

항균활성이 있는 한약재의 복합첨가가 김치 숙성에 미치는 영향

이신호 · 조옥기 · 최우정 · 김순동
대구효성가톨릭대학교 식품공학과

The Effect of Mixed Medicinal herb Extracts with Antimicrobial Activity on the Shelf-life of *Kimchi*

Shin-Ho Lee, Ok-Ki Cho, Woo-Jeong Choi and Soon-Dong Kim
Dept. of Food Sci. and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung

Abstract

These studies were carried out to investigate the effect of mixed medicinal herbs, such as *Curcuma longa* and *Lithospermum erythrorhizon* (CL), *Lithospermum erythrorhizon* and *Sophrora flavescens* AITON (LS), *Sophrora flavescens* AITON and *Glycyrrhiza uralensis* (SG), and *Glycyrrhiza uralensis* and *Schizandra chinensis* (GS) on shelf-life of *kimchi*. The pH of *kimchi* containing 1% of medicinal herb extracts such as CL, LS, SG and GS was higher than that of control during fermentation for 25 days at 10°C. Titratable acidity, viable cells count of total bacteria and lactic acid bacteria in the *kimchi* were changed more slowly than in control. Shelf-life of *kimchi* was extended by addition of 1% mixed medicinal extracts such as CL, LS, SG and GS (1 : 1), respectively. The sensory quality (taste, flavor, crispness and overall acceptability) of CL, LS, SG and GS added *kimchi* was similar to that of control at 10 days of fermentation. But the sourness of LS, SG and GS (1%) added *kimchi* was more slowly developed than control after 15 days of fermentation, respectively. The effect of LS, SG and GS mixture on shelf-life in *kimchi* was significant. But the medicinal herb extracts added *kimchi* decreased its sensory quality with increasing concentration of the extracts.

Key words: *Curcuma longa*, *Lithospermum erythrorhizon*, *Sophrora flavescens* AITON, *Glycyrrhiza uralensis*, *Schizandra chinensis*, *kimchi*

서 론

김치는 여러 가지 재료가 혼합 사용됨에 따라 vitamin C와 B, B₁₂, K 등의 각종 vitamin과 dextran, acetylcholine, γ -aminobutyric acid 등이 풍부하며 발효가 진행됨에 따라 항생물질 등 각종 유기산이 생성됨으로서 부패균과 병원성균의 성장과 증식이 저해된다⁽¹⁾. 최근에는 김치의 공장 생산이 보편화됨에 따라 저장성을 증대시키기 위한 방안이 강구되었고, 천연물에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 김치의 저장성을 연장시키기 위한 방안으로 합성 보존료 첨가, 방사선 처리 등 여러 가지 방법이 연구되었으나, 소비자들의 건강을 중시하는 풍토로 인해 점차 인공적인 처리를 기피

하는 추세를 보이고 있다. 김치의 조직감, 냄새로 인한 기호성 감소 등에 따라 마늘 첨가량을 늘이거나⁽²⁾ 염 농도 조절 또는 젓갈의 다양한 이용⁽³⁾, 김치 재료 추출물의 항균활성⁽⁴⁾ 등 여러 가지 천연적인 방법들이 연구되고 있으며, 최근에는 이와 함께 항균활성이 있는 한약재의 선별^(5,6)에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 미국에서는 기존에 이미 식용되고 있는 천연물을 그대로 이용하거나 추출하여 사용할 경우 이들의 사용량이나 대상식품들을 규제하지 않기로 규정하였으며, 이를 generally recognized as safe (GRAS)로 분류하고 있다⁽⁷⁾.

일반적으로 천연 항균성 물질은 항균 spectrum이 좁기 때문에 본 실험에서는 항균력을 가지고 있다고 보고된 이러한 한약재를 혼합하여 실험하였다. 본 연구는 항균성이 있다고 밝혀진 오미자⁽⁸⁾, 울금, 자초, 고삼, 감초 등⁽⁹⁾을 단독 사용 시 고유의 색상 또는 맛으로 인해 김치의 기호성에 영향을 줄 수 있으므로 각

Corresponding author: Shin-Ho Lee, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, 330 Kumrak, Hayang, Kyongsan, Kyongbuk 712-702, Korea

추출물의 단점의 보완효과를 조사하기 위해서 이들의 혼합사용이 김치의 숙성에 미치는 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

배추는 결구배추로서 개체 당 2 kg 내외의 것을 사용하였으며, 소금은 천일염을, 멸치젓은 액체육젓(하선정 식품)을 사용하였다. 울금, 자초, 감초, 고삼, 오미자 등의 한약재는 대구 약령시장에서 구입한 것을 마쇄한 후 추출하여 사용하였다.

