

분리대두단백과 유청분말을 사용한 대두 요구르트의 제조에 관한 연구

장재권[†] · 윤승헌

해태제과 식품연구소

Preparation of Soy Yogurt Using Isolated Soybean Protein and Whey Powder

Jae-Kweon Jang[†] and Seung-Heon Yoon

HaiTai Confectionery Food Research Center, Seoul 255-9, Korea

Abstract

Lactobacillus helveticus was inoculated to the fermentation liquid containing skim milk powder (SMP) plus soymilk, SMP plus isolated soybean protein(ISP), SMP plus ISP plus whey powder(WP) to increase the nutritional and economic value of commercial soy yogurt. The yogurt fermented with soymilk and SMP showed the lower acid production than that of SMP and had significant beany flavor in the product. The yogurt prepared with ISP and SMP showed the higher cell number and lower acid production than that of SMP. Also, the partial substitution of SMP with ISP over 6%(w/w) produced less acceptable product due to gel production. The yogurt prepared by the partial substitution of SMP with ISP, WP and SMP showed the higher cell number and lower acid production than that of SMP and not bring about gel formation unlike the case of ISP. Sensory properties of yogurt substituted SMP with ISP and WP(38 : 62 mixture) below 4% were not significantly different from that of SMP and the sample containing the mixture over 6% and 0.067% artificial flavor showed lower sensory score due to beany taste than that of SMP. But increase of yogurt flavor up to 0.1% resulted in significantly high score in organoleptic acceptability. The separation of water occurred in yogurt prepared by the combined mixture of ISP, WP and SMP, and this problem could be resolved by addition of Na-alginate and PGA at the concentration of 0.1%(w/w).

Key words: soy yogurt, *Lactobacillus helveticus*, isolated soybean protein, whey powder

서 론

요구르트는 우유를 발효시켜 산미와 향미를 강화시킨 것으로 우유의 성분 이외에 인체에 유익한 젖산균 균체와 젖산균에 의한 펩톤, 펩타이드 등의 영양성분이 함유되어 있기 때문에 전세계적으로 널리 이용되고 있다(1). 한편 콩은 가격이 저렴하고 아미노산 조성, 미네랄, 비타민 B가 풍부하며 cholesterol을 함유하고 있지 않은 우수한 식물성 단백질원으로(2) 우유단백질과 성장이 유사하며 동물성 단백질의 섭취가 제한되어 있는 한국인의 식생활에서 중요한 단백질원으로 이용되어 왔다. 그러나 콩은 가격이 저렴하고 높은 영양가를 가지는 식품이지만 소화율이 낮고 콩 특유의 불쾌치(beany flavor)가 있으므로 그 이용이 제한을 받고 있다. 대두

의 소화율을 높이고 beany flavor를 없애기 위해 시도된 가공법이 대두의 발효이다. 대두의 유산균 발효제품 즉 대두 요구르트의 제조에 관해서 상품화된 것은 없으나 비교적 활발한 연구가 진행되어 왔다(3,4).

일반적으로 두유에서의 유산균 생육과 산생성은 우유에서 보다 떨어지거나 각종 첨가물(당, 탈지유, 아미노산, 유청분말 등)에 의해 크게 향상되었다는 보고가 있다(5,6). 한편 차 등(7)은 대두품종 중 장염콩과 덕유콩을 원료로 한 대두요구르트가 산생성과 생균수가 많은 것으로 보고하였으며 성 등(8)과 유 등(9)은 *L. acidophilus* 배양에 분리대두단백과 농축대두단백을 단백질원으로 첨가한 결과 산생성은 촉진되었으나 풍미와 질감에서 탈지분유로 제조한 요구르트보다 저조하다고 하였다.

한편 유청은 유산균의 생육과 산생성의 향상 첨가물

[†]To whom all correspondence should be addressed

로 치즈제조시 생산되는 액상의 부산물로서 유당, 유청 단백질, 무기질, 수용성 비타민, 미량의 지방질을 함유하고 있다. 유청은 치즈제조시 원유량의 10~15%만이 치즈제품에 이용되고 잔류하는 85~90%는 유청의 상태로 배출되기 때문에 치즈제조 초기부터 그 처리가 문제시 되어 왔으며 20세기에 와서 치즈생산이 크게 증가하자 여러모로 그 이용방법이 연구되기 시작했으며 이 유청을 부가가치가 높은 식품으로서의 재활용이 고려되어 왔다(10).

