

## 묵은 배추김치 제조과정에서의 텍스처 및 관능적 특성 변화

정희종 · 김형량 · 유맹자\*

전남대학교 응용생물공학부, 농업과학기술연구소, 송원대학 호텔조리과\*

(2005년 5월 26일 접수)

## Changes in Texture and Sensory Properties of Low-Temperature and Long-Term Fermented *Baechu* Kimchi during the Fermentation

Hee-Jong Chung, Hyung-Ryang Kim and Maeng-Ja Yoo\*

*Insti. of Ag. Sci. and Tech., Faculty of Applied Biotechnology,*

*Chonnam National University*

*Department of Hotel Culinary, Songwon College\**

(Received May 26, 2005)

### Abstract

To develop a low-temperature and long-term fermented *Baechu* kimchi, kimchi was prepared according to a recipe of specific ratio with major and minor ingredients and adjusted its final salinity to 3.7%. *Baechu* kimchi fermented at  $15 \pm 1^\circ\text{C}$  for 24 hours and transferred them into in a refrigerator only for kimchi, and then continued to ferment at  $-1 \pm 1^\circ\text{C}$  for 30 weeks to make a low-temperature and long-term fermented kimchi. The initial cutting force of 8.45kg dropped gradually and reached to 5.19kg after 30 weeks of fermentation. In compression force the gumminess, hardness and chewiness of *Baechu* kimchi showed a great decrease during the fermentation, but the springiness and adhesiveness increased in slight. Correlation coefficient between the chewiness and gumminess was the highest( $r=0.879$ ). In spite of sensory evaluation scores of the appearance and texture were the highest on 0 day of fermentation, the saltiness was evaluated the worst to eat. Scores for sourness and carbonated flavor were the best during 18 to 22 weeks of fermentation, and overall acceptability was the best after 14 weeks of fermentation. Very high correlation coefficients were revealed between the sourness and carbonated flavor( $r=0.813$ ) and between the sourness and off-flavor( $r=0.805$ ). According to these results we concluded that the best low-temperature and long-term fermented *Baechu* kimchi prepared with 3.7% salinity and fermented at  $15 \pm 1^\circ\text{C}$  for 24 hours and then transferred into a kimchi refrigerator at  $-1 \pm 1^\circ\text{C}$ , and completed the fermentation for 18 weeks.

**Key Words :** the low-temperature and long-term fermented *Baechu* kimchi, *Baechu* kimchi, and texture and sensory properties of *Baechu* kimchi

### 1. 서론

우리 식탁에서 김치는 단순한 발효채소가 아니라 채소류에 젓갈, 양념, 향신료 등이 첨가된 복합 채소발효식품으로 쌀 위주의 우리나라 식생활에서 없어서는 안 되는 대표적인 부식이다. 김치는 유사이전부터 산나물을 염수에 발효시킨 것으로 전해오고 있는데 소금이 사용되기 시작한 삼국시대 때부터는 산나물을 소금에 절여서 이용하여 왔다<sup>1)</sup>. 특히 우리나라에는 각종 채소류, 향신료가 많아 이들을 소금에 절여 이용하였고 무나 배추에 이들 채소를 절여 이용하기 시작한 것이 양념을 하게 된 동기이며<sup>2)</sup> 고대로부터 채소류, 어육류 등을 이용하여 다양하게

담가오던 것이 16C 말 고추가 유입되면서 김치 담그는데 혁신적인 계기가 되어 양념류의 첨가가 다양화되었다고 볼 수 있다.

