

김치 미생물 조성을 바탕으로 한 김치 스타터의 선정 및 효과

진효상^{1*} · 김종범¹ · 윤영주¹ · 이경자²

¹전주대학교 대체의학대학

²전주기전대학 식품영양과

Selection of *Kimchi* Starters Based on the Microbial Composition of *Kimchi* and Their Effects

Hyo Sang Jin^{1*}, Jong Bum Kim¹, Yeong Ju Yun¹, and Kyung Ja Lee²

¹College of Alternative Medicine, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Jeonju Kijeon College, Jeonju 560-701, Korea

Abstract

Based on information about the major microbial composition of *kimchi* and its relation to the taste, *Leuconostoc mesenteroides* K2M5 and *Lactobacillus sakei* K5M3 were selected as *kimchi* starter candidates. These two strains were found to be safe for industrial use because they showed neither harmful characteristics like β -hemolysis, ammonia and indole formation, and gelatin liquefaction, nor enzymatic activities like phenylalanine deaminase, β -glucuronidase, β -glucosidase, 7 α -dehydroxylase and nitroreductase. Starter *kimchi* made with these strains were better in taste than the conventional *kimchi* when they are evaluated both by laboratory personnel and the public. Also microbial analysis of starter *kimchi* showed only starter bacteria after they were fermented to have the optimum acidity. Starter *kimchi* prepared with these two strains were not much different in physicochemical properties to the conventional *kimchi* except in that the starter *kimchi* were much higher in volatile organic acid content such as lactic acid. These results suggest that *kimchi* quality can be controlled to have consistent properties, both in taste and microbial composition, by using bacterial starters.

Key words: *kimchi*, starters, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus sakei*, quality control

서 론

김치는 우리 민족 고유의 식품으로 해외에서도 건강식품으로 알려져 있고, CODEX에도 등록되어 있는 자랑스러운 문화유산이다(1).

이러한 추세로 상업용 김치에 대한 국내외의 수요가 증가하고 있음에도 불구하고 김치의 제조방법은 여전히 재래적인 방법에 머물러 국제사회가 요구하는 수준의 일정한 맛과 품질을 가지는 제품을 만들기 어렵다. 이러한 문제의 가장 큰 원인은 김치가 발효식품이기 때문에 숙성제품의 맛과 특성이 미생물에 의존하고 있음에도 불구하고 아직 김치 미생물 조성을 조절할 수 있는 스타터의 개발 및 사용이 보편화되지 못한 데 있다(2).

이 문제를 해결하기 위해 김치에 스타터를 첨가하고자 하는 시도가 있었다. Kim 등(3)은 *Saccharomyces* sp. 등을 스타터로 사용하였고, 이 밖에도 Lee와 Kim(4)은 *Lactobacillus plantarum*(*L. plantarum*) 등의 4가지 복합균을, Kang

등(5)과 Kim 등(6)은 *Leuconostoc mesenteroides*(*L. mesenteroides*) 변이주를, Ha와 Cha(7) 그리고 Moon 등(8)은 bacteriocin을 생산하는 *Enterococcus* sp. 등을, Choi 등(9)은 호염성 *Lactobacillus* sp.를, Park 등(10)은 *L. mesenteroides*와 *Bifidobacterium bifidum*을, So 등(11)은 *Leuconostoc*과 *Lactobacillus*속 스타터를, Cho와 Rhee (12,13)는 *L. plantarum*, *L. mesenteroides*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus brevis* 등의 젖산균을, Kim 등(14)은 *L. mesenteroides*의 내산성 변이주와 *Saccharomyces fermentati* 등을, Chae와 Jhon(15)은 *Bifidobacterium animalis*를 사용하여 숙성제품의 미생물 조성 및 맛 또는 저장성을 조절하고자 하였다. 그러나 이러한 시도들은 원료를 열처리하는 등으로 김치의 제조방법을 과도하게 변형하거나, 스타터가 지배균으로 성장하는지를 밝히지 못하거나, 맛과 미생물 조성에 미치는 스타터의 영향을 명확히 기술하지 못하였다.

