

하향주 누룩으로부터 분리한 젖산균의 동정 및 발효 특성

박치덕 · 정희경 · 박환희¹ · 홍주현[†]
대구신기술사업단 바이오산업지원센터, ¹하향주가

Identification and Fermentation Characteristics of Lactic Acid Bacteria Isolated from *Hahyangju Nuruk*

Chi-Duck Park, Hee-Kyoung Jung, Hwan-Hee Park¹ and Joo-Heon Hong[†]

Bio Industry Center, Daegu New Technology Agency, Daegu, 704-230, Korea

¹Hahyangjuga Co., Daegu, 711-883, Korea

Abstract

The purpose of this study was to isolate lactic acid bacteria, useful in the fermentation industry from *Hahyangju Nuruk*. Five strains were isolated, and identified as *Lactobacillus* based on growth inhibition by 10% (v/v) alcohol at pH 4.0. Isolated strains were identified to species, and named *Lactobacillus plantarum* L-3, *L. sakei* L-10, and *L. curvatus* strains L-8, L-11, and L-12. Morphological characteristics, physiological data, carbohydrate fermentation patterns, and 16S rRNA sequence data, were all used to characterize the bacterial isolates. *L. plantarum* L-3 showed the highest lactic acid productivity of all isolates, but grew only poorly in the presence of 10% (v/v) alcohol at pH 4.0. The other strains exhibited lower lactic acid productivity than did *L. plantarum* L-3 and did not grow in the presence of 10% (v/v) alcohol at pH 4.0. The optimal temperature and pH for lactic acid production were 30°C and pH 6.0-7.0, respectively. The lactic acid productivity of *L. plantarum* L-3, *L. sakei* L-10 and the three *L. curvatus* strains L-8, L-11, and L-12 were (% v/v of culture supernatant) 1.55, 1.0, 1.06, 1.0, and 0.99, respectively, at 30°C and pH 6.0. While *L. plantarum* L-3 suffered growth inhibition in the presence of 10% (v/v) alcohol, growth of the other strains was inhibited at 8% (v/v) alcohol.

Key words : Korean tradition liquor, *Hahyangju Nuruk*, lactic acid bacteria

서 론

우리나라의 전통 민속주는 공통적으로 고온 다습한 여름철에 자연적으로 곡물에 생육하는 곰팡이, 효모 및 세균을 이용하여 제조한 누룩을 사용하는 것이 특징이다. 누룩은 주로 밀을 원료로 만들어지며 지역에 따라 옥수수, 보리, 대두, 귀리, 조, 백미 등의 곡류가 사용되기도 한다(1,2). 우리나라의 누룩이 일본의 코오지와 다른 점은 곡류를 조분쇄하여 호화시키지 않고 생전분을 그대로 사용하여 일정한 형태로 성형한 후 자연 발효시켜 다양한 종류의 곰팡이, 효모, 젖산균 그리고 일반세균들이 서식하여 만드는 환경 및 지역에 따라 독특한 풍미를 가진다는 것이다(3). 누룩

중에 존재하는 곰팡이는 amylase, protease 등의 효소를 생성하고, 효모는 알코올 발효를 하여 누룩이 효소제와 발효제의 기능을 동시에 수행하게 된다. 젖산균은 발효 초기에 산을 생성하여 술덧의 pH를 저하시켜 잡균의 오염을 방지할 뿐만 아니라 다양한 유기산을 생성하여 발효주의 풍미에 큰 영향을 주지만 지나친 산의 생성은 산패의 원인이 될 수도 있기 때문에 민속주 발효시 젖산균의 관리는 아주 중요하다고 할 수 있다(1).

이러한 젖산균의 중요성에도 불구하고 현재까지 누룩에 대한 연구는 주로 곰팡이와 효모에 집중되어 왔는데, Kim(4)과 Cho 등(5)은 각 지역의 누룩 시료로부터 *Aspergillus*속, *Rhizopus*속, *Penicillium*속, *Absidia*속 그리고 *Mucor*속 등을 분리, 동정하였고, So 등(6)은 누룩에서 분리한 미생물을 이용하여 개량누룩을 제조한 바 있다. Ha 등(7)은 누룩중의 전분자화성 효모를 분리, 동정하였고, Shin

[†]Corresponding author. E-mail : betabio@empal.com,
Phone : 82-53-602-1823, Fax : 82-53-602-1898