본 연구에서는 식물성 단백질원으로 영양적 가치가 우수한 대두와 유청분말의 부가가치를 높이고자 동물성 단백질원인 탈지분유를 부분적으로 대체하여 향미가 우수하고 영양적 가치와 경제적 가치를 향상시킨 상업적 대두요구르트를 제조하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

요구르트의 제조에 사용된 원료로는 농촌진흥청의 장염종(단백질 40%, 지방 19%, 탄수화물 35%, 회분 6%), 탈지분유(서울우유사, SMP, 단백질 35%, 지방 1%, 유당 52.5%, 회분 8.5%, 수분 3%), 유청분말(두성식품사, WP, 단백질 13%, 유당 65%, 회분 8%, 수분 4.4%, 젖산 2%), 포도당, 설탕(선일포도당사), 콩비린내를 제거한 분리대두단백(International protein technology사, USA, ISP, 단백질 80%), 요구르트향(삼전향료), 젖산(Shunyo Co. Japan)을 사용하였다.

사용균주

본 실험에 사용한 유산균은 한국종균협회의 *Lactobacillus helveticus* KCCM11223을 사용하였으며 보존용배지로는 Lactobacilli MRS(Difco사)배지를 사용하였다. 종균의 배양은 10% 탈지분유를 살균 냉각한 후 37°C incubator(KMC-1203P3, 비전과학)에서 24시간 정치배양하여 얻어졌으며, 이 종균을 요구르트제조에 이용하였다.

탈지분유를 주원료로 한 요구르트의 제조

원료유(탈지유 20%, 포도당 2.88%, 소포재 0.016%, 정수 78%)를 autoclave(Market Forge사)로 100°C에서 30분간 가압멸균한 후 37°C로 냉각하였다. 이 원료유에 젖산균 배양액을 2%(w/w) 비율로 접종한 후 37°C에서 28시간 동안 발효시켜 배양액을 얻고 이 배양액(fermentation liquid)에 살균한 당액(sugar solution)을 무게

비 1:4의 비율로 혼합한 다음 요구르트향을 0.067과 0.1% 첨가하고 균질기(APV사, USA)로 균질 및 충전하고 4°C로 냉각하여 탈지분유를 주원료로 하는 요구르트를 제조하였다(Fig. 1).

두유의 제조

장염종 100g을 수세하여 0.5% NaHCO₃(Sigma Co., USA) 용액에 2시간 침지한 다음 98°C에서 5분간 blanching하였다. 침지, 세척이 완료된 원료종에 물을 콩부게에 대해 7.1배로 첨가하여 55°C에서 마쇄하고 80°C로 가열한 후 균질기로 1차 균질하였다. 균질액을 oil press(구형기계사)를 사용하여 150kg/cm²의 압력으로 짜낸 액을 균질기로 2차 균질하고 이 액을 병에 담아 살균하여 4°C로 냉각하였다(당도: 5Brix).

두유와 탈지분유를 혼합한 요구르트의 제조

두유(5Brix)를 원료유(Fig. 1)의 정수에 대해 20, 40, 60, 80, 100% 대체하고 첨가된 고품분 양만큼 탈지분유의 양을 감소시킨 발효액을 제조하여 Fig. 1의 제조공정에 의해 당액과 혼합하여 요구르트를 제조하였다.

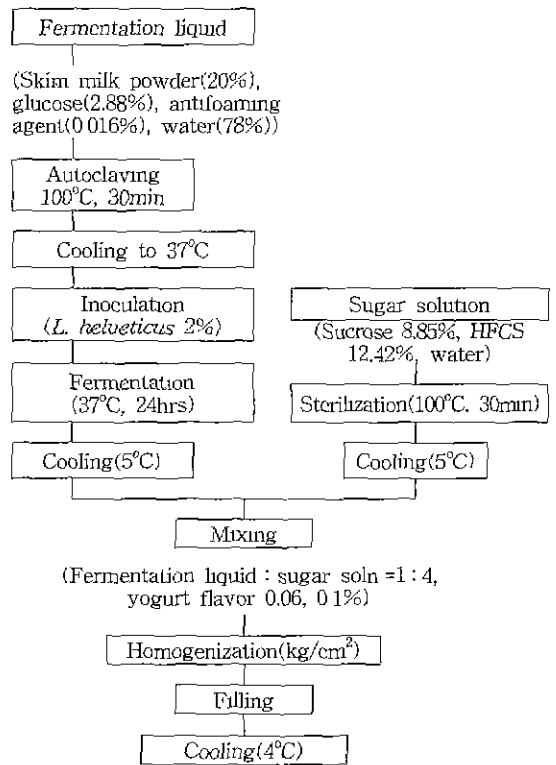


Fig. 1. Procedure used to prepare yogurt.

