

## 김치의 보존성 증진을 위한 자초·감초추출물의 혼합 첨가와 Chitosan의 복합효과에 관한 연구

이신호<sup>†</sup> · 조옥기

대구효성가톨릭대학교 식품공학과

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

Shin-Ho Lee<sup>†</sup> and Ok-Ki Cho

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, Kyongsan 712-702, Korea

#### Abstract

The studies were carried out to investigate the mixed effects of medicinal herbs, such as *Lithospermum erythrorhizon* and *Glycyrrhiza uralensis*(LG), and LG with chitosan(LGC) on shelf-life of kimchi fermented at 10°C for 25 days. During the fermentation, pH was more slowly lowered in LG(1%, 3%) and LGC treatments than in control. Titratable acidity of these treatments was slightly lower than that of control. Viable cells of total bacteria and lactic acid bacteria in kimchi added with LG(3%) and LGC showed inhibitory effects about 1.2~1.6, 1.3~1.8 log<sub>10</sub> cycle. The sour taste of kimchi added with LG or LGC was changed more slowly than that of control during fermentation for 25 days at 10°C. But flavor, color and overall acceptability did not show significant differences( $p<0.05$ ) among treatments. The color of kimchi added with LG was improved significantly by adding of 1% chitosan. The shelf-life of kimchi added with LGC was extended about 10 days than control.

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

#### 서 론

김치는 담금시부터 천연적으로 존재하는 미생물의 작용으로 발효가 진행됨에 따라 젖산 등 각종 유기산이 증가하여 신맛을 띠게 된다. 이를 유산균의 작용을 억제하여 김치의 보존성을 증진시키기 위해 천연물을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 감초는 두류(콩과; *Leguminosae*)에 속하는 것으로 항염증 작용, 해독작용, 항virus 작용 등의 약리 작용이 있으며(1), 표면은 섬유성을 나타내며 황백색으로(2) 이미 천연 보존제로 써의 효과가 인정되고 있다(3). 자초는 지치과(*Boraginaceae*)에 속하며 길이 10~15cm, 굵기 0.5~1.5cm 정도의 다년생 초본식물인 지치의 뿌리로 써 외피는 적홍색 또는 흑자색으로 세로로 흄이 깨어 있고, 쭈글쭈글하며 앓고, 그 맛은 달고 짜고 차며 특이한 맛을 내는 것으로(4) 항종양 작용 등 각종 생리작용을 가진다(5). Chitosan은 glucosamine(GlcN)의  $\beta$ -1,4 다당체로 써 캐, 새

우 등 갑각류의 껌질, 곤충류의 cuticle층, 오징어나 krill과 같은 연체동물의 골격과 껌질 등에 함유된 것으로 chitin을 탈아세틸화하여 제조하며(6) 항균작용, 항암작용 및 면역활성 증강작용(7-9) 이외에도 중금속 흡착 능력 등 유해물질의 흡착능력(10-12)도 이미 보고된 바 있으며 이미 그 안정성도 인정되고 있다. 본 실험에서는 김치의 보존성을 연장시키기 위한 방안으로서 항균력을 가지고 있다고 보고된 자초와 감초 애탄을 추출물의 혼합첨가 효과와 이로 인한 김치 색상의 변화를 최소화하고 김치의 보존효과를 증진시키기 위하여 저분자 chitosan의 이용효과를 검토하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

김치담금에 사용된 배추는 결구배추로서 개체당 2.5kg 내외의 것, 소금은 천일염, 멸치것은 액체육젓(하선

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

정 식품)을 사용하였다. 자초, 감초는 대구 약령시장에서 구입하여 세척한 후 말린 것에 95% ethanol 9배량을 넣고 간접증발농축기(Heidolph WB 2000, Germany)를 이용하여 1/9로 농축하여 사용하였다(13). Chitosan은 분자량  $3.7 \times 10^4$  정도인 알파 키토산((주)바이오테크)을 사용하였다.

