

호상 요구르트 제조시 LP System에 의한 산생성 억제에 관한 연구

김철현 · 이경옥 · 백승천 · 문지웅
서울우유기술연구소

Inhibition of Acid Production in Gel Type Yogurt by the Lactoperoxidase System

Cheol-Hyun Kim, Kyung-Wook Lee, Seung-Chun Baick and Ji-Woong Moon
Seoul Dairy Co-op., Institute of Dairy Food Research

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of the lactoperoxidase (LP) system on the acid production of gel type yogurt. The LP system was activated by adding freshly prepared solutions of 1 ppm (v/w) lactoperoxidase and three different concentrations (0.125 mM, 0.25 mM, 0.5 mM) in equimolar ratios of KSCN and H₂O₂. In 0.25 mM treated samples for the 4 hr fermentation resulted in titratable acidity of 0.4%, pH of 5.06, lactic acid bacterial count of 3.0×10^6 CFU/ml and acetaldehyde concentration of 10.2 ppm, whereas the untreated samples were 1.0%, 4.54, 4.7×10^9 CFU/ml and 18.0 ppm, respectively. The residual amount of KSCN in 0.25 mM treated samples was determined during the experiments, which decreased to 4.4 ppm. There was no detectable H₂O₂ for 6 hr fermentation. However, residual KSCN and H₂O₂ concentrations in 0.5 mM treated samples were 5.7 and 8.4 ppm, respectively. These results have indicated that the optimum concentration of H₂O₂ and KSCN to activate the LP system was 0.25 mM each.

Key words: LP system, antibacterial effect, gel type yogurt

서 론

Peroxidase는 일반적으로 식물, 타액 및 눈물 등에 분포되어 있는 효소의 일종으로 우유의 peroxidase는 주로 젖산균의 반응을 억제하는 기능이 있기 때문에 식물성 peroxidase와 구분되어 LP (lactoperoxidase)로 명명되고 있다. 우유에는 유청단백질의 1%에 해당하는 양이 함유되어 있으며, 분자량이 약 78,000으로 80°C/3초간 가열시 불활성화된다⁽¹⁾. LP는 스스로 효소 반응을 일으키지 않고 H₂O₂의 존재하에서 SCN 이나 iodide와 같은 보조인자를 수소공급체(hydrogen donor)로 하여 여러 종류의 phenol류, 방향족 amine 및 cytochrome C 등을 산화촉매하여 항균효과(antibacterial effect)를 나타내는데 이와같은 LP/hydrogenperoxide/thiocyanate의 일련의 상호작용을 LP system이라 한다⁽²⁾.

우유의 살균전 저장성을 향상시키기 위해 보존제로서 H₂O₂의 효과에 관한 연구가 진행되어 왔으며 우유

에 H₂O₂를 첨가함으로써 미생물의 오염과 성장을 위한 적절한 환경, 특히 고온의 기후조건에서는 상당한 효과가 있는 것으로 보고되고 있으나 대부분의 국가에서는 아직까지 cheese제조에 이용되는 일부 원유를 제외하고 보존제로서 H₂O₂의 사용을 규제하고 있는 실정이다⁽³⁾. 그러나 LP system을 이용함에 따라 이러한 문제점들을 최소화할 수 있게 되었으며, 현재 스웨덴, 터키 및 인도와 같은 국가에서는 원유의 품질보존과 유제품의 유통기간 연장을 위해 LP system이 적용되고 있다.

1924년 Hanssen⁽⁴⁾에 의해 LP의 항균효과가 최초 보고된 이래 Jago와 Morrison⁽⁵⁾은 H₂O₂가 LP에 있어 promoter로서의 기능을 수행한다고 보고하였으며, Reiter 등⁽⁶⁾은 SCN을 수소공급체로서 LP에 적용하였을 때 매우 뛰어난 산화 촉매효과를 나타낸다고 보고하였다. 이후 원유에 LP system을 적용하는 연구가 활발히 이루어져 여러 연구자들에 의해 LP system의 항균효과가 보고되고 있으며^(7,8), LP system을 처리한 원유를 이용하여 yogurt 및 cheese를 제조하였을 때 이로 인한 산생성 억제효과가 우수한 것이 입증되고 있다⁽⁹⁻¹³⁾. 또

Corresponding author: Seung-Chun Baick, Seoul Dairy Co-op., Institute of Dairy Food Research, 1059, Shingil-dong, Ansan, Kyunggi-do 425-120, Korea

한 *E. coli* 및 원유와 치즈 등에서 발견되는 호냉성 세균의 일종인 *Yersinia enterocolitica*와 같은 병원성 미생물에 대한 LP system의 항균효과는 좀더 효과적인 것으로 알려지고 있다^(14,15).

