

부추첨가 김치의 발효과정 중 펙틴질과 무기질 함량 및 조직감

김유경 · 이귀주

고려대학교 사범대학 가정교육과

Contents of Pectic Substance and Minerals and Textural Properties of Leek Added *Kimchi* During Fermentation

Yoo-Kyung Kim and Gui-Chu Lee

Department of Home Economics, College of Education, Korea University

Abstract

Kimchi prepared with various amounts of leek (4, 8, 12%) were fermented at 15°C for 9 days and the changes in the contents of pectic substance and minerals were determined. Textural properties and sensory characteristics of *kimchi* were also evaluated after 3rd and 9th days of fermentation. During fermentation, the cutting force increased up to 7th day and then decreased slowly and that of control was higher than those of others. While the control *kimchi* showed an increase of hot-water-soluble pectin (HWSP) and decrease of HCl-soluble pectin (HCISP), the leek-added *kimchi* showed an opposite trend. In all *kimchi* samples, the contents of Ca, Mg and K decreased gradually, whereas that of Na increased slowly during fermentation. As the addition of leek increased in *kimchi*, the weaker the sourness and the better the appearance. Hardness of leek-added *kimchi* tended to be higher than that of control as measured by sensory evaluation. In overall acceptability, 12%-leek-added *kimchi* showed the highest score both at 3rd and 9th days of fermentation. These results suggested that the addition of leek improves the textural qualities of *kimchi* and enhances the sensory attribute such as flavor during fermentation.

Key words: pectic substance, minerals, textural properties, leek added *kimchi*, fermentation

I. 서 론

김치의 품질요소는 짠 맛, 신 맛, 매운 맛, 탄산미들이 조화를 이룬 풍미와 아삭아삭한 감촉을 주는 조직감으로 특징 지을 수 있다. 따라서 김치의 독특한 품질을 유지하기 위해서는 김치의 숙성과정 중 조직의 연화현상을 억제하는 것이 중요하다. 김치조직의 연화현상은 특히 펙틴분해효소에 의한 펙틴질의 분해¹⁾ 그리고 무기질의 함량변화²⁾와 관련이 있다고 알려져 있다. 지금까지 김치조직의 연화현상을 억제하기 위하여 예열처리³⁾, CaCl₂ 첨가⁴⁾, 그리고 이들의 병용효과에 대한 연구⁵⁾ 등이 보고되어 왔으며 최근에는 chitosan의 첨가효과에 대한 연구^{6,7)}가 많이 진행되고 있다. 전보⁸⁾에서는 김치재료들의 chitinase 활성을 측정하고 부추첨가 김치의 숙성과정 중 조직감은 부추첨가량 및 김치액의 chitinase 활성과 관련이 있음을 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 부추의 첨가량을 달리하여 김치를 제조하고 숙성과정 중 김치의 조직감과 그와 관련된 펙틴질과 무기질 함량의 변화를 측정하였다. 또한 김치의 조직감과 이들 함량과의 상관관

계를 알아보았으며 적숙기인 3일째와 숙성 말기인 9일째 김치의 관능검사도 행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 김치의 재료 및 담그기

전보와 동일한 방법⁹⁾으로 제조하여 15°C에서 9일간 저장하였다.

2. 조직감의 측정

두께가 일정한 배추를 취하여 TA-Xt Texture Analyser를 사용하여 3회 반복하여 절단변형력을 측정하였으며, probe는 stainless steel knife를 사용하였다.

3. 펙틴질의 분획 및 정량

김치조직의 AIS(alcohol insoluble solids)는 AOAC 공정법¹⁰⁾에 따라 제조하였다. 제조한 AIS 0.5g을 취하여 증류수, Na-hexametaphosphate용액, HCl 등을 용매로 하여 순차적으로 추출하여 각각 열수가용성 펙틴(hot

water soluble pectin, HWSP), 인산가용성 펙틴(sodium hexametaphosphate soluble pectin, HXSP), 염산가용성 펙틴(HCl soluble pectin, HCISP)을 분획하였다¹¹⁾. HWSP, HXSP, HCISP 분획물은 carbazole법¹²⁾으로 펙틴질을 측정하였으며 blank test는 시료대신 에탄올을 사용하였다. 시료내 펙틴함량은 monohydrogalacturonic acid(Sigma Co.)를 표준물질로 사용하여 위와 같은 방법으로 측정하여 표준정량곡선을 만들어 사용하였다.

