

전주 김치의 적숙기 주요 미생물 조성과의 상관성

진효상^{1*} · 권영란¹ · 윤영주¹ · 이경자²

¹전주대학교 대체의학대학

²전주기전대학 식품영양과

Major Microbial Composition and Its Correlation to the Taste of Jeonju *Kimchi*

Hyo Sang Jin^{1*}, Young Ran Kwon¹, Yeong Ju Yun¹, and Kyung Ja Lee²

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

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

Abstract

The 21 *Kimchi* samples collected by a contest for the best *Kimchi* homemaker in Jeonju were analysed to find major microbial composition and the correlation between sensory scores and the microbial properties, which include total microbial numbers, dominant strain number, subdominant strain number, yeast strain numbers, and floral diversity. The most common microbial composition of the *Kimchi* samples was *Leuconostoc mesenteroides* as dominant strain, and *Lactobacillus sakei* as subdominant strain, the pattern of which was also observed in all three *Kimchi* samples with the highest sensory scores, but not in all three *Kimchi* samples with the lowest sensory scores. However none of the other examined properties showed any significant correlation to sensory scores. This result means that the taste of fermented *Kimchi* depends mainly on the composition of bacterial species and that of *Leuconostoc mesenteroides* as dominant strain and *Lactobacillus sakei* as subdominant strain is the best for good taste. Yeast strains were found in the range of 3.8~4.6 logCFU/g from 8 *Kimchi* samples and all the strains were identified to be *Saccharomyces servazzii*. However, fungi were not detected from any of the *Kimchi* samples.

Key words: *kimchi*, microbial composition, correlation to taste

서 론

김치의 맛은 재료의 배합비에 의존한다. 숙성 후에는 미생물이 증식하며 젖산 등 여러 가지 발효물을 형성하기 때문에 김치 맛은 미생물 조성에도 의존하지만, 미생물 조성은 김치 재료의 종류와 상태 또는 숙성조건에 따라 달라진다.

그간의 연구를 보면 Cho 등(1)은 배추김치에서 고춧가루 등의 부재료 배합비에 따라 김치 맛과 *Leuconostoc mesenteroides* 등의 생육이 달라진다고 하였고, Yi(2)와 Yi 등(3)은 김치 맛이 *L. mesenteroides*의 수가 많을 때 좋은 한편, *L. mesenteroides*의 생육은 부재료의 종류에 따라 촉진 혹은 억제된다고 하였으며, Park 등(4)은 김치의 소금농도와 숙성 온도에 따라 *L. mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Pichia membranaefaciens* 등의 억제 정도가 달라진다고 하였다. 또한 Jang 등(5)은 김치의 맛과 향이 고추, 생강, 마늘, 멸치액젓, 설탕 등의 부재료의 영향을 받는다고 하였다.

김치 맛에 미치는 미생물의 영향은 적숙기 김치의 주요 미생물 조성과의 상관성을 조사하면 명확해질 것으로 보

이지만 이에 대한 연구는 아직 없다.

그 동안의 적숙기 김치 미생물의 조성에 대한 보고를 요약하면 Lee 등(6)은 김치의 발효 초기에는 *Lactobacillus sakei*와 *Lactobacillus brevis*가, 과숙기에는 *L. plantarum*이 주로 분리되고 적숙기에는 *Leuconostoc*과 *Lactobacillus*가 지배한다고 하였다. Choi(7)는 김치에서 *Saccharomyces cerevisiae*를 위시하여 총 8속 13종의 효모가 검출된다고 하였다. Chin(8)은 pH 4.0과 pH 5.0 사이의 김치에서 *L. mesenteroides*, *Leuconostoc citreum*, *Weissella kimchii*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *Lactobacillus faciminis* 등이 검출된다고 하였다. Kim(9)은 발효 중기의 김치에서 *Weissella hani* 등의 *Weissella*나 *L. sakei*/*Lactobacillus curvatus* 등이 지배균으로 나타나는 반면 *L. mesenteroides*는 몇 종의 상업용 김치나 실험용 김치에서 소수로만 나타나는 것으로 보고하였다. Lee(10)는 김치즙에서 분리한 DNA를 바탕으로 16S rRNA gene을 증폭하고 이를 DGGE로 분석하여 미생물 집단의 동적 변화를 추적하여 김치의 주요 미생물은 *Weissella confusa* group, *L. citerum*과 *L. sakei*였으며 *L. mesenter-*

