

한국인 모유로부터 분리한 *Enterococcus faecium* KHM-11의 Amylase 활성과 쌀 첨가 요구르트의 특성

배형철¹ · 이조윤² · 랜친핸드¹ · 남명수^{1*}

Fermentation Properties of Amylase Activity and Added Rice Yogurt of *Enterococcus faecium* KHM-11 Isolated from Korean Human Milk

Hyoung Churl Bae¹ · Jo Yoon Lee² · Gereltuya Renchinkhand¹ · Myoung Soo Nam^{1*}

ABSTRACT

This studies were carried out to assess fermentation properties of amylase activity and added rice yogurt of *Enterococcus faecium* KHM-11 isolated from Korean human milk. The amylase activity of *Enterococcus faecium* KHM-11 was above 23 units. Characterization of carbohydrate fermentation of *Enterococcus faecium* KHM-11 has D-ribose, D-lactose, L-arabinose and starch. Titratable acidity and viable count of lactic acid bacteria of 4% rice yogurt was higher compared to the 0%. Therefore we were discussed *Enterococcus faecium* KHM-11 is suitable microorganism for fermented milk added rice powder. Hydrolysates of sugars of fermented milk with 4% rice powder cultured *Enterococcus faecium* KHM-11 were analyzed by TLC and HPLC. Hydrolysates of lactose and galactose were revealed and hydrolysates of glucose was not revealed in results of TLC and HPLC.

Key words: *Enterococcus faecium*, Amylase, Rice yogurt

1. 서론

쌀은 예로부터 우리나라의 주식으로 이용되어 왔으며, 1981년 이래 계속된 풍작과 쌀 대체식품의 증가 등으로 쌀 재고량은 2007년에 69만5천 톤에서 2009년에는 99만5천 톤에 이르렀으며 2010년에는 149만 톤에 이를 것으로 예상하고 있다. 쌀의 재고가 늘어나면서 국내 쌀값은 2009년 2월 80kg에 162,188원에서 2010년 7월에는 133,500원으로 계속 하락해왔다. 따라서 쌀의 재고량을 줄이기 위한 노력으로 쌀을 가공하여 소비하는 형태의 제품이 다양하게 연구되고 있으며 여러 가지 제품으로도 출시되고 있다. 특히, 쌀을 이용하여 발효유를 제조할 경우 곡류를 주식으로 하는 한국인의 체질에 잘 맞을 뿐만 아니라 유당불내증을 개선할 수 있고 쌀 성분에 부족한 아미노산인 lysine을 우유 단백질에서 보충해 줌으로써 발효유의 식품·영양학적인 가치를 크게 높여줄 것으로 생각된다.

쌀의 화학적 성분은 품종, 생산지의 기후나 토질, 재배방법 등에 따라 조금씩 차이는 있으나 현미와 백미의 성분은

대체로 탄수화물이 약 70~80%, 단백질 약 7~8%, 지방이 약 1~2%, 수분이 약 12%로 구성되어 있으며, 일반적으로 백미는 현미보다 탄수화물이 현저히 많은데 비하여 단백질과 지방은 적게 함유하고 있다. 멥쌀의 탄수화물은 약 20%의 amylose와 약 80%의 amylopectin의 다당류로 구성된 starch로 되어있으나, 찰쌀은 대부분이 amylopectin으로 구성되어 있으며, 통일계 품종의 쌀은 amylose가 24%이고 종래의 일반계 품종은 18% 정도 함유하고 있으며 밥맛은 일반적으로 amylose의 함량이 적은 것이 좋다. 또한 백미는 도정 정도에 따라 쌀의 영양성분이 달라지며 이는 단백질, 지방, 비타민 등의 영양분이 강층, 배아부 등에 많이 존재하기 때문이다. 쌀의 대부분의 성분인 starch는 amylase에 의하여 가수분해되어 소화 이용되는 것으로서 amylase 효소는 고등 동식물에서부터 사상균, 세균 등의 미생물에 이르기까지 자연계에 널리 분포하고 있고, 전분당공업, 주정공업, 섬유공업 등에서 전분의 액화 및 당화에 사용되며, 전분식품의 노화방지에 효과가 있고, 의약품, 동물사료, 오수처리, 세제 등에도 이용되어 왔으므로 오래전부터 잘 알려진 효소이다. 상업적으로 가장 많이 사용되고 있는 amylase는 *Aspergillus oryzae*, *Bacillus amyloliquefaciens* 또는 *Bacillus licheniformis* 등에서 생산되고 있으며, 그 외 *Micrococcus* sp., *Halobacterium halobium*, *Streptomyces albus*, *Streptomyces cyaneus*, *Bacillus subtilis* 등의 균주를 사용하여 amylase를 생산 및 정제에 관하여 연구되고 있으나 amylase를 생산하는 유산균에 의한 발효유제품의

