

김치 젖산균과 효모의 혼합배양 방법에 의한 과채류즙의 발효양상

최홍식[†] · 김현영 · 여경목* · 김복남**

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

*(주)중앙식품 연구개발실

**한림대학 전통조리과

Fermentation Aspects of Fruit-Vegetable Juice by Mixed Cultures of Lactic Acid Bacteria Isolated from *Kimchi* and Yeast

Hong-Sik Cheigh[†], Hyun-Young Kim, Kyung-Mok Yeo* and Bok-Nam Kim**

Dept. of Food Science and Nutrition, and Kimchi Research Institute,
Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

*R&D Dept., Choong-Ang Food Co. Ltd., Ye-San 340-830, Korea

**Dept. of Traditional Cuisine, Hallym College, Chunchon 206-850, Korea

Abstract

Fermented beverage using lactic acid bacteria isolated from *kimchi* was investigated. Lactic acid bacteria KL-1, KD-6, KL-4 strains from *kimchi*, or obtained *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* with and without yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) were inoculated in fruit-vegetable juice for single and mixed culture fermentation. During the fermentation by bacterial strain and yeast for 1~3 days at 30°C, various fermentation behaviors were observed. The growth rate of mixed culture of KL-1 and yeast was higher than that of single culture by KL-1 alone during the fermentation. The amount of organic acid produced by the mixed culture fermentation of KL-1 and yeast was 0.82% (3 day) or 0.58% (1 day) and with the final pH of 3.3 (3 day) or 4.2 (1 day). These mixed culture systems of isolated strains or other bacterial strains had almost similar results of growth rate and acid production. Among several bacterial strains, KL-1 was suitable for the mixed culture fermentation with yeast in terms of desirable fermentation behavior and organoleptical quality. The selected strain, KL-1 was identified as *Leuconostoc spp.* through the series of tests on carbohydrate fermentation and biochemical characteristics.

Key words: *kimchi*, fermented juice, lactic acid bacteria, mixed culture fermentation

서 론

젖산균은 인간이 이용할 수 있는 가장 유익한 미생물 중의 한 종류로서, 젖산균의 이용역사는 오래 되었다. 젖산균은 비병원성 균으로 인간의 장내에 서식하면서 정균작용을 할 수 있고, 당류를 발효해서 다량의 젖산을 생성하고, 낮은 pH 및 혐기적 조건하에서도 잘 생육하며 여러 가지 영양물질을 요구하는 등의 특징을 가지고 있다.

젖산균에 의해 채소가 발효되면 독특한 향과 맛을 내게 되어 관능적 특성이 향상된다(1-4). 채소류의 발효에서는 원료 중에 함유되어 있는 발효성 당의 형태와

농도, 관여 미생물의 종류, 발효조건 등이 젖산발효에 크게 영향을 미친다고 한다(5). 또한 젖산균은 발효에 의해 혐기상태가 유지되고 유기산이 생성되어 vitamin C와 생리활성물질이 잘 보존되며, 미생물의 작용으로 엽산을 비롯한 vitamin B군이 양적으로 증가되거나 재료에 거의 존재하지 않았던 vitamin B₁₂ 와 vitamin K가 합성된다. 또한 철분의 흡수를 촉진시키며, 미생물들이 탄수화물을 에너지원으로 사용하기 때문에 열량이 낮고 섬유질의 일종인 dextran과 신경전달물질인 acetylcholine 및 γ -aminobutyric acid가 새로이 만들어진다. 그리고 발효가 진행되면서 향생물질과 유기산이 생성됨으로써 부패균과 병원성균의 성장과 증식을 저해