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

*oides*와 *L. platarum*은 검출되지 않는다고 하였다. Kim 등(11)은 적숙기 김치는 *L. mesenteroides*와 함께 *L. sakei*가 지배한다고 하였다. Chin 등(12)은 ITS-PCR 등의 molecular method에 의해 김치 미생물을 동정하여 김치 지배균은 *L. brevis*일 경우가 가장 많고 다음으로 *W. kimchii/cibaria*, *L. mesenteroides*, *L. citreum*의 순이라고 하였다.

본 연구에서는 비교적 전통문화가 잘 보존되어 있는 전주 지역에서 김장시기에 우수 배추 김치를 공모하여 이를 적숙기로 일정하게 발효시킨 다음 주요 미생물 조성이 어떤지를 분석하고 관능평가를 시행하여 미생물 조성과 김치의 맛 간의 상관성을 분석하고 김치 맛을 결정하는 주요 인자에 대하여 검토하였기에 보고한다.

재료 및 방법

김치 표본의 수거

분석에 사용한 김치는 전주시와 공동으로 전주시 거주자를 대상으로 벌인 우수김치공모전을 통하여 2002년 12월 14일~12월 18일(5일간) 접수한 출품작으로 하였다. 접수된 총 21 제품들은 숙성도에서 차이를 보였으며 이미 적숙기에 이른 것은 김치냉장고 맛 지킴(0°C)으로 보관하고 생김치에 가까운 것은 15°C 냉장고에서 숙성시켜 관능평가 및 미생물 분석에서는 모든 표본의 pH가 4.4~4.7의 범위에 이르도록 조절하였다.

김치의 미생물 분석

미생물 분석에 사용한 배지는 혐기성 세균은 Tomato Juice Agar(Difco, 0.001% Bromocresol green solution), 호기성 세균은 Lactobacillus MRS broth(Difco, 0.002% Bromophenol blue), Nutrient Agar(Difco), Plate count agar(Trytone 0.5%, Yeast extract 0.25%, Dextrose 0.1%, Agar 1.5%), 및 m-Enterococcus agar(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)를 사용하였다(13-17).

미생물을 분리하고자 할 때는 김치 100 g을 Waring blender에 넣고 0.1 M PBS(pH 7.4) 300 mL를 가한 다음 중간속도로 1분간 마쇄하여 Linger solution(glucose 40 g, NaCl 0.18 g/L)으로 10배씩 희석하고 희석액 25 µL를 각각의 평판 배지에 도말하여 TJA, MRS, NU는 37°C에서 1~3일, PCA, YM, PDA, m-En은 30°C에서 3~4일간 배양한 다음 평판배지 상에 나타난 colony를 분류, 동정하여 계수하였다(14).

평판배지상의 대표 colony는 별도 분리하여 동결용 배지에 섞은 다음 -65°C에 동결 보관하면서 동정에 사용하였다.

미생물 동정은 세균은 16S rRNA gene을 PCR 증폭하고 염기서열을 결정한 다음 NCBI에서 BLAST한 결과와 RCPII online 분석 결과를 비교하여 결정하였고, 필요한 경

우에는 생화학적 특성을 참고하였다. 생화학적 특성은 구균은 API 20 Strep을 이용하고 간균은 API 50 CH를 사용하였다. 효모는 23S rRNA gene의 염기서열을 바탕으로(15) 세균에서와 같은 방법으로 결정하였고 생화학적 특성은 VITEK YBC card를 이용하였다.