분리대두단백(ISP)과 탈지분유를 혼합한 요구르트의 제조

분리대두단백(ISP) 1~5% 농도와 탈지분유(SMP) 15~19% 농도범위에서 두 농도를 합쳤을 때 20%가 되도록 원료유를 제조하고 Fig. 1의 공정에 의해 요구르트를 제조하였다.

분리대두단백(ISP)과 유청분말(WP)과 탈지분유를 혼합한 요구르트의 제조

분리대두단백(ISP)과 유청분말(WP)을 탈지분유 조성과 유사한 비율이 되도록 38:62로 혼합하여 ISP와 WP의 혼합물을 제조하였다. 이 혼합물이 원료유(Fig. 1) 전체성분에 대해 2, 4, 6, 8, 10%의 농도범위로 첨가하고 첨가된 양만큼 탈지분유의 양을 감소하여 혼합한 농도가 20%가 되도록 첨가범위를 정하여 Fig 1의 제조공정에 의해 요구르트를 제조하였다.

pH 및 적정산도 측정

발효과정 중 요구르트를 4시간, 22시간, 28시간 간격으로 취하여 pH meter(Metrohm 635)를 이용하여 pH를 측정하였으며 산도는 시료10ml를 취하여 지시약으로 0.1% 페놀프탈레인을 2~3방울 가한 후 분홍색이 나타날 때까지 중화적정하여 소비된 0.1N NaOH의 ml 수를 다음식을 이용하여 lactic acid(%)로 환산하였다(11).

$$\text{Lactic acid(\%)} = \frac{0.1\text{N NaOH의 적정 ml수} \times 0.009}{\text{시료의 ml 수}} \times 100$$

젖산균수의 측정

생균수의 측정은 BCP plate agar 2.46g을 물 100ml에 가온 용해하여 살균 후 50°C에 보관하면서 요구르트 시료를 일정량 희석하여 37°C에서 72시간 배양한 후 colony수가 30~300개가 나타나는 평판을 선택하여 사용하였다.

n-Hexanal과 diacetyl의 측정

ISP를 첨가하여 제조한 요구르트 30g을 200ml의 유리용기에 넣고 36g의 NaSO₄와 일정량의 internal standard로 n-heptanone(Sigma사)과 n-butanol(Sigma사)을 가하여 고무마개로 밀봉한 후 60°C의 수조에서 10분간 진탕하였다. 발생한 headspace gas를 5ml 취하여 gas chromatograph(HP 5890 Series II, Hewlett Packard 사, USA)로 분석하였다. 표준시약으로 n-hexanal

(Polyscience사)과 diacetyl(보락향료)을 사용하여 retention time을 비교하여 peak를 동정하였다. Gas chromatograph의 분석조건은 Table 1과 같다(12).

분리대두단백이 첨가된 요구르트에 대한 유화안정성 실험

제조한 요구르트에 안정제로서 CMC(carboxymethyl cellulose, Yakuri Co., Japan), PGA(propylene glycol alginate, Yakuri Co., Japan), Na-alginate(Wako Co., Japan), pectin(highmethoxyl, 고려상역)의 당당류를 0.1~1.0%(w/w)의 농도범위로 첨가 균질한 후 시험관에 10ml 취한 후 4°C에서 3일간 저장하면서 초기 요구르트의 높이에 대해 물이 유리되고 남은 요구르트의 높이를 백분율로 하여 유화안정성을 측정하였다.