[†]To whom all correspondence should be addressed

하므로 위생적인 식품이 되는 등의 장점을 가진다고 한다(1). 젖산균을 이용한 발효제품의 개발에 관한 연구로는 대두유를 *Lactobacillus acidophilus*로 젖산발효시키는 등의 많은 연구가 있다(6-12). 젖산 발효시 젖산균만으로 단독 발효하는 것도 의미가 있으나 효모와 함께 혼합발효하는 것이 적당한 산도, 맛, 향미를 주게 되어 바람직한 것으로 알려져 있으며(13-18), 효모가 함유하고 있는 풍부한 단백질과 비타민 B군으로 인하여 효모를 이용한 발효제품이 주목받게 되었다(14,16). 또한 효모는 소화효소를 분비하므로 주로 *Saccharomyces cerevisiae*를 증식시켜 균제품만이 아니라 그 배양액을 이용함으로써 활성이 있는 복합효소제로서도 효과가 매우 크다는 보고도 있다(18). 한편, 우리나라 고유의 젖산발효 채소식품인 김치는 젖산균 외 많은 미생물이 관여하는 것으로 알려져 있다. 김치발효과정 중 젖산균은 당류를 발효해서 젖산 등의 유기산과 탄산가스 등을 생성하여 향미를 부여하면서 소화관내 점막을 보호하고, 장내 이상발효에 의한 증상들을 정상화시켜주며, 항돌연변이 및 항종양 활성, 항발암 및 면역조절기능 등 여러 가지 기능적 특성을 부여하게 된다(19-26).

이에 본 연구에서는 김치 숙성과정 중의 여러 젖산균들을 분리하고 이를 이용하여 다양한 영양원을 함유하고 있는 무, 당근, 사과를 혼합 과채즙의 젖산발효 또는 효모와의 혼합발효를 시도하였다. 그리고 이들의 발효양상을 조사하였으며, 분리젖산균 및 분양젖산균과의 비교 실험도 행하여 과채즙의 젖산발효 이용성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

사용균주

본 실험에 사용한 젖산균은 부산대학교 미생물학과 생리학실험실에서 보관하고 있는 *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus acidophilus* 등의 분양균을 이용하였고, 아울러 본 연구에서 김치로부터 순수분리한 젖산균을 사용하였다. 그리고 효모는 조흥화학공업주식회사에서 분양받은 *Saccharomyces cerevisiae*를 사용하였다. 이때 젖산균 보존용 배지로는 MRS 한천배지, 효모보존용 배지로는 YM 한천배지를 사용하였다.

젖산균의 분리를 위한 사용김치 및 사용배지

김치로부터 젖산균의 순수분리를 위하여 별도로 모델 물김치를 제조하였으며 가정으로부터 수집한 동치미, 무나박김치, 냉장고 내(5±2°C)에서 숙성시킨 저온

배추김치 등도 이용하였다. 모델 물김치 제조시 조성은 배추(300g), 무(150g), 당근(60g), 마늘(9g), 물(2C)이었고 전체 소금농도는 3%가 되도록 하여 유리병에 담아 15°C에서 발효시키면서 1일째, 5일째, 15일째의 즙액을 각각 취해 젖산균을 분리하였다. 일반적인 젖산균분리를 위한 배지로는 CaCO₃가 2% 첨가된 MRS배지를 사용하여(27) 37°C에서 2일간 평판배양하여 colony가 선명하고 상대적으로 clearzone을 크게 형성하는 것을 선택하였다. 또한 김치의 주발효세균으로 알려져 있는 *Leu. mesenteroides*의 선택배지로는 gram negative균의 생육을 억제하고 큰 colony를 얻기 위하여 phenylethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenylethyl alcohol-sucrose agar medium(PES medium)을 사용하여, 20°C에서 5일간 평판배양하였다. 이와같이 분리한 젖산균을 다시 MRS 사면배지에 접종 배양한 후 5°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

발효용 과채즙의 제조

무, 당근 및 사과를 각각 잘라 즙을 내어 무:당근:사과즙이 5:3:2의 비율이 되도록 섞고 동량의 증류수를 가하여 12,000rpm에서 30분간 원심분리한 후 상등액을 취해 Watman NO. 42 filter paper로 1차 여과시킨 후 멸균한 0.45μm millipore filter로 2차 여과시켜 멸균 삼각 플라스크에 분주하여 발효용 과채즙을 제조하고 5°C 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