¹ 충남대학교 동물바이오시스템과학과(Department of Animal Biosystem Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

² 중부대학교 생명과학부(Division of Life Science, Joongbu University, Chungnam 312-940, Korea)

* Corresponding author: 남명수(Myoung Soo Nam)

Tel.: +82-42-821-5782 Fax: +82-42-823-2766

E-mail: namssoo@cnu.ac.kr

2010년 10월 1일 투고

2010년 10월 27일 심사완료

2010년 12월 13일 게재확정

연구보고는 미비한 실정이다.

우유와 곡류를 이용하여 발효유제품의 제조에 대한 연구는 Yu와 Lee(1982)는 보리당화액과 탈지유와 혼합 발효에 의한 젓산균 음료 개발, Rhee와 Kim(1988)은 보리당화액, 탈지유 및 이들의 혼합액을 이용한 젓산균 음료를 개발, Lee 등(1988)은 쌀-대두분 혼합액을 기질로 하는 젓산균 음료 발효에 관한 연구, Shin(1989)은 멥쌀에 α -amylase를 작용시켜 액화시킨 후 발효유제조, Mok 등(1991)은 호화시킨 쌀을 당화하여 유산균을 첨가하여 발효유제조를 시도하였고, Hong과 Ko(1991)는 4종의 쌀(멥쌀, 찰쌀, 현미, 통일벼)을 첨가한 발효유제품의 발효특성, Paik과 Ko(1992)는 쌀의 저장기간이 쌀 첨가 요구르트의 품질에 미치는 영향, Kim과 Ko(1993)가 유산균으로 우유와 곡류를 발효하여 요구르트의 제조를 시도하였으며, Kim 등(1993)의 팽화미를 이용한 요구르트 발효유제조를 연구보고한 바 있으나 모두 발효유제품에 곡류를 첨가하여 발효특성을 연구보고한 것이다. 이에 반하여, 유산균의 amylase 분비에 의한 곡류의 starch 분해를 목적으로 amylase를 생산하는 유산균에 대한 보고는 Park 등(1997)에 의해서 *Bifidobacterium*에 대한 연구만 보고되었을 뿐 다른 유산균이나 상세한 특성에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 곡류를 이용한 발효유 제조시 amylase를 생산하는 유산균을 사용하면 발효에 의해 당화된 starch에 의해 풍미가 우수한 곡류 발효유 제조에 필요한 기초 자료를 제공하기 위해서 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 유산균과 배지

실험에 사용된 유산균은 Bae 등(2008, 2002)이 분리한 *Enterococcus faecium* KHM-11과 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27의 2개 균주와 모유에서 분리한 유산균 4개 균주, KCTC에서 분양받은 유산균 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150와 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* KCTC3188을 사용하였다. 유산균의 기본배지는 BCP plate count agar (Eiken Chemical Co. LTD., Japan)를 사용하여 보관 및 시험에 사용하였다.

2. Amylase 활성측정

6개의 유산균주를 BCP broth (yeast extract 2.5 g, Beef extract 5 g, soluble starch 2 g, tween80 1 g, L-cystein 0.1 g, Bromo cresol purple 0.04 g, D.W 1 L)에서 2회 계대 활성화시킨 후 효소활성을 측정하였다. 세포외 amylase 활성을 측정하기 위하여 기질로서 가용성 전분을 사용하여 효소반응에 의한 요오드반응의 감소, 환원당의 생성, 점도의 저하 등을 측정하는 Ballgames법을 수정 보완한 요오

드 반응에 의한 측정법으로 시험하였다. 효소의 활성단위는 10mg의 amylose를 가수분해하여 30분후에 상기의 요오드 반응의 흡광도를 0.4까지 저하시키는 효소량을 1 unit로 하였다.

