

감자를 첨가한 요구르트의 제조와 특성

신용서 · 성현주 · 김동한* · 이갑상

원광대학교 농화학과, *목포대학교 식품영양학과

Preparation of Yogurt Added with Potato and its Characteristics

Yong-Seo Shin, Hyun-Ju Sung, Dong-Han Kim* and Kap-Sang Lee

Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University

*Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

Abstract

The curd yogurt (total solid content: 14%) was prepared from milk added with skim milk powder and potato puree. Potato puree comprised 9.5, 13.8 and 17.9% (dry basis) of the milk-potato mixture, and the effect of potato on the quality of yogurt was investigated. Addition of potato remarkably stimulated acid production and propagation of lactic acid bacteria, and viable cells reached above 3.9×10^{10} CFU/ml after 12 hours. As potato content increased, the ratio of lactic acid content to total acidity decreased, while citric acid increased. The major organic acids of yogurt were lactic acid, citric acid, and acetic acid. Viscosity of yogurt was increased in proportion to the increment of the potato content. After 24 hours of incubation, the sensory score of yogurt containing 13.8% (dry basis) potato showed better sensory acceptability. When curd yogurt added with potato was kept at 5°C for 15 day, its keeping quality was relatively good. Viable cells of lactic acid bacteria and β -galactosidase activity decreased rapidly at pH 1.5, and 2.5, but the group added with potato was more stable than control.

Key words: yogurt, potato, lactic acid bacteria, β -galactosidase

서 론

요구르트는 우유를 유산균으로 발효시켜 만든 발효 유제품으로 수년전부터 유고형분 함량과 유산균수가 많은 호상요구르트의 수요가 매년 크게 증가하고 있다⁽¹⁾. 호상요구르트는 카제인이 발효중에 유산에 의해 응고하여 부드러운 gel상의 조직을 이루며, 조즈이 너무 묽거나 유청이 분리되는 것을 막기 위하여 유고형분 함량을 14~18%로 권장하고 있다⁽²⁾. 우리나라 유가공업체에서는 3~4% 정도의 탈지분유를 첨가하거나⁽³⁾, 전지우유나 탈지우유를 농축하여 유고형분 함량을 높이고 있으며⁽³⁾, 탈지분유 등 유제품의 첨가⁽⁴⁾ 이외에도 대두단백질⁽⁵⁾, 곡류⁽³⁾, 고구마⁽⁶⁾, 호박⁽⁷⁾ 등의 첨가와 펙틴이나 과육을 첨가⁽⁸⁾하기도 하며, 발효기질로는 우유 이외에 쌀⁽⁹⁾, 맥아⁽¹⁰⁾, 옥수수⁽¹¹⁾, 사탕수수⁽¹²⁾ 등을 이용하여 새로운 유산 발효유를 개발하려는 시도가 이루어진 바 있다. 또한 요구르트는 저장중에 품질이 달라질 뿐만 아니라⁽¹³⁾, 유산균은 위속의 낮은 pH에서 살아남아야만 장내에서 정장작용을 발휘할 수 있고^(14,15), 유당분해율이 높은 것이 유산균 음료의 소화에 바람직하다^(16,17).

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 전분질 이외에 비타민 C, B₁, B₆, pantothenic acid와 칼륨, 철 등의 무기물과 flavone색소가 풍부할 뿐만 아니라 단백질의 아미노산 구성도 영양상 우수하여 건강식에 좋은 재료로 이용되며⁽¹⁸⁾, 감자단백질은 유산균의 생육촉진 효과가 있을 뿐만 아니라 장내 유해세균의 생육을 억제한다고 보고⁽¹⁹⁾되었다. 이러한 점들은 flavone색소에 의한 천연색감, 전분질에 의한 조직의 안정화 역할 이외에 유산균 생육촉진 등 요구르트 제조시 여러가지 효과를 기대할 수 있으리라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 호상요구르트 제조시 고형분 증가제의 일부를 감자로 대체하여 요구르트를 제조하고 그 품질적 특성을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

사용균주는 L사에서 분양받은 Wiesby사(Germany)의 *Streptococcus thermophilus* (S. therm H. Prod-Nr 540652)와 *Bifidobacterium infantis* 420 혼합균주를 사용하였다. 전지우유와 탈지분유는 L사에서 생산된 Triphenyl tetrazolium chloride(TTC)검사(항생물질 잔류 검사) 음성의 제품을, 감자는 시장에서 구입하여 껍질을 벗기고 100°C에서 30분간 증숙하여 pure type으로 사용하였다.