종균의 배양 및 과채즙의 발효

실험에 사용한 효모는 YM broth에서, 젖산균은 MRS broth에서 12~14시간마다 2회 이상 계대배양한 후 다시 1회 더 계대배양하여 UV spectrophotometer (Shimadzu UV-2100 spectrophotometer, Japan)를 이용하여 파장 660nm에서의 흡광도가 정확히 0.3이 될 때까지 증식시켰다. 그 다음 실험용 배지에서 단독배양할 경우에는 각각 0.5%(V/V)를 접종하여 전체 접종량이 1.0%(V/V)가 되도록 하였다. 그리고 발효 방법은 12~14시간마다 3회 계대배양한 젖산균과 효모의 배양액을 멸균 삼각플라스크에 분주하여 냉장고에 보관한 발효용즙에 단독 또는 혼합접종하여 30°C 항온기에서 발효시켰다. 이때 0, 12, 24, 36, 48, 72시간 발효 후 시료를 채취하여 냉동원심분리기로 10,000rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취한 다음 냉동보관하여 분석용 시료로 사용하였다.

균체의 생육 및 발효과정중의 성분분석 방법

균체의 생육도는 발효 0, 12, 24, 36, 48, 72시간 후

채취한 시료를 UV spectrophotometer(Shimadzu UV-2100 spectrophotometer, Japan)을 이용하여 660nm에서 흡광도를 측정하여 균체의 생육 양으로 나타내었다. pH는 일반 pH meter(Corning 220, USA)로 측정하였다. 그리고 총산도 측정은 발효즙 10ml씩 취한 것으로 10ml의 증류수를 가하고 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N-NaOH의 소비ml수를 총산도(total acidity)로 표시하였다(28).

분리선정된 KL-1 균주의 동정

선정된 KL-1의 배양적, 생화학적 특성을 조사하였으며, 이에 따른 선정균의 분류와 동정은 Bergey's manual of determinative bacteriology 제8판(29) Bergey's manual of systematic bacteriology Vol. 2(30)에 준하여 실시하였다. 이때, 배양적 특성을 살펴보기 위하여 선정균을 MRS배지에서 배양시켜 colony의 형태, 표면, 색, 투명도 등을 관찰하였다. 탄수화물 발효실험은 Biochemical tests for identification of medical bacteria(31)에 준하여 실시하였다. 또한 생화학적 특성을 살펴보기 위하여 선정균의 생화학적 특성은 Biochemical tests for identification of medical bacteriology(31), Manual of methods for general bacteriology(32)에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

젖산균 분리 및 선정

김치로부터 젖산균의 분리

여러가지 김치로부터 분리한 젖산균 중 예비선정한 24균주들은 Table 1과 같으며, 이들 균주들을 다시 MRS 사면배지에 도말하여 4°C 냉장소에 보관하면서 본 실험에 사용하였다. 물김치에서 10종, 무나박김치에서 2종, 동치미에서 6종 그리고 저온 발효김치에서 6종 등 모두 24종의 균주를 분리하였다. 이들은 비교적 해당 배지에서의 생육이 좋으며 산생성력도 우수하였다.

유용균주의 선정

김치에서 순수분리한 24개의 젖산균 중 CaCO₃(2%)-

MRS배지에서 분리한 균 중 colony가 선명하고 clear zone의 크기가 상대적으로 큰 KD-2, KD-4, KL-1, KL-2, KM-3과 PES배지에서 분리한 균 중 colony 형태가 선명한 KM-6, KD-6, KL-3, KL-4, KL-5를 실험의 1차 균주로 선정하였다.