본 연구에서는 김치의 맛과 특성을 균일하게 조절할 수 있는 스타터를 개발하기 위하여 맛있는 숙성 김치의 미생물

*Corresponding author. E-mail: jin@jj.ac.kr
Phone: 82-63-220-2326, Fax: 82-63-220-2054

조성에 대한 전보(16)의 결과를 바탕으로 김치의 맛을 좋게 하는 *L. mesenteroides*와 *Lactobacillus sakei*(*L. sakei*)를 각각 분리, 선정하고 이들을 김치 제조에 혼합 사용하여 그 효과를 확인하였기에 보고한다.

재료 및 방법

김치의 제조 방법

스타터가 김치의 미생물 조성 및 맛에 미치는 효과를 검토할 때 사용한 김치 제조방법은 부산대 김치연구소의 표준화 방법(17)을 따랐다. 배합비는 배추 100 g, 무 13±7.0 g, 파 2.0±0.5 g, 마늘 1.4±0.4 g, 생강 0.6±0.3 g, 멸치액젓 2.2±1.6 g, 설탕 1.0±0.3 g, 고춧가루 3.5±0.8 g, 최종염도 2.7±0.3 g이었다. 배추는 10% 소금물에서 10시간 절여 물기를 빼고, 무, 파를 채 썰어 고춧가루, 멸치액젓, 마늘, 생강, 설탕을 넣어 양념을 만들어 김치를 담갔다.

일반인의 선호도 조사를 위한 김치는 다른 배합비에서 스타터의 효과를 확인하기 위하여, 성분배합비를 달리하여 제조하였다. 배합비는 배추 100 g, 무 10±2.0 g, 파 2.5±0.5 g, 양파 1.0±0.5 g, 마늘 3.0±0.5 g, 생강 0.6±0.3 g, 멸치액젓+새우젓 4.3±1.6 g, 설탕 0.1±0.05 g, 소금 0.1±0.05 g, 고춧가루 4.0±0.8 g이었고, 10% 찹쌀죽 5±0.5 g을 첨가하였다.

김치는 담그는 양에 따라 5~10 kg의 용기에 채워 담고 15°C 항온기에서 4~5일 발효시켰으며 미생물 및 물리화학적 특성을 분석할 때는 용기에 용출된 국물의 pH가 4.2~4.5의 범위에 든 숙성 김치를 사용하였다.

스타터 김치를 제조할 때는 스타터를 *Lactobacillus* MRS broth(Difco)에서 밤새 배양하고 원심분리한 균체침전물을 생리식염수에 현탁하여 각각 혹은 혼합균수가 김치 중량에 대하여 1×10^7 CFU/g되도록 양념에 섞어 첨가하였다.

김치의 미생물 분석

미생물 분석에 사용한 배지는 혐기성 세균은 tomato juice agar(TJA; Difco, 0.001% bromocresol green solution), 호기성 세균은 *Lactobacillus* MRS broth(MRS; Difco, 0.002% bromophenol blue), nutrient agar(NU; Difco), plate count agar(PCA; tryptone 0.5%, yeast extract 0.25%, dextrose 0.1%, agar 1.5%) 및 m-*Enterococcus* agar(m-En; Merck)를 사용하였고, 효모와 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco)와 YM(yeast extract 0.3%, dextrose 2%, malt extract 0.3%, peptone 0.5%, agar 1.5%, pH=4.0)을 사용하였다(18-21).