한약재의 추출

대구 약령시장에서 건조상태의 한약재를 구입하여 세척한 후 말린 것에 95% ethanol 9배량을 가하여 추출한 후 감압 증발 농축기(Heidolph WB 2000, Germany)를 이용하여 1/9배로 농축하여 membrane filter (Gelman Sciences, 0.45 µm, USA)로 제균한 후 사용하였다.

김치 담금 방법

김치 담금은 배추를 4등분하여 이 등⁶⁾의 방법에 준하였으며, 한약재(울금, 자초, 고삼, 감초, 오미자)는 울금은 황색, 자초는 검붉은 색을 띄고, 고삼은 쓴맛, 오미자는 이취, 감초는 단맛을 가지는 등의 특성을 고려하여 울금·자초(CL), 자초·고삼(LS), 고삼·감초(SG), 감초·오미자(GS)로 각각 1:1로 혼합한 추출액을 절임 배추 무게의 1% 수준으로 첨가하여 10°C에서 25일간 숙성시키면서 대조구와 비교하면서 2회 반복 실험하였다.

pH 및 산도측정

pH 측정은 pH meter (Coming ion analyzer 150, USA)를 이용, 산도는 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소요 mL수를 lactic acid 함량(%)으로 표시하였다⁹⁾.

미생물수 검사

미생물 변화 측정시 총균수는 plate count agar (Difco, USA), 유산균수는 0.02% sodium azide를 함유한 MRS agar를 이용하여 pour plate method로 행한 후 37°C에서 48시간 평판배양 후 나타난 colony 수를 계측하였다.

조직감 측정

김치의 조직감은 Rheometer (RE-3305 Yamaden, Japan)

을 사용하여 김 등¹⁰⁾의 방법에 준하여 배추의 뿌리로부터 3 cm위치의 중륵 부분을 3×2 cm 크기로 절단하였고, 측정조건은 data 기압 피치 0.1 sec, 측정속도 5.0 mm/sec, preset I 7 mm, 측정횟수 2회, 시료두께 10 mm, plunger 직경 3 mm로 하여 9회 반복 측정하여 측정치가 비슷한 5개의 값을 경도(dyne/cm²)의 평균값으로 하였다.

색상 측정

마쇄한 김치 여액 30 mL를 일정한 크기의 petri 접시에 담아 색차계(CR 200 Minolta, Japan)로 측정하였으며, 측정값은 Hunter L, a, b값으로 표시하였다.

관능검사

관능검사는 신맛과 종합적인 맛에 대하여 관능요원 10명을 대상으로 5점 채점법으로 평가하여 SAS software package¹¹⁾를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의해 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

김치의 pH와 적정산도의 변화

울금·자초(CL), 자초·고삼(LS), 고삼·감초(SG), 감초·오미자(GS) 추출물 혼합액을 각각 1% 첨가하여 제조한 김치의 숙성과정 중 pH와 산도 변화는 Table 1에서 보는 바와 같다. 김치는 숙성 5일 이후 pH의 변화는 급격하였으며, 숙성 10일경 대조구의 pH는 4.26

Table 1. Effect of mixed plants extract on changes of pH and titratable acidity during kimchi fermentation for 25 days at 10°C

	Fermentation period (days)	Samples				
		Con	CL	LS	SG	GS
pH	0	5.38	5.57	5.56	5.44	5.05
	5	5.34	5.56	5.59	5.45	4.89
	10	4.26	4.41	4.49	4.52	4.50
	15	4.06	4.12	4.25	4.40	4.35
	20	4.02	4.09	4.11	4.19	4.16
	25	3.89	4.02	4.10	4.16	4.11
Titratable acidity	0	0.28	0.20	0.20	0.24	0.30
	5	0.30	0.26	0.24	0.28	0.34
	10	0.52	0.48	0.42	0.38	0.40
	15	0.72	0.64	0.56	0.50	0.52
	20	0.82	0.78	0.70	0.62	0.64
	25	0.92	0.82	0.74	0.66	0.72

CL: *Curcuma longa*+*Lithospermum erythrorhizon* 1%

LS: *Lithospermum erythrorhizon*+*Sophora flavescens* AITON 1%

SG: *Sophora flavescens* AITON+*Glycyrrhiza uralensis* 1%

GS: *Glycyrrhiza uralensis*+*Schizandra chinensis* 1%.