최근에는 김치 전용냉장고가 보급되면서 갓 담은 김치, 숙성 김치, 묵은 김치별로 김치의 발효정도에 따라 소비자의 기호도가 다양하게 차별되어 가정에서 뿐 만 아니라 김치공장에서도 의도적으로 묵은 김치를 생산 판매하고 있다. 그러나 일반적인 김치의 발효조건에서 김치를 저장할 경우 관련 미생물과 효소 작용으로 맛과 냄새가 변화되고 pectin 등 조직 구성분의 분해로 인한 조직의 연화로 품질이 크게 떨어지게 된다. 김치는 담그는 과정 중 적절한 염도와 저장 온도, 사용하는 재료, 효소 미생물의 작용에 의해서 독특한 풍미와 질감을 갖게 되며, 보통

상온에서는 3~4일간 숙성시키거나 0~4℃에서 3주간 발효시킨 김치가 가장 맛있는 상태가 되고 그 기간이 지나면 맛이 점차 떨어진다. 그러나 숙성기간이 연장되고 저장조건이 좋으면 수개월이 경과하여도 묵은 김치로서의 독특한 풍미와 텍스처를 유지하게 된다.

지금까지 김치에 대한 연구로는 저장과정에서의 물리화학적 인 변화<sup>3,4)</sup>, 김치 발효에 영향을 미치는 요소에 관한 연구<sup>5,6)</sup>, 김치 숙성에 관한 미생물에 대한 연구<sup>7,8)</sup>, 김치의 기능성에 대한 연구<sup>9)</sup> 등 많은 연구가 진행되었으나 묵은 김치와 같은 장기 저장 김치에 관한 연구는 부분적으로 이루어졌고 특히 묵은 김치의 관능적 특성이나 조직감에 대한 연구는 아직까지 수행된 바가 없다.

따라서 본 연구는 전라도의 전통적인 김장김치의 제조방법에 준하여 염도 등 몇 가지 조건만 달리하여 김장김치를 제조한 다음 -1±1℃의 김치전용 저온저장고에 저장하면서 김치를 발효시켜 묵은 김치를 제조하였고, 묵은 김치의 발효기간별 텍스처와 관능적 특성의 변화를 구명함으로써 묵은 김치의 표준화된 품질규격을 마련하는 기초자료로 제공하고 묵은 김치의 상품화하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

실험용 배추는 2000년 2월에 광주광역시 광산구에서 생산된 월동용 결구배추를 중량 2.9kg 내외인 것을 선별하여 사용하였고, 부재료인 고추는 전남 영광산 태양초, 마늘은 전남 무안산, 멸치액젓은 전남 추자도산, 소금은 전남 비금산 천일염을 광주광역시 각화동 농산물 시장에서 김치를 제조하는 당일 구입하여 사용하였다.

### 2. 묵은 김치의 제조

묵은 김치의 제조는 구입한 배추의 밑동을 다듬고 세로 방향으로 두 쪽으로 나눈 쪽 배추를 이<sup>10)</sup>의 방법에 준하여 16%의 소금물 40L가 들어 있는 용기에 담가 한번 적셔 낸 후에 한 쪽 배추 당 80g의 소금을 배추 줄기에 골고루 뿌리는 절충법<sup>11)</sup>으로 6시간 동안 절임하였고 절임이 완료된 배추를 흐르는 물에 3번 수세하여 12시간 동안 방치하여 잔여 수분을 제거하여 절임 배추를 제조하였다. 이때 절임 배추의 최종 염도는 3.0% 되게 하였다. 주·부 재료의 사용 비율은 기<sup>12)</sup>의 방법에 따라 Table의 비율을 사용하였고 주재료인 절임배추의 양에 따라 부재료들은 전 처리한 후에 절임배추와 잘 혼합하여 묵은 김치 제조에 사용하였다.

묵은 김치 제조를 위한 최종 염도는 시판되는 공장김치의 염도인 3.0%<sup>13)</sup>와 일반김치의 상품성을 유지하면서 장기간 저장할 수 있는 최적 염도인 3.0%보다 높은 염도인 3.67%로 소금을 사용하여 조절하였다.

담근 직후의 김치는 플라스틱통(30×20×25cm, 두께 2mm)에 8.0 kg씩 넣어 15±1℃에서 24시간 동안 예비 숙성시킨 후에 -1±1℃의 김치냉장고(ANAX, KC-070S)에 넣고 30주 동안 숙성시키면서 김치의 텍스처와 관능적 특성을 분석하였다.