미생물을 분석할 때는 김치 100 g을 blender에 넣고 0.1 M PBS(pH 7.4) 300 mL를 가한 다음 중간속도로 1분간 마쇄하여 ringer solution(glucose 40 g, NaCl 0.18 g/L)으로 10배씩 희석하고, 희석액 25 µL를 각각의 평판배지에 도말하여,

TJA, MRS, NU는 37°C에서 1~3일, PCA, YM, PDA, m-En은 30°C에서 3~4일간 배양한 다음 평판배지 상에 나타난 집락을 분류, 동정하여 계수하였다(19).

지배균(dominant strain)은 위에서 열거한 여러 가지 배지에서 배양 후 같은 모양의 집락수가 가장 많이 나타난 것으로 하였고, 차지배균(subdominant strain)은 지배균이 나타난 같은 배지에서 다음수를 나타낸 집락으로 하였다.

스타터의 식별은 색소가 침적된 집락의 모양, 그람염색성, 균체의 모양, 16S rRNA sequencing 그리고 본 연구자들에 의해 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc*에 속하는 스타터 균등의 식별에 가장 유용한 것으로 확인된 random primer 5'AGTCAGCCAC3'를 사용한 RAPD(randomly amplified polymorphic DNA) 분석 결과(22)에 의해 확인하였다.

김치의 비휘발성 유기산 분석

비휘발성 유기산은 Kim 등(23)의 방법을 적용하여 분석하였다. 김치여과액 50 mL에 80% 메탄올 30 mL를 가하여 20°C, 50 rpm으로 1시간 진탕시켜, 6겹의 거즈로 여과 후 감압 증류하여 완전 건조시켰다. 이것을 100% 메탄올 5 mL로 3회 반복하여 용출시키고 Whatman 42로 여과하여 105°C에서 완전히 건조시켰다. 건조시료에 14% BF₃/메탄올 용액 2 mL를 가하고 내부표준 물질로 methyl laureate가 함유되어 있는 클로로포름 2 mL를 가하여 60°C에서 25분간 반응시켰다. 여기에 4 mL의 포화 황산암모늄을 가하여 유기산 methyl ester를 클로로포름 층으로 이행시키고 소량의 황산나트륨을 가하여 탈수시킨 후 gas chromatography(GC17A, Shimadzu)를 이용하여 분석하였다. 분석에는 CBP-1 column과 FID 검출기를 사용하고, oven 온도는 70°C~250°C, 주입과 검출 온도는 각각 250°C와 270°C이었으며, 질소 가스 유속은 30 mL/min이었다.

미생물의 안전성 검사

Lee(24)가 제시한 항목 중에서 용혈현상, 암모니아나 인돌 생성여부, 젤라틴 용해여부와 phenylalanine deaminase, β-glucuronidase, β-glucosidase, 7α-dehydroxylase, nitroreductase 등의 효소활성을 선정하여 검사하였다. 검사 항목 중 일부는 API 20 Strep., API Rapid ID32A, API 50 CH 등의 상업용 키트의 검사결과를 사용하였고, 나머지는 양성균과 비교 실험하여 판정하였다.

용혈성은 혈액배지에서 집락 주변에 투명한 적혈구 분해 지역을 형성한 것을 β형, 적혈구는 분해되지 않았으나 녹색이나 갈색 등으로 변색된 지역을 나타낸 것은 α형, 그리고 아무런 변화가 없는 것을 γ형으로 하였다.

김치의 관능평가

스타터 첨가 김치의 관능평가는 10인의 훈련된 실험실 요원에 의해 시행되었다. 김치의 관능성적은 기호척도법에 따라 5점 평점법(5=아주 좋다, 4=좋다, 3=보통이다, 2=나쁘다, 1=아주 나쁘다)으로 평가하여 평균점수로 나타내었다.