으로서 김치의 적숙기에 도달한 반면, 한약재 추출물 첨가구의 pH는 숙성 10일에 이후에도 4.4이상을 유지하였다. 특히 SG, GS 첨가구의 pH는 숙성 25일에 각각 김치 적숙기인 4.19, 4.16을 나타내어 pH의 변화가 현저히 느리게 나타났다. 담금일의 산도는 0.2~0.3% 였으나, 숙성이 진행될수록 증가하여 김치 적숙기의 산도가 0.6% 부근이라는 민 등⁽¹²⁾의 보고를 기준으로 할 때 대조구는 숙성 12일경, 한약재 추출물 혼합 첨가 김치는 15일 이후 적숙기를 나타내었다. 특히, SG, GS 첨가구의 경우 숙성 20일에도 각각 0.62%와 0.64%를 나타내어 대조구에 비해 김치의 적숙기를 약 10일 정도 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

미생물수 변화

한약재 추출물 혼합 첨가에 따른 김치의 숙성과정 중 총균수의 변화는 Fig. 1에서 나타내었다. 총균수는 김치의 숙성이 진행됨에 따라 급속히 증가한 후 감소⁽¹²⁾ 하였는데, 김치 적숙기 부근인 숙성 15일경 대조구는 9.5×10^9 cfu/mL로 최고수준을 나타내었고, CL, LS, SG, GS 첨가구는 각각 1.95×10^9 , 1.04×10^9 , 4.8×10^8 , 4.4×10^8 cfu/mL를 나타낸 후 서서히 감소하였다. 특히 SG, GS 첨가구는 대조구에 비해 각각 1.3, 1.32 log₁₀ cycle 정도 균 성장이 억제되었다. 총균수의 감소는 숙성 10~15일 이후 생성된 산에 의한 생육억제에서 기인된 것이라 생각된다. 한약재 추출물 혼합 첨가에 따른 김치의 숙성과정 중 유산균수(Fig. 2)는 김치 숙성 초기부터 증가하기 시작하여 숙성 15일째 최고수준에 도달한 후 차차 감소하였다. 김치 적숙기인 15일째 대조구는 6.6×10^9 cfu/mL로써 최고수준에 도달하였는데 반해 SG, GS 첨가구의 유산균수가 현저

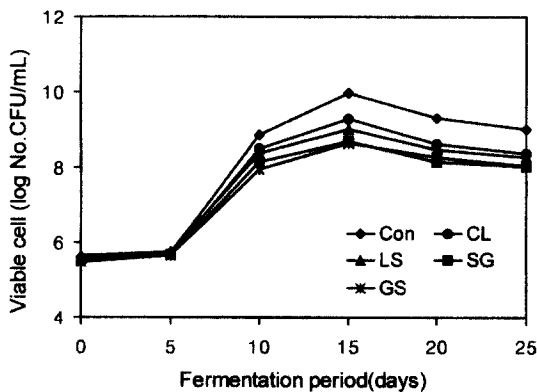


Fig. 1. Effect of mixed plants extract on growth of total bacteria during kimchi fermentation for 25 days at 10°C. *All abbreviations are same as Table 1.

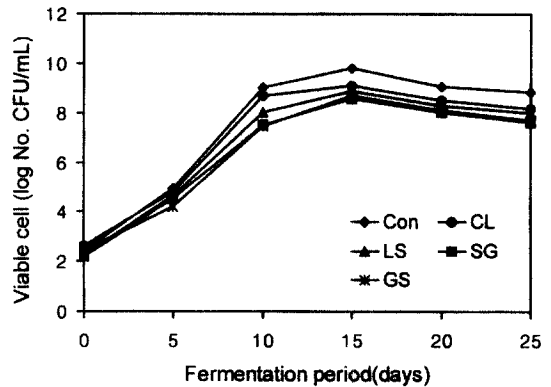


Fig. 2. Effect of mixed plants extract on growth of lactic acid bacteria during kimchi fermentation for 25 days at 10°C. *All abbreviations are same as Table 1.