Corresponding author: Yong-Seo Shin, Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University, Iri, Chonbuk 570-749, Korea

Table 1. Sample layout and its ingredients¹⁾ for fermentation with yogurt bacteria (unit: g)

Sample	Whole milk SMP ²⁾ PP ³⁾ Total				
	Total solid	11.3%	97.0%	17.1%	14.0%
Control	1,000	32.5	-	1032.5	
A	1,000	29.3	87.07	1116.4	
B	1,000	27.7	131.30	1159.0	
C	1,000	26.0	175.60	1201.6	

¹⁾Each mixture also contained 0.205% gelatin, 4% sugar and 0.0167% freeze-dried starter culture preparation.

²⁾Skim milk powder, ³⁾Potato puree

요구르트제조

발효기질의 고형분 함량을 14%로 증가시키기 위해 전지우유에 탈지분유와 감자를 Table 1과 같은 비율로 혼합하여 시료를 만들었다. 혼합한 시료를 Osterizer blender(U.S.A.)로 5분간 균질화 시킨 후 95℃에서 10분간 살균하였다⁴⁾. 살균된 기질을 40℃로 방냉한 후 젖산균(*S. thermophilus* + *B. infantis*)을 0.0167% 되게 접종하여 40℃ 항온기에서 경시적으로 발효시켰다.

유산균의 생육과 산생성량의 측정

유산균의 생육과 산생성은 발효중 요구르트로부터 시료를 무균적으로 취하여 생균수, 적정산도, pH를 신 등⁷⁾에 준하여 측정하였다.

요구르트의 관능검사

발효가 완료된 요구르트를 균질화 시킨 후 5℃ 냉장고에서 12시간 보관한 후 15명의 검사원으로 전체적인 기호도(overall acceptability), 맛(taste), 향기(odor), 조직감(texture)을 각 항목별로 최저 1점, 최고 5점으로 5단계 평가하여 시험구간의 유의성차를 다중검정(Duncan's multiple range test)하였다²⁰⁾.

HPLC에 의한 유기산 분석

발효가 완료된 요구르트의 유기산 함량을 조사하기 위해 시료를 원심분리기(Beckman Model RC-5C)로 12,000 rpm 에서 30분간 원심분리하여 얻은 상정액을 Whatman No.2 여과지로 여과하고 5배로 희석한 후 0.45 μm membrane filter로 여과하여 Sep-Pak C₁₈ cartridge(Waters, U.S.A.)로 지질, 단백질, 색소물질을 제거한 후 10 μl씩 HPLC에 주입하였다. Column은 Bondapack-C₁₈(Waters, U.S.A.), mobile phase은 0.05 M-KH₂PO₄를 사용하였고, detector은 UV detector(Waters 486)를 이용하여 214 nm에서 chart speed 0.5 cm/min의 조건으로 분석하였다. 표준시료는 유산, 초산, 포름산, 프로피온산, 구연산이 각각 0.1%씩 들어있는 혼합액을 사용하였다.

요구르트의 저장성조사

발효가 완료된(24시간) 각각의 시료를 5℃ 냉장고에서

보관하며 3일 간격으로 생균수, 적정산도, pH를 측정하였다¹³⁾.

요구르트의 점도측정

발효중의 요구르트 200 ml를 250 ml 비이커에서 8~9℃를 유지하며 Brookfield viscometer(Model DV-II)의 3번 spindle을 사용하여 60 rpm에서 4분에서 8분까지 1분간격으로 점도를 측정하여 평균치를 data로 취하였다²¹⁾.

유산균의 내산성 및 β-galactosidase 활성도

산성조건하에서 유산균의 생존율을 측정하기 위하여 24시간 발효시킨 요구르트를 1 N-HCl로 pH 1.5, 2.5, 3.5 되게 조절하여 37℃에서 2시간 배양하면서 30분마다 경시적으로 시료를 취해 평판배양하여 유산균의 생존율을 측정하였다¹⁵⁾. 잔존 β-galactosidase활성도를 측정하기 위하여 내산성 측정용 pH조정액을 0.1 M 인산완충용액(pH 7.0)으로 10배 희석하고, ice bath에서 10분간 초음파처리(Danbary Model LC500, 16 KHz)하여 조효소액으로 하였다. 0.1 M 인산완충용액(pH 7.0)에 용해시킨 0.005 M o-nitrophenyl-β-galactopyranoside(ONPG) 기질 5 ml에 조효소액 1 ml를 가하여 37℃에서 15분간 반응시킨 후 1 M Na₂CO₃ 2.5 ml를 가하여 반응을 정지시키고 생성된 o-nitrophenol을 420 nm에서 비색정량하였다. β-galactosidase활성도는 1g의 시료에서 1분간에 ONPG로부터 1 μmole의 o-nitrophenol을 유리할 때 1 unit로 하였다¹⁵⁾.