현재 이미 보고된 바와 같이 매우 효과적인 방법임에도 불구하고 FAO와 WHO에서는 우유 및 유가공품에 있어 독성으로 인한 H₂O₂와 SCN의 첨가를 제한하고 있으나 LP system의 활성화에 필요한 양은 매우 미량이며 H₂O₂의 경우 LP에 의해 분해되어 이용되고⁽²⁾, 또한 SCN은 정상인의 혈액에도 2~3 ppm, 흡연자의 경우엔 7~9 ppm이 존재하며 배추나 케일과 같은 채소를 통해 일반적으로 섭취되어 간, 신장 및 췌장 등에 존재하는 효소에 의해 분해, 해독이 되는 것으로 나타났으며⁽¹⁶⁾, Vilkki 등⁽¹⁷⁾은 LP system의 항균효과를 가질 수 있는 SCN의 양은 매우 미량이므로 인체에 무해한 것으로 보고하기도 하였다.

따라서 본 연구는 원유의 유질보존과 더불어 각종 유제품의 유통기간 연장 뿐만 아니라 제품의 품질관리 측면에서도 매우 효과적인 방법으로 제시되고 있는 LP system을 호상 요구르트 제조시 첨가하여 여기서 나타나는 이화학적 및 미생물학적 특성을 규명하므로써 유제품에 있어 LP system의 적용가능성을 검토하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

LP system으로 처리한 호상 요구르트의 제조

호상 요구르트는 원유 476 ml에 탈지분유 23.4 g 및 pectin 0.95 g을 첨가한 후 90°C로 10분간 열처리하고 40°C로 냉각시킨 후 lactoperoxidase (Sigma Chemical Co., U.S.A.) 5 ppm (w/v)에 KSCN과 H₂O₂ (Junsei Chemical Co., Japan)를 0.125, 0.25, 0.5 mM (w/w)의 농도로 각각 첨가하고 30분간 활성화시킨 후, *L. acidophilus*, *B. bifidum*, *S. salivarius* subsp. *thermophilus*를 혼합한 ABT-4 (Chr. Hansen Lab., Denmark) 균주를 0.02% (v/w) 접종한 후 40°C에서 6시간까지 발효시키면서 각 시간대별로 시료를 채취하였다.

적정산도 및 pH 측정

적정산도는 APHA⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 9 g의 시료에 동량의 증류수를 첨가하여 희석한 후 1% phenolphthalein용액을 3~4방울 떨어뜨린 후 0.1 N NaOH로 적정하여 그 소모량으로부터 계산하였다. pH는 pH meter (Orion, U.S.A.)를 사용하여 각각 발효 시간대별로 측정하였다.

젖산균수의 측정

젖산균수의 측정은 Elliker's agar plate (Difco Lab., U.S.A.)를 사용하여 serial dilution방법으로 접종하고 37°C에서 36시간 배양한 후 30~300개의 균락이 형성된 평판을 선택하여 발효 시간대별 균락을 계수하였다.

요구르트 향미성분 분석

요구르트 향미성분의 포집: 요구르트 향미성분의 포집은 Bassette과 Ward⁽¹⁹⁾의 방법에 따라 다음과 같이 실시하였다. 시료 50 g을 Kemmerer-Hallet type micro-Kjeldahl distillation unit의 증류플라스크에 취하여 internal standard로 ethyl acetate 100 ppm을 첨가한 후 증류시켜 증류액 5 ml를 수집하고 이중 2 ml를 20 ml의 space vial에 취하고 여기에 Na₂SO₄ 0.5 g을 첨가한 후 테프론마개로 막고 60°C 수욕상에서 2분간 정치하고 5분간 교반한 후 다시 8분 정치하고 headspace 1 ml를 취하여 G.C. (Gas Chromatograph)에 주입하였다. 향미성분을 분석하기 위한 GC 가동조건은 Table 1과 같았다.