채소즙 내에서의 발효양상 검토

1차 선정된 10개의 균주 배양액을 무, 당근, 사과와 혼합채소즙에 일정량 접종하여 30°C에서 3일 동안 배양하면서 0, 1, 2, 3일마다 발효즙으로부터 일부를 취해 660nm에서 흡광도를 측정하여 과채즙내에서 살펴본 생육도 및 pH의 변화 결과는 각각 Fig. 1과 같다. 혼합 과채즙내에서는 대부분의 균주에 있어 배양 시작 후 1일 사이에 가장 큰 생육도를 나타내었으며, 특히 KD-4, KM-6, KL-5가 좋은 생육을 보였으며, KM-1, KL-4도 좋은 생육을 보였다. pH의 변화는 배양 후 점점 낮아져 배양 1일 후 거의 pH 3.5 내외로 저하되었으며 배양 3일 후 최종 pH는 3.57~3.77로 나타났다. 산생성력이 우수하고, 균생육이 좋으며, 특히 채소 발효즙의 향기와 맛을 좋게 하는 균주를 선택하는데 중점을 두어 KL-1, KD-6, KL-4를 2차 실험균으로 선정하였다.

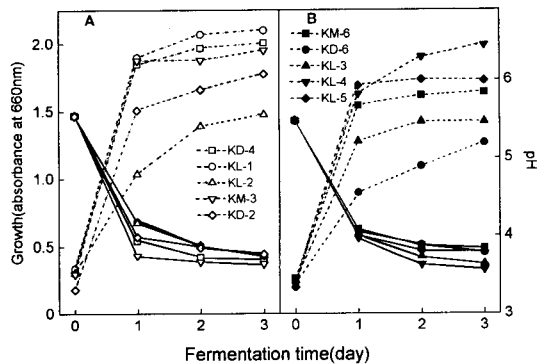


Fig. 1. Growth curves and pH changes of the lactic acid bacteria isolated from kimchi in vegetable juice during fermentation at 30°C.

A: Lactic acid bacteria isolated in MRS medium
 B: Lactic acid bacteria isolated in PES medium
 The symbols are shown in Table 1.

Table 1. Isolated lactic acid bacteria strains from various types of kimchi

Varieties	Fermentation temperature(°C)	Lactic acid bacteria isolated	
		in MRS medium	in PES medium
Mool kimchi	12~15	KM-1, KM-2, KM-3, KM-4, KM-5	KM-6, KM-7, KM-8, KM-9, KM-10
Radish kimchi	12~15	KR-1	KR-2
Dongchimi	12~15	KD-1, KD-2, KD-3, KD-4, KD-5	KD-6
Chinese cabbage kimchi	5~7	KL-1, KL-2	KL-3, KL-4, KL-5, KL-6

분리선정균의 단독 발효 및 효모와의 혼합발효의 발효양상

2차 선정된 균주의 단독발효(KL-1, KD-6, KL-4균주)와 효모와의 혼합발효 즉(KL-1)+Y, (KD-6)+Y, (KL-4)+Y 발효의 생육도, pH 및 총산의 생성도에 대한 결과는 다음 Fig. 2 및 3과 같다.

이들 2차 선정된 각 균주들은 단독 발효시 및 혼합발효시 모두 발효 1일에 높은 생육도를 보이면서도 서로 서로 비슷한 양상을 보였고, 혼합발효시 1일 후에 다소 좋은 생육도를 보였다. 그리고 pH변화는 각 균주에 따라 큰 차이를 보이지 않았으며 발효 24시간 후 KL-1,

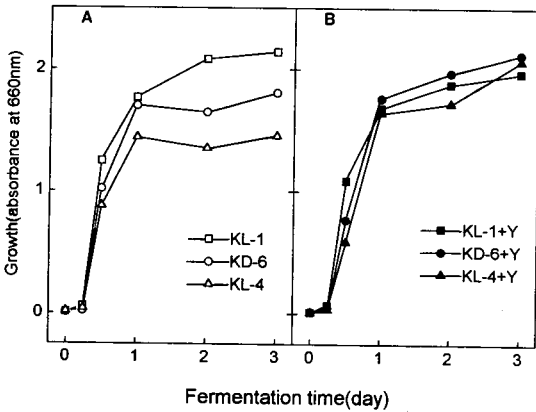


Fig. 2. Growth curves of single or mixed fermentation of isolated lactic acid bacteria and yeast in vegetable juice at 30°C.

