

굴 효소 가수분해물 첨가 요구르트의 제조 및 특성

정인권 · 김혜숙 · 강경태 · 최종덕 · 허민수 · 김진수[†]

경상대학교 해양생명과학부/해양산업연구소

Preparation and Characterization of Enzymatic Oyster Hydrolysates-added Yogurt

In-Kwon Chung, Hye-Suk Kim, Kyung Tae Kang, Jong-Duck Choi, Min Soo Heu and Jin-Soo Kim[†]

Division of Marine Life Science, Institute of Marine Industry,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

Abstract

The base for preparing oyster hydrolysate-added yogurt was consisted of whole milk (1,000 mL), skim milk (44.05 to 42.05 g), enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP, 0 to 2.0 g) and pectin. The yogurt base was fermented with 7 kinds of starter cultures (3% based on yogurt volume), such as *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus pentosus*, *Streptococcus thermophilus* and the mixed starters (*L. bulgaricus* and *S. thermophilus*) at optimal temperature. Processing condition and quality characteristics of the yogurt were evaluated by analyzing pH, titratable acidity, viscosity, viable cell count, functional properties and sensory evaluation. The results suggested that the optimal conditions for preparing the good quality yogurt revealed the mixed starters (*L. bulgaricus* and *S. thermophilus*) for starter culture, 1.0 g of 3 kDa hydrolysate for amount, and 5.5 hrs for fermentation time. The good quality yogurt showed 4.31 for pH, 1.07% for titratable acidity, 469 cps for viscosity and 4.9×10^8 CFU/mL for viable cell count. The hydrolysate-added yogurt was 2 times higher in ACE inhibitory and antioxidant activities than commercial yogurt, and kept good quality during storage of 15 days at 5°C.

Key words: oyster, oyster hydrolysates, oyster-added yogurt, ACE inhibitory activity, antioxidant activities

서 론

식품의 기능은 영양을 위주로 하는 1차기능, 맛과 기호성 측면에서의 2차 기능 및 질병의 예방과 치료에 도움이 되는 생체조절의 3차 기능으로 크게 나눌 수 있다(1). 최근 경제소 득의 증가와 더불어 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 소비자들은 식품의 3차기능에 관한 관심이 더욱 증대되고 있다. 양식산 굴은 우리나라에서 생산되는 패류 중 단일품목으로 그 생산량이 가장 높으며(2), 다량의 타우린과 글리코겐을 함유하고 있어 심장 및 간장의 기능강화와 콜레스테롤 감소에 의한 고혈압, 동맥경화에 예방효과가 있고, 셀레늄을 다량 함유하고 있어 중금속 해독기능을 갖는 등의 건강기능성이 널리 알려져 있다(3-6). 그러나, 현재 우리나라 굴 소비 시장의 형태는 공장규모 김치의 대량생산, 조리방법 및 고차 가공품의 개발부진에 따른 수요감소 등과 같은 국내적 요인과 대일수출 굴에서 폐독과 이질균의 검출로 인한 일본정부의 부정적인 시각과 FDA 권고사항 미이행에 따른 수출의 중단 등과 같은 대외적인 요인에 의해 극히 부진한 상태이

며, 그에 따른 양식 굴의 잉여 생산량은 더욱 증가할 것으로 판단된다. 이러한 일면에서 소비자들의 기대에 부응하는 건강기능성 굴 가공품을 개발하는 경우 건강기능적인 측면은 물론이고, 잉여굴의 소비촉진 면에서도 그 의미는 상당히 크리라 짐작된다.

한편, 발효 유제품인 요구르트는 원유 또는 탈지유를 젖산균 또는 효모로 발효시켜 산미와 향미를 강화시킨 것으로, 우유성분 이외에 젖산균의 작용에 의한 peptone, peptide 등과 같은 미량의 생리활성물질이 다량 함유되어 있어 세계적으로 즐겨 식용되고 있는 대표적인 축산가공품이다(7). 이와 같은 요구르트는 근년, 액상요구르트보다 유고형분 함량과 유산균수가 많은 커드(curd)상의 호상 요구르트가 선호되고 있으며, 유고형분 함량을 조절하기 위한 기질로 탈지분유뿐만 아니라 고구마, 밤, 옥수수, 녹차 등을 이용한 새로운 형태의 유산균 발효음료를 개발하려는 시도가 이루어지고 있다(8-11). 이러한 일면에서 유고형분의 함량을 일부의 탈지분유 대신에 단백질 가수분해물과 같은 건강기능성이 우수한 물질로 대체 가능하다면 기존 요구르트의 여러 가지 건강기

[†]Corresponding author. E-mail: jinsukim@gaechuk.gsnu.ac.kr
Phone: 82-55-640-3118. Fax: 82-55-640-3111

능성 이외에도 새로운 건강기능성이 강화되어 소비자에게 보다 친숙한 축산가공품으로 자리잡을 수 있을 것으로 기대된다.

현재 요구르트의 건강기능성 개선에 관한 연구로는 요구르트에 여러 가지 생리활성 및 콜레스테롤 감소효과를 기대하기 위하여 클로렐라 추출물(12)을, 항암기능 및 두뇌활동 촉진효과를 기대하기 위하여 인삼(13)을, 항충치 활성을 기대하기 위하여 박테리옌 생성 젖산균(14)을, 항균성 및 항산화성 효과를 기대하기 위하여 오미자 추출액(15)을, 유산균 증식효과를 기대하기 위하여 농축 포도주스(16)를, 그리고 anthocyanin 색소의 항산화효과를 기대하기 위하여 자색고구마(17)를 첨가하여 건강 요구르트의 제조를 시도한 것과 이의 여러 가지 특성구명에 대한 시도 등이 있다.

한편, 굴은 글리코겐이 다량 함유되어 있어 젖산균 생성의 좋은 기질로 작용할 수 있지만 특유의 향을 가지고 있어 일부의 소비자들은 선호하나, 젊은층은 대체로 기피하는 경향이 있다. 특히, 굴 첨가 요구르트를 제조할 경우에 굴 특유의 향 때문에 요구르트 주요 소비층인 젊은층의 기호에 맞지 않을 것으로 생각된다. 그러나 이와 같은 굴로부터 효소가수분해물을 제조하여 건강기능성 개선과 더불어 굴 특유의 향을 효소가수분해를 통하여, 또는 딸기잼과 같은 소재의 이용에 의해 다소 약화시킬 수 있다면 아주 우수한 요구르트의 건강기능성 개선제의 하나로 사용할 수 있으리라고 보인다. 하지만 현재 굴가수분해물을 이용한 요구르트의 건강기능성 개선을 시도한 예는 없는 실정이다.

