

## 김치의 보존성 증진을 위한 자초·감초의 혼합 첨가와 Chitosan 침지 효과

이신호·조옥기

대구효성가톨릭대학교 식품공학과

### Effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and Dipping of Chitosan on Shelf-life of Kimchi

Shin-Ho Lee and Ok-Ki Jo

Department of Food Science and Technology, Catholic university of Taegu Hyosung

#### Abstract

The studies were carried out to investigate effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* 3% (LG) with and without dipping of salted chinese cabbage in 1% chitosan solution(LGDC) on fermentation of *kimchi* at 10°C during 25 days. The pH and titratable acidity of *kimchi* with LG and LGDC were higher and lower, respectively, than that of control. Viable cells of total bacteria, lactic acid bacteria, *Leuconostoc* sp. and *Lactobacillus plantarum* in *kimchi* added with LG and LGDC were shown inhibitory effect about 1.6~2.1, 1.2~2.9, 0.8~2.2, 0.7~1.6 log<sub>10</sub> cycle, respectively. Specially *Leuconostoc* sp. and *L. plantarum* was very inhibited than in control from 0 day. The sour taste of LG and LGDC added *kimchi* was changed more slowly than that of control during fermentation of *kimchi*. But flavor, color and overall acceptability did not show significant difference(P<0.05) between treatments. The shelf-life of LGDC added *kimchi* was extended over 10 days compared with control.

Key words: *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis*, chitosan, *Kimchi*

## 서 론

김치는 우리 나라 전통 발효 식품으로써 장내 정장 작용이 있어 김치를 섭취함에 따라서 장내 유해균이 감소한다고 보고되는 식품으로써<sup>(1)</sup>, 최근 유티나 인스턴트 식품의 소비가 늘어남에 따라 점차 담백하고 단순한 형태의 제품으로 변해가고 있다.

사회의 발달로 인해 공장김치를 구매하는 경향이 두드러지고 있으며, 수출 등 김치의 공장 생산이 보편화됨에 따라 김치의 시어지는 속도를 지연시켜 저장성을 증대시키기 위한 방안을 강구하고 있으며, 이러한 방법으로써 한약재<sup>(2)</sup>와 향신료<sup>(3)</sup> 등 수습 종의 천연물들과 수산가공폐기물 및 해조류로부터 항균성 물질 검색<sup>(4)</sup> 등이 연구되고 있다. 자초와 감초의 에탄올 추출물은 항암작용 등의 항균력을 가지는 동시에 맛과

냄새도 좋은 것으로 판단되고 있어 광범위하게 이용되고 있다<sup>(5,6)</sup>.

Chitosan은 갑각류의 껍질, 연체동물의 골격과 껍질 등에 함유된 것으로 항균작용, 항암작용 및 콜레스테롤 저하작용<sup>(7,8)</sup>, 고혈압 억제 작용<sup>(9)</sup> 뿐만 아니라, 식이 섬유로서 사용이 가능하며, film 형성능이 있어<sup>(10)</sup> 식품의 포장재로써도 사용이 가능하며, 중금속 등의 흡착 능력과 음료수의 청정효과가 높은 것으로 보고되고 있다.

이와 같이 chitosan의 기능은 매우 다양한 반면, 체내흡수율이 극히 미약하여 식품 보존제로써의 이용은 제한되고 있어 체내 흡수가 용이한 올리고당으로 전환 후 사용할 필요성이 제시되고 있다<sup>(7)</sup>. 이 등<sup>(11)</sup>에 의하면 chitosan을 김치에 첨가했을 때 김치의 숙성정도를 어느 정도 억제시키며 색상의 개선효과도 가져온다고 보고한 바 있으며, 분자량이 큰 chitosan에 비해 분자량이 10,000~40,000인 chitosan의 항균력이 더 큰 것으로 보고<sup>(12,13)</sup>되었다. 본 실험에서는 천연물질을 이용하여 김치의 보존성을 연장시키기 위한 방안으로서