4. 무기질

AIS 1g을 취하여 1N HNO₃로 12시간 용출시킨 후, ICP(Inductively Coupled Plasma)-AES를 이용하여 Na, Ca, Mg 및 K 함량을 측정하였으며 이때 분석조건은 RF Power, 1.00 KW; RF frequency, 40.68 MHz; Na, 589.592; Ca 422.673; Mg, 279.553; K, 766.490으로 하였다¹³⁾.

5. 관능검사

본 실험에서 pH와 산도를 측정한 결과⁹⁾, 김치 숙성 중 적속기로 판단되는 숙성 3일째(pH 4.42-4.52)와 숙성 말기인 9일째(pH 3.80-4.01)의 김치시료를 고려대학교 식품학 전공 대학원생 10명을 대상으로 다시료 비교법으로 관능검사를 실시하였다. 김치의 품질특성으로 숙성 정도의 평가를 위해 종합적인 맛(외관, 향미, 신 맛)과 조직감(단단한 정도, 아삭아삭한 정도, 씹히는 정도) 그리고 전체적인 선호도를 중심으로 5점 척도로 측정하였다. 측정치는 대조구를 표준시료로 하여 '표준시료 보다 매우 약하다'=1점, '표준시료 보다 약간 약하다'=2점, '표준시료와 같다'=3점, '표준시료 보다 약간 강하다'=4점, '표준시료 보다 매우 강하다'=5점으로 평가하였다.

6. 통계처리

본 실험의 모든 자료는 3회 반복하여 평균 값을 구하였으며 관능적 특성의 평가 결과는 분산분석(ANOVA)을 사용하였고, 조직감에 관련된 변인들 사이의 상관관계는 Window Spss 7.5 통계 package¹⁴⁾를 이용하여 Pearson 상관계수를 구하여 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. AIS 함량의 변화

김치시료 100g에 대한 AIS 함량 변화는 Fig. 1과 같았으며 숙성이 진행됨에 따라 AIS 함량은 대체적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 즉 대조구는 담금 직후 3.83 g에서 2일에 3.12 g으로 급격히 감소한 후 9일에는

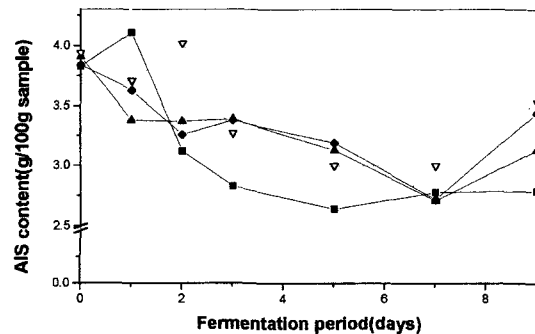


Fig. 1. Changes in the AIS of various kimchi samples during fermentation at 15°C.

Control (—■—), LK4 (—▲—): leek (4%) added kimchi, LK8 (—▽—): leek (8%) added kimchi, LK12 (—◆—): leek (12%) added kimchi.

2.79 g으로 서서히 감소한 반면 부추첨가구는 7일까지 점차적으로 감소한 후 9일에는 약간 증가하였다. 특히 4% 부추첨가구는 1일에 AIS 함량이 급격히 감소한 반면 8%와 12%부추첨가구는 7일까지 서서히 감소하였다. AIS는 과일이나 채소에서 경도를 유지하는데 큰 영향을 미치며 대체로 AIS 함량이 높을수록 경도가 높은 경향을 나타낸다. 오 등¹⁵⁾은 솔잎첨가 김치가 숙성기간에 걸쳐 무첨가 김치 보다 AIS 함량의 감소폭이 적었으며 이는 솔잎첨가 김치의 세포벽이 적게 분해되어 조직이 적게 손상되었기 때문이라고 하였다.