관능검사

관능검사는 탈지분유를 주원료로 하여 Fig. 1의 공정에 의해 제조한 요구르트를 기준시료군으로 하고 분리대두단백(ISP)과 유청분말(WP)을 우유의 단백질조성과 유사한 비율이 되도록 38:62로 혼합하여 농도가 2, 4, 6, 8, 10%의 범위에서 탈지분유와 혼합한 농도가 20%가 되도록 발효시킨 요구르트를 비교시료로 사용하였다. 평가원으로는 사전경험이 있는 해태제과 식품연구소 직원 15명을 선정하여 용어설명과 관능검사방법을 훈련시킨 후 요구르트 향미(매우 좋다 5점, 매우 나쁘다 1점), 콩비린내(매우 강하다 5점, 전혀 나지 않는다 1점), 기호도(매우 좋다 5점, 매우 나쁘다 1점), 콩맛(매우 강하다 5점, 전혀 없다 1점)에 대하여 5점 평점법(13)으로 평가하였다.

통계처리

실험은 3회 반복하여 평균치로 표시하였으며 실험 결과는 SPSS package를 사용하여 분산분석한 후 유의적인 차이가 있는 시료에 대해서는 Duncan의 다중범위 검정(14)을 수행하였다(p<0.05).

Table 1. Analysis condition of gas chromatograph

	n-Hexanal	Diacetyl
Column	Glass (4ft × 1/10in)	Stainless steel (3.2m × 1.5mm)
Support material	Chromosorb W (60~80 mesh)	Chromosorb W (60~80mesh)
Liquid phase	10% OV-101	8% TCEP
Oven Temp	60°C	80°C
FID Temp	150°C	150°C
Internal stancard	2-Heptanone(1µg)	n-Butanol(1µg)

결과 및 고찰

두유를 첨가한 요구르트

장염콩으로부터 두유(5Brix)를 제조하여 원료유(Fig. 1) 성분 중의 탈지분유 이외의 성분에 대해 두유를 무게 비로 여러 비율(20~100%)로 첨가하고 첨가된 두유 고형분에 대해 탈지분유의 첨가량을 감소시켜 유산균을 접종배양하면서 산도 및 유산균수를 측정하여 결과를 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 두유의 첨가량이 증가할수록 산의 생성이 다소 느릴 뿐만 아니라 두유 첨가 후 살균하면 콩 성분의 응집이 일어나 제품제조의 어려움이 발생하였다. 또한 제조된 요구르트는 관능적으로 콩비린내(off-flavor)가 강하였다.

분리 대두단백(ISP)과 탈지분유(SMP)를 혼합한 요구르트

원료유(Fig. 1)에 대해 98°C에서 5분간 가열하여 수화시킨 ISP를 고형분 기준으로 SMP에 대해 6% 이상 대체하면 겔이 형성되어 제품적성이 떨어지는 현상이

발생하였다. 따라서 5%의 ISP를 정수에 녹여 수화시킨 후 발효유의 SMP를 제외한 발효액성분에 대해 일정농도별(0~100%)로 첨가하고 대체한 ISP의 고형분만큼 SMP의 양을 감소시켜 살균한 후 유산균을 접종배양하면서 산도 및 균수를 측정하여 결과는 Fig. 3과 같다. 대두단백의 첨가비율이 높아짐에 따라 산도는 다소 낮으나 생균수는 보다 높은 결과를 얻을 수 있었으나 고형분 기준으로 ISP의 첨가량이 5% 이하이어야 요구르트의 제조가 가능하였다.

분리대두단백(ISP)과 탈지분유(SMP)와 유청분말(WP)을 혼합한 요구르트

유산균의 생육과 산생성

유청분말은 치즈제조시 생산되는 액상의 부산물로 유당, 유청단백질, 무기질, 수용성 비타민과 미량의 지방질을 함유하고 있는 준 우유로 대두단백보다도 가격이 반 정도 싸기 때문에 우유를 첨가하는 제품에 원가 절감용으로 이용될 뿐만 아니라 whey cheese나 whey butter, soft drink, 고단백음료, 알콜음료, 스포, 과일쥬스 등 그 이용이 다양하다(15,16) 또한 분리대두단백