본 연구에서는 양식기술의 발달에 의해 다량 생산되면서 영양성분이 우수한 굴을 2단 효소 가수분해 및 한외여과 처리에 의해 제조한 건강기능성 굴 효소가수분해물을 이용하여 건강기능성 요구르트의 제조를 시도하였고, 아울러 이의 특성에 대하여도 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

굴 효소 가수분해물 제조에 사용한 참굴(*Crassostrea gigas*, 각장 4.6 ± 2.3 cm, 각중 9.9 ± 3.2 g)은 경남 통영 인근 양식장에서 생굴 시판을 목적으로 채취한 것을 빙장상태에서 30분 이내에 실험실로 옮긴 다음, 지퍼팩에 일정량씩 포장한 후 냉동고(-25°C)에 보관하여 두고 실험에 사용하였다.

효소 및 요구르트 제조용 발효기질과 starter

굴 가수분해물의 제조를 위하여 사용한 시판 상용효소인 Neutrased 0.8 L 및 Protamex 1.5 MG는 Novozymes사(Novonordisk Bioindustrials, Inc., Denmark)에서 구입하였고, 요구르트 제조를 위하여 사용한 발효기질은 시판우유(S사 제품, 서울, 한국)와 탈지분유(H사 제품, 양산, 한국)는 경남 통영시 소재 마트에서, 요구르트 제조용 stater는 다음

에서 언급하는 6종을 2004년 12월에 한국생명공학연구원에서 분양받아 사용하였다. 분양원에서 제시한 균주의 배지 및 최적온도는 *Lactobacillus acidophilus*(ATCC 4357), *Lactobacillus bulgaricus*(KCTC 3635), *Lactobacillus casei*(ATCC 393) 및 *Lactobacillus fermentum*(ATCC 14931)의 경우 MRS broth 및 37°C , *Lactobacillus pentosus*(ATCC 8041)의 경우 MRS broth 및 30°C , 그리고 *Streptococcus thermophilus*(KCTC 2185)의 경우 TY skim milk broth 및 37°C 이었다. 또한 대조구의 starter 및 관능검사용 대조구로는 시판 호상 요구르트(N사 제품, 서울, 한국)를 사용하였다.

굴 효소 가수분해물 및 한외여과 획분의 제조

굴 효소 가수분해물은 해동한 굴에 동량의 증류수를 가하고, 여기에 굴의 단백질 함량에 대하여 1%의 Protamex를 첨가하여, 1차 가수분해(40°C , pH 6.0~7.0, 1 hr)하고, 열탕(100°C)에서 10분간 실험처리 후 방냉, 원심분리($3,000 \times g$, 20 min) 및 여과하여 1단 굴가수분해물을 제조하였다. 1단 굴 가수분해물의 향미개선 및 기능성 향상을 위하여 1% Neutrased로 2차 가수분해(50°C , pH 6.0, 1 hr)하고, 효소실활, 원심분리 및 여과과정을 거쳐 2단 가수분해물을 제조하였다. 그리고 요구르트의 기능성 개선용으로 사용하기 위한 한외여과 획분은 2단 굴 가수분해물로부터 기능성 성분의 분획을 위하여 3 kDa membrane을 장착한 한외여과장치(8200, Amicon, USA)로 분획한 획분(3 kDa 이하)을 동결건조를 통해 분말화(이하 굴 가수분해물, enzymatic oyster hydrolysate powder, OHP로 명함)한 것을 실험에 사용하였다.

굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 제조

굴 효소 가수분해물 첨가 요구르트의 제조를 위하여 발효유기질로서 시판우유, 탈지분유, 2단 굴 가수분해물의 한외여과 획분 분말(OHP, <3 kDa)을 사용하였다. OHP첨가 요구르트의 제조는 발효유 기질(시판우유 1,000 mL에 대해 2단 가수분해물의 첨가량은 0.5 g 단위로 하여 0~2.0 g범위를, 탈지분유의 첨가량은 44.5 g에서 2단 가수분해물의 첨가량을 제외한 양으로 하여 탈지분유와 2단 굴 가수분해물의 함량이 44.5 g이 되도록 첨가하였음, 이하 “요구르트 믹스(mix)”라 명시)과 요구르트의 안정성 증진을 위하여 pectin의 일정량(0.1%, 1 g/1,000 mL)을 첨가한 다음, 70°C 로 가온하여 균질기(MX-5, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)로 5분간 용해하였다. 이어서 요구르트 믹스(mix)는 autoclave(Mac-6100, Eyela, Japan)에서 살균처리(121°C , 20분)하고, 살균된 기질은 항온수조(NTT 1200, Eyela, Japan)에서 40°C 로 식힌 후, 발효용 starter(생균수, 1×10^7)의 최종농도가 3%(v/v)가 되게 첨가한 다음, 배양기(MCO-15a, Sanyo, Japan)에 넣어 starter의 최적온도 및 pH에서 발효시켜 제조하였다. 한편, starter 선별을 위한 굴 가수분해물(OHP)의 첨가량은 요구르트 믹스(mix)에 대해 0.5 g으로 하였다.

아울러 굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 제품기호

(product code)는 시판우유 1,000 mL에 첨가하는 OHP의 첨가량을 기호로 하여 무첨가구는 대조군(control)으로 첨가군은 각각 OHP 0.5, OHP 1.0, OHP 1.5 및 OHP 2.0으로 나타내었다.

일반성분, pH 및 적정산도

일반성분은 AOAC법(18)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법으로 질소를 정량한 후 질소계수(6.25)를 이용하여 계산하였고, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 측정하였다. pH는 시료에 10배량의 탈이온수를 가한 다음 pH meter(691, Metrohm, Swiss)로 측정하였고, 요구르트의 적정산도는 Vanderzant 등(19)의 방법에 따라 요구르트 10 mL에 증류수 90 mL를 가하여 혼합한 다음 여기에 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 그 소요량으로 계산하였다.

점도, 생균수 및 대장균군

점도는 Martinou와 Zerfiridis(20)의 방법에 따라 요구르트를 균질화한 다음, 4°C에서 24시간 보관한 후 10±1°C에서 spindle(No. 4)이 장착된 Brookfield viscometer(model LVT DV-II, Brookfield Engineering Lab. Inc., USA)를 이용하여 12 rpm에서 4~8분까지 1분 간격으로 점도를 측정하여 평균치로 나타내었다.

생균수는 APHA법(21)을 다소 변형하여 발효액을 무균적으로 취한 후 10진 희석법으로 희석하고, BCP plate count agar(Eiken Co., Japan) 배지에 도말한 후, 젖산균을 배양하기 위하여 *L. pentosus*(LP)는 30°C에서 72시간 배양하고, 나머지 6균주는 37°C에서 72시간 배양하였다. 이어서 생균수는 배지에 형성된 황색의 colony를 계측한 다음 CFU/mL로 나타내었다. 대장균군은 APHA법(21)에 따라 5개 시험관법으로 실시하였으며, 추정시험의 경우 lauryl tryptose broth(Difco Co., USA)를, 확정시험의 경우 2% brilliant green lactose bile broth(Difco Co., USA)를 사용하여 배양(35±1°C, 24~48시간)한 후, 최확수(most probable number, MPN/100 mL)로 나타내었다.