2. 조직감의 변화

절단시험(cutting test)은 칼날을 탐침으로 이용하여 시료를 자르는데 필요한 변형력을 측정함으로써 식품의 질긴 정도와 씹힘성을 나타내는 지표로 이용한다²⁾. 부추김치첨가 김치의 숙성과정 중 절단변형력의 변화를 살펴보면 Fig. 2와 같았다. 김치시료의 절단변형력은 숙성과정 중 0.73~1.36 kg의 범위를 나타내었으며 최대변형력을 나타내는 7일까지 증가하는 경향을 보인 후 감소하였다. 이러한 발효후기의 절단변형력 감소는 김치의 발효산물이나 미생물에 의한 조직의 연화에 의한 것이다¹⁾. 대조구는 발효기간 동안 가장 높은 절단변형력을 나타내었는데 담금 직후 0.94 kg에서 3일에는 0.86 kg으로 다소 급격한 감소를 보인 후, 다시 7일에 최대치인 1.37 kg의 절단변형력을 나타내었다. 부추첨가구들은 대조구 보다는 비교적 낮은 절단변형력을 나타내었지만 부추첨가량에 따른 조직감의 변화는 일관성이 미미하였다. 숙성 9일의 절단변형력을 비교해보면, 대조구 1.03 kg>12% 부추첨가구 0.97 kg>8% 부추첨가구 0.93 kg>4% 부추첨가구 0.73 kg 순으로 부추첨가량에 따른 변화를 나타내었다.

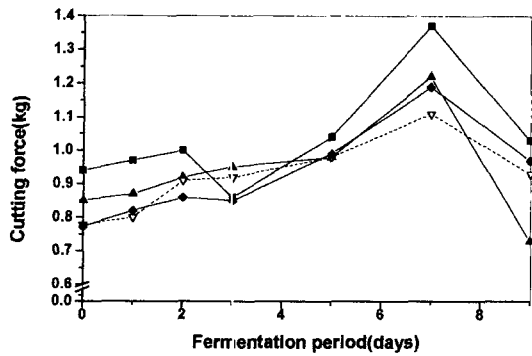


Fig. 2. Changes in the cutting force of various kimchi samples during fermentation at 15°C.

Control (—■—), LK4 (—▲—): leek (4%) added kimchi, LK8 (—▽—): leek (8%) added kimchi, LK12 (—◆—): leek (12%) added kimchi.

우 등¹⁶과 박 등¹⁷은 각각 절입정도가 다른 배추 김치와 담금방법을 달리한 오이지의 절단변형력은 숙성기간이 길어질수록 증가했다고 보고하였으며 이는 식물 조직 내의 탈수, 탈기현상으로 세포벽이 변형되어 서로 포개져 절단면에 걸리는 섬유소의 수가 증가되기 때문이라고 하였다¹⁹.

3. 펙틴성분의 변화

김치 숙성과정 중 펙틴성분의 변화는 Fig. 3과 같았다. 대조구의 HWSP 함량은 14~20% 내외로 숙성기간 동안 가장 낮은 반면, HXSP와 HCISP의 함량은 각각 33~47%, 38~51%로 상대적으로 높았다. 각 시료구에서의 HWSP, HXSP, HCISP의 변화 양상을 살펴보면, 대조구는 숙성 초기에 HWSP 15.12%, HXSP 39.56%, HCISP 45.32%의 함량을 나타내던 것이 숙성이 진행됨에 따라 숙성 9일에는 HWSP는 21.09%로 증가하였으며, HXSP는 40.79%로 거의 변화를 보이지 않은 반면 HCISP는 38.13%로 각각 감소하였다. 부추첨가구에서는 대조구와 다른 양상을 보였는데 HWSP의 경우 4% 부추첨가구는 14.82%에서 12.07%로, 8% 부추첨가구는 17.82%에서 9.06%로 그리고 12%부추첨가구는 15.80%에서 10.98%로 감소한 반면, HCISP의 경우 4% 부추첨가구는 41.76%에서 42.07%로 8% 부추첨가구는 41.79%에서 45.70%로 그리고 12% 부추첨가구는 44.17%에서 51.71%로 증가하였으며 부추첨가량이 증가함에 따라 HWSP 함량이 감소하였으며 반면 HCISP의 함량은 증가하였다. 김치의 숙성과정 중 펙틴질 함량은 유의성 있는 함량변화를 나타내는 것으로 알려져있다. 즉 조직의 단단한 정도가 감소할수록 가용성펙틴인 HWSP와 HXSP는 증가하였고 HCISP는 감소하는 경향을 나타낸다. 한편 마늘 첨