김치의 관능평가 및 상관성 분석

김치의 관능평가는 전주지역에 거주하는 10인의 김치 전문가 집단에 의하였다. 김치의 관능성적은 기호척도법에 따라 5점 평점법(5=아주 좋다, 4=좋다, 3=보통이다, 2=나쁘다, 1=아주 나쁘다)으로 평가하여 1단계 계산에 의한 평균점수로 나타내었다.

김치의 관능성적과 미생물학적 특성의 상관성은 SAS program을 사용하여 얻은 Pearson의 적률상관계수를 통하여 분석하였고 김치의 관능성적은 짠 맛, 단 맛, 매운 맛, 새콤한 맛, 감칠 맛, 익은 맛, 씹히는 맛, 종합기호도의 각 점수를 평균한 값을 사용하고 미생물학적 특성은 계수가 가능한 특성, 즉 총균수, 지배균수, 차지배균수, 균종수 등을 사용하였다.

결과 및 고찰

김치의 미생물 조성과 김치의 관능성적 간의 상관성 분석

전주지역 김치의 숙성기 주요 미생물 조성은 표본 김치의 제조방법과 재료의 다양성에도 불구하고 매우 유사한 것으로 나타났다(Table 1). 주요 미생물 조성을 살펴보면 *L. mesenteroides*가 11표본에서 지배균으로 나타났고, 다음으로 *L. sakei*가 8 표본, *Weissella koreensis*와 *Staphylococcus pasteurii*가 각각 1 표본에서 지배균으로 나타났다. 차지배균은 *L. sakei*가 16 표본, *L. mesenteroides*가 4 표본에서 검출되었으며 나머지 1 표본에서는 차지배균이 전혀 검출되지 않았다. 이러한 결과는 발효 중기 주요 미생물이 *L. mesenteroides*와 *L. sakei*라고 한 Lee 등(6)과 Kim 등(11)의 결과와 일치하지만, *L. mesenteroides*가 나타나지 않는다는 Kim(9), Lee(10), Chin 등(12)의 결과와는 일치하지 않는다. 이러한 차이는 시료와 미생물 분석방법의 차이에서 오는 것으로 보이지만, 현시점에서는 그것이 정확히 둘 중 어느 쪽에서 온 것인지는 가리기 어렵다.

총균수, 지배균수나 차지배균수 및 균종수 등 계량화가 가능한 미생물학적 특성과 김치의 총 관능성적과 상관성이 있는지를 분석하였을 때 Table 2에서와 같이 총균수, 지배균수, 차지배균수 또는 균종수는 맛과 유의적 상관성이 없었다.

맛이 있는 김치와 맛이 없는 김치의 미생물 조성 차이

지배균과 차지배균의 균종 차이가 관능성적과 어떤 관계가 있는지를 알아보기 위해 가장 맛이 있는 3종과 가장 맛이 없는 3종을 선택하여 비교하여 보았다. 그 결과는 Table 3에서와 같이 가장 맛이 있는 김치 3종은 모두 지배균과 차지배

Table 1. Major bacterial composition of *kimchi* in Jeonju

Sample	Bacteria			
	Dominant type	No. ¹⁾	Subdominant type	No.
K1	<i>Weissella koreensis</i>	9.51	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.42
K2	<i>Lactobacillus sakei</i>	10.35	<i>Lactobacillus sakei</i>	10.31
K3	<i>Staphylococcus pasteurii</i>	10.89	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.19
K4	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	9.89	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.70
K5	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.72	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.57
K6	<i>Lactobacillus sakei</i>	10.62	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	10.57
K7	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	10.15	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	8.67
K8	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.74	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.42
K9	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.09	<i>Lactobacillus sakei</i>	8.45
K10	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	9.93	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.62
K11	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	10.23	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.51
K12	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	8.85	⁻²⁾	0.00
K13	<i>Lactobacillus sakei</i>	10.83	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.8
K14	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	9.66	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.45
K15	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.31	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	8.97
K16	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	11.27	<i>Lactobacillus sakei</i>	10.57
K17	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.51	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	9.15
K18	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	8.49	<i>Lactobacillus sakei</i>	8.49
K19	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	8.31	<i>Lactobacillus sakei</i>	7.97
K20	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	9.19	<i>Lactobacillus sakei</i>	8.45
K21	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	10.15	<i>Lactobacillus sakei</i>	9.19

¹⁾Microbial number in logCFU/g. ²⁾Not detected.