요구르트의 기능 특성

Angiotensin-I converting enzyme(ACE) 저해능은 Horiuchi 등(22)의 방법으로 시료를 전처리한 다음 전처리 용액 20 µL를 Zorbax 300SB C₈ column(i.d. 4.6×150 mm, Hewlett Packard Co., USA)이 장착된 역상 HPLC(LC-10AVP, Shimadzu Co., Japan)에 주입하여 분석하였다. 이때 ACE 저해능은 ACE의 활성을 50% 저해하는데 요구되는 저해제의 양인 IC₅₀으로 나타내었다.

항산화능은 ferric thiocyanate법(23)에 따라 spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co., Japan)로 흡광도(500 nm)를 측정하여 다음 식으로부터 계산하였다.

$$\text{Anti-oxidative activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

관능검사 및 통계처리

요구르트의 관능검사를 위한 시료는 요구르트에 설탕을 10%(w/v)되게 첨가하고 균질기(MX-5, Nihonseiki Kaisha Ltd., Japan)로 2분간 균질화한 후 냉장고에서 24시간동안 보관하여 제조하였다. 요구르트의 관능검사는 굴 가수분해물(OHP) 무첨가 요구르트를 대조군으로 하여 색(color), 향미(flavor), 맛(taste) 및 조직감(mouthfeel)에 대하여 대조군보다 우수한 경우 4, 5점을, 유사한 경우 3점을, 이보다 열악한 경우 2, 1점으로 하는 5단계 평점법으로 실시하였다. 본 실험에서 얻어진 데이터의 표준편차 및 유의성 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(Systat version 7.5K, SPSS, Inc., Richmond, VA)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산 분석한 후, Duncan의 다중위 검정을 실시하였다(24).

결과 및 고찰

굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 starter 선별

OHP 첨가(요구르트 믹스에 대해 0.5 g 첨가) 요구르트의 제조에 적절한 starter를 구명하고자 7종의 starter(LA, *L. acidophilus*; LB, *L. bulgaricus*; LC, *L. casei*; LF, *L. fermentum*; LP, *L. pentosus*; ST, *S. thermophilus*; BT, *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*의 1:1 비율로 혼합)를 단독 또는 혼합균주로 접종하여 최적온도에서 배양한 요구르트의 배양 중 pH 및 적정산도의 변화는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 발효 중 요구르트의 pH는 발효기간 전 구간에서

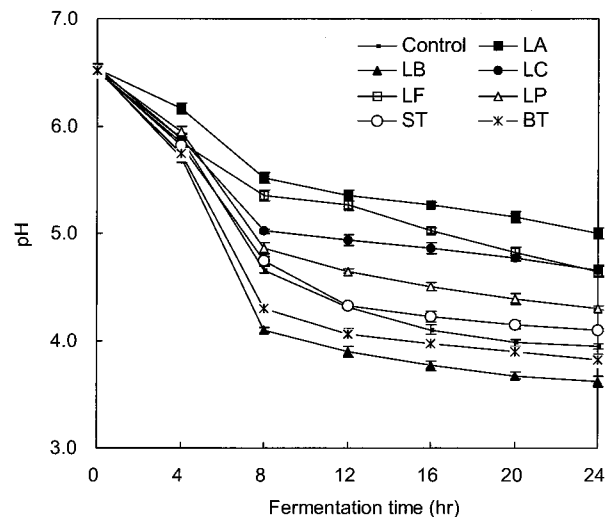


Fig. 1. pH of curd yogurt with enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) as affected by fermentation time and kinds of lactic acid bacteria.

Control, yogurt fermented without OHP using commercial yogurt as a starter; LA, *L. acidophilus*; LB, *L. bulgaricus*; LC, *L. casei*; LF, *L. fermentum*; LP, *L. pentosus*; ST, *S. thermophilus*; BT, mixed strain (*L. bulgaricus* and *S. thermophilus*, 1:1).

The enzymatic oyster hydrolysate powder (OHP) was prepared with sequential treatment of 1% Protamex at 40°C and pH 6.0~7.0 for 1 hr and Neutrase at 50°C and pH 6.0 for 1 hr and then ultrafiltrated with 3 kDa membrane (<3 kDa), and lyophilized.

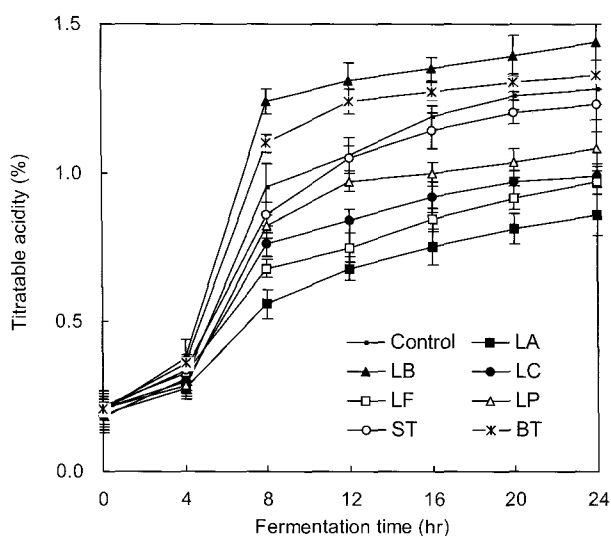


Fig. 2. Titratable acidity of curd yogurt with enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) as affected by fermentation time and kinds of lactic acid bacteria.

The legends are the same as shown in Fig. 1.

starter의 종류에 관계없이 서서히 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 발효기간이 경과함에 따라 starter에 의해 생성된 lactic acid의 영향 때문이라 판단되었다(25). 발효 중 starter의 종류를 달리한 요구르트의 pH 감소정도는 LB 제품이 가장 빨랐고, 다음으로 BT, ST과 대조군(control), LP, LC, LF 제품의 순이었으며, LA 제품이 가장 느리게 진행되었다. 한편, Shin 등(26,27)은 감자, 고구마 및 호박을 첨가하여 요구르트를 제조한 다음 요구르트의 관능특성을 살펴본 결과 pH 4.2에서 가장 우수하였다고 보고한 바 있고, Collins 등(8)은 스위스형 요구르트의 경우 pH 4.1~4.2 범위에서 견고성이 우수하였다고 보고한 바 있다. 이로 미루어보아, 굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 맛과 조직감은 pH 4.0~4.5 범위에서 우수하리라 추정되었고, 이 범위에 도달하는 발효기간은 대조군의 경우 12시간이었으며, LB와 BT 혼합균주 사용제품의 경우 대조군보다 빠른 8시간이었으며, ST 제품의 경우 대조군과 동일한 12시간, LP 제품의 경우 대조군보다 느린 18시간이었다. 그리고 pH는 다른 시제품과 달리 LA 제품, LC 제품 및 LF 제품의 경우 24시간이 경과되어도 이 범위에 들지 않았다. 따라서 요구르트의 제조에 대한 발효시간만으로 미루어보아 요구르트 제조를 위한 적절한 균주는 대조군보다 신속하거나 또는 유사한 제품을 제조할 수 있는 LB와 BT 혼합균주 및 ST 등이라 판단되었다.