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

자초와 감초의 혼합첨가와 저분자 chitosan의 이용효과를 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

배추는 개체당 2.5 kg 내외의 김장용 결구배추 사용, 소금은 천일염, 멸치젓은 액체육젓(하선정 식품)을 사용하였다. 자초, 감초는 대구 약령시장에서 건조상태의 것을 구입하여 95% 에탄올 9배량을 가하여 추출한 후 감압증발 농축기(Heidolph WB 2000, Germany)를 이용하여 1/9배량으로 농축하여 사용하였다<sup>(14)</sup>. Chitosan은 알파 키토산((주)바이오테크: 분자량 약  $3.7 \times 10^6$ )을 사용하여 1% lactic acid 용액에 chitosan 1%를 완전히 용해시켜 사용하였다.

### 김치 제조

배추를 4등분하여 10% 소금물에 절인 후 탈수, 제조하였으며, 김치양념은 이 등<sup>(14)</sup>에 준하였다. Chitosan 침지구는 배추를 절임·탈수시켜 1% chitosan 수용액에 30분간 침지한 후 자초와 감초(1:1) 추출물 혼합액을 절임 배추 무게의 3% 수준으로 첨가하였으며, 대조구와 chitosan 용액에 침지시키지 않고 자초와 감초(1:1) 추출물 혼합액 3%만 첨가한 김치와 비교하였다. 김치는 담금 후 P·P용기에 300 g씩 넣어 24시간 예비숙성(4°C)시킨 후 10°C에서 25일간 숙성시키면서 실험하였다.

### pH 및 산도측정

김치 시료 처리는 이 등<sup>(14)</sup>의 방법에 준하였으며, homogenizer로 마쇄하여 김치 여액을 사용하여 pH는 pH meter (ion analyzer 150, Corning, USA)로 측정하였고, 산도는 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 소비량을 lactic acid %로 환산하였다<sup>(15)</sup>.

### 미생물 변화

멸균 거즈로 걸러낸 김치 여액을 사용하여 총균수는 plate count agar (Difco, USA), 유산균수는 sodium azide 0.02%를 함유한 MRS agar를 이용하여 37°C에서 48시간 배양 후 나타난 colony 수를 계측하였다.

*Leuconostoc* sp.과 *L. plantarum* 수는 bromophenol blue를 0.002% 넣은 MRS agar를 이용하여 30°C에서 48시간 배양 후 한 등<sup>(16)</sup>의 방법에 준하여 colony를 계측하였다.

### 색상 측정

마쇄한 김치여액을 색차계(CR 200 Minolta, Japan)로 3회 반복 측정하였으며 측정값은 L, a, b값으로 표시하였다.

### 관능검사

관능검사는 신맛, 향, 조직감(아삭아삭한 정도), 색깔, 종합적인 맛에 대하여 관능요원 10명 대상으로 하였으며 5점 채점법으로 평가하여 Statistical Analysis System (SAS) Package의 Duncan's multiple range test<sup>(17)</sup>로 분산 분석하여 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 김치의 pH 변화와 적정산도의 변화

김치 숙성 중 pH 변화는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 김치 담금 초기의 pH는 무첨가구에 비해 자초·감초 추출물 혼합액 3% 첨가구(LG)와 chitosan 용액에 침지한 후 한약재 3% 첨가구(LGDC)에서 낮게 나타났으며, 김치 숙성 5일 이후부터 pH는 처리구에 따라 두드러지게 차이가 나기 시작하였다. 숙성 10일경 무첨가구는 4.18, LG군은 4.68, LGDC군은 4.96으로 나타났던 등<sup>(18)</sup>의 보고를 기준으로 할 때, 대조구의 최대 적속기는 숙성 10일 부근으로 나타난 반면, LG군은 숙성 25일째 pH 4.2로써 적속기를 나타내었고, chitosan용액 침지구인 LGDC군은 숙성 25일경에도 pH가 4.32