이상의 모든 측정치는 3반복 이상을 실시하여 평균값을 취하였다.

결과 및 고찰

발효중 pH와 적정산도의 변화

고형분 함량을 14%로 증가시키기 위하여 전지우유에 탈지분유와 감자를 Table 1과 같은 비율로 첨가하고 젖산균을 접종하여 40℃에서 배양하면서 pH와 적정산도의 변화를 경시적으로 측정하였다(Table 2).

pH변화는 모든 구가 접종 후 6시간 까지 급격히 떨어지다가 12시간 이후에는 완만히 저하하였으며, 시험구간에는 감자첨가량이 늘어날수록 탈지분유만 첨가한 대조구에 비하여 발효초기의 pH저하가 심하였고, 24시간 발효후에는 B구가 pH 3.86으로 가장 낮았다. 적정산도는 대체적으로 pH변화와 유사한 경향으로 감자 첨가구들이 발효초기에 산생성이 많았고 시험구간에는 대조구와 A, B구간에 5% 수준에서 유의차가 있었다. 요구르트중의 산량은 스위스형 요구르트의 경우 pH 4.1~4.2에서 견고성이 좋고⁶⁾, set형 요구르트의 적정산도는 1.0~1.1%일 때 가장 좋은 품질을 나타낸다고 한 바²¹⁾ 있어, 감자첨가 요구르트의 경우 산량이 조금 많은 편이나 Lee 등⁵⁾의 유청단백질을 첨가한 경우와 Shin⁹⁾의 쌀을 이용한 요

Table 2. Changes of pH, titratable acidity in samples during the fermentation by lactic acid bacteria

Incubation time (hrs)	pH ¹⁾				Titratable acidity(%)			
	Control	A	B	C	Control	A	B	C
0	6.44	6.45	6.44	6.43	0.120 ^a ±0.004 ²⁾	0.109 ^a ±0.006	0.110 ^a ±0.002	0.111 ^a ±0.004
6	4.56	4.29	4.20	4.16	0.650 ^b ±0.007	0.857 ^b ±0.003	0.901 ^a ±0.001	0.900 ^a ±0.005
12	4.16	3.96	3.95	3.95	0.895 ^d ±0.004	1.005 ^c ±0.005	1.091 ^a ±0.003	1.051 ^b ±0.003
18	4.03	3.94	3.90	3.92	1.009 ^f ±0.005	1.145 ^b ±0.002	1.156 ^a ±0.001	1.147 ^{ab} ±0.004
24	3.94	3.89	3.86	3.88	1.180 ^f ±0.003	1.198 ^b ±0.003	1.213 ^a ±0.003	1.189 ^b ±0.006

¹⁾Mean values of triplications, ²⁾Mean±SD of triplications and values with different letters in the same row are significantly different (P<0.05)

Table 3. Composition of some organic acids in sample fermented with lactic acid bacteria (unit: %)

Sample	Organic acid				
	Formic acid	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid	Citric acid
Control	0.043 ^a ±0.001 ¹⁾	1.010 ^a ±0.004	0.113 ^a ±0.002	0.032 ^a ±0.002	0.133 ^d ±0.002
A	0.042 ^a ±0.002	1.146 ^b ±0.001	0.112 ^a ±0.001	0.030 ^a ±0.003	0.252 ^c ±0.003
B	0.038 ^{ab} ±0.003	1.152 ^b ±0.003	0.100 ^b ±0.003	0.023 ^a ±0.004	0.291 ^b ±0.006
C	0.035 ^b ±0.001	1.025 ^b ±0.006	0.094 ^a ±0.001	0.013 ^b ±0.004	0.351 ^a ±0.004

¹⁾See foot note 2) of Table 2

구르트의 관능치는 pH 3.7에서 가장 우수하였다는 보고와는 유사하였다.

유기산 분석

24시간 발효한 요구르트중의 몇가지 유기산을 HPLC로 측정된 결과는 Table 3과 같다.