잔류 KSCN 및 H₂O₂ 측정

잔류 KSCN은 IDF⁽³⁾에 제시된 방법에 의해 다음과 같이 측정하였다. 시료 4 g을 취하여 20% TCA용액 2 ml를 첨가하고 30분간 반응시킨 후 Whatman No. 542 filter paper로 여과하고 얻어진 여액 1.5 ml에 ferric nitrate 용액을 1.5 ml 첨가한 후 460 nm에서 흡광도를 측정하였다. 또한 H₂O₂ 측정은 Ferrier 등⁽²⁰⁾의 방법에 따라 시료를 90°C에서 5분간 가열한 후 여기서 4 g을 취하여 2% TCA용액 4 ml를 첨가하고 Whatman

Table 1. Instrument and operating conditions for aroma compounds analysis of gel type yogurt by gas chromatography

Detector	FID (Hewlett Packard, U.S.A.)
Column	Supelcowax10 capillary column (30 m × 0.32 mm I.D × 0.25 μm film, Supelco, U.S.A.)
Flow rate	Split ratio: 20 : 1 Carrier gas (N ₂): 1 ml/min Air: 300 ml/min H ₂ : 30 ml/min Auxiliary gas (N ₂): 29 ml/min
Temperature	Injection port: 250°C Detector: 250°C Column: 35°C for 5 min → increasing by 5°C/min → 150°C for 20 min
Injection volume	Headspace 1.0 ml

No. 2 filter paper로 상정액을 여과하여 얻어진 여과액 2.5 ml에 titanium tetrachloride용액 1 ml를 첨가하고 이를 415nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

pH 및 적정산도의 변화

LP system을 농도별로 처리하여 제조된 호상 요구르트의 발효시간에 따른 pH와 산도의 변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 호상 요구르트의 발효 중 pH의 변화는 무첨가구에 있어 최초 pH 6.38에서 발효적정시간인 4시간대에 pH 4.54로 되어 이때까지 유청분리가 일어나지 않고 정상적인 조식을 가졌으나⁽²¹⁾ 이 *S. salivarius* subsp. *thermophilus*와 *L. bulgaricus*를 1:1로 혼합한 균주를 1% 접종하였을 때 발효 6시간대의 pH와 유사하게 나타나 균주에 따른 적정발효시간 차이를 나타내기도 하였다.

무첨가구에 비해 0.125 mM, 0.25 mM 및 0.5 mM 첨가구의 발효4시간대 pH는 각각 5.46, 5.77 및 5.78로 나타나 LP system에 의한 산생성 억제효과를 나타내었으며 이러한 결과는 Shive와 Mathur⁽⁹⁾의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 Mehanna와 Hefuawy⁽¹⁰⁾

에 따르면 *S. salivarius* subsp. *thermophilus*와 *L. bulgaricus*를 1:1로 혼합한 균주를 이용한 yogurt 제조시 SCN 과 H₂O₂를 각각 10 ppm, 25 ppm의 농도로 첨가하였을 때 발효 4시간대의 pH는 4.6으로 무첨가구의 pH 4.65와 큰 차이를 나타내지 않아 본 실험결과와 상이하게 나타났으나 이는 yogurt 제조시 원유를 가열처리(90°C, 5 min)함에 따라 LP의 활력이 소실되어 LP system의 활성화가 제대로 이루어지지 않는 것으로 생각된다⁽¹¹⁾.

발효 중 적정산도는 무첨가구의 경우 최초 0.24%에서 발효 3시간대에 급격히 증가하여 발효 4시간대에 1%로 나타나 발효 6시간대까지 증가하는 경향을 나타내어 혼합균주를 이용하여 제조된 yogurt 발효시 정체기의 도달시간이 계속 지속되는 전형적인 양상을 나타내었다. 또한 0.125 mM 첨가구의 발효 4시간대의 적정산도는 0.46이었으며 0.25 mM 및 0.5 mM 첨가구의 적정산도는 각각 0.39%로 나타나 pH의 측정결과와 유사한 산생성 억제효과를 보였다. Basaga와 Dik⁽¹²⁾에 따르면 원유를 이용하여 제조된 yogurt에 KSCN과 H₂O₂를 각각 0.25 mM의 농도로 첨가하였을 때 발효 4시간대의 적정산도는 무첨가구의 경우 0.5%, 첨가구의 경우 0.22%로 나타나 산생성 억제효과에 있어 본 실험과 일치하는 것으로 나타났다.