등(8,9)은 효모의 분리, 동정 및 발효 특성에 대한 연구를 수행하는 등 누룩 곰팡이와 효모에 대한 연구는 많이 진행되어 왔다(10-13). 누룩 젖산균에 대한 연구는 Cho 등(14)이 누룩으로부터 *Lactococcus*속, *Pediococcus*속, *Enterococcus*속 등을 분리하였고, Lee 등(15)은 전국 각지의 누룩을 수집하여 종균으로 이용이 적합한 젖산균의 특성에 대한 연구를 수행하였으며 *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus*등을 동정한 바 있으나 아직까지 많은 연구가 진행되지 못하고 있는 실정이다.

하향주는 대구시 달성군 유가면에서 전래되어 오는 전통 민속주로 대구광역시 무형문화재 11호로 지정되어 있으며 찹쌀과 누룩을 사용하고, 들국화, 인동초, 약쑥을 첨가하여 빻어 만든 전통주이다. 하향주는 연꽃향이 난다고하여 불려진 이름이며 유가주(楡加酒), 음동주(陰洞酒) 및 숙성기간이 길다 하여 백일주(百日酒)라 불려지기도 한다. 현재 하향주는 가양주 형태로 기술전수자에 의해 제조되고 있어 과학적이고 체계적인 연구는 아직까지 수행된 바가 없었다.

따라서 본 연구에서는 하향주 제조에 이용되고 있는 누룩으로부터 젖산균을 분리, 동정하여 그 특성을 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

젖산균의 분리원으로는 현재 하향주의 제조에 이용되고 있는 누룩을 사용하였고, 젖산균의 배양에는 *Lactobacilli* MRS(Difco Co., USA)배지를 Gram 염색에는 *Bactident Aminopeptidase*(Merck Co., USA)를 이용하였다. 그 밖의 모든 시약은 특급 제품을 사용하여 분석하였다.

누룩 제조

본 실험에 사용된 누룩은 하향주 기술전수자가 직접 제조한 누룩으로 통밀을 지하수에 침지시킨 후 물을 빼고 분쇄하여 사각틀에 넣고, 가로와 세로가 약 18 cm, 두께가 약 3 cm되게 성형하여 발효실에서 발효 초기는 30-35℃, 중기 35-40℃이하, 말기에는 30℃전후로 온도를 조절하여 약 15-20일 정도 자연 발효시켜 제조하였다. 발효가 완료된 누룩은 일광 건조 후 밀봉하여 냉장보관 하면서 실험에 사용하였다.

젖산균의 분리

하향주 제조용 누룩으로부터 젖산균을 분리하기 위해 분쇄한 누룩 1 g을 멸균수에 현탁하고 10⁷까지 단계 희석하여 희석액 100 μL를 젖산균 분리배지에 도말하여 30℃에서 2일간 배양하였다. 젖산균 분리배지로는 bromocresol purple(BCP) 0.02%를 함유한 *Lactobacilli* MRS agar(Difco

Co., USA)배지를 사용하였으며 산의 생성으로 인해 황색으로 변하는 집락을 젖산균으로 판단하고 1차적으로 분리하였고, 분리한 젖산균은 2회 이상 계대 배양을 통해 순수 분리한 후 20% glycerol에 현탁하여 -80℃에서 보관하면서 사용하였다(16,17).

1차적으로 분리된 젖산균의 산생성능을 측정하여 산생성이 비교적 우수한 균을 다시 분리한 다음 전통주 발효에 적합한 균을 선별하기 위하여 pH 4.0 및 에탄올 10%에서 생육이 저해되면서 산생성이 우수한 균주를 최종 선별하였다.

산생성능 측정

분리된 젖산균의 산생성능 측정은 Lee 등(15)의 방법을 응용하여 측정하였다. -80℃에서 보관한 젖산균을 이용하여 24시간 전배양한 후 *Lactobacilli* MRS broth에 접종하여 30℃에서 24시간 배양하였다. 산생성능의 측정은 배양액을 8,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 상등액을 이용하여 측정하였다. 즉 상등액 10 mL에 1% phenolphthalein용액을 2-3방울을 가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정할 후 그 적정량에 젖산계수를 곱하여 젖산(lactic acid)함량으로 나타내었다.