젖산은 Table 2의 적정산도의 경향과 유사하여 B구가 1.152%로 가장 높았고 다음으로 A, C, 대조구 순으로 A, B구를 제외한 나머지 구간에는 5% 수준에서 유의차가 있었다. 구연산은 감자첨가량이 증가할수록 그 함량도 현저히 증가하여 C구가 0.351%로 제일 높았다(P<0.05). 초산은 이와는 달리 감자 첨가량이 증가할수록 약간 감소하는 경향이었고 포름산과 프로피온산도 마찬가지지만 초산과 유사한 경향을 보였다. Lee 등¹⁶⁾은 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus* 혼합균주를 사용한 요구르트의 주된 산은 젖산과 구연산이라 보고한 바 있으나 본 실험의 경우 *S. thermophilus*와 *B. infantis* 혼합균¹⁵⁾으로 발효시켰고 *Bifidobacterium*속이 hetero형 발효균으로 초산과 젖산을 3:2의 비율로 생산하기 때문에²²⁾ 초산이 상대적으로 다른 요구르트에 비하여 많았던 것으로 사료된다. 또한 김과 고¹⁾의 구연산이 발효중에 *L. bulgaricus*에 의해 이용되어 그 양이 현저히 감소한다는 보고와, 사탕수수 착즙액에 *L. casei*를 20시간 발효시켰을 때 총산중 젖산이 98%를 차지하였던 보고¹²⁾를 비교하여 볼 때 본 실험의 젖산함량은 총산 중에서 67.5~75.9%로 상이하였는데 이는 균주와 원료조성의 차이로 생각되며, 감자의 첨가로 구연산이 증가되어 감자첨가 요구르트는 온화한 신맛을 낼 수 있으리라 생각된다.

Table 4. Changes of viable cell counts¹⁾ in sample during the fermentation by lactic acid bacteria

Incubation time (hrs)	Bacterial cell count(CFU/ml)			
	Control	A	B	C
0	4.8×10 ⁶	4.3×10 ⁶	4.7×10 ⁶	4.6×10 ⁶
30	9.2×10 ⁸	1.3×10 ⁹	2.8×10 ⁹	3.4×10 ⁹
60	3.1×10 ¹⁰	3.9×10 ¹⁰	4.8×10 ¹⁰	4.3×10 ¹⁰
90	3.3×10 ¹⁰	4.0×10 ¹⁰	5.2×10 ¹⁰	4.9×10 ¹⁰
120	3.2×10 ¹⁰	4.3×10 ¹⁰	5.3×10 ¹⁰	4.8×10 ¹⁰

¹⁾Mean values of triplications

생균수의 변화

생균수는 접종후 6시간까지 급격한 증가를 보이며 12시간에는 정상기에 도달하여 그 이후에는 완만한 증가를 보였으며(Table 4) Table 2의 산생성량과 비교하여 볼 때 젖산균은 정상기에 도달할 때까지 급격히 산을 생성하나 그 이후의 산생성은 완만하였다. 시험구 간에는 감자첨가량이 증가할수록 발효초기의 생균수 증가가 빨랐고 24시간 발효후에는 B구가 5.3×10¹⁰ CFU/ml로 가장 높았으며 다음으로 C, A, 대조구 순이었다. 이는 고구마와 호박을 첨가한 경우 탈지분유만을 첨가한 대조구와 생균수 차이가 미미하였던 보고⁷⁾와 차이가 있었으며, 신 등¹⁹⁾은 감자단백질이 *Bifidobacteria*나 일부 *Lactobacillus*의 생육촉진 효과가 있다고 보고하여, 감자의 첨가는 요구르트 제조시 젖산균의 생육을 촉진시키나 C구의 경우 탈지분유 첨가량이 적기 때문에 일부 영양원의 부족으로 12시간 이후에는 B구에 비하여 젖산균의 증식이 적었던 것으로 사료된다.

점도의 변화

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 요구르트의 점도는 발효 12시간까지 모든 구가 급격히 증가하며 그 이후 24시간까지는 감자첨가구에 비해 대조구의 증가폭이 높았고, 발효가 완료된(24시간) 호상요구르트의 점도는 감자첨가량이 증가함에 따라 발효전 초기점도가 높긴 하나 감자첨가구가 24시간 발효후 13,500~15,100 cps로 대조구의 7,800 cps보다 상당히 높은 것으로 나타났다. 김과

고⁽³¹⁾는 쌀, 보리, 밀, 옥수수를 2% 첨가한 우유를 24시간 발효시킨후 측정된 점도가 672~2,740 cps라 보고한 바 있어 본 실험과 상당한 차이가 있으나 이는 기질의 총 고형분 함량, 균주 및 원료조성의 차이로 사료되며, 김 등⁽²³⁾은 시판 농후요구르트의 점도를 7,850~21,000 cps로 보고한 바 있어 본 실험의 경우와 유사한 경향을 보였다. 또한 젖산균 발효시 우유단백질의 등전점(pH 4.6)침전이 나 protease에 의한 분해 응고 이외에도 젖산균에 의한 polysaccharide의 생성⁽²⁴⁾ 등에 의해 복합적으로 curd가 형성되나 감자 등 전분질의 첨가는 생성되는 curd를 진하게 하고 안정화하는 것으로 생각된다⁽⁶⁾.