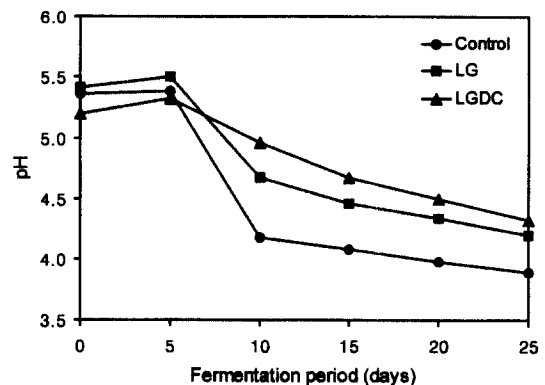


Fig. 1. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on pH changes of kimchi during fermentation for 25 days at 10°C. LG: *Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis* (1:1) 3%, LGDC: Dipping in 1% of chitosan solution+*Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis* (1:1) 3%.

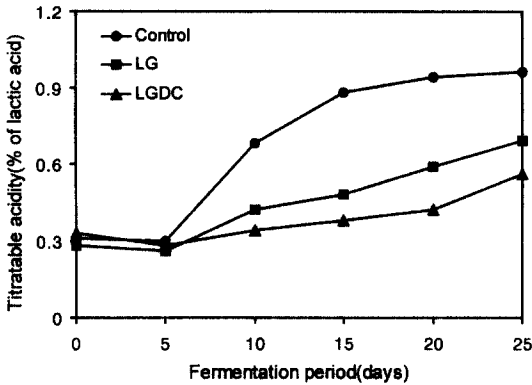


Fig. 2. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on titratable acidity changes of kimchi during fermentation for 25 days at 10°C.

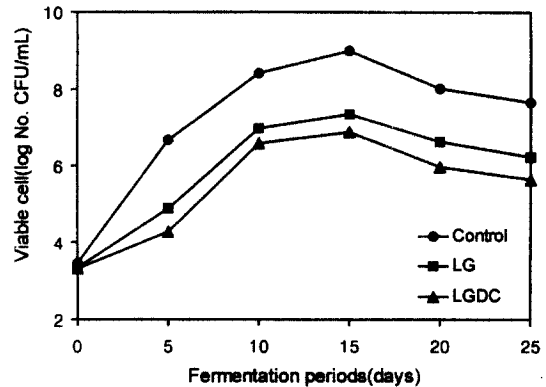


Fig. 3. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on growth of total bacteria in kimchi during fermentation for 25 days at 10°C.

을 나타내었다. 따라서 pH를 기준으로 할 때 LG군과 LGDC김치는 대조구에 비해 저장기간을 10~15일 정도 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다. 김치 숙성 중 총 산도의 변화(Fig. 2)는 김치 담금 초기에는 각 처리구간에 거의 차이가 없었으나, 김치의 숙성이 진행됨에 따라 점차 차이가 나기 시작하였다. 김치 숙성 10일째 대조구는 0.68%, LG군은 0.42%, LGDC군은 0.32%를 나타내어 무첨가구는 숙성 9일경 적숙기를 보였으며<sup>(18)</sup>, LG군은 숙성 20일경에 산도가 0.59%로 김치의 적숙기에 이르렀는 반면, chitosan 침지 후 3% 첨가구인 LGDC군은 숙성 25일경에도 총산도가 0.56%에 불과하여, 산도를 기준으로 할 때 LG군은 김치의 저장기간을 10일 이상, LGDC군은 김치의 저장기간을 15일 이상 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