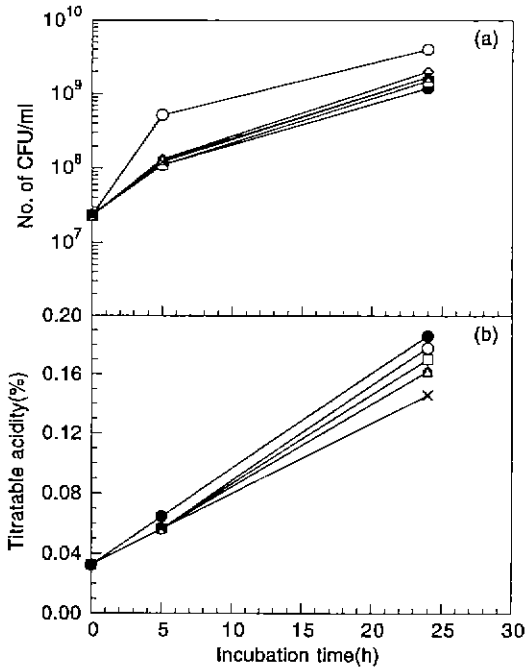


Fig. 2. Changes in cell number and titratable acidity of soy yogurts prepared from soymilk during fermentation. ●: skim milk powder(SMP) 20%, ○: SMP 19%+soy milk 20%, □: SMP 18%+soy milk 40%, ◇: SMP 17%+soy milk 60%, △: SMP 16%+soy milk 80%, ×: SMP 15%+soy milk 100%.

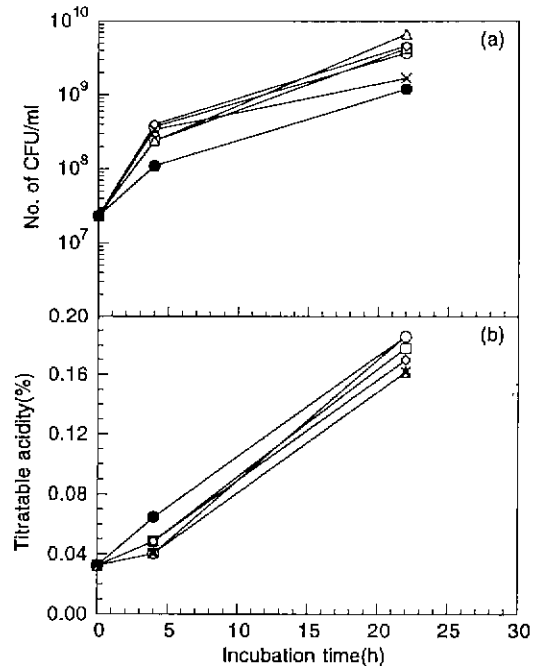


Fig. 3. Changes in cell number and titratable acidity of soy yogurts prepared from isolated soy protein (ISP) and skim milk powder(SMP) during fermentation. ●: SMP 20%, ○: SMP 18%+ISP 2%, □: SMP 16%+ISP 4%, ◇: SMP 14%+ISP 6%, △: SMP 12%+ISP 8%, ×: SMP 10%+ISP 10%.

과 유청분말을 38:62의 비율로 혼합하면 우유내 성분 조성과의 유사하므로, 이점을 활용하여 탈지분유와 혼합하고 28시간 배양한 후 산도 및 생균수를 측정하여 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 4에서 볼 수 있는 바와 같이 대두단백과 유청분말 혼합물의 첨가비율이 증가해도 산생성이나 생균수는 별 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 또한 4°C에서 요구르트 유통기한인 저장 3일간 생균수를 비교하면 대두단백과 유청분말의 첨가비율이 증가할수록 오히려 생균수가 탈지분유만으로 제조한 요구르트보다 더 많음을 알 수 있었다(Fig. 5). 이는 대두와 유청이 첨가된 요구르트는 제조 후 pH가 탈지분유만으로 제조한 것보다 높기 때문에 유산균이 pH 저하에 대한 생육저해를 덜 받아 일어나는 현상으로 판단된다.

대두단백 첨가에 따라 발생하는 n-hexanal 및 diacetyl

콩비린내(bean flavor)는 대두에 들어있는 여러 가지 화합물에 의해 복합적으로 발생되며, 그 중에 대표적인 것은 n-hexanal 등의 aldehyde와 isopentanol, n-