분리 젖산균의 동정

하향주 제조용 누룩으로부터 분리된 젖산균의 동정을 위해 현미경으로 균의 형태와 운동성을 관찰하였고, oxidase, catalase test, glucose로부터 gas 생성유무, indole 생성능 및 gelatin 액화능 등의 생리적 특성과 배양온도, pH 그리고 NaCl의 영향에 따른 배양학적 특성을 분석하였다. 또한 API 50 CHL kit(Bio Merieux Co., France)을 이용하여 당으로부터 산생성 시험을 수행하였으며, 보다 정확한 동정을 위해 분리 균주의 chromosomal DNA를 분리한 후 16S rDNA sequencing에 사용되는 Universal primer인 27F primer(5'- AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG -3')와 1492R primer (5'- GGT TAC CTT GTT ACG ACT T -3')를 이용하여 PCR 증폭 후 증폭된 PCR 산물을 솔젠트사에 의뢰하여 Applied Biosystems사의 3730XL Capillary DNA Sequencer를 이용하여 염기서열을 분석하였고, 분석된 염기서열을 이용하여 NCBI의 blast search를 통해 상동성을 조사하여 분리된 젖산균을 동정하였다.

분리 젖산균의 발효특성

발효특성 조사를 위해 배양 온도를 20-45℃까지 5℃단위로 조정하여 산생성능을 비교하였고, 발효 초기 pH에 대한 영향을 알아보기 위하여 초기 pH를 4.0-7.0까지 1.0단위로 조정하여 비교하였다. 그리고 알코올에 대한 내성을 조사하기 위해 배지의 ethanol농도를 2, 4, 6, 8, 10 및 12% 되게 조정할 후 24시간 배양하여 spectrophotometer (Ultraspec

2100 pro Amersham biosciences Co., Sweden)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하여 균의 생육도를 조사하였다.

결과 및 고찰

젖산균의 분리

하향주 제조용 누룩으로부터 bromocresol purple (BCP) 이 포함된 MRS plate상에서 산을 생성하여 집락주위가 노란색으로 변색되는 균주를 젖산균으로 추정하고 1차 분리하였고, 분리된 균을 대상으로 산생성능을 측정하여 산생성이 우수한 11균주를 선별하여 실험에 사용하였다. 양조학적으로 적합한 젖산균은 알코올 10%와 pH 4.0에서 생육이 억제되면서 산생성능이 우수한 균주이다(2,15). 분리된 11 균주를 이용하여 이러한 특성을 검토한 결과, Table 1과 같이 알코올 10%에서는 L-3, 8, 10, 11, 12균주가 생육하지 못하였고, pH 4.0에서 L-10 균주는 약한 생육을 나타내었으며, L-8, 11, 12균주는 생육하지 못하였다. 산 생성은 L-3균주가 1.55로 가장 높았으며, L-8, 10, 11, 12 균주도 1.0이상으로 산생성능이 양호한 것으로 나타났다. 최종 pH 역시 L-3균주가 3.86으로 가장 낮았으며, L-8, 10, 11, 12 균주는 약 4.1로 나타났다. 이 결과를 바탕으로 양조학적 특성이 양호하다고 판단되는 L-3, 8, 10, 11, 12균주를 최종 분리하여 동정을 하였다.

Table 1. The characteristics of lactic acid bacteria isolated from Hahyangju Nuruk

Strain No.	Characteristics			
	Growth on 10% ethanol	Growth on pH 4.0	Acid production (% as lactic acid)	Final pH (initial pH is 6.5)
L1	+	+	1.41	3.86
L2	+	+	1.54	3.84
L3	-	+	1.55	3.82
L5	+	+	1.51	3.86
L6	+	+	1.52	3.86
L7	+	+	1.51	3.86
L8	-	-	1.12	4.13
L9	+	+	1.53	3.86
L10	-	+ ^w	1.24	4.07
L11	-	-	1.15	4.11
L12	-	-	1.12	4.12

Symbols : +, positive ; +^w, weakly positive ; -, negative.