미생물 변화

김치 숙성 과정 중 총균수의 변화는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 김치 담금 이후부터 처리구간에 뚜렷한 차이를 보이기 시작하여, 숙성 15일경에는 무첨가구가  $9.8 \times 10^8$  cfu/mL로써 최대치를 나타내었으며, LG군은  $2.3 \times 10^7$ , LGDC군은  $7.6 \times 10^6$  cfu/mL로써 대조구에 비해 각각 1.6, 2.1 log<sub>10</sub> cycle 정도 낮게 나타났다. 또한 김치의 숙성이 진행됨에 따라 그 차이는 더욱 크게 나타나 이들 처리에 의해 김치 숙성이 뚜렷이 지연되는 것을 알 수 있었다. 유산균수의 변화(Fig. 4)는 총균수와 비슷한 경향을 보이면서 김치 숙성이 진행되는 동안 증가하였는데, 김치 담금일에는 대조구의 균수가  $2.1 \times 10^3$  cfu/mL, LG구가  $1.3 \times 10^3$  cfu/mL, LGDC구가  $2.9 \times 10^2$  cfu/mL로 나타난 것을 보아 chitosan 침

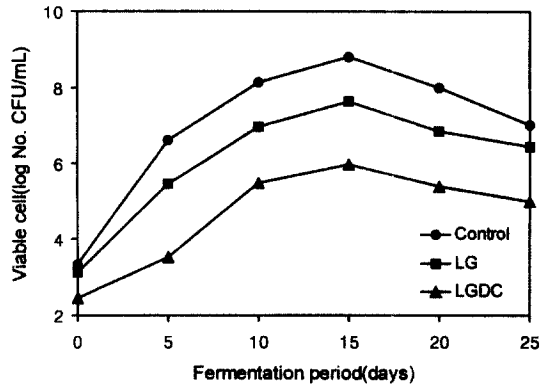


Fig. 4. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on growth of lactic acid bacteria in kimchi during fermentation for 25 days at 10°C.

지가 김치 담금 초기부터 유산균을 특이적으로 저해하는 능력이 있는 것으로 추정되었다. 숙성 15일에는 유산균수가 최대치로 나타나 대조구의 경우는  $6.3 \times 10^8$  cfu/mL로써 최대치를 보였고, LG군은  $4.4 \times 10^7$ , LGDC군은  $9.5 \times 10^5$  cfu/mL을 보여 대조구에 비교하여 뚜렷한 억제 현상을 나타내었다. *Leuconostoc* sp.는 heterofermentative LAB로써 김치 발효 초기에 활발히 증식하여 젖산, 초산 등과 ethanol을 생성하고 CO<sub>2</sub>를 발생하며, *L. plantarum*은 김치 숙성 초기부터 말기까지 꾸준히 증가하며 주로 김치의 산패에 관여하는 균으로<sup>(19)</sup> 김치 숙성 중 *Leuconostoc* sp. 균수의 변화는 Fig. 5에서 나타난 바와 같다. 균수는 담금일부터 차이를 보이기 시작하여 숙성 10~15일경 최대치를 나타내었는데, 이때 대조구는 숙성 10일에  $8.1 \times 10^7$  cfu/mL, LG군과 LGDC군은 각각 숙성 15일째  $7.2 \times 10^6$ ,  $1.7 \times$

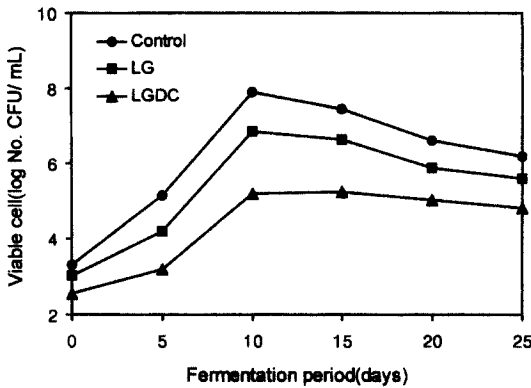


Fig. 5. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on growth of *Leuconostoc* sp. in kimchi during fermentation for 25 days at 10°C.

