으로 사료된다.

11. 유리아미노산

단백질 강화를 위한 원료가 첨가된 발효유와 일반발효유의 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 일반발효유와 강화발효유의 아미노산 함량을 보면 일반발효

Table 5. Free amino acid contents in protein-enriched fermented milk and general fermented milk (mg/100 g)

Free amino acid	Samples	
	Control ¹⁾	PE-3 ²⁾
Aspartate	ND ³⁾	0.7
Serine	ND	0.1
Glutamate	0.4	2.0
Glycine	0.1	0.5
Histidine	ND	0.6
Arginine	ND	8.9
Threonine	0.3	0.7
Alanine	1	3.4
Proline	0.2	0.8
Tryptophan	ND	ND
Valine	0.2	4.8
Methionine	ND	7.1
Lysine	0.1	0.6
iso-Leucine	0.3	ND
Leucine	ND	7.0
Phenylalanine	ND	0.7
Total	2.6	37.9
Essential amino acid	0.9	21.5
Essential amino acid/Total(%)	34.6	56.7

¹⁾ General fermented milk

²⁾ Symbols are referred to Table 1.

³⁾ Not detected

유는 2.6 mg/100 g이었고, 강화발효유의 경우 37.9 mg/100 g으로 함량이 증가하였다. 이는 유청단백질과 콩가루가 지닌 아미노산이 발효유 제작 과정을 거치면서 원유에 유리되어 나타난 결과로 판단된다. 검출된 유리 아미노산 중 아르기닌, 메티오닌, 루신의 함량 순으로 높게 나타났으며, 이는 일반발효유에서는 검출되지 않았고, 트립토판은 두 시료구에서 모두 검출되지 않았다. 시료 구별 필수 아미노산 비율은 일반발효유의 경우 34.6%로 낮게 나타났고, 강화발효유의 경우 56.7%로 필수 아미노산이 차지하는 비율이 높게 나타났다. 강화발효유의 단백질 함량과 함께 보다 높은 아미노산 함량은 영양적 측면에서 높은 가치를 나타낼 것으로 판단된다.