3. 효소특이성 및 당 분해특성

Amylase 효소활성이 가장 큰 *Enterococcus faecium* KHM-11의 효소생산 특이성과 탄수화물의 분해특성을 시험하기 위하여 API 20 Strep(BioMerieux, France)를 사용하여 확인하였다. 균주를 modified BCP broth (yeast extract 2.5 g, Beef extract 5 g, Glucose 2 g, Tween80 1 g, L-cystein 0.1 g, Bromo purple cresol 0.04 g, D.W 1 L)에서 37°C에서 24시간 전배양한 후 원심분리를 하여 균체를 회수하고 API 20 Strep kit 기본배지에 현탁하고 접종하여 37°C에서 배양하였다. 배양 12, 24, 48시간에 따른 배지색의 변화로 효소특이성과 당자화성의 유, 무를 판단하였다.

4. 쌀 첨가 발효유의 제조 및 분석

Enterococcus faecium KHM-11의 쌀 첨가 발효유의 제조는 탈지유에 쌀 분말 4%를 첨가하여 92°C에서 10분간 살균하여 37°C로 냉각한 후 *Enterococcus faecium* KHM-11를 스타터로 2% 접종하여 37°C에서 배양하였다. 발효유의 pH, 적정산도, 유산균수, 점도 등의 분석은 Cho 등(2003)과 이(1983)의 방법에 따라 측정하였다. pH는 pH meter (Dual pH meter Model 740, Istek Inc., Korea)로 측정하였다. 유산균수는 멸균수에 십진 희석하여 유산균 배지 BCP plate count agar(Eiken Chemical Co. Ltd., Japan)에 접종한 후 표준평판법으로 37°C에서 48시간 배양한 후에 형성된 colony수를 측정하여 CFU/ml로 나타내었다. 점도는 발효유의 산도가 1.0%에 도달하였을 때 5°C 냉장고에 24시간 냉각한 후, Brookfield viscometer(BM type, Tokimec Inc., Japan)의 rotor No. 2를 사용하여 12 rpm으로 측정하였다.

5. TLC 분석

발효유 중 유당의 분해 측정은 Thin Layer Chromatography (TLC)를 사용하여 측정하였다. TLC는 Martinez와 Olano (1981), Takahiro 등(1982)의 방법에 따라 측정하였다. 발효유 중 유청을 분리하여 20 μ l를 Silica-Gel 60 F₂₅₄ Aluminum sheets plate(Merck, Darmstadt, Germany)의 하단에 찍고 건조시킨 다음 isopropanol:water(80:20, v/v) 용매로 충분히 전개시켰다. 1 g diphenylamine, 1 ml aniline, 85 % H₃PO₄ 5 ml, 50 ml acetone 혼합용액으로 Aluminium sheets plate에 뿌리고 120°C에서 10분간 가열처리하고, 이동상의 거리를 측정하여 각각의 분획과 비율을 구하였다.

6. 발효유의 탄수화물 분석

발효유중 탄수화물의 정량은 Jeon 등(1984)과 Richmond 등(1982)의 방법을 변형하여 수행하였다. 발효유 5 g 채취하여 12% TCA 용액을 1 mL 첨가하고 원심분리기(Mega 17R, Hanil Science Industrial, Korea)를 사용하여 5,000 g 에서 5 min 동안 원심분리 하였다. 분리된 상등액을 채취하여 0.2 μm membrane filter를 사용하여 필터링한 후 HPLC system(600E Multisolvent Delivery System, Waters Associates, USA)을 사용하여 탄수화물 농도를 분석하였다. 샘플은 7725 injector(Rheodyne, USA)를 사용하여 20 μl를 주입하였고, Detector는 Refractive Index Detector(Waters Associates, USA)를 사용하였다. column은 SUPELCOGEL C-610H (38cm×7.8mm, Sigma-Aldrich Co., USA)을 사용하였고, column의 온도는 Waters Column Heater Module(serial #F98CHM095M)을 사용하여 30℃를 유지하였고, 이동상은 HPLC용 Water(TEDIA Company Inc., USA)를 사용하여 1.0 mL/min의 유속으로 10분간 분석하였다. 분석프로그램은 Autochro-WIN 2.0 plus(Young Lin Instrument Co., Ltd., Korea)를 사용하여 정량분석 하였다. 시험에 사용된 표준물질은 Sigma-Aldrich Co.(USA)에서 구입하여 분석에 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Amylase 활성과 효소생산 특성