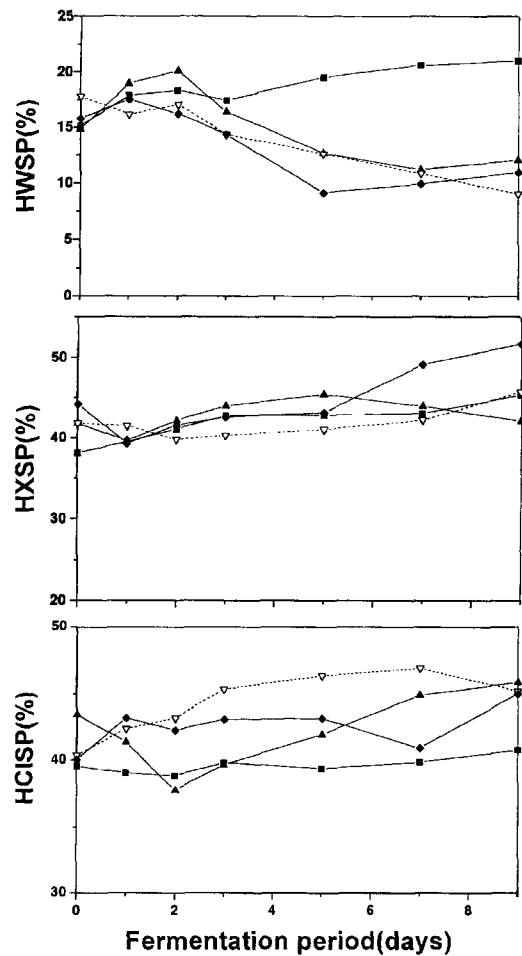


Fig. 3. Changes in the contents of pectin fraction in the AIS of various kimchi samples during fermentation at 15°C. Kimchi samples; Control (—■—), LK4 (—▲—): leek (4%) added kimchi, LK8 (—▽—): leek (8%) added kimchi, LK12 (—◆—): leek (12%) added kimchi. Pectin fraction; HWSP: hot water soluble pectin, HCISP: 0.05 N HCl soluble pectin, HXSP: 0.4% sodium hexametaphosphate soluble pectin.

가량이 높은 김치¹⁸, chitosan 첨가김치⁵ 그리고 멸치첨가김치¹⁹에서는 대조구에 비하여 HWSP의 함량이 낮고 HCISP 함량은 높게 나타났는데 멸치와 chitosan 첨가가 펙틴질의 수용화내지 저분자화를 막아 조직의 연화를 지연시켰다고 보고하였다.

4. 무기질 함량의 변화

김치의 숙성과정 중 김치조직의 무기질 함량의 변화는 Fig. 4와 같았다. 대체로 Ca과 Mg 함량의 변화폭은 적은 반면, Na과 K의 함량 변화는 크게 나타났으며 이는 배²⁰의 연구결과와 일치한 것이다. 특히 각 시료구에 따