A: Single culture fermentation of KL-1, KD-6 or KL-4
B: Mixed culture fermentation of KL-1, KD-6 or KL-4 with yeast(*Saccharomyces cerevisiae*)

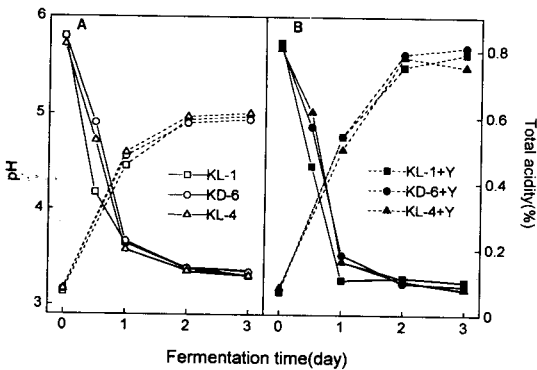


Fig. 3. Changes of pH and total acidity during single and mixed fermentation by KL-1, KD-6 or KL-4 and yeast in vegetable juice at 30°C.

A: Single culture fermentation of KL-1, KD-6 or KL-4
B: Mixed culture fermentation of KL-1, KD-6 or KL-4 with yeast(*Saccharomyces cerevisiae*)

KD-6, KL-4는 각각 3.64, 3.66, 3.57이며 (KL-1)+Y, (KD-6)+Y, (KL-4)+Y는 각각 3.55, 3.60, 3.57로 혼합발효시 다소 낮은 pH를 나타내었으며, 생육도 변화 양상과 서로 상관된 결과를 보여주고 있었다. 총산도의 생성은 KL-1, KD-6, KL-4의 경우 최종(3일간 발효)산도가 0.61%, 0.59%, 0.60%로 (KL-1)+Y, (KD-6)+Y, (KL-4)+Y의 경우 각각 0.81%, 0.82%, 0.78의 총산도를 나타내어 혼합발효시 더 많은 산을 생성함을 알 수 있었다. 관능검사결과는 전반적으로 “좋다” 혹은 “보통이다”라고 하였으며(data 제시하지 않음) 단독발효시보다 혼합발효시 더 좋은 것으로 나타났으며, 특히 혼합발효인 (KL-1)+Y 균주가 가장 선호되었다.

분양균의 단독발효와 효모와의 혼합발효시의 발효양상

부산대학교 미생물학과에 보관중인 *Lactobacillus acidophilus*(La), *Lactobacillus plantarum*(Lp), *Leuconostoc mesenteroides*(Lm) 각각에 대한 단독발효(La, Lp, Lm)와 효모와의 혼합발효(La+Y, Lp+Y, Lm+Y)에 대한 균의 생육정도, pH 및 총산의 생성도 결과는 Fig. 4와 5와 같다.

이들 분양균의 단독발효시 및 혼합발효시 각각 발효 1일까지는 급속한 생육속도를 보여주며, 발효 전기간에 걸쳐 Lm은 다소 좋은 생육 상태를 보여 주었다. pH의 변화는 발효 24시간 후 La, Lp, Lm는 각각 3.32, 3.27, 3.18이었으며, La+Y, Lp+Y, Lm+Y는 각각 3.35, 3.36,

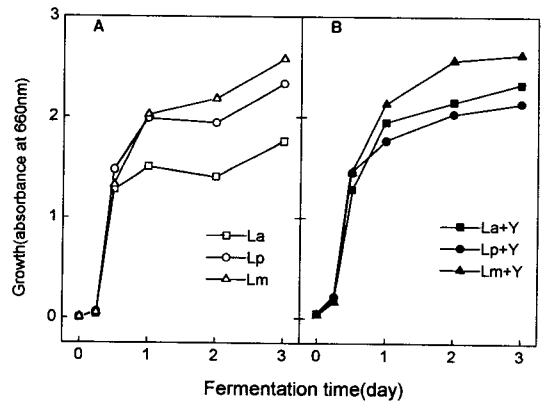


Fig. 4. Growth curves of single and mixed fermentation by La, Lp or Lm and yeast in vegetable juice at 30°C.