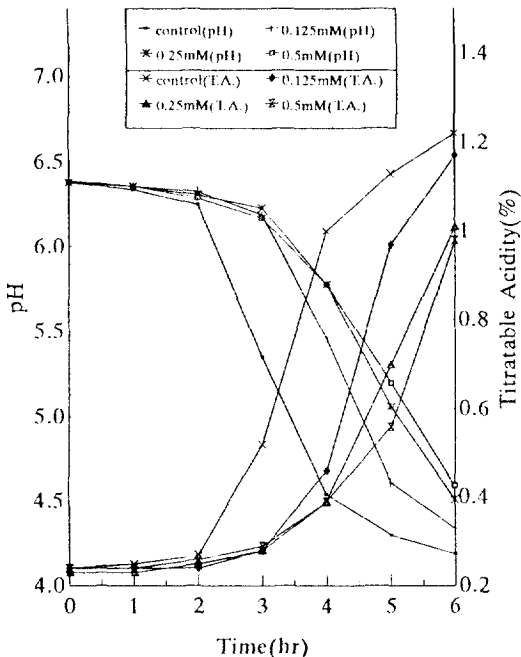


Fig. 1. The effect of activated LP system on the pH and titratable acidity in gel type yogurt inoculated with ABT-4

젖산균 수의 변화

본 연구에 사용된 ABT-4균주는 *L. acidophilus*, *B. bifidum*, *S. salivarius* subsp. *thermophilus*로 이 중 *S. salivarius* subsp. *thermophilus*가 주종을 이루고 있는 혼합균주이며 LP system에 의한 젖산균의 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같다.

무첨가구에 있어 최초의 젖산균 수는 7.8×10^6 CFU/ml로서 발효 4시간대에 4.7×10^6 CFU/ml로 증가하였으며 그후 정체기에 들어가 최종 발효시 1.2×10^9 CFU/ml을 유지하였다. 0.125 mM첨가구에 있어 발효 4시간대의 젖산균 수는 1.9×10^6 CFU/ml이었으며 0.25 mM첨가구는 3×10^6 CFU/ml, 0.5 mM첨가구는 3.2×10^6 CFU/ml로 각각 나타났는데 0.125 mM첨가구에서도 젖산균에 대한 항균효과는 있는 것으로 나타났으나 0.25 mM과 0.5 mM 첨가구보다 낮은 효과를 나타내어 pH 및 산도측정 결과와 경향이 일치하는 것으로 나타났다. Basaga와 Dik⁽¹²⁾에 의하면 각각 0.25 mM의 KSCN과 H₂O₂를 첨가하여 원유 자체의 LP를 이용한 LP system을 처리하였을 때 yogurt의 젖산균 수는 무첨가구에 비해 각 발효시간대 별로 현격한 차이를 나타내었다고 보고하여 발효 3시간대부터 항균효과를

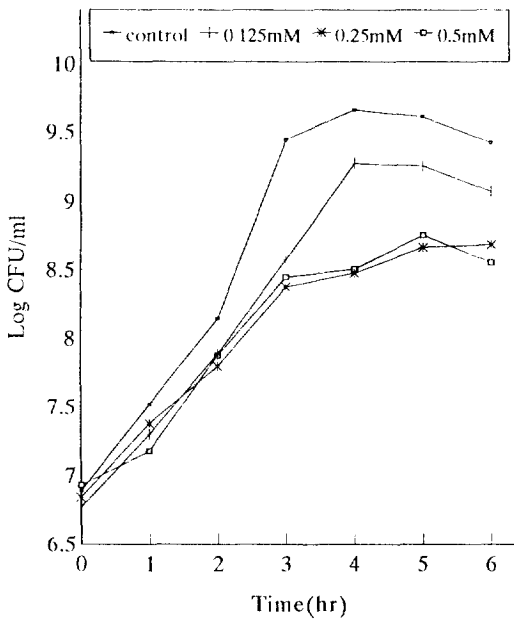


Fig. 2. The effect of activated LP system on the growth of ABT-4 in gel type yogurt

나타내기 시작한 본 실험결과와는 상이한 경향을 나타내었는데 이는 균주의 차이 및 상업적 LP와 원유 자체의 LP의 차이에서 기인한 것으로 생각되며 Prasad와 Sukamran 등⁽¹¹⁾은 살균유를 HTST처리 후 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*와 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 혼합균주를 접종하고 NaSCN과 H₂O₂를 각각 0.123 M과 0.1 M의 농도로 첨가하여 제조한 yogurt에 있어 젖산균의 증식에 영향을 미치지 않는다고 보고하였는데 이는 원유 중 존재하는 LP가 HTST 살균에 의해 불활성화되었기 때문으로 생각된다.