10<sup>5</sup> cfu/mL를 나타낸 후 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향을 보였는데, 균 성장 최대치를 대조구와 비교시 LG균은 약 1.1 log<sub>10</sub> cycle, LGDC균은 약 2.2 log<sub>10</sub> cycle 정도 균 성장을 억제시키는 것으로 나타났다. *L. plantarum*(Fig. 6)은 김치 담금일 대조구의 균수는 3.8×10<sup>3</sup> cfu/mL, LG는 2.4×10<sup>3</sup> cfu/mL인데 비해, LGDC는 3.0×10<sup>2</sup> cfu/mL로써 대조구에 비해 약 1.1 log<sub>10</sub> cycle의 초기 균수 억제를 보였으며, *L. plantarum*은 김치 숙성이 진행되는 동안 계속 증가하는 경향을 보여 민<sup>(8,19)</sup>의 보고와 거의 일치하였다. 김치 숙성 25일째 대조구는 4.0×10<sup>7</sup> cfu/mL, LG와 LGDC는 각각 9.5×10<sup>6</sup>, 1.0×10<sup>6</sup> cfu/mL을 보여 각각 0.5, 1.5 log<sub>10</sub> cycle 정도의 *L. plantarum* 증식 억제 효과가 있는 것으로 나타났다.

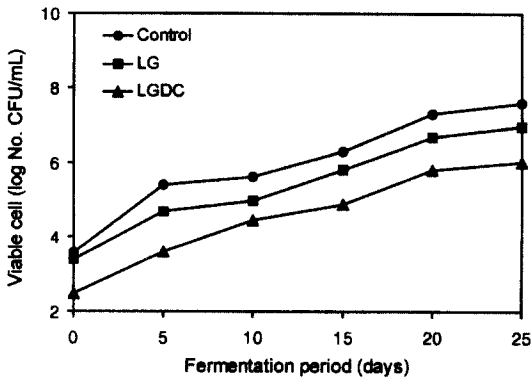


Fig. 6. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on growth of *Lactobacillus plantarum* in kimchi during fermentation for 25 days at 10°C.

Table 1. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on color changes of kimchi during fermentation for 25 days at 10°C

Color value	Treatment	Fermentation period(days)					
		0	5	10	15	20	25
L	Con	35.27	35.82	36.90	36.53	35.74	34.89
	LG	32.70	31.98	34.28	33.20	32.36	31.88
	LGDC	31.38	30.62	32.16	30.97	30.23	30.43
a	Con	14.42	14.03	13.15	13.68	14.02	13.64
	LG	14.00	13.20	12.48	12.94	13.56	13.08
	LGDC	12.78	12.02	11.24	11.46	12.37	12.21
b	Con	23.62	21.44	21.49	24.48	24.89	21.07
	LG	19.85	18.06	17.24	18.54	19.20	18.46
	LGDC	17.88	16.94	15.52	17.60	18.33	17.74

LG: *Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis* (1:1) 3%, LGDC: Dipping in 1% of chitosan solution+*Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis* (1:1) 3%.

색상의 변화

김치 숙성과정 중 색상(lightness, redness, yellowness) 변화는 Table 1에서 보는 바와 같다. 색상 측정은 마쇄한 김치 여액을 이용하여 측정하였는데, L, a, b값은 김치 숙성 전반에 걸쳐 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 자초·감초 추출물 혼합액 3% 첨가구(LG)와 chitosan 침지 후 혼합 한약재 첨가구(LGDC)는 대조구에 비해 L, a, b값이 모두 낮게 나타났다. 자초와 감초 혼합 첨가 김치에서 chitosan 용액의 침지로 인해 김치의 숙성을 더욱 지연시킬 수 있으나, 이들을 첨가함으로써 색택 개선 효과는 기대하기 어려울 것으로 판단되었다. 이는 배추 조직이 chitosan으로 코팅되어 고춧가루 등의 색소 성분이 조직 내부로 침투하지 못했기 때문인 것으로 사료되며, 이 부분에 대한 연구는 앞으로도 지속되어야 할 것으로 생각된다.