A: Single culture fermentation
B: Mixed culture fermentation
La: *Lac. acidophilus*, Lm: *Leu. mesenteroides*
Lp: *Lac. plantarum*
Y: Yeast(*Saccharomyces cerevisiae*)

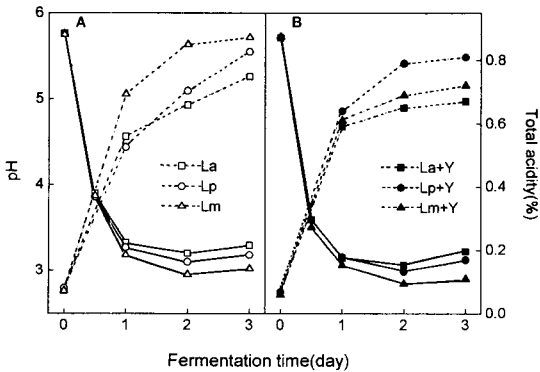


Fig. 5. Changes of pH and total acidity during single and mixed culture fermentation by *La*, *Lp* or *Lm*, and yeast in vegetable juice at 30°C.
A: Single culture fermentation
B: Mixed culture fermentation
The symbols are shown in Fig. 4.

3.27로 큰 차이는 나타내지 않았으나, 총산도는 *La*, *Lp*, *Lm*들은 1일 후는 각각 0.5%, 0.47%, 0.61%이었으며, 3일 후 최종산도는 0.68%, 0.76%, 0.78%로 *Lm*이 가장 높은 산생성을 하였으며 *La*+Y, *Lp*+Y, *Lm*+Y는 1일 후 각각 0.59%, 0.63%, 0.61%이었으며, 5일 후에는 각각 0.67%, 0.81%, 0.71%로 나타났다. 관능검사 결과 (data 제시하지 않았음) 향기는 분리균의 경우와 마찬가지로 혼합발효쪽이 선호되었고, 맛에 있어서는 *Lm*

+Y, *Lp*+Y, *Lp*, *Lm*이 좋은 것으로 나타났으며, 향기와 맛을 종합해 볼 때 혼합발효인 *Lm*+Y의 경우가 가장 좋은 것으로 나타났다.

최종 선정된 분리균 동정

최종 선정균인 KL-1을 MRS배지 상에서 배양하면서 형성된 colony를 조사한 결과 colony는 둥근형이었으며 표면은 중앙부가 볼록하였고, 색깔은 우유색이었으며 불투명하였다.

탄수화물 발효에 대한 여러 가지 검정 결과 및 생화학적 특성을 검토한 결과는 각각 Table 2와 같다. KL-1의 배양적, 생화학적 여러 가지 특성을 조사하여 Bergey's manual of determinative bacteriology 제8판(29)과 Bergey's manual of systematic bacteriology Vol.2(30)와 비교 검토한 결과 glucose, fructose, ribose, trehalose, sucrose 등의 당에 양성을 나타내고 β-galactosidase, α-galactosidase, acetoin production, alanine-phenylalanine-proline arylamidase의 효소검정에 양성을 나타내었으므로 *Leuconostoc spp.*로 동정되었다.