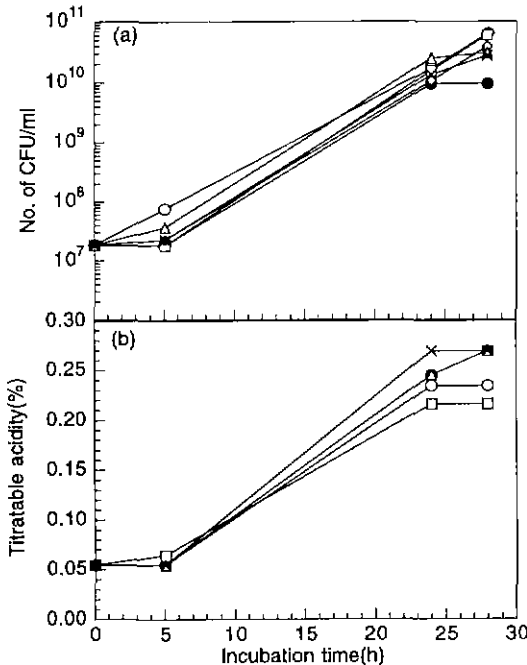


Fig. 4. Changes in cell number and titratable acidity of soy yogurts prepared from isolated soy protein (ISP), whey powder (WP) and skim milk powder (SMP) during fermentation. ●: skim milk powder (SMP) 20%. ○: SMP 18% + 2% mixture of ISP and WP, □: SMP 16% + 4% mixture of ISP and WP, ◇: SMP 14% + 6% mixture of ISP and WP, △: SMP 12% + 8% mixture of ISP and WP, ×: SMP 10% + 10% mixture of ISP and WP

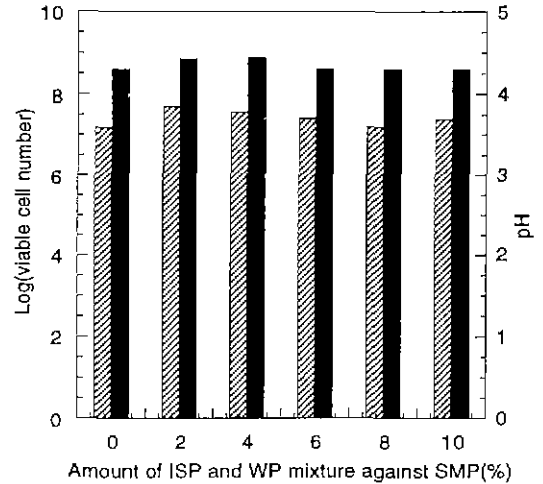


Fig. 5. Changes of viable cell number and pH in soy yogurts during storage at 4°C for 3 days. ■: viable cell number, ▨: pH.

heptanol 등의 alcohol을 들 수 있다. 본 실험에서 발효 전후의 요구르트에 들어 있는 n-hexanal과 diacetyl의 함량을 gas chromatography로 측정된 결과 n-hexanal과 diacetyl이 거의 검출되지 않았다(data not shown). 따라서 본 실험에 사용한 분리대두단백은 콩비린내를 제거한 것임을 알 수 있었다. 한편 이러한 두가지 성분 이외에도 기타 aldehyde와 alcohol류 등의 콩비린내성분들도 생육과 산생성이 우수한 젖산균의 발효에 의해서 감소한다는 보고(12)가 있으므로 대두단백 첨가시 발생하는 콩비린내는 발효과정자체가 콩비린내 감소에도 기여한다고 할 수 있다

관능검사

탈지분유만을 주원료로 하여 제조한 요구르트(기준 시료군)와 대두단백과 유청을 38:62의 비율로 혼합하여 원료유에 대해 2~10% 비율로 첨가하고 첨가된 양만큼 탈지분유의 양을 감소시켜 3가지 성분의 합이 20%가 되도록 혼합하여 제조한 요구르트(비교시료군)를 5점 채점법을 이용하여 관능검사한 결과를 Table 2에 나타내었다.

기존의 요구르트 제조시 첨가되는 향 0.067%는 대두와 유청 6%이상 첨가에서 콩의 맛을 어느 정도 감지하기 때문에 4%까지 첨가가 가능한 한계를 가진다. 따라서 첨가비율을 늘리고자 향을 0.1%로 증가시켜 관능검사한 결과를 Table 3에 나타내었으며 그 결과 콩맛을 감지하지 않는 대두와 유청의 첨가비율이 8%까지 가능하여 요구르트향을 늘림으로써 대두와 유청의 첨가비율을 높일 수 있음을 알 수 있었다.