발효 중 적정산도의 변화는 전 제품에서 감소하는 pH의 변화와는 달리 starter의 종류에 관계없이 모두 증가하는 경향을 나타내었다. 한편, 발효 중 starter를 달리한 요구르트의 적정산도 증가속도는 LB 제품이 가장 빨랐고, 다음으로 혼합균주인 BT 제품, ST 제품과 대조군, LP, LC 및 LF 제품의 순이었으며, LA 제품이 가장 느렸다. 이와 같이 균주들

달리하여 제조한 OHP 첨가 요구르트의 경우 발효 중 적정산도는 증가하나, pH는 감소한다는 사실에 있어 차이가 있으나, 변화속도의 측면에서는 동일한 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과로 미루어보아 발효 중 OHP 첨가 요구르트의 pH에 미치는 영향은 발효 중 생성되는 lactic acid를 주로 하는 유기산의 영향 때문이라 판단되었다. 한편, 발효 중 요구르트의 pH 감소속도 및 적정산도의 증가속도는 시판 요구르트를 starter로 사용한 대조군이 한외여과 획분을 첨가하고 혼합균주인 BT로 발효한 BT 제품에 비하여 훨씬 느렸다. 이와 같은 결과들로 미루어보아 요구르트의 제조 시 굴 효소 가수분해물의 첨가는 우유에 함유되어있지 않은 starter(BT)의 생육 촉진물질이 굴 효소 가수분해물에 함유되어 있어 발효 중 BT의 산 생성을 촉진하였기 때문이라 판단되었다. 한편, Kim과 Ko(25)의 경우도 요구르트 제조 시 유고형분 증가제로 분리대두 단백질을 첨가한 제품이 탈지분유를 첨가한 제품보다 적정산도가 높았는데, 이는 분리대두 단백질이 우유 중에 함유되어있지 않은 젖산균의 생육 촉진물질이 함유되어져 있기 때문이라고 보고한 바 있다. 또한, Lee와 Paek(13) 및 Shin 등(27)은 호상 요구르트의 적정산도가 1.0~1.1%일 때 가장 양호한 품질을 나타내며, 적정산도가 1.10% 이상인 경우 신맛을 나타내어 소비자에게 거부감을 줄 수 있다고 보고하였다. 이와 같은 적정산도의 보고와 본 실험의 결과들로 미루어보아 본 시제품의 제조를 위하여 소요되는 적정 발효기간(요구르트의 적정산도가 1.0~1.1% 범위)은 LB첨가 제품이 약 7시간정도, BT 제품은 8시간, ST 제품은 12시간, LP 제품이 18~24시간 범위, LC 제품이 24시간, 이외 LA 및 LF 제품의 경우 24시간 이후라고 추정되었고, 대조군의 경우 8시간으로 추정되었다.

점도 및 생균수

일반적으로 요구르트는 점도에 의해서도 소비자의 기호도가 크게 좌우되어 7종의 starter를 단독 또는 혼합균주로 요구르트 믹스에 접종하여 최적조건에서 배양하면서 요구르트의 점도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 점도는 발효 중 LB, BT 및 ST 제품의 경우 전 구간에서 뚜렷이 증가하는 경향을 나타내었으나, 이들 제품을 제외한 LP, LC, LF 및 LA 제품의 경우 미미한 증가를 나타내었거나 거의 변화가 없었다. 한편, 점도는 대조군에 비하여 발효기간 중 뚜렷한 증가효과를 나타낸 LB, BT 및 ST 제품의 경우 발효 전 구간에서 높은 반면, LP, LC, LF 및 LA 제품의 경우 전 구간에서 낮았다. 이와 같은 경향은 OHP 첨가 요구르트의 발효 중 적정산도의 변화와 같은 경향을 나타내었다. 이와 같이 LB, BT 및 ST균주의 OHP 첨가제품 등이 다른 제품에 비하여 점도가 높은 것은 높은 적정산도 즉 다량의 유기산 생성으로 casein과 유청단백질의 응집이 상대적으로 많았기 때문이라 판단되었다(28). 한편, Rasic과 Kurmann(29)도 요구르트의 점도는 요구르트 혼합액의 총 고형분 함량과 단백질 가수분

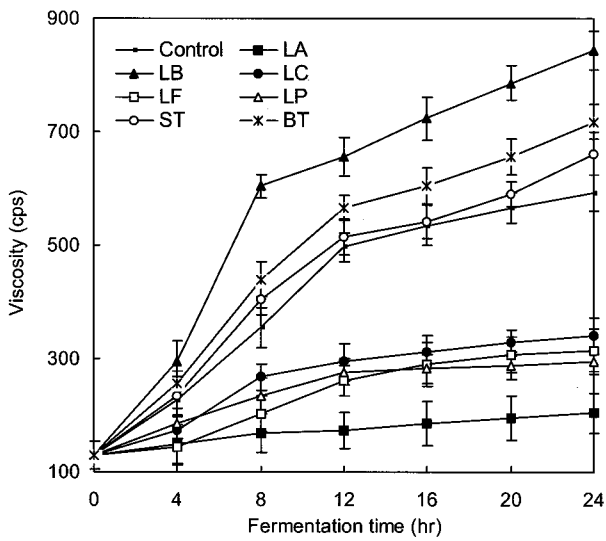


Fig. 3. Viscosity of curd yogurt with enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) as affected by fermentation time and kinds of lactic acid bacteria. The legends are the same as shown in Fig. 1.

해 정도, 사용균주의 slime 생성능력 및 산생성력에 의하여 영향을 받는다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 제조한 시제 요구르트의 점도차이도 점도에 영향을 미치는 여러 요인들 중 starter의 산생성력 차이 때문이라 판단되었다. 한편, Lee 등(28)은 삼백초 첨가에 의한 건강기능성 요구르트의 제조를 시도하는 연구에서 요구르트의 발효 중 점도가 130~1,930 cps를 나타내었다고 보고하여, 본 시제 요구르트의 점도(130~844 cps)와 상당한 차이를 나타내었는데, 이는 사용한 점도계와 분석조건의 차이에 의한 영향 때문이라고 판단되었다.