분리 젖산균의 생육 특성 및 당 발효능

분리한 5개의 균주를 동정하기 위하여 현미경을 통해 세포의 형태와 운동성을 검토한 결과 5개 균주 모두 간균이었으며, 운동성은 없는 것으로 나타났다. 그리고 gram 염색성을 알아보기 위하여 Bactident Aminopeptidase(Merck Co., USA)를 이용하여 gram 염색성을 확인 한 결과 모두 G(+)로 나타났다. Catalase와 oxidase는 음성이었고, indole 생성능과 gelatin 액화능이 없으며, arginine으로부터 ammonia를 생성하지 못하고 glucose로부터 gas 생성이 없는 것으로 보아 동형젖산발효를 하는 것으로 나타났다. L-3, 8, 11, 12 균주는 10°C 이하와 45°C 이상의 온도에서는 생육하지 못하였으며, L-10 균주는 40°C에서 생육을 하지 못하여 생육 온도의 범위가 좁게 나타났다. NaCl에 대한 영향은 균에 따라 다소 차이는 있었으나 7.5%이상의 NaCl에서는 생육하지 못하였다(Table 2). 분리된 젖산균의 생육 특성은 Lee 등(18)이 김치로부터 분리한 젖산균의 생리적 특성과 유사하게 나타났다.

Table 2. Mophological and physiological characteristics of lactic acid bacteria isolated from Hahyangju Nuruk

	Strains				
	L-3	L-8	L-10	L-11	L-12
Cell form	Rods	Rods	Rods	Rods	Rods
Cell arrangement	singly, short chain	singly	singly, short chain	singly	singly
Gram reaction	+	+	+	+	+
Mobility	-	-	-	-	-
Gas from glucose	-	-	-	-	-
Catalase	-	-	-	-	-
Oxidase	-	-	-	-	-
VP test	+	-	+	+	+
Formation of indole	-	-	-	-	-
Hydrolysis of gelatin	-	-	-	-	-
Ammonia from arginine	-	-	-	-	-
Growth at 4°C	-	-	-	-	-
10°C	-	-	-	-	-
15°C	+ ^w	+	+ ^w	+	+
40°C	+	+	-	+	+
45°C	-	-	-	-	-
50°C	-	-	-	-	-
Growth at pH 3.0	+ ^w	-	-	-	-
4.0	+	-	+ ^w	-	-
5.0	+	+	+	+	+
8.0	+	+	+	+	+
9.0	+	+	+	+	+
10.0	+	+	+	+	+
Growth at 6% NaCl	+	+	+	+	+
6.5%	+	+	+	+	+
7%	+	+ ^w	+	+	+ ^w
7.5%	-	-	-	-	-

Symbols : +, positive ; +^w, weakly positive ; -, negative.

API 50 CHL kit을 이용하여 분리균주의 당으로부터 산생 성능을 검토한 결과 Table 3과 같이 L-3 균주가 가장 다양한 당을 이용하였다. L-8, 11, 12균주는 ribose, galactose, fructose, mannose, N-Acetyl-Glucosamine, salicin 그리고 maltose로 부터 산을 생성하는 등 유사한 결과를 보여주어 L-8, 11, 12균주는 동일한 균주인 것으로 판단되었다. L-10 균주는 14종류의 당을 이용할 수 있는 것으로 나타나 23종의 당을 이용한 L-3 균주에 비해 당 이용성이 낮고, L-8, 11, 12 균주보다는 당 이용성이 높음을 알 수 있었다.

Table 3. Biochemical characteristics of lactic acid bacteria isolated from Hahyangju Nuruk

Characteristics	Strains				
	L-3	L-8	L-10	L-11	L-12
L-Arabinose	+	-	+	-	-
Ribose	+	+	+	+	+
Galactose	+	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+	+
Fructose	+	+	+	+	+
Mannose	+	+	+	+	+
Mannitol	+	-	-	-	-
Sorbitol	+	-	-	-	-
α-Methyl-D-Mannoside	+ ^w	-	-	-	-
N-Acetyl-Glucosamine	+	+	+	+	+
Amygdalin	+	-	-	-	-
Arbutin	+	-	-	-	-
Salicin	+	+	-	+	+
Cellobiose	+	-	+		
Maltose	+	+	+	+	+
Lactose	+	-	-	-	-
Melibiose	+	-	+	-	-
Sucrose	+	-	+	-	-
Trehalose	+	-	+	-	-
Inulin	+ ^w	-	-	-	-
Melezitose	+	-	-	-	-
Gentiobiose	+ ^w	-	+ ^w	-	-
Gluconate	+ ^w	-	+ ^w	-	-