### 김치 담금

배추를 4등분하여 10% 소금물에 18시간 동안 절인 후 세척하여 3시간 탈수시켰고, 김치의 양념은 이 등(13)의 방법에 준하여 혼합하여 사용하였다. 자초·감초 애탄을 추출물 혼합액(1:1)을 절임배추 무게의 각각 1%, 3% 수준으로 첨가하고, chitosan 첨가구는 한약재 혼합액 3%에 chitosan powder 1%를 복합 첨가한 후 김치를 제조하여 95% 애탄을 첨가한 대조구와 비교, 실험하였다.

### pH 및 산도측정

300g의 김치에 멸균 중류수 100ml를 넣은 후 homogenizer로 마쇄하여 거즈로 걸러낸 김치 여액을 사용하여 pH는 pH meter/ion analyzer 150, Corning, USA)로 측정하였고, 산도는 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 digital burette(kartell, technotrade)으로 적정한 소비량을 lactic acid %로 환산하였다(14).

### 미생물 변화

멸균 상태로 걸러낸 김치 여액을 0.1% peptone용액으로 적정 회석하여 총균수는 plate count agar(Difco), 유산균수는 sodium azide 0.02%를 함유한 MRS agar를 이용하여 37°C에서 48시간 배양 후 나타난 colony수를 계측하였다. *Leuconostoc* sp.과 *L. plantarum* 수는 한과 박(15)의 방법에 준하여 측정하였다.

### 색상 측정

Homogenizer로 마쇄한 김치 여액 50ml를 일정한 크기의 petri 접시에 담아 색차계(CR 200, Minolta, Japan)로 3회 반복 측정하여 L, a, b값으로 표시하였다.

### 관능검사

관능검사는 10명의 관능요원에 의해 신맛, 향, 색깔, 종합적인 맛에 대하여 5점 체점법으로 평가하여 Statistical Analysis System(SAS) Package의 Duncan's multiple range test(16)로 분산 분석하여 유의성을 검

정하였다.

## 결과 및 고찰

### 김치의 pH와 적정산도 변화

자초·감초 추출물 혼합액 1%, 3% 첨가와 3% 첨가군에 chitosan 1%를 혼합 첨가한 김치 숙성 중 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 김치 숙성이 진행됨에 따라 유산균이 생성하는 산에 의해 pH는 점차 감소하여 숙성 10일경 대조구의 pH는 4.12, 추출물 혼합 1% 첨가구(LG-1)는 4.28, 3% 첨가구(LG-3)는 4.49, 자초·감초 3%와 chitosan 1%의 복합 첨가구(LGC)는 4.56으로써 대조구에 비해 pH 감소가 완만한 경향을 나타내었다. 산도(Fig. 2)는 담금일에는 대체로 비슷한 경향을 보였으나, 김치 숙성 10일경 대조구의 산도는 0.78%, LG-1 첨가구는 0.54%, LG-3 첨가구는 0.42%, LGC 첨가구는 0.38%로써 각 처리구간 뚜렷한 차이를 나타내었다. 김치 적숙기의 산도가 0.6% 부근이라는 민과 권(17)의 보고를 기준으로 할 때 LG-3 첨가구와 LGC 첨가구의 경우 대조구에 비해 숙성기간을 자연시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

### 김치의 균수 변화

숙성 중 총균수의 변화(Fig. 3)는 김치 숙성 5일경부터 점차 차이가 나기 시작하여 숙성 15일째는 대조구가  $9.8 \times 10^8$  cfu/ml, LG-1 첨가구가  $5.8 \times 10^8$  cfu/ml인데 반해, LG-3과 LGC 첨가구는 각각  $5.8 \times 10^7$ ,  $2.3 \times 10^7$

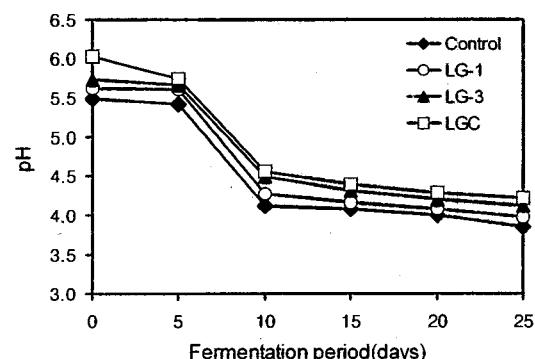


Fig. 1. Effects of medicinal herb extracts and chitosan on pH changes of kimchi during fermentation for 25 days at 10°C.