히 적게 나타나 대조구에 비해 각각 1.24, 1.14 log₁₀ cycle 정도 균수가 억제되었다. 고삼 추출물 첨가구 단독 사용시에는 총균수, 유산균수에 대한 억제효과가 미비하였으나⁽⁶⁾, 혼합 사용시에는 그 단점을 보완하는 것으로 나타났다. 이것으로 보아 한약재 추출물의 혼합 첨가가 김치 유산균수 억제에 효과가 있는 것으로 보여지며, 특히 고삼·감초 추출물 혼합 첨가구와 감초·오미자 추출물 혼합 첨가구의 미생물 성장 억제효과가 더욱 뚜렷하여 김치의 숙성 기간을 연장시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

조직감

김치에 한약재 추출물을 혼합 첨가하여 숙성 중 조직감(경도)을 측정된 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 김치의 경도는 전반적으로 숙성초기에 증가하다가 점차 감소하는 경향을 보였는데, 이는 저장기간이 길어질수록 배추의 조직이 연화되기 때문인 것⁽¹³⁾으로 보고되었다. 김치의 경도는 적숙기 부근(pH 4.0~4.4)까지는 비교적 높게 나타나 대조구의 경도는 김치 숙성 10일 까지 증가 후 점차 감소하였으나, LS, SG 첨가구의 경우 숙성 15일까지 증가한 후 감소하였다. 이로써 한약재 추출물 혼합 첨가 김치의 조직감이 대체로 숙성 말기에도 대조구에 비해 견고한 것을 알 수 있으며, 특히 LS, SG 첨가구의 경도가 높게 나타났으며, 이는 LS, SG가 김치 조직을 연화시키는 미생물의 성장을 저해하기 때문인 것으로 사료된다. 이것은 김치 적숙기 이후에는 경도가 감소한다는 박 등⁽¹⁴⁾의 보고와는 일치하지 않는 것으로 나타났으며, 이것은 김치가 숙성됨에 따라 삼투압작용에 의해 염용액이 배추 유관속 내부로 침투하기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2. Effect of mixed plants extract on changes of texture during kimchi fermentation for 25 days at 10°C

Attribute	Samples	Fermentation period (days)					
		0	5	10	15	20	25
Hardness (×10 ⁷ dyne/cm ²)	Con	1.49 ^a	1.45 ^d	1.69 ^b	1.50 ^{cd}	1.45 ^b	1.38 ^{bc}
	CL	1.49 ^a	1.65 ^a	2.03 ^a	1.59 ^b	1.39 ^c	1.36 ^c
	LS	1.49 ^a	1.63 ^a	1.55 ^c	1.66 ^a	1.49 ^a	1.49 ^a
	SG	1.49 ^a	1.57 ^b	1.48 ^d	1.55 ^{bc}	1.49 ^a	1.48 ^a
	GS	1.49 ^a	1.51 ^c	1.50 ^{cd}	1.45 ^d	1.41 ^c	1.41 ^b

^{a,b}Mean within each column with no common superscripts are significantly different(P<0.05). * All abbreviations are same as Table 1.

색상 변화

김치 숙성 중 색상변화(Table 3)는 미숙기, 적숙기, 과숙기를 나타내는 기준이 되어 김치의 숙성도를 간접적으로 평가할 수 있으며⁽¹⁵⁾, 숙성 초기에는 밝은색을 띠다가 적숙기에는 고춧가루가 배춧잎에 스며들기 때문에 redness가 증가하였으며⁽¹⁶⁾, 과숙기에는 chlorophyll이 pheophytin으로 변하면서 잎조직이 손상되어 잎색깔이 적갈색으로 되어 어두워진다⁽¹⁷⁾. L값과 b값은 한약재 추출물 혼합 첨가구와 대조구에서 변화가 일정치 않았으나, a값은 증가 후 일정해지는 경향을 보였으며, LS 첨가구의 a값은 숙성 말기까지 계속 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 자초의 짙은 붉은색에 의한 것으로 생각되며, 전반적으로 한약재 추출물 혼합 첨가구가 무첨가구에 비해 a값이 낮게 나타났다.

Table 3. Effect of mixed plants extract on color changes of kimchi during fermentation for 25 days at 10°C

Color	Samples	Fermentation period (days)					
		0	5	10	15	20	25
L	Con	34.4	37.9	36.9	39.4	40.1	40.1
	CL	36.6	36.5	36.1	36.8	38.3	37.2
	LS	36.4	34.0	37.4	38.0	36.7	36.6
	SG	36.4	36.6	39.7	38.7	37.9	38.7
	GS	24.3	39.4	37.4	39.3	40.0	38.3
	a	Con	13.3	19.1	23.4	22.8	22.8
CL		18.2	18.7	20.0	21.5	21.0	21.9
LS		15.0	15.4	17.4	21.5	21.9	22.0
SG		19.7	18.0	20.9	23.4	20.6	19.6
GS		17.2	24.4	19.2	25.2	20.7	20.0
b		Con	21.0	27.3	23.7	30.2	31.0
	CL	25.6	25.1	22.9	26.1	25.3	27.4
	LS	21.2	21.0	24.5	27.0	27.2	28.8
	SG	25.2	24.8	25.0	29.5	27.0	28.1
	GS	24.9	30.0	24.9	31.0	28.0	27.7

*All abbreviations are same as Table 1.