Symbols : +, positive ; +^w, weakly positive ; -, negative

젖산균의 동정

분리 젖산균의 동정을 위해 각 균주의 partial 16S rDNA sequencing 결과를 NCBI의 blast search를 통해 상동성을 조사하였다(Table 4). 그 결과 L-3 균주는 *Lactobacillus plantarum*과 Primer(27F)에서 98%, Primer(1492R)에서 99%의 상동성을 나타내었고, L-10 균주는 *Lactobacillus sakei*와 98%의 상동성을 나타내었다. 그리고 L-8, 11, 12

균주는 API kit을 이용한 당 발효 실험에서도 동일한 결과를 나타내었으며, 16S rDNA를 이용한 동정에서도 *Lactobacillus curvatus*로 동정되어 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구에서 분리한 젖산균은 *L. plantarum*, *L. sakei*, 그리고 *L. curvatus*로 모두가 *Lactobacillus* 속의 젖산 간균임을 확인하였다. Cho 등(14)은 전국 각지의 누룩으로부터 *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum*등의 다양한 젖산균을 분리하였고, Lee 등(15)은 전국의 시판 누룩에서 *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* 그리고 *Pediococcus pentosaceus* 등 젖산 구균만 분리되었다고 보고 하였는데 본 연구에서 동정된 젖산균은 *Lactobacillus* 속의 젖산 간균이었다.

Table 4. Identification of isolated lactic acid bacteria with amplified 16S rDNA

Sample	Result of blast search		Identification
	Primer(27F) ¹⁾	Primer(1492R) ²⁾	
L3	<i>Lac. plantarum</i> (98%)	<i>Lac. plantarum</i> (99%)	<i>Lac. plantarum</i> L-3
L8	<i>Lac. curvatus</i> (98%)	<i>Lac. curvatus</i> (99%)	<i>Lac. curvatus</i> L-8
L10	<i>Lac. sakei</i> (98%)	<i>Lac. sakei</i> (98%)	<i>Lac. sakei</i> L-10
L11	<i>Lac. curvatus</i> (99%)	<i>Lac. curvatus</i> (98%)	<i>Lac. curvatus</i> L-11
L12	<i>Lac. curvatus</i> (99%)	<i>Lac. curvatus</i> (98%)	<i>Lac. curvatus</i> L-12

¹⁾Primer(27F) : 5'- AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG -3'.

²⁾Primer(1492R) : 5'- GGT TAC CTT GTT ACG ACT T -3'.

젖산균의 발효특성

초기 pH 및 배양온도의 영향

분리된 5개 균주의 발효 초기 pH가 산생성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 pH를 4.0, 5.0, 6.0, 7.0으로 조정하여 MRS배지에 각각의 균을 접종하여 30℃에서 24시간 발효시켰다. 그 결과 Fig. 1에 나타낸 것처럼 L-3의 경우 pH 6.0에서 1.6%로 가장 높았고, pH 4.0에서도 L-3이 0.78%로 약 50%의 산생성능을 유지하는 것으로 나타났다. L-8, 11, 12는 pH 4.0에서 거의 생육이 되지 않았으며 산생성 역시 95% 정도 감소되는 것으로 나타났다. pH 5.0에서는 최고 대비 약 75-85% 정도의 산 생성능이 유지되어 pH 4.0 이하에서 산생성이 급격하게 감소된다는 것을 알 수 있었는데 Lee 등(15)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

배양 온도에 따른 산 생성을 비교해 본 결과는 Fig. 2와 같다. L-3이 30℃에서 1.54%, 35℃에서 1.55%로 거의 차이가 없었으나 나머지 4개의 균주는 30℃에서 가장 높은 산생성능을 나타내었다. L-3은 40℃에서 1.35%로 최고 대비 87%정도의 산도를 유지하였고, *L. curvatus*로 동일하게 동

정된 L-8, 11, 12는 유사한 경향을 나타내는 것을 알 수 있었다. L-10은 40°C에서 0.08%로 산생성이 급격히 감소하였고, 나머지 4개의 균주는 45°C에서 산생성이 거의 이루어지지 않아 생육온도 범위와 산생성이 유사한 경향을 나타내었다.

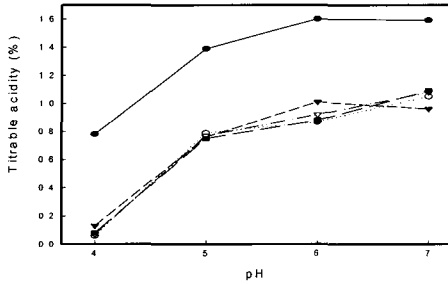


Fig. 1. Effect of initial pH on the acid production by the isolated strains.