Table 1. Selection of *L. mesenteroides* strain as kimchi starter

Starter strain	Type variety	Microbial composition (D/S ¹⁾)	Microbial count (D/S ¹⁾ , logCFU/g	Sensory score
<i>L. mesenteroides</i> K2M5	2	K2M5 only	9.04/0.00	3.9
<i>L. mesenteroides</i> K4M7	5	Composite	8.67/8.19	2.9
<i>L. mesenteroides</i> K5P1	1	K5P1 only	9.15/0.00	2.9
<i>L. mesenteroides</i> K8P4	1	K8P4 only	9.15/0.00	3.4
<i>L. mesenteroides</i> K11M4	1	K11M4 only	9.27/0.00	3.2
<i>L. mesenteroides</i> K20M9	1	K20M9 only	9.23/0.00	3.0
<i>L. mesenteroides</i> K21P4	4	Other/K21P4	8.23/7.89	2.8
Blank	3	Composite	5.56/4.60	3.1

¹⁾D/S: dominant strain/subdominant strain.

Table 2. Selection of *L. sakei* strain as kimchi starter

Starter	Type variety	Microbial composition (D/S ¹⁾)	Microbial count (D/S ¹⁾ , logCFU/g	Sensory score
<i>L. sakei</i> K2M9	2	K2M9/K2M5	9.15/8.47	3.3
<i>L. sakei</i> K4M4	2	K2M5/K4M4	9.23/8.67	3.2
<i>L. sakei</i> K5M3	2	K5M3/K2M5	8.89/8.49	3.9
<i>L. sakei</i> K8T4	2	K2M5/K8T4	9.15/8.97	3.2
<i>L. sakei</i> K11M1	2	K11M1/K2M5	9.10/8.19	2.9
<i>L. sakei</i> K20M2	2	K20M2/K2M5	8.89/8.49	2.6
<i>L. sakei</i> K21P5	3	K2M5/other	8.72/8.64	3.6
Blank	4	Composite	8.19/8.04	2.3

¹⁾D/S: dominant strain/subdominant strain.

스타터 첨가 김치와 무 첨가 대조김치에 대한 일반인의 선호도 조사에서는 척도 없이 맛을 보인 다음 선호하는 김치를 선정하여 표를 붙이게 하고 김치별 표수를 세어 나타내었다.

결과 및 고찰

스타터 선정

전보에서 대다수 김치의 주요 미생물은 *L. mesenteroides*와 *L. sakei*가 지배균과 차지배균으로 혼합 조성되어 있으며, 김치의 맛은 이러한 혼합 조성일 때 좋았으므로(16), 이를 확인하고 스타터로 개발하기 위해 두 종의 균주를 선정하고자 하였다. 먼저 *L. mesenteroides*를 선정하고자 김치 8 표본에서 지배균으로 분리된 *L. mesenteroides*를 각각 접종하여 김치를 담근 후 숙성된 김치들을 관능검사로 비교 평가하고, 김치 미생물을 분석하였다.

김치의 맛은 *L. mesenteroides* K2M5가 가장 우수하였고 다음으로 *L. mesenteroides* K8P4, *L. mesenteroides* K11M4였으며, 이들 스타터 첨가김치는 대조 김치에 비해 맛이 더 좋았다(Table 1).

숙성 김치의 미생물 균종수는 *L. mesenteroides* K5P1, *L. mesenteroides* K8P4, *L. mesenteroides* K11M4, *L. mesenteroides* K20P4, *L. mesenteroides* K2M5 등을 첨가한 김치에서는 오직 첨가한 미생물만 검출되었으나 *L. mesenteroides* K4M7과 *L. mesenteroides* K21P4는 대조 김치에 비해 오히려 균종수가 더 많았다. 따라서 *L. mesenteroides*는 균주에 따라 미생물 조절 능력이 다른 것으로 나타났다.

김치의 맛과 미생물 조성에 미치는 능력을 고려하여 *L. mesenteroides* K2M5를 starter로 선정하였다. *L. mesenteroides* K2M5를 단독 첨가한 김치는 맛이 우수하였으나 너무 단순하다는 평가를 받았기 때문에 김치의 맛을 풍부하게 하기 위하여 혼합 첨가할 *L. sakei*를 추가 선정하고자 하였다.