Amylase 활성을 나타내는 실험에 사용된 유산균의 종류

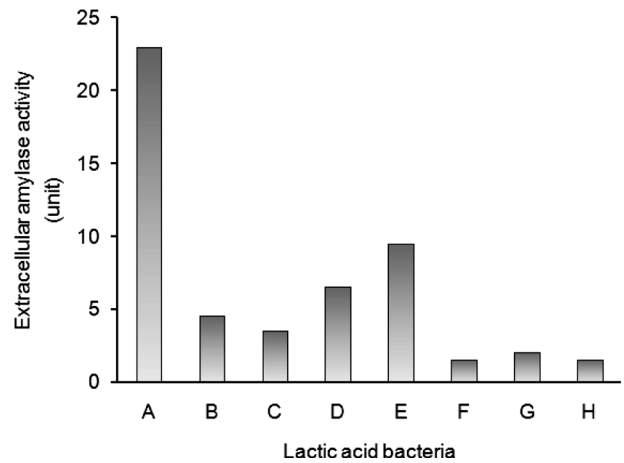


Fig. 1. Amylase activity of *Enterococcus faecium* KHM-11 and lactic acid bacteria. A: *Enterococcus faecium* KHM-11, B~E: lactic acid bacteria isolated from Korean human milk, F: *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150, G: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* KCTC3188, H: *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27.

Table 1. Carbohydrate fermentation and enzymatic activity patterns of *Enterococcus faecium* KHM-11.

Substrates	Reactions/enzymes	
Control		
Sodium pyruvate	Acetoin production	+
Hippuric acid	Hydrolysis	±
Esculin ferric citrate	β-glucosidase	+
Pyroglutamic acid -β naphthylamide	Pyrrolidonyl arylamidase	+
6-bromo-2-naphthyl-α-galactopyranoside	α-galactosidase	-
Naphtol ASBI-glucuronic acid	β-glucuronidase	-
2-naphthyl-β-D-galactopyranoside	β-galactosidase	+
2-naphthyl phosphate	Alcaline phosphatase	-
L-leucine-β-naphthylamide	Leucine arylamidase	+
L-arginine	Arginine dihydrolase	+
D-ribose	Acidification	+
L-arabinose	Acidification	+
D-mannitol	Acidification	+
D-sorbitol	Acidification	-
D-lactose	Acidification	+
D-trehalose	Acidification	+
Inulin	Acidification	-
D-raffinose	Acidification	-
Starch	Acidification	+
Glycogen	Acidification	-

는 Bae 등(2008)이 모유에서 분리한 유산균 *Enterococcus faecium* KHM-11와 미동정된 유산균 4종, 그리고 한국 생명공학연구원 생물자원센터에서 분양받은 *Lactobacillus acidophilus* KCTC3150와 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* KCTC3188, Bae 등(2002)이 분리한 유산균 *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* CNU27의 총 8종의 유산균을 사용하여 amylase 효소활성을 측정한 결과 Fig. 1과 같다. Fig. 1의 결과와 같이 모유에서 분리된 *Enterococcus faecium* KHM-11 유산균이 23 unit 로서 가장 많은 활력을 나타내었으며, API 20 Strep을 사용하여 당자화성 특성과 효소발현 특성을 시험한 결과 Table 1과 같이 나타내었다. Table 1의 결과에 의하면, *Enterococcus faecium* KHM-11은 β -galactosidase 효소를 생산하는 유산균으로서 D-lactose, L-arabinose 등을 분해하는 특성을 나타내며, Fig. 1에서 amylase 활성을 나타낸 것과 같이 starch에 대한 당 이용 특성을 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 Park 등(1997)이 *Bifidobacterium*과 같은 유산균에 쌀 전분을 분해할 수 있는 amylase 효소 활력을 나타낸 것과 같이 *Enterococcus faecium* 유산균도 쌀 전분을 분해할 수 있는 amylolytic 유산균으로서, 절대혐기성균으로 배양이 까다로운 *Bifidobacterium* 유산균과는 상대적으로 쉽게 배양할 수 있어 쌀 첨가 발효식품에 다양하게 활용할 수 있으리라 생각된다.