● : *Lactobacillus plantarum* L-3, ○ : *Lactobacillus curvatus* L-8, ▼ : *Lactobacillus sakei* L-10, ▽ : *Lactobacillus curvatus* L-11, ■ : *Lactobacillus curvatus* L-12.

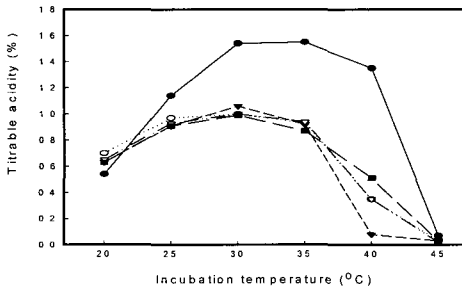


Fig. 2. Effect of incubation temperature on the acid production by the isolated strains.

● : *Lactobacillus plantarum* L-3, ○ : *Lactobacillus curvatus* L-8, ▼ : *Lactobacillus sakei* L-10, ▽ : *Lactobacillus curvatus* L-11, ■ : *Lactobacillus curvatus* L-12.

에탄올 농도에 따른 생육도

전통주의 발효에 있어서 약 10% 정도의 알코올 발효가 진행되면 알코올로 인한 잡균의 오염방지 효과가 있고, 이미 생성된 유기산으로 인해 pH가 낮아진 상태이므로 젖산균의 생육이 정지되어야 주질의 산도가 지나치게 높아지는 것을 막을 수 있다. 알코올 농도를 2, 4, 6, 8, 10, 12%로 조정하여 알코올 농도에 따른 젖산균의 생육도를 조사한 결과, Fig. 3에서처럼 알코올농도 4%까지는 거의 감소되지 않았지만 6% 부터 급격하게 감소되기 시작하여 *L. curvatus* L-8, 11, 12는 8% 알코올에서 생육도가 약 98% 감소하였고, L-10은 87%, L-3은 67% 감소되어 L-3이 8% 알코올에서 가장 높은 산을 생성하였다. 10% 알코올에서는 5개의 균주 모두가 산을 거의 생성하지 못하는 것으로 나타났는데, Lee 등(15)이 한국 전통 누룩에서 분리한 젖산균이 10% 알코올에서도 산생성능을 15-30% 유지한다고 보고한 것과는 다소 차이가 있었으며, 본 연구에서 분리된 균주가 전통주 발효시 젖산종균으로의 이용가능성이 있다고 사료된다.

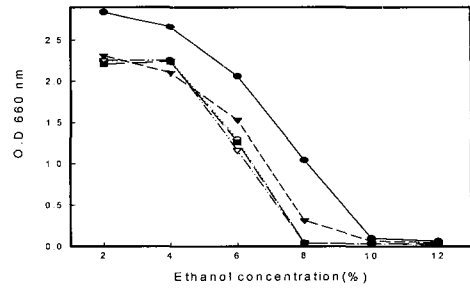


Fig. 3. Effect of ethanol concentration on the growth of isolated strains.

● : *Lactobacillus plantarum* L-3, ○ : *Lactobacillus curvatus* L-8, ▼ : *Lactobacillus sakei* L-10, ▽ : *Lactobacillus curvatus* L-11, ■ : *Lactobacillus curvatus* L-12.