### 3. 묵은 김치 제조과정에서의 텍스처의 측정

김치의 텍스처는 Texture Analyzer(Model TA-XT2, England)를 사용하여 절단강도(cutting force)와 압축강도(compression force)를 측정하였는데 시료 채취부위는 한 등<sup>14)</sup>의 방법에 따라 배추 잎 전장의 1/4되는 지점을 제 1 측정점으로 정하고 그 지점에서 3cm하단을 제 2 측정점으로 정한 뒤 그 둘을 기준으로 하여 그 둘레를 절단하였다. 절단강도의 측정을 위한 시료로는 가로 2cm, 세로 8cm되게 칼로 자른 후 약 2cm 간격으로 측정하였으며 압축강도로는 가로 2cm, 세로 2cm 되게 잘라 측정시료로 사용하였다. 분석 조건은 prove는 knife와 SM-5 circle(diameter 35mm), travel distance는 100%와 65%, prove speed는 각각 1.0 mm/sec, pre-test speed는 각각 5.0mm/sec로 조절하였다. 모든 시료에 대한 텍스처는 5번 반복 측정하여 측정치가 가장 높거나 가장 낮은 것을 제외한 3개의 측정값으로 평균값을 산출하였다.

### 4. 관능적 특성 평가

묵은 김치의 관능적 특성을 평가할 관능검사원은 실험에 대한 관심도와 검사원으로서의 적합성이 인정된 식품공학과 학부 학생과 대학원 학생 10명을 선발하여 본 실험의 목적을 설명하고 묵은 김치의 관능적 특성에 대한 필요한 훈련을 시킨 후에 관능평가를 실시하였다. 관능검사는 관능검사표를 이용하여 5점 척도법에 따라 실시하였으며 그 숙성과정 중의 탄산미, 짠맛, 경도, 신맛, 이취, 외관, 종합적인 기호도에 대하여 1에서 5까지 점수를 직접 기입하게 하였다(5: 매우 강하다, 4: 강하다, 3: 보통이다, 2: 약하다, 1: 매우 약하다).

또한 김치숙성과정에서의 텍스처에 대한 관능적 특성을 알아보기 위해 단단한 정도(hardness), 아삭아삭한 정도(crispiness), 질긴 정도(chewiness), 뻣뻣한 정도(stiffness)와 같은 조직감 특성에 대하여 평가하였다. 즉 굳은 정도는 흐물흐물할 경우 최저 1에서 굳고 사각사각할 경우 최고 5점까지, 아삭아삭한 정도는 씹히는 정도가 물렁할 경우 최저 1에서 아삭아삭할 경우 최고 5점까지, 질긴 정도는 질감이 없을 경우 최저 1에서 질긴 경우 최고 5점까지, 뻣뻣한 정도는 부드러울 경우 최저 1에서 뻣뻣할 경우 최고 5점까지 평가할 수 있도록 하였다.

### 5. 통계분석

묵은 김치 제조과정에서의 텍스처 및 관능검사는 각각 3회 실험을 반복하였고 여기서 얻은 실험결과에 대한 통계처리는 SAS PC+ 프로그램을 이용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며 One-way ANOVA test 및 Duncan's multiple range test<sup>15)</sup>로 그 유의성을 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 묵은 김치 제조과정중의 텍스처 변화

묵은 김치 제조과정에서 김치의 절단력을 측정한 결과는 <Table 1>에 나타낸 바와 같이 담금 당일 8.45kgf이던 것이 24시간 후에는 5.07kgf로 40% 정도가 감소하였고 적숙기라고 볼

<Table 1> Changes in cutting force and thickness of cabbage stem during fermentation of the low temperature and long term-fermented kimchi