Table 2. Correlation between microbial numbers and sensory scores of *kimchi* in Jeonju

Sample No.	Viable counts (logCFU/g)			Total No.	Type variety	Sensory score
	Dominant	Subdominant	Yeast			
K1	9.51	9.42	0.00	9.97	4	3.0
K2	10.35	10.31	3.90	11.04	9	2.3
K3	10.89	9.19	0.00	10.91	3	2.8
K4	9.89	9.70	0.00	10.31	10	3.6
K5	9.72	9.57	3.80	9.85	9	3.2
K6	10.62	10.57	0.00	11.41	8	2.7
K7	10.15	8.67	0.00	10.16	7	2.8
K8	9.74	9.42	0.00	10.95	7	1.7
K9	9.09	8.45	0.00	10.14	4	2.8
K10	9.93	9.62	4.31	10.29	8	2.7
K11	10.23	9.51	3.80	10.65	7	3.3
K12	8.85	0.00	0.00	8.85	2	2.5
K13	10.83	9.8	0.00	10.87	4	2.8
K14	9.66	9.45	4.19	10.26	10	2.2
K15	9.31	8.97	0.00	9.54	7	3.0
K16	11.27	10.57	0.00	11.37	9	2.6
K17	9.51	9.15	0.00	9.86	9	3.0
K18	8.49	8.49	4.61	9.02	5	2.4
K19	8.31	7.97	4.62	8.49	7	2.8
K20	9.19	8.45	4.47	9.49	12	3.3
K21	10.15	9.19	0.00	10.27	8	3.1
Correlation	0.020	0.103	-0.040	-0.174	0.214	1.000
P-value	0.658	0.578	0.855	0.451	0.352	

균이 각각 *L. mesenteroides*와 *L. sakei*였는데 반하여 가장 맛이 없는 김치 3종은 1종을 제외하고는 이러한 조합을 볼 수 없었다. 이러한 결과로 보면 김치는 지배균과 차지배균이 *L. mesenteroides*와 *L. sakei*일 때 가장 맛이 있는 것으로 추정되며 이것을 *L. mesenteroides*가 많을 때 김치 맛이 좋다는 Yi(2)의 보고와 일치한다.

이러한 관점에서 Table 1의 전주시역 김치의 주요미생물 조성 및 Table 2의 관능성적을 보면 42.9%의 김치는 지배균과 차지배균이 *L. mesenteroides*와 *L. sakei*였으며 다른 미생물이 지배한 나머지 57.1%의 김치에 비해 관능성적이 우수하였다. 이러한 결과는 김치가 숙성중 미생물 조성이 달라질 수 있으며 미생물 조성의 결과에 따라 김치의 맛이 의존

Table 3. Difference of bacterial compositions between good tasting and bad tasting *kimchi* in Jeonju

Sample	Type variety	Dominant strain		Subdominant strain		Sensory score	
		Type	Number ¹⁾	Type	Number ¹⁾		
Best3	K4	10	<i>L. mesenteroides</i>	9.89	<i>L. sakei</i>	9.70	3.6
	K11	7	<i>L. mesenteroides</i>	10.23	<i>L. sakei</i>	9.27	3.3
	K20	13	<i>L. mesenteroides</i>	9.19	<i>L. sakei</i>	8.45	3.3
Worst3	K8	7	<i>L. sakei</i>	9.74	<i>L. sakei</i>	9.42	1.7
	K14	10	<i>L. mesenteroides</i>	9.66	<i>L. sakei</i>	9.45	2.2
	K2	9	<i>L. sakei</i>	10.35	<i>L. sakei</i>	10.31	2.3

¹⁾Microbial numbers expressed in logCFU/g.