요 약

단백질이 풍부한 소재를 혼합한 강화발효유를 통해 노년층에게 요구되는 단백질과 프로바이오틱스를 공급하고자, 유청단백질과 볶음 콩가루를 혼합하여 발효유를 제조하고, 관능검사, 일반성분 및 유리아미노산 분석, 저장성 검사를 실시한 결과는 다음과 같다. 발효유의 제조과정에서 콩가루를 발효 전에 첨가하고, 합성향료는 첨가하지 않으며, 스타터는 액상 타입을 사용하는 것이 높은 기호도를 얻을 수 있는 것으로 나타났으며, 유청단백질은 발효 후에 혼합하는 것이 발효유의 겔화를 방지할 수 있었다. 콩가루 첨가량에 따른 관능평가 결과로서, 5% 첨가구에서 가장 높은 기호도를 보였다. 저장성 평가에서, pH와 산도는 일반발효유와 강화발효유에서 저장기간 4주 동안 큰 유의적인 차이를 보이지 않았고, 유산균수는 저장기간 2주부터 차이를 보이기 시작하여, 4주가 경과한 후 log/cfu 값이 일반발효유의 8.34에 비해 콩가루와 유청단백질 첨가 강화발효유에서 8.05로 낮게 나타났으나, 이와는 대조적으로 총균수는 4주가 경과한 후 일반발효유의 3.90보다 강화발효유에서 4.02로 높게 나타났다. 조단백질 함량은 시료 100 g당 강화발효유가 8.77 g으로 대조구인 일반발효유보다 약 3.5배 높았으며, 조지방과 탄수화물 함량은 각각 4.21 g과 10.72 g으로 대조구의 3.92 g과 9.28 g보다 약간 높았다. 식이섬유 함량은 콩가루 첨가의 영향으로 강화발효유에서 1.67 g으로 일반발효유보다 2.7배 높게 나타났다. 유리아미노산 분석결과, 단백질 강화발효유의 아미노산 함량이 일반발효유의 2.6 mg/100 g에 비해 37.9 mg/100 g으로 비약적으로 증가했을 뿐만 아니라, 필수 아미노산 비율도 34.6%에서 56.7%로 높게 분석되어 단백질 강화발효유가 영양적 측면에서 높은 가치를 나타낼 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 지역특화산업 융복합연구지원 사업(R0002042)의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Abd El-Salama, M. H., El-Shibiny, S. and Salem, A. 2009. Factors affecting the functional properties of whey protein products: A review. *Food Rev. Int.* 25:251-270.
2. Adler-Nissen, J. 1976. Enzymic hydrolysis of proteins for increased solubility. *J. Agric. Food Chem.* 24:1090-1093.
3. AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
4. Blaut, M. 2002. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. *Eur. J. Nutr.* 41:i11-i16.
5. Buono, M. A., Setser, C., Erickson, L. E. and Fung, D. Y. C. 1990. Soymilkyogurt: Sensory evaluation and chemical measurement. *J. Food Sci.* 55:528-531.
6. Choe, J. S., Kwon, S. O. and Paik, H. Y. 2006a. Nutritional status and related factors of the elderly in longevity areas - III. Relation among self-rated health, health-related behaviors, and nutrient intake in rural elderly. *Korean J Nutr.* 39:286-298.
7. Choe, J. S., Kwon, S. O. and Paik, H. Y. 2006b. Nutritional status and related factors of the elderly in longevity areas - II, Effect of dietary factors on bone ultrasound measurements in aged men. *Korean J. Nutr.* 39:171-183.
8. Doherty, T. J. 2003. Invited review: Aging and sarcopenia. *J. Appl. Physiol.* 95:1717-1727.
9. Evans, W. J. and Campbell, W. W. 1993. Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J. Nutr.* 123:465-468.
10. Han, S. M. and Han, J. A. 2011. Preparation and characterization of wet noodle containing germinated small black bean flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43:597-602.
11. Hannan, M. T., Tucker, K. L., Dawson-Hughes, B., Cupples, L. A., Felson, D. T. and Kiel, D. P. 2000. Effect of dietary protein on bone loss in elderly men and women: The framingham osteoporosis study. *J. Bone Miner Res.* 15: 2504-2512.
12. Houston, D. K., Nicklas, B. J., Ding, J., Harris, T. B., Tylavsky, F. A., Newman, A. B., Lee, J. S., Sahyoun, N. R., Visser, M. and Kritchevsky, S. B. 2008. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the health, aging, and body composition (Health ABC) Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 87:150-155.
13. Jung, H. S. 2002. Sensory characteristics and rheological change of *Kongdduk* (soybean rice cake) depending on cooking, and packaging method. *Korean J. of Human Ecology* 5:55-74.
14. KFDA. 2011. General test methods. In *Korean Food Standard Codex*. Korea Food Drug and Administration, Seoul, Korea.
15. Kim, H. Y. and Back, S. R. 2006. Development and acceptance test of protein enriched menu for the aged. *Korean J. Food Culture* 21:262-269.
16. Lee, H. Y., Kim, J. S., Kim, Y. S. and Kim, W. J. 2005. Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 443-448.
17. Lee, S. K., Lee, J. A., Kim, J. Y., Kim, Y. Z. and Park, H. S. 2014. The risk factors of sarcopenia among Korean elderly men: Based on 2009 Korean national health and nutrition examination survey data. *Korean J. Obes.* 23: 23-31.
18. Luhovyy, B. L., Akhavan, T. and Anderson, G. H. 2007. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. *J. Am. Coll. Nutr.* 26:704S-712S.
19. Messina, M. and Redmond, G. 2006. Effects of soy protein and soybean isoflavones on thyroid function in healthy adults and hypothyroid patients: a review of the relevant literature. *Thyroid.* 16:249-258.
20. Mustakas, G. C., Griffin, E. L., Allen, L. E. and Smith, O. B. 1964. Production and nutritional evaluation of extrusion-cooked full-fat soybean flour. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 41:607-614.
21. Paddon-Jones, D., Short, K. R., Campbell, W. W., Volpi, E. and Wolfe, R. R. 2008. Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am. J. Clin. Nutr.* 87:1562S-1566S.
22. Rosales-Juárez, M., González-Mendoza, B., López-Guel, E. C., Lozano-Bautista, F., Chanona-Pérez, J., Gutiérrez-López, G., Farrera-Rebollo, R. and Calderón-Domínguez, G. 2008. Changes on dough rheological characteristics and bread quality as a result of the addition of germinated and non-germinated soybean flour. *Food Bioprocess Tech.*

- 1:152-160.
23. Schwarz, J. M., Neese, R. A., Turner, S., Dare, D. and Hellerstein, M. K. 1995. Short-term alterations in carbohydrate energy intake in humans. Striking effects on hepatic glucose production, *de novo* lipogenesis, lipolysis, and whole-body fuel selection. *J. Clin. Invest.* 96:2735-2743.
24. Walzem, R. L., Dillard, C. J. and German, J. B. 2002. Whey

components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 42:353-375.

(Received 4 November, 2014 / Accepted 6 December, 2014)