2. 쌀 첨가 발효유 특성

Amylase 활력을 나타내는 *Enterococcus faecium* KHM-11을 사용하여 4%의 쌀 분말을 첨가한 발효유에 접종하여 배양하면서 발효과정을 시험하였다. 발효유의 배양과정에 따른 pH와 산도의 변화는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 4%의 쌀 분말을 첨가한 발효유에서 모든 시간에 산생성과 pH의 저하가 빨랐으며, 이와 같은 결과는 Paik

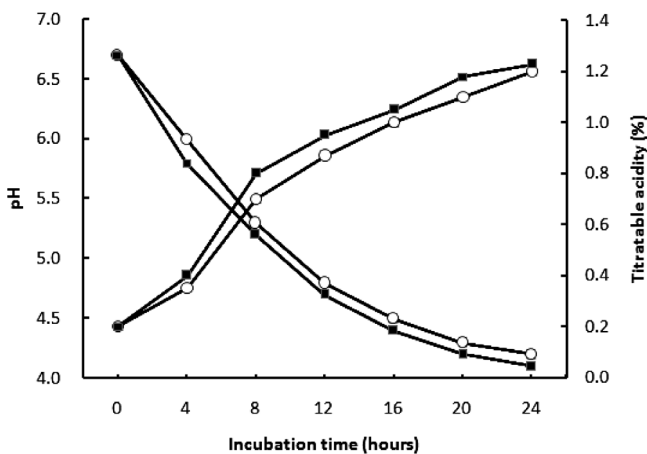


Fig. 2. Changes of pH and titratable acidity during the fermentation of *Enterococcus faecium* KHM-11 at 37°C for 24 hours. —○—: 0%, —■—: 4% rice powder

등(2004)이 쌀 첨가 요구르트에서 산생성과 pH저하가 빠르게 나타난 것과 같은 경향을 보이고 있으며, 고형분의 농도가 높음에 따라 영양소의 함량이 증가하여 산 생성 촉진현상이 나타났다고 보고한 것과 같은 결과로 사료된다. Fig. 3에서와 같이 4%의 쌀 분말을 첨가한 발효유에서 유산균수가 대조구에 비하여 높았고, 배양시간이 지남에 따라 대조구는 배양 20시간 후부터 균체가 사멸기에 도달했지만, 4%의 쌀 분말을 첨가한 발효유에서는 지속적인 균수를 유지하고 있어, 쌀 분말에 의한 고형분은 유산균의 생존기간을 연장하고 이에 따른 유기산의 생성도 높게 생성된 것으로 생각된다. *Enterococcus faecium* KHM-11을 사용하여 4%의 쌀분말을 첨가한 발효유의 점도는 Fig. 4와 같다. *Enterococcus faecium* KHM-11을 사용한 발효유의 점도는 4% 쌀 분말을 첨가한 발효유의 점도가 배양 8시간 때부터 급속히 증가하고 있으며, 대조구에 비하여 월등하게 높게 나타나고 있다.

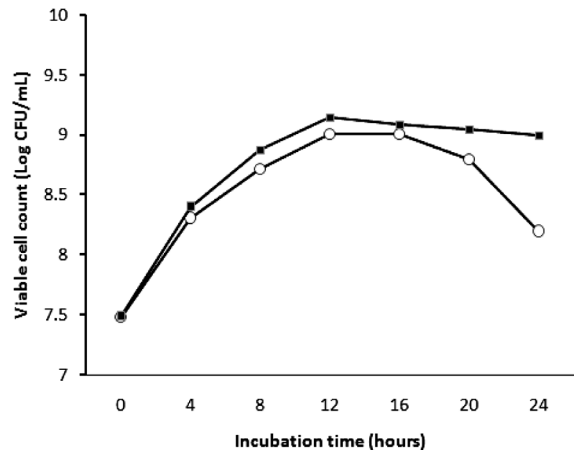


Fig. 3. Changes of viable cell counts during the fermentation of *Enterococcus faecium* KHM-11 at 37°C for 24 hours. —○—: 0%, —■—: 4% rice powder