7종의 starter를 단독 또는 혼합균주로 요구르트 제조를 위한 믹스(mix)에 집중하여 최적온도에서 배양한 요구르트의 발효 중 생균수의 변화는 Fig. 4와 같다. 발효 중 요구르트의 생균수는 사용한 starter의 종류에 관계없이 모든 제품이 전 구간에서 뚜렷이 증가하는 경향을 나타내었다. 발효과정 중 OHP 첨가 요구르트의 생균수는 대체로 LB 제품이 가장 높았고, 다음으로 혼합균주인 BT 제품과 ST, LC, LF, LP

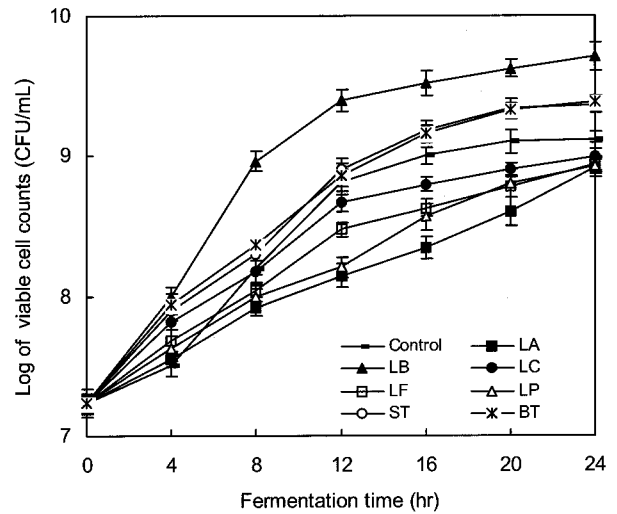


Fig. 4. Viable cell counts of curd yogurt with enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) as affected by fermentation time and kinds of lactic acid bacteria. The legends are the same as shown in Fig. 1.

제품 등의 순이었고, LA 제품이 가장 낮았다. 한편, 발효 8시간 이후에 OHP 무첨가 대조군에 비하여 생균수가 대체로 많은 제품은 LB, BT 및 ST 제품과 같은 3종의 요구르트였다. 그리고 우리나라 식품위생법규(30)에서는 농후 요구르트의 적산균수를 1×10^8 CFU/mL로 규정하고 있다. 본 실험에서 이 조건을 충족할 수 있는 발효시간은 LB 제품의 경우 4시간 이후, ST 및 BT 제품은 6시간 이후, LC 및 LF 제품의 경우 8시간 이후였고, LA 및 LP 제품이 가장 늦은 12시간 이후이었다.

관능검사

7종의 starter를 단독 또는 혼합균주로 요구르트 믹스에 집중하여 8시간동안 최적 조건에서 배양한 요구르트의 관능검사 결과는 Table 1과 같다. 일반 요구르트를 starter로 사용하고, OHP를 첨가하지 않은 대조군을 기준점인 3점(이보다 우수한 경우 각각 4, 5점을, 이보다 나쁜 경우 각각 2, 1점으로 5단계 평가)으로 하여 관능평가를 한 결과, 대조군에 비하여 색조(color)에 대하여는 전 제품에 있어 차이가

Table 1. Result on sensory evaluation of curd yogurt fermented with enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) and various lactic acid bacteria for 8 hr

Strains	Color	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Control	3.0±0.0 ^{1)ab2)}	3.0±0.0 ^c	3.0±0.0 ^{bc}	3.0±0.0 ^b	3.0±0.0 ^{bc}
LA	2.3±0.4 ^a	1.9±0.3 ^{ab}	2.0±0.4 ^{ab}	1.4±0.3 ^a	1.7±0.3 ^a
LB	2.9±0.4 ^{ab}	2.9±0.3 ^c	2.6±0.4 ^{abc}	2.9±0.3 ^b	2.9±0.3 ^b
LC	2.6±0.2 ^{ab}	2.0±0.2 ^{ab}	1.9±0.4 ^{ab}	1.4±0.2 ^a	1.9±0.1 ^a
LF	2.4±0.3 ^a	1.4±0.2 ^a	2.0±0.4 ^{ab}	1.3±0.2 ^a	1.4±0.2 ^a
LP	2.9±0.1 ^{ab}	2.1±0.3 ^b	1.6±0.3 ^a	1.3±0.2 ^a	1.6±0.2 ^a
ST	3.0±0.3 ^{ab}	2.9±0.3 ^c	3.4±0.5 ^c	3.3±0.5 ^c	3.6±0.3 ^{cd}
BT	3.3±0.5 ^b	3.4±0.2 ^c	3.6±0.3 ^c	3.7±0.4 ^c	3.9±0.3 ^d

The legends are the same as in Fig. 1.

¹⁾Values are the means±SD of seven evaluations.

²⁾Means within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

Table 2. Effect of added amount of enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) on pH, titratable acidity, viscosity, viable cell count and fermentation time of curd yogurt fermented with mixed starter (BT) at 37°C

Product code	pH	Titratable acidity (%)	Viscosity (cps)	Viable cell count (CFU×10 ⁸ /mL)	Optimal fermentation time (hr)
Control	4.30±0.04 ¹⁾	1.09±0.04	426±19.0	2.7±0.2	8.0
OHP 0.5	4.33±0.02	1.05±0.02	445±21.0	3.8±0.4	6.5
OHP 1.0	4.31±0.03	1.07±0.04	469±18.0	4.9±0.3	5.5
OHP 1.5	4.29±0.04	1.10±0.03	494±22.0	5.4±0.4	5.0
OHP 2.0	4.30±0.03	1.09±0.04	486±20.0	5.2±0.3	4.5

BT means the mixed starter (*L. bulgaricus* and *S. thermophilus*, 1:1).

¹⁾Values are the means±SD of three determinations.

인정되지 않았고, 향미(flavour) 및 맛(taste)의 경우 LB, ST 및 혼합균주 BT 제품은 대조군과 차이가 인정되지 않았으나, 이외 제품은 오히려 나쁜 평점을 나타내었다. 그리고 mouthfeel의 경우 LB 제품, ST 및 BT 제품은 대조군에 비해 유사하거나 우수하였으며, 소비자들의 기호도로서 가장 중요한 종합평가 역시 ST 및 BT 제품이 대조제품에 비해 우수하였고, LB 제품은 차이가 없었으며, 기타 제품은 이보다 좋지 않은 것으로 평가되었다.

이상의 pH, 적정산도, 점도, 생균수 및 관능검사의 결과로 미루어보아 검토한 7종의 starter들 중 굴 효소 가수분해물 첨가 요구르트의 제조를 위한 최적 starter는 *S. thermophilus*(ST) 및 혼합균주(BT, *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*의 1:1 혼합)로 판단되었다. 이후의 실험에서는 OHP 첨가 요구르트의 제조를 위한 starter로는 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*를 1:1로 혼합한 균주(BT)를 사용하였다.

굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 일반 특성

굴의 효소가수분해물로부터 분획한 한외여과 획분(OHP, MWCO, <3 kDa)의 최적 첨가량을 구명하기 위하여 ST혼합균주를 starter로 사용하여 OHP 첨가량에 따라 제조한 요구르트의 pH, 적정산도, 점도 및 생균수의 결과는 Table 2와 같다. 일정규격(적정산도, 1.0~1.1%; 생균수, 10⁸ CFU/mL)을 유지하는 요구르트를 제조하기 위한 발효시간은 대조군의 경우 8시간이었고, OHP 0.5제품의 경우 6.5시간, OHP 1.0제품은 5.5시간, OHP 1.5제품이 5.0시간, 그리고 OHP 2.0 제품은 4.5시간으로, OHP의 첨가량이 증가할수록 발효시간은 단축되었다. 적정수준의 요구르트를 제조하기 위한 발효시간과 같은 운전 경비적인 면은 OHP의 첨가량이 높을수록 발효속도가 신속하여 경제적이다 판단되었다. OHP 첨가 요구르트의 pH, 적정산도, 점도 및 생균수는 일정수준의 규격에 맞추기 위한 적정산도 및 생균수의 조절로 인해 OHP의 첨가량에 관계없이 각각 4.29~4.33 범위, 1.05~1.10% 범위, 426~494 cps 범위 및 2.7×10⁸~5.4×10⁸ CFU/mL 범위로 일정하였다.

굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 ACE 저해능 및 항산화능

OHP의 첨가량에 따른 요구르트의 ACE 저해능(IC₅₀, mg

peptide/mL) 및 항산화능(%)의 결과는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다. 이 때 적정수준의 요구르트를 제조하기 위한 발효시간은 Table 2의 결과에서 제시한 조건과 같다. 요구르트의 ACE 저해능(IC₅₀)은 무첨가 대조군의 경우 3.73 mg peptide/mL, OHP 0.5제품이 2.82 mg peptide/mL, OHP 1.0제품이 2.01 mg peptide/mL, OHP 1.5제품은 1.80 mg peptide/mL 그리고 OHP 2.0제품의 경우 1.67 mg peptide/mL로, OHP의 첨가량이 증가할수록 IC₅₀(mg peptide/mL)의 농도는 감소하여 결과적으로 ACE 저해능은 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 시판제품(CY, N사 제품)의 ACE 저해능은 3.77 mg peptide/mL로 나타났고, 이는 무첨가 대조군과 거의 차이가 없었으나, OHP 첨가 제품에 비하여는 낮았다.

요구르트의 항산화능은 무첨가 대조군의 경우 36.9%, OHP 0.5제품이 48.9%, OHP 1.0제품이 62.5%, OHP 1.5 제품은 65.6%, OHP 2.0제품의 경우 69.4%로, ACE 저해능의 결과와 같이 OHP의 첨가량이 증가할수록 항산화능도 증가하는 경향을 나타내었다. 한편, 시판요구르트의 항산화능은 34.3%를 나타내어 무첨가 대조제품과 거의 유사한 수준이

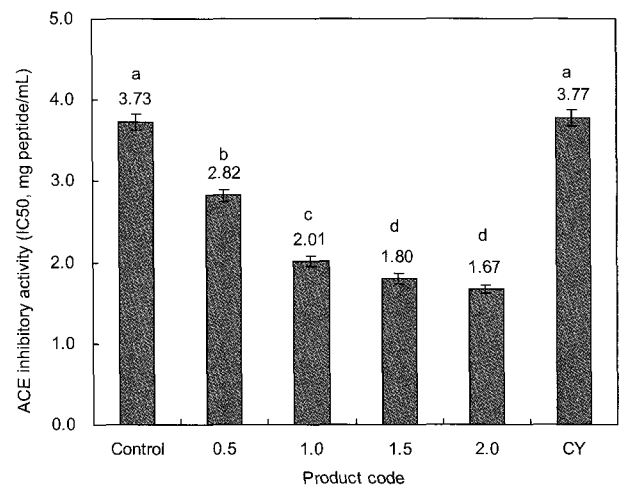


Fig. 5. Effect of added amount of enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) on angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity (IC₅₀) of yogurt fermented with mixed starter (BT, *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*, 1:1) at 37°C.

Different letters on the bars indicate a significant different at p<0.05. CY, commercial yogurt.

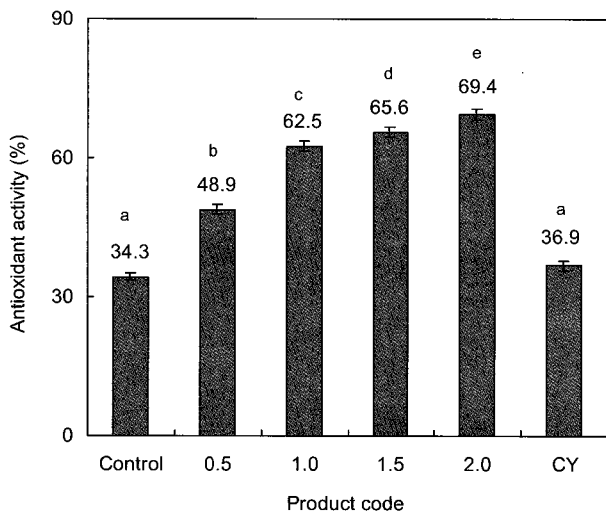


Fig. 6. Effect of added amount of enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) on antioxidant activity of yogurt fermented with mixed starter (BT, *L. bulgaricus* and *S. thermophilus*, 1:1) at 37°C. Different letters on the bars indicate a significant different at $p < 0.05$. CY, commercial yogurt.

었으나, 한외여과 획분 첨가 제품에 비하여는 낮았다.

굴 가수분해물(OHP) 첨가량별 요구르트의 관능검사

OHP 첨가량에 따른 요구르트의 관능검사 결과는 Table 3과 같다. 이 때 적정수준의 요구르트를 제조하기 위한 발효 시간은 Table 2의 결과에서 제시한 조건과 같다. OHP 첨가 요구르트는 무첨가 요구르트에 비하여 색조의 경우 전 제품에 있어 차이가 없었고, 향미, 맛, mouthfeel 및 종합평가의 경우, OHP 0.5제품과는 차이가 없었으나, OHP 1.0제품은 유의적으로 우수한 반면($p < 0.05$), 그 이상의 농도를 첨가한 제품은 오히려 좋지 않다는 평가를 받았다. 이와 같은 결과는 요구르트 믹스(mix, 1,000 mL)에 대하여 OHP를 1.5 g 이상 첨가하여 요구르트를 제조하는 경우 굴 특유의 비릿한 향이 요구르트에서 인지되었기 때문이라 판단되었다. 따라서 요구르트의 선호층이 젊은 세대자란 점을 고려할 때 한외여과 획분 첨가 농도를 1.5 g 이상으로 하는 것은 곤란하다고 판단되었다.