LG-1: *Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis*(1:1) 1%.

LG-3: *Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis*(1:1) 3%.

LGC: *Lithospermum erythrorhizon*+*Glycyrrhiza uralensis*(1:1) 3%+Chitosan 1%.

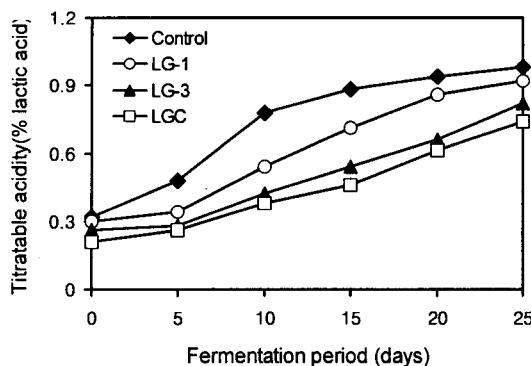


Fig. 2. Effects of medicinal herb extracts and chitosan on changes of titratable acidity of *kimchi* during fermentation for 25 days at 10°C.

All abbreviations are the same as Fig. 1.

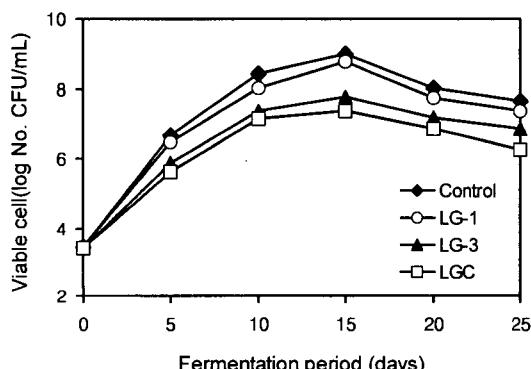


Fig. 3. Effects of medicinal herb extracts and chitosan on growth of total bacteria in *kimchi* during fermentation for 25 days at 10°C.

All abbreviations are the same as Fig. 1.

cfu/ml로 대조구에 비해 1.2~1.6 log<sub>10</sub> cycle정도 억제되었으며, 이러한 경향은 숙성이 진행되는 동안 계속적으로 나타나, 박(5)의 보고와 일치하였다. 유산균수(Fig. 4)는 김치 숙성이 진행되는 동안 총균수와 비슷한 경향으로 증가하였는데, 숙성이 진행됨에 따라 점차 차이가 나기 시작하여 숙성 15일째 대조구가  $6.0 \times 10^8$  cfu/ml, LG-1 첨가구가  $2.2 \times 10^8$  cfu/ml인데 비해, LG-3 첨가구, LGC 첨가구는 각각  $2.6 \times 10^7$ 와  $8.3 \times 10^6$  cfu/ml로 대조구와 비교하여 약 1.3~1.8 log<sub>10</sub> cycle 정도 낮게 나타났다. 이는 자초가 그림 양성균에 대해 강한 항균성을 가진다는 박(5)의 보고와 일치하는 것으로 나타났다. 또한 한약재 혼합물을 단독 첨가한 김치보다 chitosan 1%를 복합 첨가한 김치의 경우 총균수와 유산균수의 증식은 더욱 억제되는 것으로 나타나 김 등(18)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 김치 숙성 중 *Leuconostoc* sp. 균수(Table 1)는 김치 담금일에는 대조구에서 약간

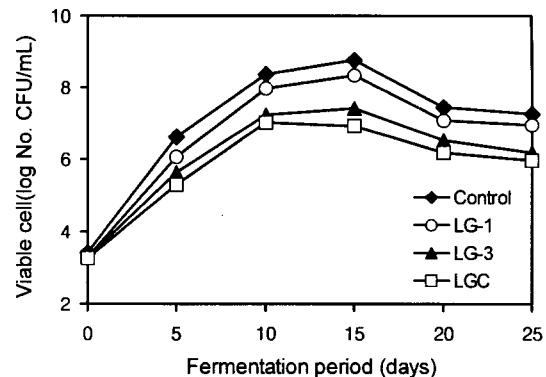


Fig. 4. Effects of medicinal herb extracts and chitosan on growth of lactic acid bacteria in *kimchi* during fermentation for 25 days at 10°C.