향미성분의 변화

요구르트는 발효진행에 따라 고유의 요구르트 향미를 형성하게 되며 주요한 요구르트 향미성분의 chromatogram은 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 이러한 요구르트의 향미성분 중 acetaldehyde는 요구르트 향미를 결정하는 가장 중요한 성분 중의 하나로 알려져 있다⁽²¹⁾. 따라서 이 실험에서는 G.C.를 이용하여 무첨가구와 첨가구의 발효 시간대별 acetaldehyde 농도를 정량하였으며 결과는 Fig. 4에 나타난 바와 같다.

무첨가구의 경우 발효 3시간대까지 acetaldehyde 농도는 급격히 증가하였으며 이후 지속적인 증가양상을 나타내어 Hamdan 등⁽²²⁾의 보고와 일치하였으며, 또한

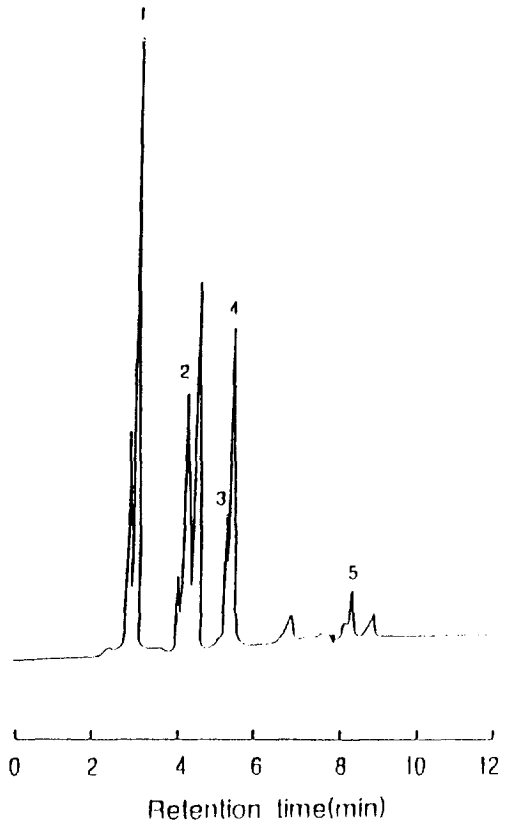


Fig. 3. Gas chromatogram of standard aroma compounds in gel type yogurt 1: acetaldehyde, 2: acetone, 3: ethanol, 4: diacetyl, 5: 2-butanone

요구르트 발효시 pH 5.0에서 4.0까지 acetaldehyde의 생성이 촉진되었다는 Bottazzi⁽²³⁾의 보고와도 유사한 경향을 나타내었다. 첨가구에 있어 발효가 진행됨에 따라 acetaldehyde의 생성이 증가하였으나 첨가구의 LP system 농도가 증가할수록 acetaldehyde의 증가추세가 낮아져 다른 실험결과와 일치하는 것으로 나타났다. 특히 0.25 mM과 0.5 mM 첨가구는 발효 3시간대에서 6시간대까지 acetaldehyde 증가추세가 무첨가구에 비해 완만하여 젖산균에 대한 항균효과가 매우 우수한 것으로 나타났다. 또한 0.25 mM과 0.5 mM 첨가구의 최종 발효시 acetaldehyde 농도는 각각 13.6 ppm, 12.3 ppm으로 acetaldehyde가 13~16 ppm가량 존재하면 적절한 요구르트 향미를 가진 것으로 보고한 Babings와 Necter⁽²⁴⁾의 연구결과를 기초로 하여 요구르트 향미에도 큰 영향이 없을 것으로 판단되었다.