Fermentation period(week)	Cutting force(kgf)	Thickness(mm)
0	8.45 ± 0.31 <sup>a</sup>	6.61 ± 0.57 <sup>a</sup>
1/7	5.07 ± 0.35 <sup>d</sup>	5.94 ± 0.48 <sup>ab</sup>
1	5.00 ± 0.47 <sup>d</sup>	5.65 ± 0.67 <sup>ab</sup>
2	4.82 ± 0.31 <sup>d</sup>	5.72 ± 0.58 <sup>ab</sup>
4	5.04 ± 0.22 <sup>d</sup>	5.28 ± 0.49 <sup>ab</sup>
6	5.11 ± 0.21 <sup>d</sup>	5.16 ± 0.57 <sup>ab</sup>
8	6.49 ± 0.09 <sup>b</sup>	5.08 ± 0.42 <sup>ab</sup>
10	6.19 ± 0.23 <sup>bc</sup>	4.62 ± 0.33 <sup>b</sup>
12	5.89 ± 0.17 <sup>c</sup>	4.84 ± 0.34 <sup>ab</sup>
14	8.25 ± 0.12 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.31 <sup>bc</sup>
18	6.64 ± 0.22 <sup>b</sup>	3.92 ± 0.22 <sup>bc</sup>
22	6.39 ± 0.26 <sup>b</sup>	3.86 ± 0.21 <sup>bc</sup>
26	5.75 ± 0.30 <sup>c</sup>	3.95 ± 0.27 <sup>bc</sup>
30	5.20 ± 0.26 <sup>d</sup>	3.87 ± 0.26 <sup>c</sup>
F-value	56.79***	51.04***

Data were presented as means ± standard deviation.  
It was significant at p<0.001\*\*\* level.  
Means with the same letter are not significantly different at p<0.05.

수 있는 4주 째에는 5.04kgf로 감소하였다가 14주 째에 8.25kgf로 급격히 증가가 일어난 후 다시 감소됨을 볼 수 있었다 (p<0.05). 이는 절단력은 질긴 정도나 씹힘성을 나타내 주고 있는 바 본 실험에서도 <Table 2>에 나타난 바와 같이 담금 당일 gumminess가 8.44kgf, chewiness가 4.87kgf이던 것이 24시간 후에는 각각 5.21kgf 와 2.47kgf로 급속히 감소하였다가 14주 째에 다시 증가하고 있는 것으로 나타나 절단력과 씹힘성이 변하는 경향이 거의 비슷하였다(p<0.05).

그러나 황 등<sup>16)</sup>의 김치제조 후 발효 1일간 절단강도가 크게 증가하며 발효 2일 째부터는 다소 감소하기 시작하였다는 보고와는 차이가 있었다. 이는 염도와 저장 온도, 실험시료의 차이의 결과라 사료된다.

배추김치는 숙성 중에도 계속해서 소금의 탈수 작용이 일어나 세포벽이 줄어들어 포개지게 되므로 절단면에 걸리는 섬유소의 수가 증가하게 되고 유연하게 밀리면서 섬유소의 밀도가 높아짐으로써 절단력은 증가하게 되나 탈수 작용으로 초기에는 배추조직에 함유된 효소들이 활성화되면서 세포벽 다당류와 단백질 등의 거대분자를 분해시켜 물성의 변화를 초래할 수 있으며<sup>17)</sup> 숙성이 진행되면서 미생물이 번식하고 이들이 생성하는 효소작용에 의해서 더욱 다양한 물성변화가 진행되는데 경도는 담금이나 숙성조건에 따라서 상이한 양상을 보인다고 보고한 바 있다<sup>18)</sup>.

이와 황<sup>19)</sup>은 김치 발효중의 조직감의 변화는 pectin질의 변화와 그와 관련된 효소활성의 영향을 받으며 그 외에도 미생물에 의해 생성된 유기산의 함량에 의해서도 달라진다고 하였다.