요 약

김치로부터 여러 가지 유용한 젖산균주를 분리하였으며, 각각의 균주들의 단독발효와 효모와의 혼합발효

Table 2. Tests for carbohydrate fermentation and biochemical characteristics of isolated strain KL-1

Tests for carbohydrate fermentation		Biochemical characteristics	
Glucose	+	Arginine dihydrolase	— ²⁾
Fructose	+	β-Glucosidase	—
Ribose	+	β-Galactosidase	+
Mannitol	—	β-Glucuronidase	—
Sorbitol	—	α-Galactosidase	+
Lactose	—	Alcaline phosphatase	—
Trehalose	+	Acetoin production	+
Raffinose	—	Alanine-phenylalanine-proline arylamidase	+
Saccharose	+	β-Galactosidase	+
L-Arabinose	—	Pyroglutamic acid arylamidase	—
D-Arabitol	—	N-acetyl-beta glucosaminidase	—
Cyclodextrin	—	Glycyl-tryptophane arylamidase	—
		Hydrolysis of hippurate	—
		Glycogen	—
		Pullulan	—
		Maltose	—
		Melibiose	—
		Melezitose	—
		Methyl-β-D-glucopyranoside	—
		Tagatose	—
		β-Mannosidase	—
		Urease	—

¹⁾+: Positive, ²⁾—: Negative

시의 특성을 조사하여 과채즙의 젖산발효 이용성을 검토하였다. 발효과정 중 생육도는 단독 혹은 혼합발효시 모두 좋았고, pH는 균주간, 또는 발효형태에 따라 큰 차이를 보이지 않았으며, 24시간 후 pH는 3.55~3.66이었다. 그리고 최종산도는 혼합발효시 0.59~0.61%로 단독발효시의 0.68~0.78%보다 다소 낮았다. 맛, 향기의 관능검사는 혼합발효시 더 "좋음"으로 나왔으며 특히 *Leu. mesenteroides*가 좋은 것으로 나타났다. 따라서 김치에서 여러 가지 유용한 젖산균주를 분리하여 과채즙의 향미를 향상시킬 수 있었으며 젖산균과 효모의 혼합발효 체계에서의 생육도, 유기산 생성내용을 확인할 수 있었고 아울러 최종 선정균인 KL-1은 당발효특성 및 생화학적 특성을 조사한 결과 *Leuconostoc spp.*로 동정되었다.