KSCN 및 H₂O₂의 잔류농도 측정

LP system을 첨가하였을 경우 LP와 H₂O₂의 존재하

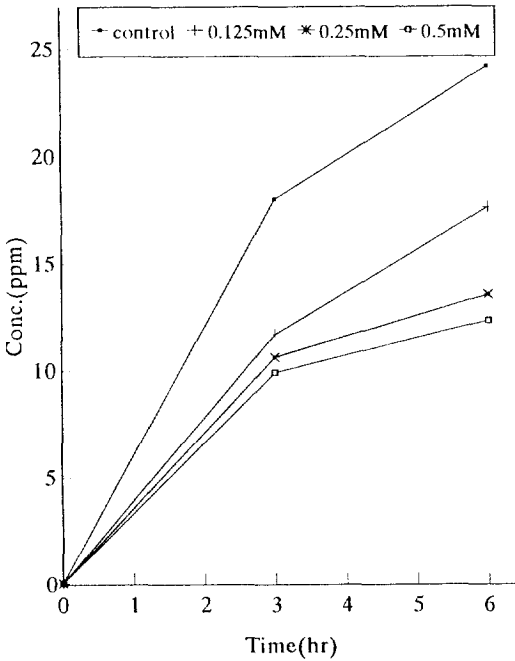


Fig. 4. The effect of activated LP system on the production of acetaldehyde in gel type yogurt inoculated with ABT-4

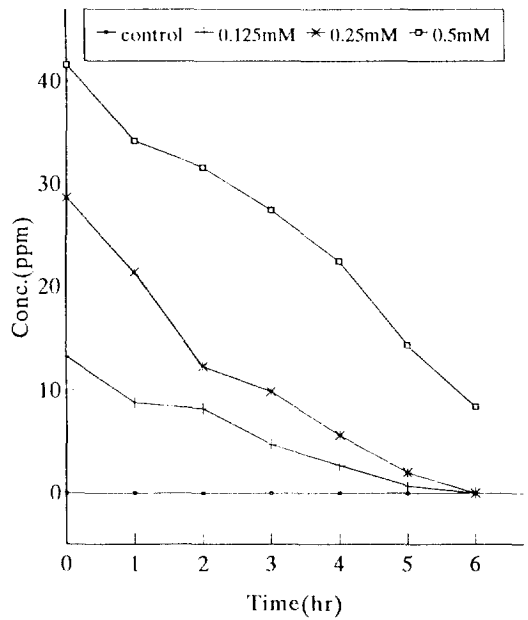


Fig. 5. Residual KSCN in gel type yogurt activated with LP system during fermentation

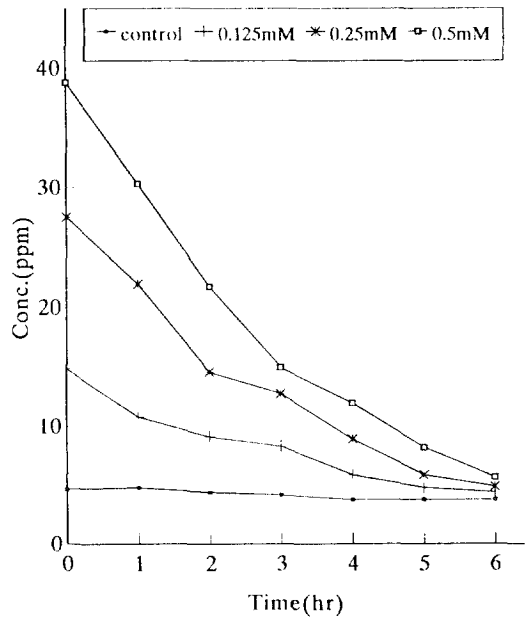


Fig. 6. Residual H₂O₂ in gel type yogurt activated with LP system during fermentation

에서 KSCN의 산화생성물이 단백질의 free SH-group을 산화축매합에 따라 미생물대사를 저해하게 되고 이로 인해 젖산균의 생성을 억제하는 것으로 알려져 있다⁽³⁾. 첨가된 KSCN 및 H₂O₂의 이용 후 잔류량을 확인하기 위해 발효시간에 따라 이들의 농도를 측정하였으며 결과는 Fig. 5, 6에 나타낸 바와 같다.

KSCN은 발효시간이 경과함에 따라 감소하였으며 발효적정시간인 4시간대에서 가장 많은 감소추세를 보여 pH, 산도 및 젖산균수의 변화와 유사한 경향을 보였으며 0.25 mM 첨가구의 경우 최종발효 후(pH 4.51) 잔류량은 4.9 ppm으로 무첨가구의 최초농도인 4.7 ppm과 유사하게 나타났으며, 0.5 mM 첨가구의 최종발효 후(pH 4.63) 잔류량은 5.7 ppm으로 원유 자체의 외인성 요인으로 인해 존재하는 함유농도인 4~5 ppm보다 높은 것으로 나타났다. Thakar와 Dave⁽²⁵⁾은 원유에 농도를 달리한 SCN⁻ 및 H₂O₂를 동일한 비율로 첨가하여 23°C~37°C에서 20시간 저장하였을 때 모든 첨가구에서 완전히 이용되었다고 보고하였으며, Basaga와 Dik⁽¹²⁾은 KSCN 및 H₂O₂를 각각 0.25 mM의 농도로 첨가하였을 때 발효 5시간대 잔류농도가 0.5 ppm으로 본 실험 결과보다 적게 나타났으나 발효가 급격히 진행된 4시간대에서부터 급격히 감소하여 발