이상의 pH, 적정산도, 점도 및 생균수와 같은 일반적인

특성, ACE 저해능 및 항산화능과 같은 건강기능특성, 관능 특성 및 발효속도 등으로 미루어 기능성 강화 요구르트의 제조를 위한 OHP의 적정 첨가량은 1.0 g으로 선정하였다.

굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 일반성분

이상의 실험결과에서 최적조건의 제품으로 구명된 OHP 1.0제품(starter, ST혼합균주, OHP 첨가량, 1.0 g; 발효시간, 5.5시간; 발효온도, 37°C)의 일반특성을 시판제품과 비교하여 Table 4에 나타내었다. OHP 1.0 제품은 수분함량이 78.0%, 조단백질 함량이 4.9%, 조지방 함량이 0.8%, 조회분 함량이 1.0%로, 시판 요구르트의 일반성분(수분함량 77.0%, 조단백질 함량 3.1%, 조지방 함량 1.3% 및 조회분 1.1%)에 비하여 조단백질의 경우 약 1.8%정도 높은 반면에, 기타 일반성분은 거의 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 본 시제요구르트의 경우 탄수화물이 거의 50% 이상을 차지하는 탈지분유(31)에 대하여 단백질성분이 대부분을 차지하는 OHP를 일정비율 첨가하였기 때문이라 판단되었다. 한편, 본 시제 OHP 첨가 요구르트의 경우 pH, 적정산도 및 생균수가 각각 4.31, 1.07% 및 4.9×10^8 CFU/mL로, 시판 요구르트(4.18, 1.16% 및 3.0×10^8 CFU/mL)와 비교하여 볼 때 거의 차이가 없었다.

굴 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트의 저장성

OHP 1.0 제품(5.5시간 발효)의 저장기간 중 품질변화를 확인하기 위하여 5°C에서 냉장보관하면서 pH, 적정산도 및 생균수를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 저장 중 요구르트

Table 4. Proximate composition, pH, titratable acidity, viscosity and viable cell count of enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP)-added yogurt

Components	Commercial yogurt	Yogurt with OHP
Moisture (%)	77.0±0.6 ¹⁾	78.0±0.8
Protein (%)	3.1±0.3	4.9±0.5
Lipid (%)	1.3±0.4	0.8±0.3
Ash (%)	1.1±0.3	1.0±0.5
pH	4.18±0.05	4.31±0.04
Titratable acidity (%)	1.16±0.04	1.07±0.03
Viable cell count (CFU/mL)	3.0×10^8	4.9×10^8

¹⁾Values are the means±SD of three determinations.

Table 3. Result on sensory evaluation of yogurt fermented with mixed starter (BT) at 37°C as affected by the addition of enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP)

Product code	Color	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
Control	3.0±0.0 ^{1)a2)}	3.0±0.0 ^b	3.0±0.0 ^c	3.0±0.0 ^b	3.0±0.0 ^{bc}
OHP 0.5	3.1±0.4 ^a	3.1±0.4 ^b	3.1±0.7 ^c	3.1±0.4 ^b	3.1±0.4 ^c
OHP 1.0	3.4±0.5 ^a	3.7±0.8 ^c	3.9±0.4 ^d	4.1±0.7 ^c	3.7±0.5 ^d
OHP 1.5	3.4±0.7 ^a	2.4±0.5 ^a	2.1±0.4 ^b	2.9±0.4 ^b	2.6±0.5 ^b
OHP 2.0	3.1±0.5 ^a	2.0±0.6 ^a	1.4±0.8 ^a	2.3±0.5 ^a	2.0±0.6 ^a

BT means the mixed starter (*L. bulgaricus* and *S. thermophilus*, 1:1).

¹⁾Values are the means±SD of seven evaluations.

²⁾Means within each column followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Changes in pH, titratable acidity, viable cell counts and coliform group of yogurt with enzymatic oyster hydrolysates powder (OHP) during storage at 5°C

		Storage period (day)					
		0	3	6	9	12	15
pH	Control	4.30 ¹⁾	4.29	4.29	4.27	4.26	4.26
	Yogurt with OHP	4.31	4.28	4.26	4.23	4.23	4.22
Titratable acidity (%)	Control	1.09	1.11	1.12	1.15	1.18	1.19
	Yogurt with OHP	1.07	1.13	1.15	1.19	1.21	1.26
Viable cell counts (CFU×10 ⁸ /mL)	Control	2.7	2.8	2.6	2.9	3.0	3.0
	Yogurt with OHP	4.9	5.2	5.1	5.0	5.1	5.0
Coliform group (MPN/100 mL)	Control	ND ²⁾	ND	ND	ND	ND	ND
	Yogurt with OHP	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Control, yogurt without OHP.

¹⁾Values are the means of three determinations.

²⁾Not detected.

의 pH는 무첨가 대조제품과 OHP 첨가 요구르트 모두 서서히 감소하였다. 또한, 요구르트의 적정산도의 경우도 대조제품이 1.09~1.19%, OHP 1.0 제품은 1.07~1.26%로 두 제품 모두 서서히 상승하는 경향을 나타내었다. 이와 같이 OHP 첨가에 관계없이 요구르트 두 제품이 모두 저장 중 pH가 감소하고, 적정산도가 증가하는 것은 저장 중에도 요구르트 내에 함유되어 있는 젖산균의 대사활동이 미약하게나마 이루어지고 있어, 이로 인한 유기산량이 증가하였기 때문이라고 판단되었다(12). 한편, 시제 요구르트의 저장 중 pH 및 적정산도의 변화 결과는 녹차와 죽(11), 인삼(13), 삼백초(28), 알로에(31)를 첨가한 요구르트 등의 저장성 결과와 유사하였다. 저장 중 생균수는 대조군에서 2.7×10⁸~3.0×10⁸ CFU/mL 범위, 굴 효소 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트에서 4.9×10⁸~5.1×10⁸ CFU/mL 범위로, 두 제품 모두 거의 변화가 인정되지 않았고, 두 제품 간에 차이도 인정되지 않았다. 두 제품 모두 저장 중 대장균군의 경우 음성으로 나타났다. 한편, 우리나라 식품위생법규(30)에서 농후 요구르트의 생균수는 1×10⁸ CFU/mL 이상, 대장균군의 경우 음성이어야 한다고 규정하고 있다. 이상의 시제 요구르트의 저온저장 중 pH, 적정산도 및 생균수의 변화 결과와 식품위생법규로 미루어 보아 굴 효소 가수분해물(OHP) 첨가 요구르트는 5°C 저온에서 15일 동안 유통시켜도 식품위생법규상에 문제가 없을 것으로 판단되었다.