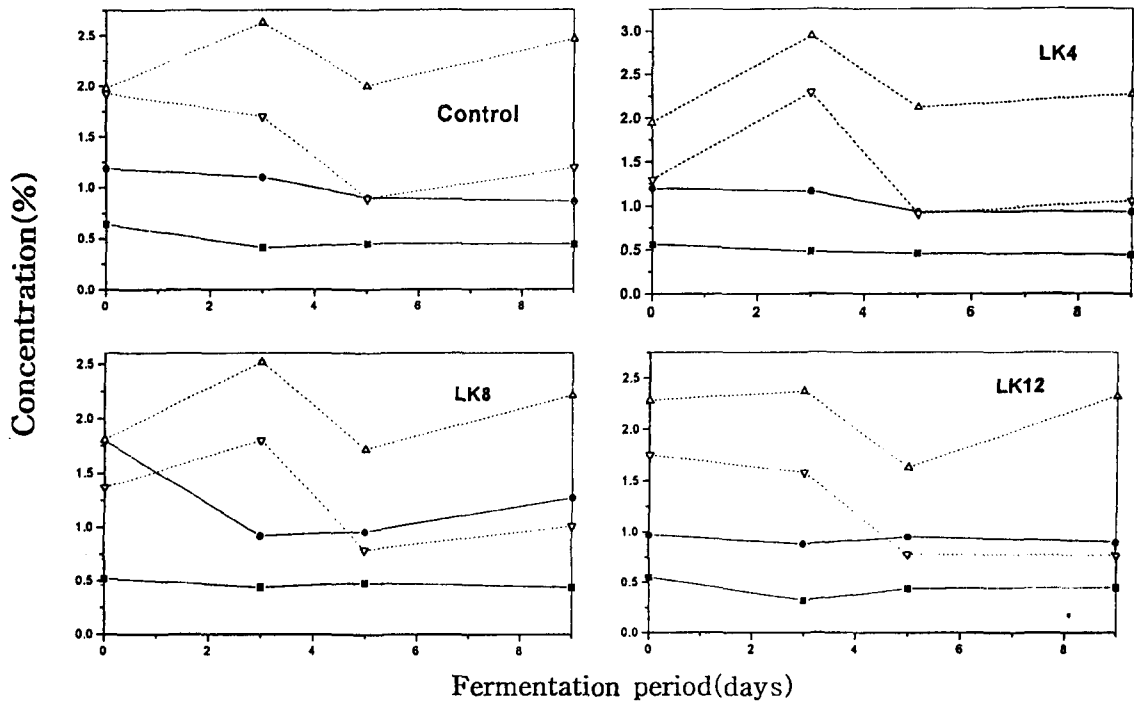


Fig. 4. Changes in the concentration of minerals in the AIS of various kimchi samples during fermentation at 15°C. Control, LK4: leek (4%) added kimchi, LK8: leek (8%) added kimchi, LK12: leek (12%) added kimchi Mg (—■—), Ca (—●—), Na (△ ·), K (▽).

른 무기질 함량의 변화는 숙성초기에 미미하게 나타났으나 숙성말기인 9일째에는 다소 뚜렷하였다. 즉 9일째의 Ca 함량을 살펴보면 대조구 0.86% < 4% 부추첨가구 0.93% < 12% 부추첨가구 0.90% < 8% 부추첨가구 1.27%로 대조구에 비해 부추첨가구들이 높은 Ca 함량을 나타내었다. 반면 9일째의 Na 함량을 살펴보면 8% 부추첨가구 2.21% < 12% 부추첨가구 2.32% < 4% 부추첨가구 2.33% < 대조구 2.46%로서 대조구가 부추첨가구에 비해 Na 함량이 높았다. K 함량은 12% 부추첨가구 0.77% < 8% 부추첨가구 1.01% < 4% 부추첨가구 1.05% < 대조구 1.19%로서 Na 함량과 유사한 경향을 보였다. 한편 Mg 함량은 시료구간의 차이가 미미하게 나타났다. Kentaro 등²¹⁾은 염장과정 중 배추조직의 세포성분으로 있는 펙틴질내 Ca과 Mg이 Na과 이온교환 반응을 하는 동시에 펙틴질내 유리 카르복실기 또한 Na과 이온교환 반응을 일으켜 Ca과 Mg이 감소한다고 하였다. 또한 Mcfeeters 등²²⁾은 오이의 산 절임시 Li, K, Rb, Cs 등의 일가이온들은 오이를 연화시키는 반면 Ca, Sr, Ba, Cu 그리고 AI의 다가 이온들은 오이연화를 방지한다고 보고하였다. 이러한 무기질의 함량증가에 의해 일어나는 펙틴 망상화도의 증가는 숙성에 따른 물성 변화 중 특히 아삭아삭한

맛에 관여하는 중요한 인자일 뿐 아니라 가용성 펙틴질의 함량 및 구성비의 변화와도 밀접한 관계가 있다고 보고되었다²³⁾. 한편 문 등²⁴⁾은 부산의 김치명가 조사에서 멸치가루를 첨가한 김치의 김치 경우 멸치가루에서 나온 칼슘으로 인하여 배추의 조직감이 좋아 오래 지날수록 맛이 있었다고 하였다.