효에 따른 KSCN의 이용경향은 유사한 것으로 보고하였으며 최종 잔류농도의 차이는 원유를 가열처리 과정없이 직접 이용함에 따라 원유내 존재하는 LP를 이용할 수 있어 상업적 LP를 사용한 본 실험과 이용효

을 면에서 차이가 나타났으며 최초 원유내 잔류농도의 차이에서도 기인된 것으로 생각된다.

H₂O₂는 0.125 mM, 0.25 mM 첨가구에 있어 최종 발효 후 잔류되지 않아 다른 연구자들의 결과와 일치하였으나^(12,25), 0.5 mM 첨가구는 최종 발효 후 8.4 ppm이 잔류되어 상이한 결과를 나타내었다. 위에서 나타난 결과로 미루어 0.125 mM과 0.25 mM의 적정발효 후 (pH 4.5~4.6) 잔류농도가 낮아 yogurt 제조시 상업적으로 안정성을 가질 수 있었으며 0.5 mM 첨가구의 경우 산생성 억제효과는 우수하였으나 잔류농도가 다른 첨가구에 비해 높은 것으로 나타났으며, 이에 따라 산생성 억제효과 및 잔류농도에 따른 최적 첨가농도는 0.25 mM로 나타났다.

요 약

원유의 유질보존과 더불어 각종 유제품의 유통기한 연장 및 품질관리 측면에서 매우 효과적인 방법으로 제시되고 있는 LP system의 적용가능성을 검토하기 위해 호상 요구르트에 이를 적용하여 LP system의 산생성 억제효과를 실험하였다. 1 ppm (v/w)의 lactoperoxidase (LP)에 동일한 비율의 KSCN과 H₂O₂를 각각 0.125 mM, 0.25 mM, 0.5 mM의 농도로 첨가하여 발효시간에 따른 산생성억제효과를 측정할 결과 4시간 발효 후 무첨가구의 산도는 1.0%, pH는 4.54, 젖산균수는 4.7×10^9 CFU/ml이었으며, acetaldehyde의 농도는 18.0 ppm으로 나타났으나 0.25 mM 첨가구의 산도는 0.4%, pH는 5.06, 젖산균수는 3.0×10^8 CFU/ml 이었고 acetaldehyde의 농도는 10.2 ppm으로 나타났으며 다른 첨가구에서도 유사한 경향이 나타나 무첨가구에 비해 첨가구의 산생성이 억제된 것으로 나타났다. 6시간 발효 후 KSCN과 H₂O₂의 잔류농도는 무첨가구의 경우 KSCN은 3.8 ppm, H₂O₂는 검출되지 않았으며 0.25 mM 첨가구에서도 무첨가구와 유사하게 나타났으나 0.5 mM 첨가구의 잔류량은 각각 5.7, 8.4 ppm으로 잔류량이 높게 나타나 LP system의 활성화에 필요한 KSCN과 H₂O₂의 적정농도는 0.25 mM 첨가구인 것으로 나타났다.

문 헌

1. Sandeep, M., Saudamini, S. D., Behere, V. and Samaresh, M.: Lactoperoxidase-catalyzed oxidation of thiocyanate by hydrogen peroxide: Nuclear magnetic resonance and optical spectral studies. *Biochem.*, **30**, 118 (1991)
2. Kenneth, M. P., Jorma, T., Andrews, R. W. and Mckane,