관능적 특성

각각 다른 한약재 추출물 혼합액을 첨가하여 10°C에서 25일간 숙성시킨 김치의 관능적 특성은 Table 4에서 나타난 바와 같이 담금일과 숙성 5일에는 한약재 추출물 첨가 김치와 무첨가 김치간의 유의적인 차이를 거의 보이지 않았으며, 김치 적숙기를 나타낸 숙성 10~15일 부터 처리구간의 차이를 보이기 시작하였다. 김치의 관능적인 면에서 가장 중요한 요소의 하나인 신맛은 적숙기인 10~15일경에 대조구에 비해 한약재 첨가구에서 약하게 나타났다. 대조구에서는 숙성 10일 이후 신맛이 나기 시작하여 숙성 15일 이후에는 강하게 나타났으며, CL 첨가구를 제외한 한약재 추출물 첨가구에서는 숙성 15일째까지 신맛이 거의 느껴지지 않는 것으로 나타났다. 숙성 중 김치의 종합적인 맛은 한약재 고유의 향과 맛에 의해 숙성 전반에 걸쳐

Table 4. Effect of mixed plants extract on changes of sensory quality in kimchi during fermentation for 25 days at 10°C

Attributes	Samples	Fermentation period (days)					
		0	5	10	15	20	25
Sourness ¹⁾	Con	1.0 ^a	2.0 ^a	3.4 ^a	3.9 ^a	4.5 ^a	5.0 ^a
	CL	1.0 ^a	2.1 ^a	3.0 ^{ab}	3.7 ^a	4.5 ^a	4.7 ^{ab}
	LS	1.0 ^a	1.9 ^a	3.0 ^{ab}	3.1 ^{bc}	4.3 ^a	4.7 ^{ab}
	SG	1.0 ^a	1.9 ^a	2.7 ^b	3.3 ^b	4.3 ^a	4.5 ^b
	GS	1.0 ^a	2.1 ^a	2.7 ^b	2.9 ^c	4.3 ^a	4.5 ^b
	Overall acceptability ²⁾	Con	3.7 ^a	3.3 ^a	3.3 ^a	2.5 ^a	1.7 ^a
CL		2.0 ^c	2.5 ^b	2.2 ^b	2.8 ^a	1.7 ^a	1.3 ^a
LS		2.3 ^c	2.1 ^b	2.1 ^b	1.8 ^b	1.4 ^a	1.3 ^a
SG		2.9 ^b	2.1 ^b	2.1 ^b	1.7 ^b	1.4 ^a	1.3 ^a
GS		2.2 ^c	2.3 ^b	2.0 ^b	1.7 ^b	1.4 ^a	1.5 ^a

¹⁾Sourness 1: very weak 2: weak 3: moderate 4: strong 5: very strong.

²⁾Overall acceptability 1: very poor 2: poor 3: moderate 4: good 5: very good.

^{a,b}Mean within each column with no common superscripts are significantly different (P<0.05).

*All abbreviations are same as Table 1.

대조구와 비슷하거나 약간 떨어지는 경향을 나타내었다. 김치의 맛은 오미자 단독 첨가구의 경우 특유의 이취로 인해 기호성이 떨어지는 등⁶⁾의 단점이 있었으며, 고삼 첨가구는 쓴맛⁶⁾을 비롯하여 한약재 고유의 맛과 향으로 인해 종합적인 맛에 대한 기호도는 감소하였다. 한약재 추출물의 혼합 첨가로 인해 김치의 신맛이 약하게 나고 미생물 억제효과는 증가하나 한약재의 정향 성분이 김치의 맛에 영향을 끼치므로 이러한 문제점을 개선할 수 있는 방법이 개발된다면 이들 한약재 사용으로 김치의 숙성은 뚜렷이 지연될 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