All abbreviations are the same as Fig. 1.

높게 나타나는 경향을 보였으며, 대조구와 LG-1 첨가구는 숙성 10일 이후 계속적으로 감소하였으며, LG-3 첨가구와 LGC 첨가구는 15일경까지 약간 더 증가 후 감소하는 경향을 나타내었다. 하지만, 김치 숙성 말기인 25일째 *Leuconostoc* sp. 균수는  $1.6 \times 10^5$ ~ $1.1 \times 10^6$  cfu/ml로 다소 높게 나타나, 숙성 말기에는 크게 감소한다는 민(19)의 보고와는 상이한 결과를 나타내었다. *Lactobacillus plantarum* 균수는 숙성이 진행됨에 따라 계속적으로 증가하였는데, 이는 민(19)의 보고와 일치하였다. 대조구와 LG-1 첨가구의 경우, 숙성 25일경 각각  $4.0 \times 10^7$ ,  $3.5 \times 10^7$  cfu/ml로써,  $4.8 \times 10^6$ ,  $1.0 \times 10^6$  cfu/ml인 LG-3, LGC 첨가구와 비교하면 월등히 높게 나타나, 한약재 첨가 농도와 chitosan 첨가가 주로 김치의 산패에 관여하는 것으로 알려진 *L. plantarum* 성장에 뚜렷한 영향을 미칠 것으로 판단되었다.

#### 김치의 색상 변화

김치의 상품적 가치 결정을 위한 중요한 요인 중 하나인 김치의 색상변화는 Table 2에서 보는 바와 같이 L값은 김치 숙성 전반에 걸쳐 큰 변화는 보이지 않았으나, 자초·감초 추출물 혼합액 첨가구가 대조구에 비해 낮게 나타났는데, 이는 한약재 고유의 색깔이 어둡기 때문인 것으로 추정된다. 적색도는 자초·감초 추출물 혼합액의 농도가 높을수록 낮게 나타났다. 이는 자초의 검붉은 색에 기인한 것으로 판단되었다. Chitosan을 첨가한 결과 a값이 증가하였는데, 이는 chitosan의 색소 흡착능(20)에 기인된 것으로 판단되어 항균성이 뛰어난 자초·감초 첨가에 의한 색상의 변화는 chitosan 첨가에 의해 개선될 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 1. Effects of medicinal herb extracts and chitosan on growth of *Leuconostoc* sp. and *Lactobacillus plantarum* in *kimchi* during fermentation for 25 days at 10°C(log No. CFU/ml)

Treatment	Fermentation period(days)					
	0	5	10	15	20	25
<i>Leuconostoc</i> sp.	CON	3.30	5.25	8.02	7.46	6.42
	LG-1	3.28	4.82	7.86	7.05	6.24
	LG-3	3.25	4.00	6.52	6.72	5.82
	LGC	2.90	3.80	6.28	6.42	5.54
<i>Lactobacillus</i> <i>plantarum</i>	CON	3.60	5.41	5.61	6.32	7.31
	LG-1	3.52	5.15	5.45	6.16	7.21
	LG-3	3.48	4.60	4.89	5.86	6.24
	LGC	3.50	4.32	4.60	5.24	5.89

All abbreviations are the same as Fig. 1.

Table 2. Effects of medicinal herb extracts and chitosan 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	37.19	37.73	37.15	36.79	36.87	37.47
	LG-1	34.28	34.50	35.96	36.29	37.33	36.04
	LG-3	33.21	33.39	33.91	31.66	33.50	32.12
	LGC	33.62	34.26	34.05	32.45	34.59	32.74
a	CON	16.34	17.61	16.85	14.17	14.91	15.19
	LG-1	16.36	17.66	17.77	16.57	17.52	16.99
	LG-3	11.74	13.74	12.56	13.18	13.19	12.79
	LGC	18.06	17.26	14.51	14.67	14.48	15.15
b	CON	25.34	27.37	25.01	24.99	24.10	24.83
	LG-1	21.06	21.97	24.03	24.78	25.43	23.93
	LG-3	18.96	19.53	18.98	17.33	20.25	18.39
	LGC	19.27	19.45	19.31	18.06	19.89	18.32

All abbreviations are the same as Fig. 1.