함을 보여준다. 또한 이러한 결과는 그간의 미생물 조성에 관한 보고가 상이한 이유가 발효과정 중의 미생물 조성의 변화에서 올 수도 있음을 보여준다.

전주지역 김치에서 특기할만한 점은 1 표본에서 지배균으로 *Staphylococcus pasteurii*가 나타났다는 점이다. 이 균은 패혈증 환자의 김치에서 발견되기도 하여 일종의 기회병원균으로 알려져 있다. 전주지역에서 전통적인 방법으로 제조한 일부 김치가 숙성 중 이러한 안전하지 못한 미생물로 지배되었다면 타 지역에서도 충분히 가능하다고 보여진다. 따라서 상업용 김치는 이러한 바람직하지 못한 균들이 지배하

지 못하도록 관리되어야 할 필요가 있다고 생각된다.

효모와 곰팡이 조성

김치의 효모와 곰팡이 조성을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

김치의 효모는 21 표본 중 8표본에서 3.8~4.6 logCFU/g의 범위로 검출되었으며 23S rRNA gene의 sequence를 바탕으로 NCBI data base에서 BLAST 검색한 결과 모두 *Saccharomyces servazzii*로 동정되었다(Table 4). 이들이 모두 같은 미생물이라는 점은 Table 5에서와 같이 이들의 생화학적 특성 모두 같은 점에서도 확인되었다. 이러한 결과는 김치에서 다양한 효모를 검출한 Choi의 결과(7)와는 매우 상이하지만 본 연구에서는 적숙기로 숙성시킨 후 검출하여 일시적으로 종수가 단순화된 것으로 생각된다.

표본 김치에서 곰팡이는 전혀 검출되지 않았다.

요 약

전주지역에서 김장시기에 수거한 김치의 미생물 조성과 관능성적간의 상관성을 조사하여 다음의 결과를 얻었다. 김치는 21 표본 중 11 표본에서 *L. mesenteroides*가 8.31~11.27 logCFU/g의 범위에서 지배균으로, 16 표본에서 *L. sakei*가 7.97~10.57 logCFU/g의 범위에서 차지배균으로 나타났다. 김치의 관능성적은 총균수, 지배균수, 차지배균수, 균종수 등 계량적 특성에는 유의적 상관성이 없었다. 가장 맛이 좋은 김치 3종은 모두 지배균이 *L. mesenteroides*, 차지배균은 *L. sakei*인데 비해 가장 맛이 없는 김치 3종은 지배균에 *L. sakei*가 많아 김치의 맛은 주요 미생물의 균종의 조합과 관련이 있었다. 효모는 8표본에서 3.80~4.62 logCFU/g의 범위로 검출되었으며 모두 *Saccharomyces servazzii*로

Table 4. Yeast and fungal compositions of *kimchi* in Jeonju

Sample	Yeast		Fungi	
	Type	No.	Type	No.
K1	- ¹⁾	0.00	-	0.00
K2	<i>Saccharomyces servazzii</i>	3.90	-	0.00
K3	-	0.00	-	0.00
K4	-	0.00	-	0.00
K5	<i>Saccharomyces servazzii</i>	3.80	-	0.00
K6	-	0.00	-	0.00
K7	-	0.00	-	0.00
K8	-	0.00	-	0.00
K9	-	0.00	-	0.00
K10	<i>Saccharomyces servazzii</i>	4.31	-	0.00
K11	<i>Saccharomyces servazzii</i>	3.80	-	0.00
K12	-	0.00	-	0.00
K13	-	0.00	-	0.00
K14	<i>Saccharomyces servazzii</i>	4.19	-	0.00
K15	-	0.00	-	0.00
K16	-	0.00	-	0.00
K17	-	0.00	-	0.00
K18	<i>Saccharomyces servazzii</i>	4.61	-	0.00
K19	<i>Saccharomyces servazzii</i>	4.62	-	0.00
K20	<i>Saccharomyces servazzii</i>	4.47	-	0.00
K21	-	0.00	-	0.00

¹⁾Not detected.