5. 김치의 조직감과 펙틴질 및 무기질 함량과의 상관관계

김치숙성 중의 조직감 변화와 관련된 펙틴질과 무기질 그리고 기계적 조직감과의 상관관계를 살펴본 결과는 Table 1과 같았다. 펙틴질 함량과 절단변형력의 상관관계를 살펴보면, 대조구는 상관계수가 0.857(p<.01)로서 HWSP가 증가함에 따라 절단변형력이 증가한 반면, 부추첨가구는 상관계수가 -0.214~(-0.857)로 HWSP가 증가할 때 절단변형력은 감소하였다. HXSP는 4% 부추첨가구를 제외한 모든 시료구에서 HXSP가 증가할 때 절단변형력도 증가하였으며 특히 8% 부추첨가구는 0.964(p<.01)로 높은 상관계수를 나타내었다. HCISP는 대조구는 HCISP가 증가할수록 절단변형력이 감소한 반면 부추첨가구들은 그 반대의 경향을 나타내었다. 한편 무기질 함량과 절단변형력의 상관관계를 보면 Ca 함량은 4%

Table 1. Correlation coefficients among cutting force, pectin fractions and minerals

Cutting force <i>Kimchi</i> samples	Pectin fractions			Minerals			
	HWSP	HXSP	HCISP	Mg	Ca	Na	K
Control	0.857**	0.214	-0.679*	-0.029	0.289	-0.349	-0.062
LK4	-0.214	-0.214	0.750*	-0.863	-0.963*	-0.010	-0.575
LK8	-0.857**	0.964**	0.250	-0.513	0.421	-0.193	-0.832
LK12	-0.786*	0.162	0.429	-0.451	-0.428	0.390	-0.914*

**($p < .01$), *($p < .05$).

Kimchi samples; Control, LK4: leek (4%) added *kimchi*, LK8: leek (8%) added *kimchi*, LK12: leek (12%) added *kimchi*.

Pectin fractions; HWSP: hot water soluble pectin, HCISP: 0.05 N HCl soluble pectin, HXSP: 0.4% sodium hexametaphosphate soluble pectin.

부추첨가구와 -0.963($p < .05$)의 상관계수를 나타내었으며 K함량은 12% 부추첨가구와 -0.914($p < .05$)의 상관계수를 보였다.

6. 관능검사

부추 첨가량을 달리한 김치의 적숙기인 3일째(pH 4.42-4.52)와 숙성말기인 9일째(pH 3.80-4.01)의 김치를 시료로한 종합적인 맛과 조직감 그리고 전체적인 선호도에 대한 관능검사를 실시한 결과는 Table 2와 같았다. 김치시료의 종합적인 맛에 대한 결과를 살펴보면, 외관은 3일째 시료들간에 유의미한 차이를 보였으나($p < .05$) 9일째는 시료들간의 차이가 유의미하지 못하였다. 부추첨가구는 대체로 대조구보다 높은 점사치를 보였으나 숙성이 진행됨에 따라 외관에 대한 관능검사값이 점차적으로 낮아졌다. 이는 적숙기로 여겨지는 3일째에는 푸른색의 부추 첨가 (+)작용을 주었으나 9일째에는 다소 조직이 파괴된 첨가물들이 (-)로 작용하였음을 알 수 있었다. 부재료로 첨가한 부추의 특징적인 향이 김치품질에 영향을 주는지를 평가하기 위하여 향미를 측정하였으나 두 숙성기간에서 유의미한 차이를 보이지 않았으나 숙성말기인

9일째에는 부추첨가구들이 3.25~3.50으로 대조구에 비해 높은 값을 보였다. 신맛은 3일째와 9일째의 김치시료들간에 유의차를 보였으며($p < .05$) 대조구 보다 부추첨가구가 신 맛이 약했으며 이는 숙성이 진행될수록 그리고 부추첨가량이 많을수록 차이가 뚜렷하게 나타났다. 김치시료의 조직감은 종합적인 맛에 대한 관능검사 값 보다 뚜렷한 차이를 나타내어 단단한 정도는 두 숙성기간의 시료구들사이에 유의미한 차이를 보였으며($p < .05$) 아삭아삭한 정도는 9일째 유의차를 보인 반면($p < .05$) 씹히는 정도는 시료들간의 유의미한 차이를 보이지 않았다. 단단한 정도는 3일째 4% 부추첨가구가 3.55로 나머지 부추첨가구보다 높은 값을 보였으나 9일째에는 8% 부추첨가구와 12% 부추첨가구가 4.00과 3.75로 높은 견고성을 나타내었다. 아삭아삭한 정도는 3일째의 경우 부추첨가구가 2.91로 대체로 대조구보다 낮은 값을 보였으나 9일째에는 4.00으로 대조구에 비해 상당히 높은 관능검사 값을 보였다. 씹히는 정도는 다소 변화가 불안정하게 나타났다. 전체적인 선호도는 9일째의 시료들간에 유의적인 차이를 보였으며($p < .05$) 전반적으로 12% 부추첨가구를 가장 선호하는 것으로 나타났다. 이는 신맛이 약하고 조직이 아