Table 2. Sensory evaluation of various soy yogurts and milk yogurt containing yogurt flavor of 0.067%

Item	Sensory score					
	S1 ¹⁾	S2	S3	S4	S5	S6
Flavor	3.7 ^{ab}	3.8 ^a	3.3 ^{ab}	3 ^{bc}	2.9 ^c	3 ^{bc}
Off-flavor	0.4 ^{cd}	0.2 ^d	0.5 ^{bc}	0.4 ^{cd}	1.3 ^d	1.1 ^{ab}
Taste	3.7 ^{ab}	3.8 ^a	3.2 ^{abc}	3 ^{cde}	2.8 ^d	3.1 ^{cd}
Off-taste	0.5 ^{cde}	0.3 ^e	0.6 ^{cd}	0.6 ^{cd}	1.4 ^a	1.3 ^{ab}

¹⁾S1: Skim milk powder(SMP) 20%, S2: SMP 18%+2% mixture of ISP and WP, S3: SMP 16%+4% mixture of ISP and WP, S4: SMP 14%+6% mixture of ISP and WP, S5: SMP 12%+8% mixture of ISP and WP, S6: SMP 10%+10% mixture of ISP and WP

^{a-c}Mean values with the different letters in a row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

Table 3. Sensory evaluation of various soy yogurts and milk yogurt containing yogurt flavor of 0.1%

Item	Sensory score				
	S1 ¹⁾	S3	S4	S5	S6
Flavor	3.1 ^c	3.3 ^{ab}	3.2 ^{abc}	3.5 ^a	3.2 ^{abc}
Off-flavor	0.7 ^c	0.8 ^{bc}	1.2 ^a	1 ^{ab}	1 ^{ab}
Taste	3.2 ^{bc}	3.5 ^a	3.3 ^{abc}	3.5 ^a	2.9 ^c
Off-taste	1 ^b	1 ^b	1.2 ^{ab}	1.1 ^{ab}	1.4 ^a

¹⁾S1: Skim milk powder(SMP) 20%, S3: SMP 16%+4% mixture of ISP and WP, S4: SMP 14%+6% mixture of ISP and WP, S5: SMP 12%+8% mixture of ISP and WP, S6: SMP 10%+10% mixture of ISP and WP

^{a,b}Mean values with the different letters in a row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

안정제에 의한 침전 억제 효과

우유나 탈지분유로 제조한 요구르트는 저장 3일간 침전이 생기는 경우가 거의 없으나 본 실험의 대두와 유청을 탈지분유와 같이 첨가 제조한 요구르트는 제조 후 1~2시간 만에 물층의 40% 정도가 요구르트에서 분리되는 현상이 발생하여 제품적성을 감소시키는 단점을 지니고 있었다 따라서 침전발생을 억제시킬 목적으로 안정제로서 carboxymethyl cellulose(CMC), Na-alginate, pectin(high methoxyl), propylene glycol alginate(PGA)를 첨가하여 시험관에 10ml 충전하여 4°C에서 3일간 저장한 후 물이 유리되고 남은 요구르트의 높이의 상대비를 백분율로 나타낸 결과를 Fig. 6에 나타내었다. CMC는 1%이상 첨가되어야 하였으며 pectin은 0.3%, Na-alginate와 PGA는 0.1% 정도에서 저장(4°C) 3일까지 안정한 결과를 보여 Na-alginate와 PGA가 적은 농도에서 높은 유화안정효과를 보였다

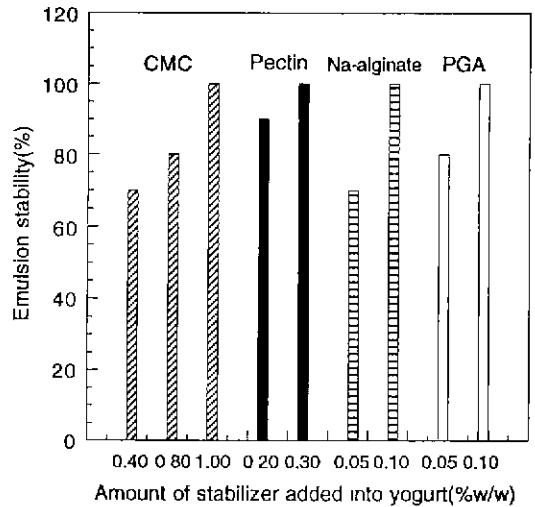


Fig. 6 Effect of stabilizer on the emulsion stability of soy yogurts after storage of 3 days at 4°C.