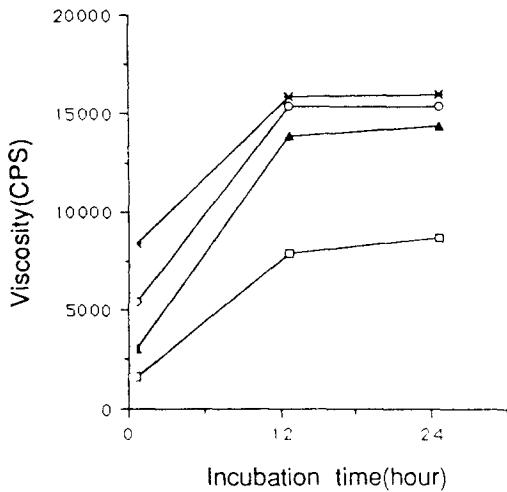


Fig. 1. Changes in viscosity of mixtures during the fermentation by lactic acid bacteria

Sample codes (Cont, A, B, C) are the same as explained in Table 1.

□-□: Cont, ▲-▲: A, ○-○: B, ×-×: C

관능적 특성

감자를 첨가하여 24시간 발효시킨 요구르트의 맛, 조직감, 향기, 기호도를 관능검사한 결과는 Table 5와 같다.

맛, 향기, 조직감 모두 감자를 첨가한 것이 탈지분유만 첨가한 대조구보다 좋은 판정을 받았고 감자첨가구 중에서는 B구가 가장 우수하였으며, 다음으로 맛과 향기는 A구가 조직감은 C구가 양호하였다. 전체적인 기호도도 B구가 우수하였고 다음으로 A, C, 대조구 순이었으나 대조구를 제외한 시험구간의 유의성은 B구가 C구에 대하여 맛과 전체적인 기호도에서만 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 탈지분유의 일부를 고구마와 호박으로 대체한 경우 고구마 첨가구만이 맛과 향기, 전체적인 기호도에서 양호하였을 뿐, 호박의 첨가는 오히려 불량하였고 조직감은 대조구에 비하여 열등하였던 보고⁽⁷⁾와 비교하여 볼 때 감자첨가는 Table 3에서 보는 것처럼 포름산이나 프로피온산의 생성이 적고 구연산이 대조구에 비하여 많기 때문에 맛이나 향기가 양호하였던 것으로

Table 5. Sensory scores¹⁾ of consumer panel for sample fermented with lactic acid bacteria

Sample	Taste	Texture	Odor	Overall acceptability
Control	3.467 ^a ± 0.640 ²⁾	3.867 ^b ± 0.640	3.933 ^b ± 0.594	3.667 ^a ± 0.617
A	4.667 ^a ± 0.488	4.267 ^{ab} ± 0.704	4.400 ^{ab} ± 0.632	4.533 ^{ab} ± 0.516
B	4.867 ^a ± 0.352	4.467 ^a ± 0.743	4.667 ^a ± 0.488	4.733 ^a ± 0.458
C	4.067 ^b ± 0.704	4.400 ^{ab} ± 0.739	4.333 ^{ab} ± 0.724	4.269 ^b ± 0.594

¹⁾Fifteen specially trained panels of yogurt manufacturing factory evaluated the samples, ²⁾Mean ± SD and means with the same lettered supercripts in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test