문 헌

- Oh, Y. J., Hwang, I. J., Gillenberg, C., Fiedel, A. and Leitzmann, C. : Einfluss regelmaessiger aufnahme laktofermentierter kohlgemuese aufdie bakterielle enzmaktivitaet im faezes des menschen. *Ernaehrugs Umschau*, **39**, 148(1992)
- Hang, Y. D. and Jackson, H. : Preparation of soybean cheese using lactic starter organisms. *Food Technol.*, **21**, 97(1967)
- Breed, R. S., Murray, E. G. D. and Smith, N. R. : *Bergey's manual of determinative bacteriology bailliere*. 7th ed., Tindall and Co., London(1974)
- Mital, B. K. and Steinkraus, K. H. : Growth of lactic acid bacteria in soy milks. *J. Food Sci.*, **39**, 1018(1974)
- Fleming, H. P. : Vegetable fermentations. In "*Economic microbiology*" Academic Press Inc., London, England Vol. 7(1982)
- 서희영 : 김치 유산균의 항균성과 채소즙 발효에의 이용. 고려대학교 석사학위논문(1982)
- 김혜자 : 젖산균과 효모를 이용한 채소즙의 혼합발효에 관한 연구. 성신여자대학교 석사학위논문(1988)
- Yu, J. H., Lew, I. D., Park, C. K. and Kong, I. S. : Lactic acid fermentation of soymilk by mixed cultures of *Lactobacillus acidophilus* and *Kluyveromyces fragilis*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **15**, 162(1987)
- Yu, J. H., Oh, D. H., Kong, I. S., Park, Y. S. and Lim, H. C. : Study on mixed cultures of *Lactobacillus acidophilus* and *Saccharomyces cerevisiae* in soymilk. *Kor. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **16**, 131(1988)
- Kong, I. S., Lee, J. S., Chung, Y. J., Lew, I. D., Oh, D. W. and Yu, J. H. : Lactic acid fermentation of soymilk by mixed cultures of *Lactobacillus acidophilus* and *Saccharomyces uvarum*. *Kor. J. Food. Sci. Technol.*, **19**, 355(1987)
- Lew, I. D., Park, C. K. and Yu, J. H. : Inteaaction between *Lactobacillus acidophilus* and *Kluyveromyces fragilis* on the metabolism of amino acids in soymilk. *Kor. J. Appl. Microbiol Bioeng.*, **16**, 287(1988)
- Yu, J. H., Lew, I. D., Park, C. K. and Kong, I. S. : Lactic acid fermentation of soymilk by mixed cultures of *Lactobacillus bulgaricus* and *Kluyveromyces fragilis*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **19**, 263(1987)
- Mital, B. K. and Steinkraus, K. H. : Growth of lactic acid bacteria in soy milk. *J. Food Prot.*, **42**, 895(1979)
- Berry, D. R., Russel, I. and Stewart, G. G. : Growth of yeast, product formation. In "*Yeast biotechnology*" Labatt Brewing Co., London, Ontaio, p.157, 345(1987)
- Larry, R. G. : Alcoholic beverages. In "*Food and beverage micrology*" Van Nostrand Reinhold, New York, p.307(1987)
- Fleming, H. P., Mcefeeters, R. F., Thompson, R. L. and Sanders, D. C. : Storage stability of vegetable fermented with pH contol. *J. Food Sci.*, **48**, 975(1983)
- Daeschel, M. A., Fleming, H. P. and Mcefeeters, R. F. : Mixed culture fermentation of cucumber juice with *Lactobacillus plantaum* and yeasts. *J. Food Sci.*, **53**, 862(1988)
- 상공부 : 1987년도 유망중소기업발굴지원사업 지원기관. 한국과학기술원(1987)
- Cheigh, H. S. and Park, K. Y. : Biochemical, micro-biological and nutritional aspects of *kimchi*(Korean fermented vegetable products). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **34**, 175(1994)
- 최홍식 : 김치의 생화학적 특성. 동아시아 식생활학회지, **5**, 89(1995)
- 최홍식, 이정민 : 김치관련 연구문헌의 분류 분석 및 김치연구의 동향. 부산대학교 가정대학 연구보고, **17**, 11(1991)
- 최홍식, 김재이 : 김치관련 연구문헌의 분류 분석 및 김치연구의 동향. 김치의 과학과 기술, p.3(1997)
- 김효식, 전재근 : 김치 발효중의 세균의 동적 변화에 관한 연구. 원자력 논문집, **6**, 112(1966)
- 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적 연구(제1보). 혐기성 세균의 분리와 동정. 과연회보, **4**, 56(1959)
- Mheen, T. I. and Kwon, T. W. : Effect of temperature and salt concentration of *kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443(1984)
- 손태진 : 김치로부터 분리동정된 유산균의 항돌연변이 효과. 부산대학교 석사학위논문(1992)
- Demam, J. C., Rogasa, M. and Shape, M. E. : A medium for the cultivation of *Lactobacilli*. *J. Appl. Bacteriol.*, **23**, 130(1960)
- AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists, Inc., Vol. 2, p.918 (1990)
- Bergey, D. H. : *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 8th ed., The William and Wilkams Co.(1974)
- Peter, A. S., Nicholass, M., Elisabeth, M. S. and John, G. H. : *Bergey's manual of systematic bacteriology*. The William and Wilkams Co., Vol. 2(1984)
- Jean, F. L. and Mac, F. : *Biochemical tests for identification of medical bacteria*. William and Wilkams Co., Baltimor(1980)
- Philipp, G., Murray, R. G. E., Willis, A. W. and Noel, R. K. : *Manual of method for general bacteriology*. American Society for Microbiology(1981)