- T.: Lactoperoxidase-catalyzed oxidation of thiocyanate: Polarographic study of the oxidation products. *Biochem.*, **21**, 562 (1982)
3. International Dairy Federation: *Bull.*, **234**, 9 (1988)
4. Hanssen, F. S.: Bactericidal properties of milk. *Br. J. Exp. Pathol.*, **5**, 271 (1924)
5. Jago, G. R. and Morrison, M.: Antistreptococcal activity of lactoperoxidase. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, **111**, 585 (1962)
6. Reiter, B., Pickering, A., Oram, J. D. and Pope, G. S.: Peroxidase-thiocyanate inhibition of streptococci in raw milk. *J. Gen. Microbiol.*, **33**, 12 (1963)
7. Zajac, M., Gladys, G., Skarzynska, S. M., Harnulv, G. and Bjorck, M.: Changes in bacteriological quality of raw milk stabilized by activation of its lactoperoxidase system and stored at different temperatures. *J. Food Prot.*, **46**, 1065 (1983)
8. Zapico, P., Gaya, P., Nunez, M. and Medina, M.: Activity of goats' milk lactoperoxidase system on *Pseudomonas fluorescens* and *Escherichia coli* at refrigeration temperatures. *J. Food Prot.*, **58**, 1136 (1995)
9. Shive, K. and Mathur, B. N.: Studies on the manufacture of yogurt and Mozzarella cheese from milk preserved by LP-system. *Indian J. Dairy Sci.*, **42**(2), 194 (1989)
10. Mehanna, N. M. and Hefnawy, S. A.: Effect of thiocyanate-lactoperoxidase-hydrogen peroxide system on the manufacture and properties of yoghurt. *Egyptian J. Dairy Sci.*, **16**, 55 (1988)
11. Prasad, V. and Sukumaran, M. V.: Effect of preservation of milk on lactic count and sensory qualities of yogurt. *J. Dairying, Foods & Home Sci.*, **11**(2), 65 (1992)
12. Basaga, H. and Dik, T.: Effect of the lactoperoxidase system on the activity of starter cultures for yogurt production. *Milchwiss.*, **49**, 144 (1994)
13. Zall, R. R., Chen, J. H. and Dzurec, D. J.: Effect of thiocyanate-lactoperoxidase-hydrogen peroxide system and farm heat treatment on the manufacturing of Cottage cheese and Cheddar cheese. *Milchwiss.*, **38**, 203 (1983)
14. Farrag, S. A., El-Gazzar, F. E. and Marth, E. H.: Use of the lactoperoxidase system to inactivate *E. coli* O157:H7 in a semi-synthetic medium and in raw milk. *Milchwiss.*, **47**, 15 (1992)
15. Farrag, S. A., El-Gazzar, F. E. and Marth, E. H.: Inactivation of *Yersinia enterocolitica* by the lactoperoxidase system in a semi-synthetic medium and in raw milk. *Milchwiss.*, **47**, 95 (1992)
16. Reinwein, D.: Die verteilung der thiosulfat-schwefeltransferase und des rhodanids im menschlichen und tierischen organismen. *J. Physiol. Chem.*, **326**, 94 (1961)
17. Vilkki, P., Kreula, M. and Piironen, C.: Studies on the goitrogenic influence of cow's milk on man. In *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series A: Chemica* Helsinki, 110 (1962)
18. APHA: *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. 16th ed., American Public Health Assosiation, Washington D. C. (1993)
19. Bassette, R. and Ward, G.: Measuring parts per billion of volatile materials in milk. *J. Dairy Sci.*, **58**, 428

- (1975)
20. Ferrier, L. K., Olson, N. F. and Richardson, T.: Analysis of hydrogen peroxide in milk using titanium tetrachloride. *J. Dairy Sci.*, **53**, 598 (1970)
21. Rysstad, G. and Abrahamsen, R. K.: Formation of volatile aroma compounds and carbon dioxide in yogurt starter grown in cow's and goat's milk. *J. Dairy Res.*, **54**, 257 (1987)
22. 김은아, 이경옥, 박영호, 광해수 : 수송 및 저장 중 요구르트의 유산균에 관한 연구. *한국낙농학회지*, **14**, 260 (1992)
23. Hamdan, I. Y., Kunsman, J. E. and Deane, D.: Acetaldehyde production by combined yogurt cultures. *J. Dairy Sci.*, **54**, 1080 (1971)
24. Bottazzi, H., Battistotli, T. and Montescani, G.: *Le lait*, **53**, 295 (1973)
25. Badings, H. T. and Neeter, R.: Recent advances in the study of aroma compound of milk and dairy products. *Neth. Milk Dairy J.*, **34**, 9 (1980)
26. Thakar, R. P. and Dave, J. M.: Application of the activated lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide system in enhancing the keeping quality of raw buffalo milk at higher temperatures. *Milchwiss.*, **41**, 20 (1986)
-
- (1996년 5월 2일 접수)