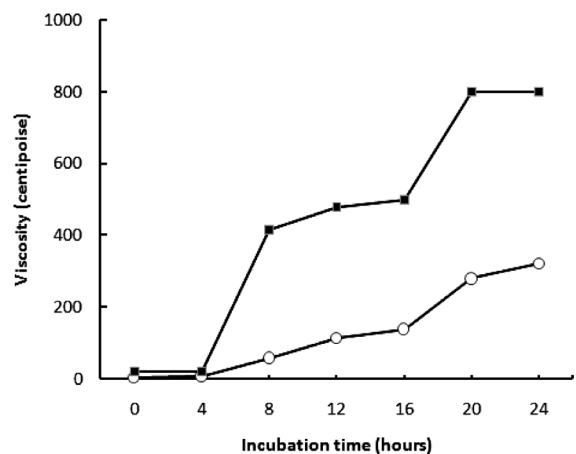


Fig. 4. Changes of viscosity during the fermentation of *Enterococcus faecium* KHM-11 at 37°C for 24 hours. —○—: 0%, —■—: 4% rice powder

Enterococcus faecium KHM-11을 사용한 쌀 첨가 발효유의 배양시간에 따른 탄수화물 분포를 HPLC와 TLC를 사용하여 분석한 결과는 Fig. 5와 Fig. 6과 같다. Fig. 5의 결과에 의하면, 배양시간이 경과함에 따라 이당류인 lactose의 함량이 줄고 분해산물인 galactose의 함량이 늘어나는

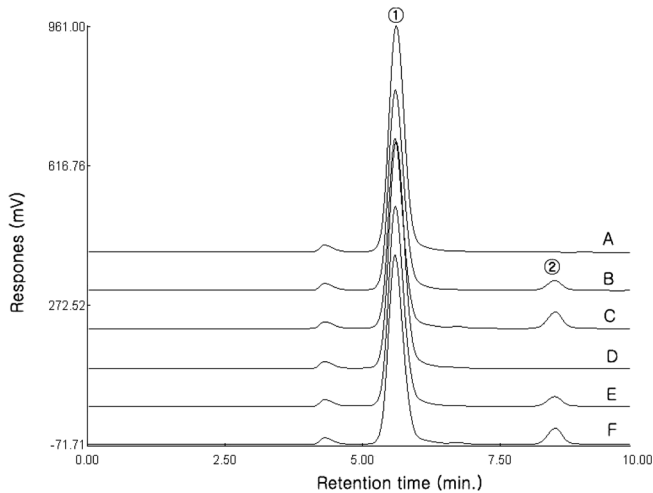


Fig. 5. Change of carbohydrates during the fermentation of *Enterococcus faecium* KHM-11 at 37°C. A, B and C were fermented skim milk powder. D, E and F were fermented skim milk powder added with 4% rice powder. A and D were control, B and E were fermented for 12 hrs. C and F were fermented for 24 hrs. ① is lactose, ② is galactose.

것을 볼 수 있으며, 다른 분해산물인 glucose의 함량은 측정할 수 없었으며 이와 같은 결과는 유산균이 발효산물 중 glucose를 대사에너지로 사용하여 소진된 것으로 생각된다. Fig. 6의 TLC 결과에서도 HPLC 분석 결과와 같이 glucose의 분획 점은 보이지 않았으며, lactose의 분획물이 배양에 따라 glucose 분획구역으로 조금씩 상승하는 것으로 보아 lactose가 발효시간이 지남에 따라 점진적으로 분해되고, glucose는 균체에너지로 이용한 것으로 생각된다.

이와 같이 amylase 효소활성을 갖는 *Enterococcus faecium* KHM-11 유산균은 쌀 분말을 첨가한 발효유가 대조구에 비하여 산생성과 유산균의 활력유지 등에서 월등한 발효특성을 나타내고 있어 향후 쌀첨가 발효유 제조에 이용가능성이 높을 것으로 생각된다.