Table 6. Changes in the quality of curd yogurt during the storage at 5°C

Period of storage (days)	pH ¹⁾				Titratable acidity(%)				Viable cell count(CFU/ml) ²⁾			
	Control	A	B	C	Control	A	B	C	Control	A	B	C
0	3.94	3.89	3.86	3.88	1.180 ^c	1.198 ^b	1.213 ^a	1.189 ^{bc}	3.2 × 10 ¹⁰	4.3 × 10 ¹⁰	5.3 × 10 ¹⁰	4.8 × 10 ¹⁰
3	3.90	3.89	3.84	3.86	1.193 ^b	1.201 ^b	1.220 ^a	1.198 ^b	4.0 × 10 ¹⁰	4.8 × 10 ¹⁰	5.6 × 10 ¹⁰	5.2 × 10 ¹⁰
6	3.89	3.86	3.84	3.86	1.195 ^b	1.220 ^a	1.224 ^a	1.198 ^b	4.1 × 10 ¹⁰	5.0 × 10 ¹⁰	5.6 × 10 ¹⁰	5.2 × 10 ¹⁰
9	3.88	3.87	3.85	3.85	1.197 ^b	1.221 ^a	1.225 ^a	1.201 ^b	4.2 × 10 ¹⁰	5.0 × 10 ¹⁰	5.7 × 10 ¹⁰	5.0 × 10 ¹⁰
12	3.89	3.87	3.84	3.86	1.195 ^b	1.223 ^a	1.225 ^a	1.199 ^b	4.0 × 10 ¹⁰	4.9 × 10 ¹⁰	5.5 × 10 ¹⁰	5.1 × 10 ¹⁰
15	3.90	3.85	3.83	3.86	1.195 ^c	1.220 ^b	1.226 ^a	1.201 ^c	3.9 × 10 ¹⁰	4.8 × 10 ¹⁰	5.6 × 10 ¹⁰	5.1 × 10 ¹⁰

^{1,2)}Mean values of triplications, ³⁾Values with different letter in the same row are significantly different(p<0.05)

Table 7. Survival of lactic acid bacteria¹⁾ during the incubation of curd yogurt adjusted to pH 1.5, 2.5, 3.5 with HCl

Incubation time(min)	Bacterial cell count(CFU/ml)					
	Control			B		
	pH 3.5	2.5	1.5	pH 3.5	2.5	1.5
0	3.4×10^{10}	3.4×10^{10}	3.4×10^{10}	4.9×10^{10}	4.9×10^{10}	4.9×10^{10}
30	3.4×10^{10}	2.4×10^5	4.3×10^2	4.7×10^{10}	4.1×10^6	2.8×10^3
60	3.3×10^{10}	9.8×10^4	4.0×10^2	5.2×10^{10}	8.7×10^5	4.7×10^2
90	3.5×10^{10}	7.1×10^4	3.9×10^2	5.1×10^{10}	5.8×10^5	4.5×10^2
120	3.7×10^{10}	6.9×10^4	4.1×10^2	5.0×10^{10}	5.8×10^5	4.3×10^2

¹⁾Mean values of triplications

사료된다.

요구르트의 저장성

발효가 완료된 감자첨가 호상 요구르트의 저장성을 알아보기 위하여 5°C 에서 보관하면서 pH, 적정산도, 생균수를 조사한 결과는 Table 6과 같다.

15일간의 저장기간중 모든 구의 pH변화는 미미하지만 약간 저하하는 경향이었고 산도도 약간 증가하는 추세이었으나 시험구간의 차이는 볼 수 없었다. 이러한 경향은 김과 고⁽¹⁾의 보고와 유사하였으며 이 등⁽¹³⁾은 10°C 저장의 경우 적정산도는 완만히 증가하나, 20°C 에서 저장하는 경우 저장 3일 이내에 급격히 증가하였다고 보고한 바 있다.

생균수도 미미한 변화이지만 저장 3~6일까지 완만한 증가를 보이다 그 이후에는 감소추세를 보였고 시험구간에는 생균수가 적었던 대조구나 A구가 증가폭이 조금 컸다. 호상 요구르트의 성분규격에 유산균수는 1.0×10^8 CFU/ml 이상⁽²⁵⁾이어야 하는데 본 실험결과 감자첨가 요구르트는 탈지분유를 첨가한 요구르트와 마찬가지로 5°C 에서 15일동안 저장하더라도 규정 유산균수에 비하여 월등히 높은 유산균수를 유지하였다.