울금과 자초, 자초와 고삼, 고삼과 감초, 감초와 오미자 추출물 혼합액 1% 첨가가 배추김치의 보존성 향상에 미치는 영향을 10°C에서 25일간 숙성시키면서 조사하였다. 김치의 pH와 산도는 숙성이 진행됨에 따라 급격히 감소, 증가하는 경향을 나타내었는데, 한약재 추출물을 혼합 첨가한 김치는 대조구에 비해 이의 속도가 매우 완만하게 나타났다. 특히 SG, GS 첨가구의 pH 감소속도와 산도 증가속도는 매우 느려 pH는 숙성 20일경 각각 4.19, 4.16을 나타내었고, 산도는 0.62, 0.64%를 나타내었다. 미생물 변화는 한약재 추출물 혼합 첨가구가 대조구에 비해 균 성장을 크게 억제시켰으며, 특히 GS, SG 첨가 김치는 저속기인 숙성 15일째 대조구에 비해 총균수는 각각 1.3, 1.32 log₁₀ cycle, 유산균수는 1.24, 1.14 log₁₀ cycle 정도 억제되었다. 김치의 신맛은 김치 저속기인 10~15일경 대조구에 비해 한약재 추출물 첨가구에서 약하게 나타났으며, 종합적인 맛은 한약재 고유의 향과 맛으로 인해 전반적으로 나쁘게 나타나 이를 보완하기 위한 연구가 수행되어야 할 것으로 보여진다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 과학기술처 선도기술개발과제(전통발효식품의 과학화 연구: 김치의 보존성증진에 관한 연구) 연구비 지원에 의하여 수행된 결과임.

문 헌

1. Cheigh, H.S.: Critical review on biochemical character-

- istics of *kimchi* (in Korean). *J. East Society of Dietary Life.*, **5**(2), 89-101 (1995)
2. Lee, S.K., Shin, M.S., Jeong, D.Y., Hong, Y.H. and Lim, H.S.: Changes of *kimchi* contained different garlic contents during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(1), 68-74 (1984)
3. Kim, K.O. and Kim, W.H.: Changes in properties of *kimchi* prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(3), 324-330 (1994)
4. Kim, S.J. and Park, K.H.: Antimicrobials activities of the extracts of vegetable *kimchi* stuff (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(2), 216-220 (1995)
5. Lee, S.H. and Choi, W.J.: Effect of medicinal herbs' extracts on the growth of lactic acid bacteria isolated from *kimchi* and fermentation of *kimchi* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* (in press)
6. Park, U.Y., Chang, D.S. and Cho, H.R.: Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extracts (in Korean). *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **21**(1), 91-96 (1992)
7. FDA, Part 182, Substances generally recognized as safe, 21 CFR ch.1 (4-189 edition) (1989)
8. Lee, S.H., Choi, W.J. and Im, Y.S.: Effect of *Schizandra chinensis* (Omija) extract on the fermentation of *kimchi* (in Korean). *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **25**(2), 229-234 (1997)
9. Vanderzant, C. and Splittstoesser, D.F.: Compendium of methods for the microbiological examination of foods., 3Ed. American Health Association., p.150 (1992)
10. Kim, S.D., Kim, M.H. and Kim, I.D.: Effect of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi* (in Korean). *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**(6), 907-914 (1996)
11. Song, M.S., Lee, Y.J., Cho, S.S. and Kim, B.C.: Analysis data of statistics by SAS. Freedom academy (1993)
12. Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**(4), 443-450 (1984)
13. Lee, C.H., Hwang, I.J. and Kim, J.K.: Macro-and micro-structure of chinese cabbage leaves and their texture measurements (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**(6), 742-748 (1988)
14. Park, H.J., Kim, S.I., Lee, Y.K. and Han, Y.S.: Effect of green tea on *kimchi* quality and sensory characteristics (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **10**(4), 315-321 (1994)
15. Lee, M.H., Jun, H.K. and No, H.K.: Color measurement of *kimchi* juice for quality at low temperature (in Korean). *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **21**(6), 677-680 (1992)
16. Ryu, B.M., Jeon, Y.S., Song, Y.S. and Moon, G.S.: Physicochemical and sensory characteristics of anchovy added *kimchi* (in Korean). *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**(3), 460-469 (1996)
17. Gnanasekharn, V., Shewfelt, R.L. and Chinnan, M.S.: Detection of color changes in green vegetables. *J. Food Sci. Technol.*, **57**(1), 149-154 (1992)

(1998년 5월 12일 접수)