L. sakei 7종을 각각 *L. mesenteroides* K2M5와 혼합 첨가하여 김치를 담근 후 숙성시키고 숙성김치의 맛과 미생물 조성을 확인하였을 때 모두 대조김치에 비해 맛이 더 좋았다(Table 2). 그 중 *L. sakei* K5M3를 혼합 첨가한 김치의 맛이 가장 좋았으며 미생물을 분석하였을 때 오직 첨가한 스타터들만 검출되었다. 따라서 김치의 맛과 균종 조절 능력을 고려하여 *L. sakei* K5M3을 최종 선정하였다.

선정 스타터의 안전성

선정된 두 가지 균주를 스타터로 사용하였을 때 인체에 안전한지를 검사하였다(Table 3). 선정된 균은 모두 베타 용

Table 3. Safety of selected kimchi starters

Test	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. sakei</i>
	K2M5	K5M3
Hemolysis	γ	γ
Ammonia	-	-
Indole production	-	-
Phenylalanine deaminase	-	-
β-glucuronidase	-	-
β-glucosidase	-	-
Gelatin liquefaction	-	-
7α-dehydroxylase	-	-
Nitroreductase	-	-

Table 4. Microbial and sensory properties of starter kimchi compared with conventional kimchi

Properties	<i>L. mesenteroides</i> K2M5	<i>L. sakei</i> K5M3	<i>L. mesenteroides</i> K2M5+ <i>L. sakei</i> K5M3	Control
Type No.	3	2	2	6
Microbial composition (D/S ¹⁾)	K2M5 only	K5M3/other	K5M3/K2M5	Composite
Microbial count (D/S ¹⁾), logCFU/g	9.99/0.00	8.90/8.04	9.96/9.87	5.80/5.80
Sensory score	3.8	2.8	3.3	2.9
Votes ²⁾	-	-	364	142

¹⁾D/S: dominant strain/subdominant strain.

²⁾Votes: Starter kimchi made from different recipe were given to people with conventional kimchi and their choices in preference were counted.

Table 5. Properties of starter kimchi compared with conventional kimchi

Properties	<i>L. mesenteroides</i> K2M5	<i>L. sakei</i> K5M3	<i>L. mesenteroides</i> K2M5+ <i>L. sakei</i> K5M3	Control
pH	4.2	4.2	4.2	4.7
Acidity (%)	0.70	0.71	0.79	0.58
Salinity (%)	2.92	2.78	2.66	2.70
Sugar (mg/mL)	18.98	19.05	20.01	22.48
Lactic acid (mg/100 g)	304.68	490.66	1588.30	406.52
Succinic acid (mg/100 g)	63.54	251.36	223.84	206.43
Pyroglutamic acid (mg/100 g)	240.65	164.32	347.90	248.43

형성을 나타내지 않았고 모든 실험 항목에서 음성으로 나타났다. 따라서 이 두 가지 균주는 산업적으로 사용하여도 안전한 것으로 나타났다.

스타터 김치의 미생물 조성 및 관능성적

선정한 *L. mesenteroides* K2M5와 *L. sakei* K5M3의 효과를 확인하기 위해 이들을 각각 단독 혹은 혼합 첨가하여 김치를 제조하고 숙성된 김치의 미생물 조성을 확인하고 맛을 비교 평가하였다(Table 4).

김치의 맛은 *L. sakei* K5M3을 단독 첨가한 김치를 제외하고는 스타터 첨가 김치가 대조김치에 비해 맛이 더 좋았다. 그 중 *L. mesenteroides* K2M5를 단독 첨가한 김치는 *L. sakei* K5M3와 혼합 첨가한 김치에 비해 관능평가 성적은 더 좋았으나 선호도가 평가자의 연령에 따라 달랐다.