IV. 결론

쌀을 이용한 기능성 발효유제품을 개발하기 위하여 amylase 효소활성이 있는 유산균을 시험하였으며, *Enterococcus faecium* KHM-11이 23unit 이상의 amylase 효소활력을 나타내어 4% 쌀 분말을 첨가한 발효유를 제조하여 특성을 시험하였다. 4%의 쌀 분말을 첨가한 발효유는 대조구에 비하여 pH와 적정산도가 배양초기부터 높게 나타났으며, 유산균의 수도 많고 지속적으로 유지되고 있어 *Enterococcus faecium* KHM-11 유산균이 쌀 분말 발효유에 적합한 유산균으로 생각된다. *Enterococcus faecium* KHM-11를 사용한

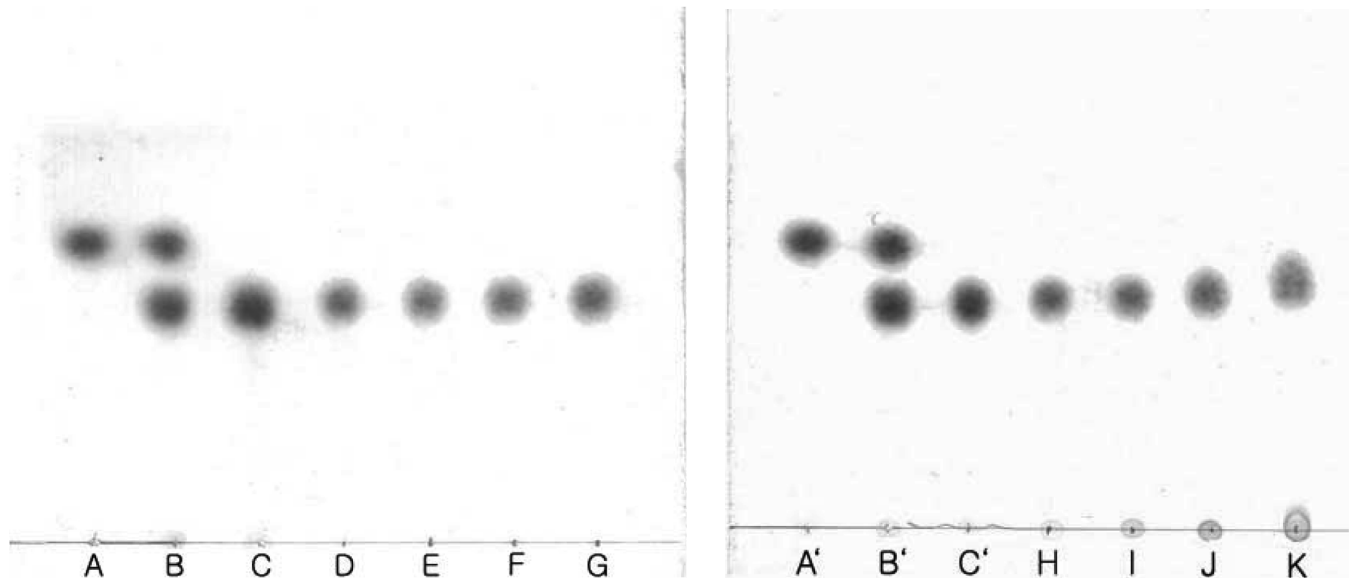


Fig. 6. TLC analysis of fermentation milk with 4% rice and samples were diluted 10 times. Loading volume of samples is 1ul to TLC plate. A: Glucose 10mg/ml, Rf=0.711; B: Glucose and lactose 10 mg/ml, respectively; C: Lactose 10 mg/ml, Rf=0.550; D: Fermentation milk, incubation time is 0hr, Rf=0.559; E: Fermentation milk, incubation time is 8hrs, Rf=0.559; F: Fermentation milk, incubation time is 16hrs, Rf=0.567; G: Fermentation milk, incubation time is 24hrs, Rf=0.576; A': Glucose 10 mg/ml, Rf=0.703; B': Glucose and lactose 10 mg/ml, respectively; C': Lactose 10 mg/ml, Rf=0.550; H: Fermentation milk, incubation time is 0hr, Rf=0.559; I: Fermentation milk, incubation time is 8hrs, Rf=0.576; J: Fermentation milk, incubation time is 16hrs, Rf=0.593; K: Fermentation milk, incubation time is 24hrs, Rf=0.627