관능적 품질 변화

숙성기간에 따라 처리를 달리한 김치의 관능적인 특성 변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. 김치 저장시 가장 중요한 변화 요인의 하나인 신맛의 경우를 보면 대조구는 숙성 10일 이후 신맛을 나타내기 시작하여 자초·감초 추출물 혼합액 3% 첨가구(LG)는 숙성 20일 이후, chitosan 용액에 침지 후 혼합 한약재 첨가구(LGDC)는 숙성 25일 이후에야 각각 신맛이 나기 시작하였다. 이상의 결과와 앞의 pH, 산도 및 미생물 변화에 대한 경향을 종합해 볼 때, LG균과 LGDC균은 김치의 저장기간을 10일 이상 연장시킬 수 있는 것으로 보여진다. 향과 색택 비교시 김치 숙성 전반에 걸쳐 대조구와 첨가구 사이에는 거의 차이를 보이지

**Table 2. Mixed effects of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and dipping in chitosan solution (1%) on sensory quality changes of kimchi during fermentation for 25 days at 10°C**

Attributes	Treatment	Fermentation period (days)					
		0	5	10	15	20	25
Sourness <sup>1)</sup>	Con	1.0 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>
	LG	1.0 <sup>a</sup>	1.5 <sup>b</sup>	2.4 <sup>b</sup>	2.8 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>
	LGDC	1.0 <sup>a</sup>	1.4 <sup>b</sup>	2.0 <sup>b</sup>	2.3 <sup>c</sup>	3.0 <sup>c</sup>	3.2 <sup>c</sup>
Flavor <sup>2)</sup>	Con	2.7 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>
	LG	2.5 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	3.5 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>
	LGDC	2.5 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>
Color <sup>2)</sup>	Con	3.0 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>
	LG	2.7 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>
	LGDC	2.7 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	3.5 <sup>b</sup>	3.5 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>
Overall acceptability <sup>2)</sup>	Con	2.6 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>
	LG	2.2 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
	LGDC	2.2 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>

LG: *Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis* (1:1) 3%. LGDC: Dipping in 1% of chitosan solution+*Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis* (1:1) 3%.

<sup>1)</sup>Sourness 1: very weak 2: weak 3: moderate 4: strong 5: very strong.

<sup>2)</sup>Flavor · Color · Overall acceptability 1: very poor 2: poor 3: moderate 4: good 5: very good.

<sup>a-c</sup>Mean within each column with no common superscripts

않았으며, 김치의 종합적인 맛을 비교해 보면 대조구와 LG군, LGDC군간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해볼 때, 배추를 chitosan 용액에 침지한 후 김치 담금 한 것은 한약재 추출물 혼합액만 첨가한 것보다 김치의 숙성기간을 더욱 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

**요 약**

한약재 혼합 효과와 chitosan 병용효과가 김치의 보존성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 자초·감초 추출액 혼합 첨가(LG)와 절임 배추를 1% chitosan 용액에 침지 후 혼합 한약재를 첨가한 김치(LGDC)를 10°C에서 25일간 발효시키면서 김치의 특성을 검토하였다. 김치 숙성 중 pH, 산도 총균수, 유산균수, 유산균 분포의 변화, 설택, 기호성을 대조구와 비교한 결과, LG군과 LGDC군은 대조구와 비교시, pH 감소속도는 완만하였고, 산도증가도 더 낮게 나타났으며, 총균수, 유산균수, *Leuconostoc* sp., *L. plantarum* 균수의 증식은 억제되었으며, LGDC군은 그 효과가 더욱 크게 나타났다.