Table 3. Effects of medicinal herb extracts and chitosan on changes of sensory quality 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	1.3 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>
	LG-1	1.2 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	3.5 <sup>b</sup>	3.7 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>
	LG-3	1.2 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.8 <sup>b</sup>	3.1 <sup>bc</sup>	3.6 <sup>bc</sup>	3.8 <sup>c</sup>
	LGC	1.2 <sup>a</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.4 <sup>c</sup>	3.0 <sup>c</sup>	3.2 <sup>c</sup>	3.6 <sup>c</sup>
Flavor <sup>2)</sup>	CON	3.0 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>
	LG-1	3.1 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>
	LG-3	3.0 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	2.7 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>
	LGC	3.0 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>
Color <sup>2)</sup>	CON	4.5 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	2.7 <sup>c</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.0 <sup>b</sup>
	LG-1	4.8 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	3.7 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>
	LG-3	4.5 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.7 <sup>a</sup>	3.2 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>a</sup>	2.2 <sup>ab</sup>
	LGC	4.5 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	2.9 <sup>bc</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.2 <sup>ab</sup>
Overall acceptability <sup>2)</sup>	CON	3.5 <sup>a</sup>	4.2 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>a</sup>	2.7 <sup>b</sup>	2.3 <sup>b</sup>	1.9 <sup>a</sup>
	LG-1	3.6 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	2.6 <sup>ab</sup>	2.3 <sup>a</sup>
	LG-3	3.6 <sup>a</sup>	3.8 <sup>b</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>
	LGC	3.6 <sup>a</sup>	3.9 <sup>b</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>

<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

All abbreviations are same as Fig. 1.

<sup>a-c</sup>Means within each column of each attribute superscripts are significantly different( $p<0.05$ ).

### 관능적 품질의 변화

자초·감초 추출물 혼합액을 농도를 달리하여 김치에 첨가 후 10°C에서 25일간 저장하면서 5일 간격으로 관능적 품질을 관찰한 결과는 Table 3과 같다. 신맛의 변화는 대조구에 비해 자초·감초 추출물의 혼합 첨가에 의해 완만하였으며, 숙성 10일 이후 LG-1, LG-3, LGC 첨가구 공히 대조구와 신맛의 차이가 뚜렷하였으며, 첨가 농도와 chitosan 첨가에 의해 신맛의 차이는 나타났다. 이는 pH(Fig. 1)와 산도(Fig. 2)의 변화와 잘 일치하였다. 향과 색택의 경우를 보면 숙성 전반에 걸쳐 유사하게 나타나 한약재 추출물 혼합액 첨가에 의해 김치 숙성 중 향과 색택이 크게 영향을 받지 않을 것으로 판단되었으며, 종합적인 맛은 대조구에 비해 한약재 추출물 혼합액 1% 첨가구와 3% 첨가구 모두 큰 차이를 나타내지 않았다. 이로써 김치의 시어지는 정도는 5~10일 정도 지연시키면서 맛에는 영향을 주지 않으므로 자초와 감초의 추출물 혼합액 첨가가 김치 숙성지연 효과가 있을 것으로 판단되었으며, chitosan 첨가에 의한 색상의 개선 효과도 기대할 수 있을 것으로 판단되어 향후 이들의 상호작용에 관한 연구가 수반되어야 할 것으로 사료되었다.