Table 2. Sensory evaluation on various *kimchi* samples after 3rd and 9th days of fermentation at 15°C

<i>Kimchi</i> samples		Appearance*	Flavor	Sourness	Textural properties			Overall Acceptability*
					Hardness	Crispiness	Chewiness	
Control	3rd	3.00 ^{ab}	3.00	3.00 ^b	3.00 ^{ab}	3.00	3.00	3.00
	9th	3.00 ^a	3.00	3.00 ^b	3.00 ^{ab}	3.00 ^{ab}	3.00	3.00 ^{ab}
LK4	3rd	3.64 ^{ab}	2.36	2.18 ^{ab}	3.55 ^b	3.18	3.26	2.91
	9th	2.50 ^{ab}	3.50	3.75 ^b	2.75 ^a	2.50 ^a	3.25	2.00 ^a
LK8	3rd	2.82 ^a	2.55	2.82 ^{ab}	2.45 ^a	2.73	2.36	2.73
	9th	3.00 ^a	3.25	2.50 ^{ab}	4.00 ^b	4.00 ^b	3.00	3.50 ^{ab}
LK12	3rd	3.36 ^{ab}	2.27	2.09 ^a	2.55 ^a	2.91	3.00	3.36
	9th	3.25 ^{ab}	3.50	1.50 ^a	3.75 ^{ab}	4.00 ^b	3.50	4.00 ^b

^{A,B}Mean not followed by the same letter in the column are significantly different ($p < .05$).

Chewiness: 1 (very weak), 5 (very strong) Appearance, Overall acceptability: 1 (very poor), 5 (very good).

Control, LK4: leek (4%) added *kimchi*, LK8: leek (8%) added *kimchi*, LK12: leek (12%) added *kimchi*.

삭아삭하여 신선감을 주는 김치에 대한 선호경향을 나타낸다고 생각되어진다.

IV. 요 약

부추를 첨가량을 달리하여 김치를 제조하고 15°C에서 9일간 숙성과정 중 조직감과 이와 관련된 펙틴질과 무기질의 함량을 측정하고 김치의 조직감과 이들 함량과의 상관관계를 알아보았다. 또한 숙성 3일째와 9일째의 김치를 시료로 하여 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 다음과 같았다.

숙성이 진행됨에 따라 모든 시료구에서 김치조직의 절단변형력은 증가하였다. 부추첨가량에 따른 차이는 미미하였으나 대조구가 숙성기간동안 대체적으로 높은 절단변형력을 보였다. AIS 내의 펙틴질 함량비는 숙성이 진행됨에 따라 대조구는 HWSP와 HXSP가 증가하였고 HCISP는 거의 비슷한 함량을 유지한 반면, 부추첨가구들은 대체로 HXSP와 HCISP는 증가하였고 HWSP는 감소하여 대조구와 다른 경향을 나타내었다. 김치 숙성 중의 무기질 함량은 부추첨가구들이 대조구에 비해 Ca 농도가 높았으며, Na과 K 농도는 낮았다. 김치의 적숙기인 3일째와 숙성말기인 9일째의 김치를 시료로 하여 종합적인 맛(외관, 향미, 신 맛), 조직감(단단한 정도, 아삭 아삭한 정도, 씹히는 정도) 그리고 전체적인 선호도에 대해 관능검사를 실시한 결과 9일째 시료들이 더 유의적인 차이를 보였으며($p<0.05$) 이는 종합적인 맛보다 조직감에서 더 뚜렷하였다. 부추첨가구들이 대조구보다 좋은 외관과 약한 신맛 그리고 단단한 정도가 높았으며 전체적인 선호도는 12% 부추첨가구가 가장 높았다. 이상의 결과로부터 부추첨가는 김치 숙성 중 김치의 조직감을 향상시키며, 특히 부추는 김치에 향긋한 풍미와 신선감을 증가시켜 관능적으로도 높은 기호성을 나타내는 효과적인 김치 부재료로 생각되어진다.