유산균의 내산성 및 β-galactosidase 활성의 변화

24시간 발효시킨 요구르트를 pH 1.5, 2.5, 3.5로 조절하여 120분간 배양하면서 잔존하는 젖산균수를 측정할 결과는 Table 7과 같다.

pH 3.5에서는 젖산균의 사멸없이 일정한 수준을 유지하였으나, pH 2.5의 경우 30분만에 급격히 감소하여 대조구는 10^5 CFU/ml 수준, 감자를 첨가한 B구는 10^6 CFU/ml수준이었고, 60분 이후에는 큰 변화가 없었다. 반면에 pH 1.5에서는 30분만에 대조구는 10^2 CFU/ml수준, B구는 10^3 CFU/ml수준으로 초기에는 감자첨가구의 내산성이 높았으나, 60분이후에는 양시험구 모두 10^2 CFU/ml수준으로 차이를 볼 수 없었다. 이는 감자 첨가 요구르트가 젖산균의 생육뿐만 아니라 내산성에도 약간 도움이 되는 것으로 생각되며 젖산균음료의 정장효과는 위를 통과해야 발휘된다고 볼 때⁽¹⁴⁾ 호상 요구르트 제조시

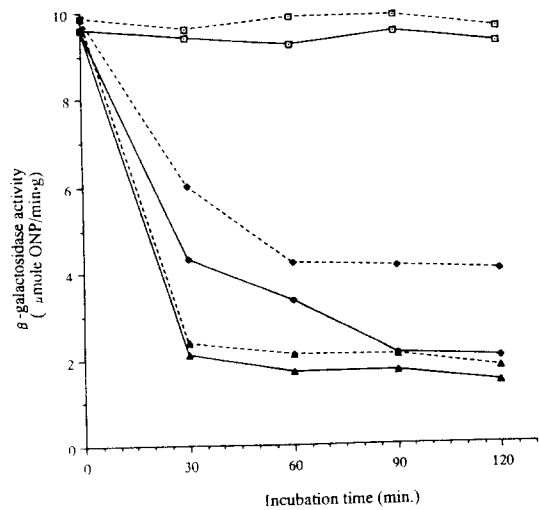


Fig. 2. Changes in β-galactosidase activity in sonicated yogurt after in vitro acidification

Sample codes (control: —, B: ---) are the same as explained in Table 1.

■—■; pH 3.4, ◆—◆; pH 2.5, ▲—▲; pH 1.5.

고형분 증가제의 일부를 감자로 대체하는 것이 바람직 하리라 사료된다. 한편 Shah 과 Jelen⁽¹⁵⁾은 *S. thermophilus*는 pH 1.5에서 2시간만에 생균수가 7.88 log cycle에서 0.60 log cycle로 감소하였고, 내산성이 우수한 *L. acidophilus*도 8.11 log cycle에서 1.70 log cycle로 감소하였다고 보고한 바 있어 본 실험과 유사한 경향을 보였다. pH 1.5~3.5의 범위에서 요구르트를 120분간 경시적으로 배양한 후 β-galactosidase활성을 측정할 결과는 Fig. 2와 같다.

pH 3.5에서는 효소활성의 변화가 없었으나 pH 2.5에서는 시간이 지남에 따라 효소활성이 떨어지는 경향을 보여 배양 120분후에 감자첨가구의 잔존활성은 36.8%, 대조구는 17.4%로 감자첨가구가 더 높은 활성을 보였다. pH 1.5에서의 경우 감소 폭은 더 심하여 배양 120분후에 감자첨가구와 대조구에서 각각 10.5%, 9.8%로 나타나

대조구와 감자첨가구간의 차이는 미미하였다. pH 4.0에서는 β -galactosidase가 안정하나 pH 2.0에서 60분 배양 후 잔존활성은 32%이었다는 Margaret 등⁽⁷⁾의 보고와는 감자첨가구의 경우 비슷한 경향을 나타내었으나, 대조구와는 차이가 있었다. 감자를 첨가한 B구가 대조구에 비하여 약간 높은 활성을 보인것은 처음 젖산균수가 Table 7에서 보는 바와 같이 많았던데 기인하는 것으로 생각된다.

요 약

요구르트의 고형분 함량을 증가시키기 위해 첨가하는 탈지분유의 일부를 감자로 대체(고형물비로 9.52, 13.84, 17.85%)하여 호상요구르트를 만들고, 탈지분유만 첨가한 대조구와 비교하여 젖산균의 생육과 산생성, 내산성 및 요구르트의 품질(관능성, 저장성)에 미치는 영향을 조사하였다. 감자의 첨가로 젖산균의 증식과 산생성은 촉진되어 12시간 발효 후 젖산균수와 적정산도는 각각 3.9×10^{10} CFU/ml, 1.0% 이상이였다. 요구르트의 유기산중 구연산은 감자첨가로 증가되었으며, 요구르트의 주된 유기산은 젖산, 구연산, 초산이었다. 요구르트의 점도는 감자의 첨가로 증가되었고, 전체적인 관능치는 감자를 고형물비로 13.84% 첨가한 구에서 우수하였다. 감자첨가 요구르트는 5°C에서 15일간 저장중 산생성, pH, 생균수의 변화가 거의 없어 저장성이 우수하였고, pH 2.5 이상에서 젖산균의 내산성이 우수하였으며, β -galactosidase 활성도 탈지분유만 첨가한 대조구에 비하여 높은 활성을 유지하였다. 이상의 결과로 감자를 고형물비로 13.84% 첨가함으로써 호상요구르트의 기호성을 높이고, 식품·영양학적인 품질을 향상시킬 수 있었다.