미생물 조성을 분석하였을 때 두 균주를 혼합 첨가한 김치는 오직 첨가한 미생물만 검출되어 스타터가 김치 미생물을 완전히 조절함을 나타내었다.

김치 원료의 종류와 구성비를 달리하여 제조한 김치에서 스타터의 효과를 확인하기 위해 선정한 미생물을 혼합첨가하고 숙성시킨 다음 다수의 일반인들을 상대로 비교 시식시킨 결과 총 506명 중 364명이 스타터 김치를 더 선호하여 선정한 스타터는 김치의 제조방법을 달리하여도 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과는 스타터에 의해 김치 미생물의 조성을 조절할 수 있을 뿐 아니라 김치의 맛을 향상시키면서 일정하게 조절할 수 있는 가능성을 보여주었다.

스타터 김치의 물리화학적 특성

L. mesenteroides K2M5와 *L. sakei* K5M3을 각각 혹은

혼합 첨가하여 제조한 스타터 김치와 대조김치의 물리화학적 특성을 비교하였을 때 스타터 김치는 모두 대조김치에 비해 pH가 더 낮았고 산도가 높았으며 당 함량이 적었다(Table 5). 특히 혼합 첨가한 김치는 단독 첨가한 김치와 대조김치에 비해 비휘발성 유기산 함량이 더 높았다. 젖산 생성량을 보면 *L. mesenteroides* K2M5를 단독 첨가한 김치가 304.68 mg/100 g인데 반해 혼합 첨가한 김치는 1588.30 mg/100 g이어서 약 3배정도 상승되었으며, succinic acid, pyroglutamic acid의 생성량도 증가하였으나 상승폭은 젖산에 비해 작았다. 이러한 높은 유기산 함량은 혼합 스타터의 사용에 의해 상호 길항작용으로 발효가 촉진되었기 때문으로 보인다.

요 약

대다수 숙성 김치의 미생물 조성이 *L. mesenteroides*와 *L. sakei*로 구성되며, 이러한 혼합조성을 가진 김치가 맛이 있다는 점을 바탕으로 김치 맛을 가장 좋게 하며 김치 미생물을 조절하는 능력을 가진 두 균주 *L. mesenteroides* K2M5와 *L. sakei* K5M3을 각각 김치스타터로 선정하였다. 선정된 두 가지 균주들은 배타 용혈현상을 보이지 않았고, 암모니아나 인돌을 생성하지 않았으며, 젤라틴을 용해하지 않았고, phenylalanine deaminase, β -glucuronidase, β -glucosidase, 7 α -dehydroxylase, nitroreductase 등의 효소 활성에서 음성을 보여 산업적으로 사용하여도 안전한 것으로 나타났다. 선정된 두 가지 균주를 첨가하여 제조한 김치는 비첨가 김치에 비해 실험실 평가와 다수의 일반인들 상대로 한 비교평가에서 맛이 더 우수하였고, 미생물 조성은 오

직 첨가한 균주로만 구성되어 선정된 균주들은 김치 맛을 좋게 하고 미생물 조성을 일정하게 조절하는 능력이 있는 스타터로 사용될 수 있음을 보여주었다. 스타터를 첨가한 김치는 대조김치에 비해 젖산 등의 유기산 함량이 특이하게 높았으나 산도, 염도, 당 함량 등에서는 큰 차이를 나타내지 않았다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부의 2003년 전통기술첨단화사업비로 수행되었음.