참고문헌

- 이용호, 이혜수: 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화. 한국조리과학회지, **2**(1): 56(1986).
- 이희섭, 이철호, 이귀주: 배추의 염장과정 중 성분변화와 조직감의 변화. 한국조리과학회지, **3**: 64(1987).
- 최희숙, 김중근, 김우정: 열처리가 오이지의 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **21**(6): 845(1989).
- 황인주, 윤의정, 황성연, 이철호: 보존료, 젓갈, CaCl₂ 첨가가 김치발효 중 배추잎의 조직감변화에 미치는 영향. 한국식품화학학회지, **3**(3): 309(1988).
- 구경형: 염혼합물의 첨가가 김치의 물리적 및 관능적 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **23**(2): 123(1991).
- 이희섭, 이귀주: 무의 염장과정 중 조직감의 변화에 대한 예열처리 및 chitosan 첨가효과. 한국식생활문화학회지, **9**(1): 53(1994).
- 안선정, 이귀주: 김치의 발효과정 중 펙틴질과 조직감의 변화에 대한 젓갈과 Chitosan 첨가의 영향. 한국조리과학회지, **11**(3): 309(1995).
- 김광욱, 강현진: 제조조건이 다른 새우껍질 chitosan의 물리, 화학적 성질 및 각두기의 보존성에 미치는 영향. 한국식생활문화학회지, **9**(1): 71(1994).
- 이귀주, 김유경: 부추첨가 김치의 발효과정 중 chitinase 활성과 조직감. 한국조리과학회지 게재체류 중(1999).
- A.O.A.C: Alcohol Insoluble Solids in peas. **4**: 538(1980).
- Luh, B.S. and Dastur, K.D.: *Food Res.*, **30**: 178(1960).
- Dietz, J.H. and Roure, A.H.: *Food research*. **18**: 169(1963).
- 박기원, 박영희, 박복희, 김희경: 토하젓의 숙성과정중 영양성분의 변화. 한국식품영양과학회지, **25**(4): 665(1996).
- 박영술: (원도우용 SPSS) 통계분석. 자유아카데미, 서울(1997).
- 오영애, 최경호, 김순동: 솔잎물 추출물 첨가김치의 숙성 중 젓산균수와 효소활성 변화. 한국식품영양과학회지, **27**(2): 244(1998).
- 우경자, 고경희: 절임 정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 관한 연구. 한국조리과학회지, **5**(1): 31(1989).
- 박미원, 박용곤, 장명숙: 담금방법을 달리한 오이지의 숙성중 특성변화. 한국영양식량학회지, **23**(4): 634(1994).
- 유은주, 신남식, 전덕영, 홍윤화, 임현숙: 마늘첨가량을 달리한 김치의 펙틴질의 변화. 한국조리과학회지, **4**(1): 59(1988).
- 류복미, 전영수, 무갑수, 송영선: 멸치 첨가 김치의 숙성 중 펙틴 함량, 효소활성, 조직감과 미세구조의 변화. 한국영양식량학회지, **25**(3): 470(1996).
- 배상인: 젓갈첨가량을 달리한 부추김치의 발효숙성중 특성변화. 단국대학교대학원 석사학위논문, (1995).
- Kentaro, K., Mitsue, K. and Yasuhiro M.: Changes of Na-, Ca-, and Mg- content in pectin fraction of radish root during soaking in sodium solution, *日食工誌*, **30**: 483(1983).
- McFecters, R.F., Senter, M.M. and Fleming, H.P.: Softening effects of mono valent cations in acidified cucumber mesocarp tissue. *J. Food Sci.*, **54**: 366(1989).
- Kaneko, K., Kurosaka, M. and Maeda, Y.: Effects of Mg and Ca salts on changes of pectic substance during salting of radish root and its crisp palatability. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **29**: 665(1982).
- 문갑순, 송영선, 전영수: 부산 및 부산근교의 명가김치 발효를 위한 연구. 한국조리과학회지, **12**(1): 74(1996).

(1999년 5월 11일 접수)