문 헌

- 김혜정, 고영태 : 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 700(1990)
- 농어촌개발공사 종합식품연구원 : 호상요구르트제조 기술 지침서. 농어촌개발공사(1984)
- 김경희, 고영태 : 우유와 곡류를 이용한 요구르트의 제조. 한국식품과학회지, 25, 130(1993)
- Tamine, A.Y. and Robinson, R.K.: *Yoghurt: Science and Technology*. Pergamon Press, Oxford, p.17(1985)
- Lee, S.Y., Morr, C.V. and Seo, A.: Comparison of milk-based and soymilk-based yogurt. *J. Food Sci.*, 55, 532(1990)
- Collins, J.L., Ebah, C.B., Mount, J.R., Demott, B.J. and Draughon, F.A.: Production and evaluation of milk-sweet potato mixtures fermented with yogurt bacteria. *J. Food Sci.*, 56, 685(1991)
- 신용서, 이갑상, 김동한 : 고구마와 호박을 첨가한 요구르트제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 25, 666(1993)
- Ramaswamy, H.S. and Basak, S.: Pectin and raspberry concentrate effects on the rheology of stirred commercial yoghurt. *J. Food Sci.*, 57, 357(1992)
- Shin, D.H.: A Yogurt like product development from rice by lactic acid bacteria. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 686(1989)
- 유태종, 이주원 : 맥아당화액을 이용한 유산균음료의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14, 57(1982)
- Fields, M.L., Hamad, A.M. and Smith, D.K.: Natural lactic acid fermentation of corn meal. *J. Food Sci.*, 46, 900(1981)
- 進藤昌, 中村以正, 中原忠篤, 木内幹 : スイートソルカム搾汁液を用いた(+)乳酸の生産. 日本食品工業學會誌, 37, 98(1990)
- 이호진, 서동순, 신용국, 고준수, 광해수 : 저장온도와 교반조건을 달리한 요구르트의 저장중 품질변화. 한국식품과학회지, 24, 353(1992)
- Hood, S.K. and Zottola, E.A.: Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* survive and adhere to human intestinal cells. *J. Food Sci.*, 53, 1514(1988)
- Shah, N. and Jelen, P.: Survival of lactic bacteria and their lactase under acidic conditions. *J. Food Sci.*, 55, 506(1990)
- Kilara, A. and Shanani, K.M.: Lactase activity of cultured and acidified dairy product. *J. Dairy Sci.*, 59, 2031(1975)
- Magaret, C.M., George, L.B., Michael, D.L. and Dennis, A.S.: Lactose digestion by yogurt β -galactosidase: influence of pH and microbial cell integrity. *Am. J. Clin. Nutr.*, 45, 432(1987)
- 小柳達男 : 성인병을 예방하는 감자의 재발견(편집무역), 명지출판사, 서울(1989)
- 신현경, 신옥호, 구영조 : 감자단백질이 *Clostridium perfringens* 및 주요 장내미생물의 생육에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지, 20, 249(1992)
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: *Principles and Procedure of Statistic*. McGraw Hill Book Co., U.K., p.90(1960)
- 고준수, 양부근, 안종건 : 반고체형 set yogurt 제조에 관한 연구. 한국농학회지, 4, 129(1982)
- Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E. and Holt, J.G.: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol 2. Williams & Wilkins Co., U.S.A., p.1418(1986)
- 김문숙, 안은숙, 신동화 : 시판 요구르트의 특성 비교연구. 한국식품과학회지, 25, 341(1993)
- Murti, T.W., Bouillanne, C., Landon, M. and Desmazaud, M.J.: Bacterial growth and volatile compounds in yoghurt-type products from soymilk containing *Bifidobacterium* sp. *J. Food Sci.*, 00, 153(1992)
- 보사부 : 식품공전. 한국식품공업협회, p.97(1991)

(1993년 12월 31일 접수)