문 헌

- Park WS. 2001. Meaning of the adoption of CODEX standards for *kimchi* and future prospects. *Food Science and Industry* 34: 96-103.
- Kim SJ. 2001. Field difficulties in modernization of *kimchi* industry. *Food Industry and Effect* 6: 34-37.
- Kim HJ, Kang SM, Yang CB. 1997. Effects of yeast addition as starter on fermentation of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 790-799.
- Lee SH, Kim SD. 1988. Effect of starter on the fermentation of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 17: 342-347.
- Kang SM, Yang WS, Kim YC, Joung EY, Han YG. 1995. Strain improvement of *Lactobacillus mesenteroides* for *kimchi* fermentation and effect of starter. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 23: 461-471.
- Kim JH, Park JY, Jeong SJ, Chun JY, Kim JH. 2005. Cold shock response of *Leuconostoc mesenteroides* SY1 isolated from *kimchi*. *J Microbiol Biotechnol* 15: 831-837.
- Ha DM, Cha DS. 1994. Novel starter for *kimchi*, using bacteriocin-producing *Enterococcus faecium* strain. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 22: 550-556.
- Moon GS, Kang CH, Pyun YR, Kim WJ. 2004. Isolation, identification, and characterization of a bacteriocin-producing *Enterococcus* sp. from *kimchi* and its application of *kimchi* fermentation. *J Microbiol Biotechnol* 14: 924-931.
- Choi KS, Sung C, Kim MH, Oh TK. 1999. Fermentation method of *kimchi* using halophilic *Lactobacillus* sp. HL-48 and lactic acid. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 27: 246-251.
- Park HO, Kim YK, Yoon S. 1993. The effect of blanching and lactic acid bacteria inoculation on the quality of *kimchi*. *Korean J Food Cookery Sci* 9: 61-66.
- So MH, Shin MY, Kim YB. 1996. Effects of psychrotrophic lactic acid bacterial starter on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 28: 806-813.
- Cho Y, Rhee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on *kimchi* fermentation (I). *Korean J Food Cookery Sci* 7: 15-25.
- Cho Y, Rhee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on *kimchi* fermentation (II). *Korean J Food Cookery Sci* 7: 89-95.
- Kim YC, Jung EY, Kim HJ, Jung DH, Hong SG, Kwon TJ, Kang SM. 1999. Improvement of *kimchi* fermentation by using acid-tolerant mutant of *Leuconostoc mesenteroides* and aromatic yeast *Saccharomyces fermentati* as starters. *J Microbiol Biotechnol* 9: 22-31.
- Chae MH, Jhon DY. 2006. Preparation of *kimchi* containing *Bifidobacterium animalis* DY-64. *J Microbiol Biotechnol* 16: 431-437.
- Jin HS, Kwon YR, Yun YJ, Lee KJ. 2007. Major microbial composition and its correlation to the taste of Jeonju *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1617-1621.
- Cho EJ, Lee SM, Rhee SH, Park KY. 1998. Studies on the standardization of Chinese cabbage *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 324-332.
- Cheigh HS, Kim HY, Yeo KM, Kim BN. 1998. Fermentation aspects of fruit vegetable juice by mixed cultures of lactic acid bacteria isolated from *kimchi* and yeast. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1059-1064.
- Cho NC, Jhon DY, Shin MS, Hong YH, Lim HS. 1988. Effects of garlic concentration on growth of microorganisms during *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 231-235.
- Shin DH, Kim MS, Han JS, Lim DK, Bak WS. 1996. Changes of chemical composition and microflora in commercial *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 137-145.
- Kim HJ, Kang SM, Yang CB. 1997. Effects of yeast addition as starter on fermentation of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 790-799.
- Tynkkynen S, Satokari R, Saarela M, Mattila-Sandholm T, Saxelin M. 1999. Comparison of ribotyping, randomly amplified polymorphic DNA analysis, and pulsed-field gel electrophoresis in typing of *Lactobacillus rhamnosus* and *L. casei* strains. *Appl Environ Microbiol* 65: 3908-3914.
- Kim SD, Hawer WD, Jang MS. 1998. Effect of fermentation on free sugar, organic acid and volatile compounds of *Kakdugi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 16-23.
- Lee YH. 2004. Development of lactic acid bacteria with new function. The first symposium of Korean society for lactic acid bacteria, 2004 May. p 53-67.

(2008년 2월 19일 접수; 2008년 5월 2일 채택)