### 요 약

김치의 보존성을 증진시키기 위하여 김치 숙성 지연 효과가 있다고 이미 밝혀져 있는 자초와 감초의 에탄올 추출물 각각 1%, 3%와 chitosan의 첨가효과를 김치 숙성 중 pH, 산도, 총균수, 유산균수, 유산균 분포의 변화, 색택, 기호성을 검토하여 대조구와 비교하였다. 김치의 pH와 산도를 보면 김치 적숙기를 기준으로 볼 때 혼합 한약재 첨가구와 chitosan 1% 복합 첨가구의 pH 감소 속도는 매우 완만하였으며, 자초·감초 추출물 혼합액 3% 첨가구와 chitosan 1%를 복합 첨가구는 대조구에 비해 약 10일 정도 김치 숙성 기간을 지연시킬 수 있는 것으로 나타났다. 김치 숙성 중 미생물 변화는 숙성 15일째 총균수는 대조구에 비해 혼합 한약재 3% 첨가구와 chitosan 1% 복합 첨가구는  $1.2 \sim 1.6 \log_{10}$  cycle 정도, 유산균수는  $1.3 \sim 1.8 \log_{10}$  cycle 정도 억제되었다. 색상은 자초의 검붉은 색으로 인하여 L, a, b 값이 대조구에 비해 낮게 나타났으며, chitosan 1%를 복합 첨가한 결과 a값이 증가하였다. 향, 색깔, 종합적 기호도는 처리구간 뚜렷한 차이는 나타내지 않았으나, 신맛은 처리구간 뚜렷한 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 감초와 자초 혼합 첨가가 김치의 저장성을 증진시키기

위한 첨가제로써 적합한 것으로 나타났으며, 특히 chitosan의 첨가로써 색택 개선 효과도 인정되었다.

### 문 헌

1. 한대석 : 생약학. 동명사, p.191(1991)
2. 강병수외 10인 공저 : 본초학. 영림사, p.540(1991)
3. 문광덕, 변정아, 김석중, 한대석 : 김치의 선도 유지를 위한 천연보존제의 탐색. 한국식품과학회지, 27, 257(1995)
4. 구정희, 김운애, 류경희, 정형도 : 동의학 총서2. 여강출판사, p.151(1991)
5. 박옥연 : 한약초 추출물의 항균성에 관한 연구. 부산수산대학교 석사학위논문(1991)
6. Knorr, D. : Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.*, 47, 593(1982)
7. Nishimura, K., Nishimura, S., Nishi, N., Tokura, S. and Azuma, I : Immunological activity of chitin and its derivatives. *Vaccine*, 2, 93(1984)
8. Sugano, M., Yoshida, K., Hashimoto, H., Enomoto, K. and Hirano, S. : Proceedings from the 5th International Conference on Chitin and Chitosan. p.472(1991)
9. Knorr, D. : Use of chitinous polymer in food-a challenge for food research and development. *Food Technol.*, 38, 85(1984)
10. Volsky, B. : Biosorbents for metal recovery. *Trend Biotechnol.*, 5, 96(1987)
11. Landes, D. R. and Bough, W. A. : Effect of chitin-a coagulating agent for food processing wastes-in the diets of rats on growth and level and blood composition. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, 15, 555(1976)
12. Bough, W. A. and Landes, D. R. : Recovery and nutritional evaluation of proteinaceous solids separated from whey by coagulation with chitosan. *J. Dairy Sci.*, 59, 1874(1976)
13. 이신호, 최우정, 임용숙 : 오미자(*Schizandra chinensis*) 추출물이 김치 숙성에 미치는 영향. 한국산업미생물학회지, 25, 229(1997)
14. Vanderzant, C. and Splitstoesser, D. F. : Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3th ed., American Health Association, p.150(1992)
15. 한홍의, 박현근 : Bromophenol Blue 배지상에서 유산균의 분별측정. 인하대학교 기초과학연구소 논문집, 12, 89(1991)
16. 조신섭, 송문섭, 김병천, 이영조 : SAS를 이용한 통계자료분석. 자유아카데미, p.97(1993)
17. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 443(1984)
18. 김광옥, 문정아, 전동원 : 저분자 chitosan이 배추김치 모델 시스템의 보존성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 27, 420(1995)
19. 민태익 : 김치발효와 미생물. 한국조리과학회지, 4, 96(1988)
20. McKay, G., Blair, H. S. and Gardner, J. R. : Adsorption of dyes on chitin. I. Equilibrium studies. *J. Appl. Polymer Sci.*, 27, 3043(1982)