요 약

영양학적 가치와 경제효과를 향상시킨 대두요구르트를 제조하기 위해 장염균으로 만든 두유, 콩비린내를 제거한 분리대두단백(ISP)과 ISP와 유청분말(WP)의 혼합물을 고행분 첨가량만큼 탈지분유(SMP)에 대해 대체하고 *L. helveticus*로 단독배양하여 pH와 산생성 및 젖산균의 생존수와 관능특성에 대하여 연구하였다. 원료유 성분 중 두유를 첨가하고 고행분만큼 탈지분유의 양을 줄여 제조한 요구르트는 SMP를 주원료로 하여 제조한 요구르트(기준시료군)보다 산생성이 적었고 콩성분의 응집현상이 발생하였으며 관능적으로도 콩비린내가 강하여 제품적성이 현저히 떨어졌다. ISP를 탈지분유에 대해 첨가량별로 대체하여 제조한 요구르트는 산도는 낮으나 생존수는 높은 결과를 얻었으며 6%(w/w)이상의 첨가농도에서는 겔을 형성하여 5%이하의 첨가 범위에서만 요구르트제조가 가능하였다. ISP와 WP의 혼합물을 탈지분유의 조성과 비교적 유사하게 조합(38:62)하여 SMP에 대해 첨가량별로 10%까지 대체하여 제조한 요구르트는 기준 시료군과 비교시 산도는 다소 낮으나 생존수는 높았다. 또한 관능검사 결과 요구르트제조에 이용되는 요구르트향 0.067%의 첨가량에서는 6%이상 첨가농도에서 콩의 맛을 감지하였고 향을 0.1%로 증가시키면 8%까지 요구르트 향미, 콩비린내, 콩맛, 기호도면에서 기준시료군과 거의 차이가 나지 않았다. ISP와 WP와 SMP로 제조한 요구르트는 제조 1~2시간만에 물층과 분리현상이 발생하였으며 Na-alginate와 PGA를 0.1% 농도로 첨가하면 저장

(4°C) 3일까지 높은 유화안정효과를 보였다.

문헌

1. 박미정, 이숙영 · Lactose와 효모의 첨가가 대두요구르트 발효중 젖산균의 생육특성 및 관능적 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **29**, 533(1997)
2. Mark, M, Virginia, M. and Ken, S. : The simple soybean and your health. 1st ed, Avery Publishing Group, New York, p.27(1994)
3. Andres, C : Fermented enzyme-treated food products *Food Proceeding*, **39**, 67(1978)
4. Pnthong, R., Macrae, R and Rothweel, J. · The development of a soybased yogurt part III. Analysis of oligosaccharides. *J. Food Technol*, **15**, 661(1980)
5. 김오섭, 김창한 : 두유에서의 유산균 생육과 산생성에 관한 연구. 산업미생물학회지, **7**, 205(1979)
6. 이재성, 한관주, 서기봉 · 우유를 이용한 변형요구르트의 제조. 한국식품과학회지, **4**, 194(1972)
7. 차성관, 최병권, 김길환 : 대두요구르트 제조에 의한 대두의 품종별 비교 한국식품과학회지, **22**, 357(1990)
8. 성원희, 임숙자, 고영태 · 분리대두단백이 *Lactobacillus acidophilus*의 생육에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **16**, 120(1984)
9. 유지창, 임숙자, 고영태 : 농축대두단백을 이용한 요구르트의 제조. 한국식품과학회지, **16**, 143(1984)
10. Holsinger, V H, Posati, L. P. and Devlbuss, E. D. · Whey beverage: A review *J. Dairy Sci.*, **57**, 8(1974)
11. 유주현 : 식품공학실험서 I. 탐구당, p.446(1994)
12. 문승애, 김영배, 고영태 : 두유에서 젖산균의 생육과 대두요구르트의 향미 한국식품과학회지, **18**, 118(1986)
13. Anon · Rivella-A new form of whey utilization. *Dairy Ind.*, **25**, 113(1960)
14. Keay : Whey powder *Food Mfr.*, **46**, 36(1971)
15. 이영춘, 김광옥 : 식품의 관능검사. 학연사, p.185(1991)
16. Norusis, M. J. · SPSS/PC*. 기 존 연구사. p.271(1991)

(1997년 9월 19일 접수)