요 약

양식산 굴에 대하여 Protamex(1단 가수분해)와 Neutrase(2단 가수분해)로 가수분해하고, 한외여과장치(MWCO, 3 kDa)로 분획한 획분을 동결건조한 다음, 이의 효율적 이용을 위하여 굴 효소가수분해물(OHP) 첨가 기능성 강화 요구르트의 제조를 시도하였고, 아울러 그 특성에 대하여도 살펴 보았다. pH, 적정산도, 점도, 생균수 및 관능평가를 통해 OHP 첨가 요구르트의 최적 starter는 *Lactobacillus bulgar-*

*icus*와 *Streptococcus thermophilus*의 1:1의 비율로 혼합한 균주로 선정되었다. OHP의 첨가량별 최적 발효시간은 무첨가 제품 8시간, OHP 0.5 제품이 6.5시간, OHP 1.0 제품은 5.5시간, OHP 1.5 제품은 5.0시간, OHP 2.0 제품의 경우 4.5시간이었다. ACE 저해능 및 항산화능은 OHP 무첨가 대조군 및 시판 요구르트에 비해 우수하였고, 관능검사 결과 OHP를 1.0 g 첨가한 제품이 가장 적합하였다. OHP 1.0 제품의 일반성분, pH 4.31, 적정산도(1.07%) 및 생균수(4.9×10⁸ CFU/mL)는 시판 요구르트에 비하여 조단백질의 함량만 다소 높은 반면, pH, 적정산도 및 생균수는 차이가 없었다. 저온저장 중 시제 요구르트의 pH, 적정산도 및 생균수의 변화 결과로 미루어 보아 OHP 첨가 요구르트는 5°C에서 15일간 유통 가능할 것으로 판단되었다.

문 헌

- Kim JS, Kim HS, Heu MS. 2006. *Introductory Foods*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. p 75-76.
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2004. *Fishery Production Survey*. p 146.
- Jeong BY, Choi BD, Lee JS. 1998. Proximate composition, cholesterol and α-tocopherol content in 72 species of Korean fish. *J Korean Fish Sci Technol* 1: 129-146.
- Kim CY, Pyeun JH, Nam JN. 1981. Decomposition of glyco-gen and protein in pickled oyster during fermentation with salt. *J Korean Fish Soc* 14: 66-71.
- Yoon HD, Byun HS, Chun SJ, Kim SB, Park YH. 1986. Lipid composition of oyster, arkshell and sea-messel. *J Korean Fish Soc* 19: 321-326.
- Soudant P, Chu FL. 2001. Lipid class and fatty acid composition of the protozoan parasite of oysters, *Perkiasus marrius* cultivated in two different media. *J Eukaryotic Microbiology* 48: 309-319.
- Gilliland SE. 1989. Acidophilus milk products review of potential benefits to consumer. *J Dairy Sci* 72: 2483-2489.
- Collins JL, Ebah CB, Mount JR, Demott BJ, Draughon FA. 1991. Production and evaluation of milk sweet potato mixtures fermented with yogurt bacteria. *J Food Sci* 56: 685-688.
- Jim HS, Kim JB, Lee KJ. 2001. Isolation of lactic acid bac-

- teria for chestnut yogurt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 14: 211-216.
10. Fields ML, Hamad AM, Smith DK. 1981. Natural lactic acid fermentation of corn meal. *J Food Sci* 46: 900-903.
 11. Bang BH, Park HH. 2000. Preparation of yogurt added with green tea and mugwort tea and quality characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 854-859.
 12. Sung YM, Cho JH, 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.
 13. Lee IS, Paek KY. 2003. Preparation and quality characteristics of yogurt added with cultured ginseng. *J Korean Soc Food Sci Technol* 35: 235-241.
 14. Jung DS, Lee YK. 2002. Development of fermented isotonic beverage with anticarcinogenic activity using bacteriocin producing lactic acid bacteria. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 399-404.
 15. Hong KH, Nam ES, Park SI. 2003. Effect of omija (*Schizandra chinensis*) extract on the growth inhibition of food borne pathogens in yogurt. *J Korean Soc Food Sci Ani Resource* 23: 342-349.
 16. Ozturk BA, Oner MD. 1999. Production and evaluation of yogurt with concentrated grape juice. *J Food Sci* 64: 530-532.
 17. Kudoh Y, Matsuda S. 2000. Effect of lactic acid bacteria on antioxidative activity of sweet potato yogurt. *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi* 47: 727-730.
 18. AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. p 69-74.
 19. Vanderzant C, Splittstoesser DF. 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 3rd ed. American Health Association, New York. p 150.
 20. Martinou V, Zerfiridis GK. 1990. Effect of some stabilizers on textural and sensory characteristics of yogurt ice cream from sheep' milk. *J Food Sci* 55: 703-707.
 21. American Public Health Association. 1970. *Recommended Procedures for The Examination of Sea Water and Shellfish*. 4th ed. American Public Health Association. New York. p 28-56.
 22. Horiuchi M, Fujimura KI, Terashima T, Iso T. 1982. Method for determination of angiotensin-converting enzyme activity in blood and tissue by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr* 233: 123-130.
 23. Mitsuda H, Yasumoto K, Iwami K. 1996. Antioxidative action of indole compounds during the autoxidation of linoleic acid. *Eiyoto Shokuryo* 19: 210-214.
 24. Steel RGD, Torrie JH. 1980. *Principle and Procedures of Statistics*. 1st ed. Kogakusha, McGraw-Hill, Tokyo. p 187-221.
 25. Kim HJ, Ko YT. 1990. Study on preparation of yogurt from milk and soy protein. *Korean J Food Sci Technol* 22: 700-706.
 26. Shin YS, Sung HJ, Kim DH, Lee KS. 1994. Preparation of yogurt added with potato and its characteristics. *Korean J Food Sci Technol* 26: 266-271.
 27. 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.
 28. Lee IS, Lee SO, Kim HS. 2002. Preparation and quality characteristics of yogurt added with *Saururus chinensis* (Lour.) Bail. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 411-416.
 29. Rasic JL, Kurmann JA. 1978. *Yogurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark. p 369-380.
 30. 식품위생법규편찬회. 2001. 식품위생법규. 지구문화사, 서울. p 314-315.
 31. Shin YS, Lee KS, Lee JS, Lee CH. 1995. Preparation of yogurt added with aloe vera and its quality characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 254-260.

(2006년 5월 1일 접수; 2006년 6월 28일 채택)