묵은 김치의 제조과정에서 배추줄기의 두께 변화는 <Table 1>에 나타낸 바와 같이 담금 당시 6.61mm이던 두께가 숙성이 진행되면서 서서히 감소하여 14주 째에는 39%가 감소된

<Table 2> Changes in compression forces during fermentation of the low temperature and long term-fermented kimchi

Fermentation period(week)	S	G	Co	A	H	Ch
0	0.37 ± 0.08 <sup>cd</sup>	8.44 ± 1.23 <sup>a</sup>	0.39 ± 0.08 <sup>ab</sup>	-0.06 ± 0.01 <sup>cd</sup>	29.46 ± 1.24 <sup>a</sup>	4.87 ± 0.86 <sup>a</sup>
1/7	0.33 ± 0.05 <sup>d</sup>	5.21 ± 0.34 <sup>d</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>ab</sup>	-0.02 ± 0.01 <sup>ab</sup>	21.22 ± 0.45 <sup>b</sup>	2.47 ± 0.44 <sup>c</sup>
1	0.51 ± 0.08 <sup>ab</sup>	4.87 ± 0.76 <sup>d</sup>	0.43 ± 0.05 <sup>a</sup>	-0.05 ± 0.02 <sup>cd</sup>	21.10 ± 0.56 <sup>b</sup>	2.39 ± 0.39 <sup>c</sup>
2	0.42 ± 0.04 <sup>bcd</sup>	5.12 ± 0.74 <sup>d</sup>	0.28 ± 0.06 <sup>bc</sup>	-0.04 ± 0.01 <sup>bc</sup>	21.50 ± 1.39 <sup>b</sup>	2.20 ± 0.32 <sup>c</sup>
4	0.42 ± 0.03 <sup>bcd</sup>	6.02 ± 0.80 <sup>c</sup>	0.33 ± 0.06 <sup>abc</sup>	-0.04 ± 0.01 <sup>bc</sup>	21.62 ± 1.45 <sup>b</sup>	2.98 ± 0.99 <sup>c</sup>
6	0.38 ± 0.06 <sup>cd</sup>	6.47 ± 0.99 <sup>bc</sup>	0.26 ± 0.04 <sup>c</sup>	-0.05 ± 0.01 <sup>cd</sup>	21.87 ± 1.73 <sup>b</sup>	2.43 ± 0.65 <sup>c</sup>
8	0.35 ± 0.04 <sup>cd</sup>	6.51 ± 0.80 <sup>bc</sup>	0.36 ± 0.05 <sup>abc</sup>	-0.05 ± 0.02 <sup>cd</sup>	21.92 ± 1.75 <sup>b</sup>	2.48 ± 0.56 <sup>c</sup>
10	0.41 ± 0.05 <sup>bcd</sup>	6.56 ± 0.58 <sup>bc</sup>	0.27 ± 0.08 <sup>bc</sup>	-0.05 ± 0.02 <sup>cd</sup>	21.94 ± 1.65 <sup>b</sup>	2.34 ± 0.70 <sup>c</sup>
12	0.34 ± 0.04 <sup>cd</sup>	5.66 ± 0.06 <sup>cd</sup>	0.34 ± 0.05 <sup>abc</sup>	-0.05 ± 0.02 <sup>cd</sup>	20.76 ± 1.05 <sup>b</sup>	2.35 ± 0.71 <sup>c</sup>
14	0.57 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.28 ± 1.03 <sup>a</sup>	0.39 ± 0.09 <sup>ab</sup>	-0.07 ± 0.02 <sup>d</sup>	23.23 ± 1.81 <sup>c</sup>	4.20 ± 1.17 <sup>ab</sup>
18	0.44 ± 0.03 <sup>bc</sup>	7.10 ± 0.55 <sup>ab</sup>	0.32 ± 0.06 <sup>bc</sup>	-0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	16.79 ± 1.65 <sup>c</sup>	3.37 ± 0.45 <sup>bc</sup>
22	0.44 ± 0.05 <sup>bcd</sup>	6.69 ± 0.91 <sup>bc</sup>	0.36 ± 0.05 <sup>abc</sup>	-0.00 ± 0.01 <sup>ab</sup>	16.77 ± 3.17 <sup>c</sup>	3.12 ± 0.30 <sup>bc</sup>
26	0.35 ± 0.07 <sup>cd</sup>	6.22 ± 0.81 <sup>bc</sup>	0.35 ± 0.06 <sup>abc</sup>	-0.06 ± 0.02 <sup>cd</sup>	16.02 ± 0.80 <sup>c</sup>	2.46 ± 0.45 <sup>c</sup>
30	0.43 ± 0.09 <sup>bcd</sup>	5.29 ± 0.58	0.34 ± 0.07 <sup>abc</sup>	-0.05 ± 0.01 <sup>cd</sup>	14.78 ± 0.76 <sup>c</sup>	2.20 ± 0.64 <sup>c</sup>
F-value	4.08***	5.88***	2.05*	4.67***	18.06***	4.41***