특히 *Leuconostoc* sp., *L. plantarum*과 김치 유산균에 대해 초기부터 높은 억제능을 나타내었으며 이로

써 chitosan에 대한 유산균 특이성에 대한 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 사료되었다. 김치의 관능검사 결과 신맛은 대조구에 비해 낮게 나타났으며 향, 종합적 기호도 등은 대조구와 뚜렷한 차이를 보이지 않아 자초, 감초 및 chitosan은 김치 숙성을 지연시키지 위한 첨가제로서 적당한 것으로 나타났다.

**문 헌**

1. Lee, K.E., Choi, U.H. and Ji, G.E.: Effect of kimchi intake on composition of human large intestinal bacteria (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**(5), 981-986 (1996)
2. Kim, S.J. and Park, K.H.: Antimicrobial activities of the extracts of vegetable kimchi stuff (in Korean). *Korean J. Food Technol.*, **27**(2), 216-220 (1995)
3. Park, W.P. and Kim, Z.U.: The effect of spices on the kimchi fermentation(in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**(3), 235-241 (1991)
4. Cho, S.Y., You, B.J., Chang, M.H., Lee, S.J., Sung, N.J. and Lee, E.H.: Screening for antimicrobial compounds in unused marine resourced by the paper disk method (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**(2), 261-265 (1994)
5. Park, U.Y., Chang, D.S. and Cho, H.R.: Antimicrobial effect of Lithospermi radix (*Lithospermum erythrorhizon*) extract (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nurt.*, **21**(1), 97-100 (1992)
6. Jang, M.S. and Moon, S.W.: Effect of Licorice root (*Glycyrrhiza uralensis* Fisher) on dongchimi fermentation (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nurt.*, **24**(5), 744-751 (1995)
7. Jeon, Y.J. and Kim, S.K.: Antitumor, antibacterial and calcium absorption acceleration effects of chitosan oligosaccharides prepared by using ultrafiltration membrane enzyme reactor (in Korean). *Korean J. Chitin, Chitosan*, **2**(3), 60-78 (1997)
8. Kim, S.K. and Lee, E.H.: Food industrial applications of chitin and chitosan (in Korean). *Korean J. Chitin, Chitosan*, **2**(4), 43-59 (1997)
9. Kim, S.K. and Lee, E.H.: Manufacturing technigues and development trends of chitin, chitosan and their oligosaccharides (in Korean). *Korean J. Chitin Chitosan*, **2**(1), 66-90 (1997)
10. Klenzie-sterzer, C.A., Rodriguez-Sandhez, D. and Rha, C.: Mechanical properties of chitosan film: Effect of solvent acid. *Macromol. Chem.*, **183**, 1353 (1982)
11. Lee, S.H. and Cho, O.K.: The effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* and chitosan on shelf-life of kimchi (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nurt.*, (in press)
12. Cho, H.R.: Antimicrobial activity and food preservative function of a low molecular weight chitosan (in Korean). *Ph.D. Thesis*, Pukyong National Fisheries Univ. Pusan, Korea (1989)
13. Kim, K.O., Moon, H.A. and Jeon, D.W.: The effect of low weight chitosans on the characteristics of kimchi

- during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**(3), 420-427 (1995)
14. Lee, S.H., Choi, W.J. and Im, Y.S.: Effect of *Schizandra chinensis* (Omija) effect on the fermentation of *kimchi*. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **25**(2), 229-234 (1997)
15. Vanderzant, C. and Splittstoesser, D.F.: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3Ed., American Health Association, p.150 (1992)
16. Han, H.U. and Park, H.K.: Differential count of lactic acid bacterial genera on bromophenol blue medium. *Inha University Fundamental Science Research Institute*, **12**, 89-94 (1991)
17. SAS: SAS/STAT Guide for personal computers, version 6Ed. SAS Institute Inc., NC, p.378 (1985)
18. 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)
19. Park, K.Y. and Cheigh, H.S.: Kimchi and nitrosamines (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nurt.*, **21**(1), 109-116 (1992)
- 

(1998년 8월 7일 접수)