요 약

하향주의 제조에 이용되는 누룩으로부터 젖산균을 분리하고, 배양학적 특성과 생리적 특성을 검토하였다. 분리된 총 11균주를 이용하여 알코올 10%와 pH 4.0에서 생육이 억제되는 양조학적으로 적합한 5균주의 젖산균을 분리하였고, 16S rRNA의 염기서열을 분석하여 동정한 결과 *Lactobacillus plantarum* 1균주, *Lactobacillus sakei* 1균주 및 *Lactobacillus curvatus* 3균주로 나타났으며 모두 젖산간균으로 확인되었고, 이들을 각각 *L. plantarum* L-3, *L. sakei* L-10 그리고 *L. curvatus* L-8, 11, 12로 명명하였다. *L. plantarum* L-3이 배양 초기 pH 4.0일 때 0.78%의 산도를 나타내어 나머지 4균주에 비해 약 10배 정도 높은 산을 생성하였다. 분리된 5균주는 모두 30°C에서 가장 산생성능이 우수하였고, *L. sakei* L-10을 제외한 모든 균주는 45°C에서 생육이 정지되었으나, *L. sakei* L-10은 40°C에서 생육이 저해되었다. 그리고 에탄올 농도가 6%일 때 산의 생성이 급격히 감소되었으며 *L. curvatus* L-8, 11, 12는 8% 에탄올에서 거의 생육이 이루어지지 않아 에탄올에 대한 내성이 낮았으며, *L. plantarum* L-3과 *L. sakei* L-10은 10% 에탄올에서 생육이 정지되었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역산업기술개발사업(과제번호: 10024441)의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kim, I.H. and Park, W.S. (1996) Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment

- of rice and *Nuruk* Korean-style bran *koji*. Korean J. Dietary Culture., 11, 339-348
2. Ministry of Science and Technology. (1998) Industrialization and quality improvement of traditional alcoholic beverages and *Nuruk* brewed. Reports of Ministry of Science and Technology, Korea, p.89-100
 3. Yu, T.S., Kim, J., Kim, H.S., Hyun, J.S., Ha, H.P. and Park, M.G. (1998) Bibliographical study on microorganisms of traditional Korean *Nuruk*(Since 1945). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 789-799
 4. Kim, H.S., Hyun, J.S., Kim, J., Ha, H.P. and Yu, T.S. (1997) Characteristics of useful fungi isolated from traditional Korean *Nuruk*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 767-774
 5. Jo, G.Y. and Lee, C.W. (1997) Isolation and identification of the fungi from *Nuruk*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 759-766
 6. So, M.H. (1999) Characteristics of a modified *Nuruk* made by inoculation of traditional *Nuruk* microorganisms. Korean J. Food Nutr., 12, 219-225
 7. Ha, D.M., Kim, D.C., Hong, S.M. and Lee, C.W. (1989) Identification and properties of starch utilizing yeasts isolated from *Nuruk*. J. Korean Agric. Chem. Soc., 32, 408-415
 8. Shin, K.R., Kim, B.C., Yang, J.Y. and Kim, Y.D. (1999) Characterization of *Yakju* Prepared with Yeasts from Fruits 1. Volatile Components in *Yakju* during Fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 794-800
 9. Shin, K.R., Kim, B.C., Yang, J.Y. and Kim, Y.D. (1999) Characterization of *Yakju* Prepared with Yeasts from Fruits 2. Quality Characteristics of *Yakju* during Fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 801-804
 10. Yu, C.H., Hong, S.Y. and Koh, J.S. (2002) Zymological properties of foxtail millet wine-making by isolated strains from *Nuruk*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 45, 138-144
 11. Kim, H.S. and Yu, T.S. (2000) Volatile flavor components of traditional Korean *Nuruk* produced by *Nuruk* fungi. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 28, 303-308
 12. So, M.H. (1992) Changes in the chemical components and microorganisms in *Sogokju*-mash during brewing. Korean J. Food Nutr., 5, 69-76
 13. Lee, M.K., Lee, S.W. and Yoon., T.H. (1994) Quality assessment of *yakju* brewed with conventional *Nuruk*. J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 78-89
 14. Jo, K.Y. and Ha, D.M. (1995) Isolation and identification of the lactic acid bacteria from *Nuruk*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 38, 95-99
 15. Lee, J.H. and Yu, T.S. (2000) Identification and characteristics of lactic acid bacteria isolated from *Nuruk*. Korean J. Biotechnol. Bioeng., 15, 359-365
 16. Ha, C.G., Cho, J.K., Chai, Y.G. and Heo, K.C. (2004) Isolation and identification of lactic acid bacteria containing superior activity of the bile salts deconjugation. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 24, 164-170
 17. Kim, S., Son, J.H., Woo, H.S., Seung, T.S. and Choi, C. (1998) Isolation and characterization of lactic acid bacteria and yeast from traditional Andong sikhe. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 941-947
 18. Lee, C.W., Ko, C.Y. and Ha, D.M. (1992) Microfloral changes of the lactic acid bacteria during *kimchi* fermentation and identification of the isolates. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 20, 102-109

(접수 2007년 1월 24일, 채택 2007년 3월 23일)