Table 5. Biochemical properties of yeast strains isolated from *kimchi* in Jeonju

Test ¹⁾	Result	Test	Result	Test	Result	Test	Result	Test	Result	Test	Result
GAL	+	LAC	-	SUC	-	MLT	-	CEL	-	AMG	-
XYL	-	ARA	-	TRE	-	MLZ	-	RAF	-	NAG	-
XLT	-	DUL	-	ADO	-	PAL	-	GLY	-	SOR	-
ERY	-	MEL	-	CYC	+	GLU	+	INO	-	NIT	-
2KD	-	URE	-	48H	+						

¹⁾Test was carried out by using yeast biochemical cards (YBC) provided by BioMerieux Vitek.

동정되었다. 곰팡이는 전혀 검출되지 않았다. 효모 균수와 김치의 관능성적은 유의적 상관성이 없었다.

감사의 글

본 논문은 2002년 전통기술첨단화사업비로 수행되었음.

문헌

1. 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.
2. Yi JH. 1994. Effect of *Kimchi* minor ingredients on physicochemical and microbial characteristics during fermentation. *PhD Dissertation*. Seoul National University.
3. Yi JH, Cho Y, Hwang IK. 1998. Fermentative characteristics of *Kimchi* prepared by addition of different kinds of minor ingredients. *Korean J Soc Food Sci* 14: 1-8.
4. Park SJ, Park KY, Jun HK. 2001. Effect of commercial salts on the growth of *Kimchi*-related microorganisms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 806-813.
5. Jang KS, Kim MJ, Oh YA, Kim ID, No HK, Kim SD. 1991. Effects of various sub-ingredients on sensory quality of Korean cabbage *Kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 20: 233-240.
6. Lee CW, Ko CY, Ha DM. 1992. Microfloral changes of the lactic acid bacteria during *Kimchi* fermentation and identification of the isolates. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 20: 102-109.
7. Choi KC. 1978. Studies on the yeasts isolated from *kimchi*. *Korean J Microbiol* 16: 1-10.
8. Chin HS. 2002. Identification of dominant lactic acid bacteria during *Kimchi* fermentation using molecular-typing method. *MS Thesis*. Yonsei University
9. Kim JH. 2001. Identification and application of lactic acid bacteria from *Kimchi*. a presentation at the 14th symposium: Lactic fermentation of *Kimchi* and development of new products. Institute of *Kimchi* Research, Pusan National University.
10. Lee JS. 2003. Polyphasic study for monitoring of the dynamics of the lactic acid bacterial community during *Kimchi* fermentation. *PhD Dissertation*. Yonsei University.
11. Kim TW, Lee JY, Jung SH, Kim YM, Jo JS, Chung DK, Lee HJ, Kim HY. 2002. Identification and distribution of predominant lactic acid bacteria in *Kimchi*, a Korean traditional fermented food. *J Microbiol Biotechnol* 12: 635-642.
12. Chin HS, Breit F, Fleming HP, Shin WC, Yoon SS. 2006. Identification of predominant bacterial isolates from the fermenting *Kimchi* using ITS-PCR and partial 16S rDNA sequence analysis. *J Microbiol Biotechnol* 16: 68-76.
13. 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.
14. 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.
15. Arias CR, Burns JK, Friedrich LM, Goodrich RM, Parish ME. 2002. Yeast species associated with orange juice: evaluation of different identification methods. *Appl Environ Microbiol* 68: 1955-1961.
16. 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.
17. 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.

(2007년 10월 10일 접수; 2007년 11월 6일 채택)