4% 쌀 분말 발효유의 탄수화물 분해물을 HPLC와 TLC로 분석한 결과는 lactose가 분해되어 galactose의 분해산물이 나타났으나 glucose는 나타나지 않아 유산균에 의한 대사에너지로 이용된 것으로 생각된다. 이와 같이 amylase 효소활성을 갖는 *Enterococcus faecium* KHM-11 유산균은 쌀 분말을 첨가한 발효유가 대조구에 비하여 산생성과 유산균의 활력유지 등에서 우수한 발효특성을 나타내고 있어 향후 쌀 첨가 발효유 제조에 이용가능성이 높을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Bae, H.C., J.Y. Lee, M.S. Nam. 2008. Effect of feeding yogurt using *Enterococcus faecium* KHM11 on the growth in piglet. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 28: 204-210.
- Bae, H.C., M.S. Nam, J.Y. Lee. 2002. Probiotic characterization of acid- and Bile-tolerant *Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius* from Korean faeces. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 15: 1798-1807.
- Cho, I.S., H.C. Bae, M.S. Nam. 2003. Fermentation properties of yogurt added by *Lyciifructus*, *Lyciifolium* and *Lyciicortex*. Kor. J. Food Sci. Ani. Resour. 23: 250-261.
- Hong, O.S., Y.T. Ko. 1991. Study on preparation of yogurt from milk and rice. Kor. J. Food Sci. Technol. 23: 587-592.
- Jeon, I.J., S.J. Galitzer, K.J. Hennessy. 1984. Rapid determination of lactose and its hydrolyzates in whey and whey permeate by high performance liquid chromatography. J. Dairy Sci. 67: 884-887.
- Kim, K.H., Y.T. Ko. 1993. The preparation of yogurt from milk and cereals. Kor. J. Food Sci. Technol. 25: 130-135.
- Kim, M.S., E.S. Ahn, D.H. Shin. 1993. Characteristic of yoghurt containing puffed rice flour. Kor. J. Food Sci. Technol. 25: 258-263.
- Lee, C.H., S. Mousa, K.H. Rhu. 1988. Effects of prefermentation and extrusion cooking on the lactic fermentation of rice-soybean based beverage. Kor. J. Food Sci. Technol. 20: 666-673.
- Martinez, C.I., A. Olano. 1981. Ready detection of small amounts of lactulose in dairy products by thin-layer chromatography. Chromatographia. 14: 621-622.
- Mok, C.K., J.S. Han, J.Y. Kim, N.S. Kim. 1991. Lactic acid fermentation of rice and quality improvement by amyolytic enzyme treatment during fermentation. Kor. J. Food Sci. Technol. 23: 739-744.
- Paik, J.H., Y.T. Ko. 1992. Effect of storage period of rice on quality of rice added yogurt. Kor. J. Food Sci. Technol. 24: 470-476.
- Paik, S.H., H.C. Bae, M.S. Nam. 2004. Fermentation properties of yogurt added with rice. J. Anim. Sci. Technol. 46: 667-676.
- Park, J.H., H.K. Song, J.B. Ahn, G.E. Ji, C.K. Mok. 1997. Rice fermentation by korean amyolytic *Bifidobacterium* spp. Kor. J. Food Sci. Technol. 29, 581-587.
- Rhee, S.K., K.C. Kim. 1988. Lactic acid fermentation of barley malt syrup by *Lactobacillus acidophilus*. J. Kor. Agric. Chem. Soc. 31: 255-260.
- Richmond, M.L., D.L. Barfuss, B.R. Harte, J.I. Gray, C.M. Stine. 1982. Separation of carbohydrates in dairy products by high performance liquid chromatography. J. Dairy Sci. 65: 1394-1400.
- Shin, D.D. 1989. A yoghurt like product development from rice by lactic acid bacteria. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 696-690.
- Takahiro, T., W. Akira, A. Susumu. 1982. Allolactose and 6-O-β-D-Galactopyranosyl-D-Galactose in commercial yogurt. J. Dairy Sci. 65: 702-706.
- Yu, T.J., J.W. Lee. 1982. Studies on preparation of lactic acid fermentation beverage from a malt syrup Korean. J. Food Sci. Technol. 14: 57-62.
- 이신구. 1983. 우유 및 유제품의 검사. 선진문화사, 서울. pp. 42, 54, 219.