Data were presented as means ± standard deviation.  
It was significant at p<0.05\* or p<0.001\*\*\* level.  
Means with the same letter are not significantly different at p<0.05.  
S: springness(kgf) G: gumminess(kgf) Co: cohesiveness(kgf)  
A: adhesiveness(kgf) H: hardness(kgf) Ch: chewiness(kgf)

<Table 3> Correlation coefficients<sup>1)</sup> among textural property parameters of the low temperature and long term-fermented kimchi

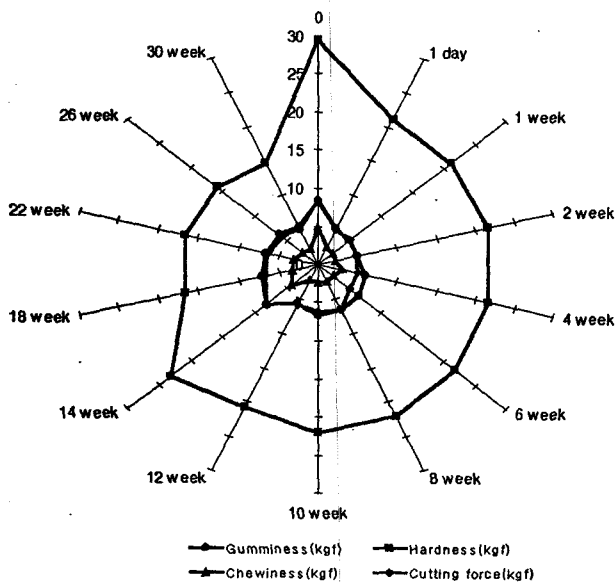
	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Chewiness	Gumminess
Hardness	1.000	0.298*	0.138	0.570***	0.503***
Cohesiveness		1.000	0.495***	0.591***	0.383*
Springiness			1.000	0.513***	0.439***
Chewiness				1.000	0.879***
Gumminess					1.000

<sup>1)</sup> It was significant at  $p < 0.05^*$  or  $p < 0.001^{***}$  level.

4.03mm를 나타냈다. 이는 20℃에서 6일간 발효하였을 때 최초 두께의 1/2로 감소했다는 황 등<sup>16)</sup>의 결과에 비하여 감소율이 낮았는데 이는 배추절임의 정도와 수분 제거율에서 오는 차이로 사료된다. 숙성에 따른 김치줄기의 두께와 절단력 변화는 김치줄기 두께의 변화는 pH의 변화와 대체로 일치하였으며 서로 밀접한 관계를 갖는 것으로 나타났다.

김치의 경도는 <Table 2>에서와 같이 담금 당일 29.46kgf이던 것이 24시간 후에 21.22kgf으로 급격하게 감소하였으나 12주째까지는 큰 변화가 없었으며 14주째에 다시 증가하는 경향을 보이다가 그 후에는 다시 감소하였다. 온도별 숙성 과정에서 pH의 변화를 고려할 때, 적숙기에 해당하는 pH 4.2~4.5에서는 비교적 연한 조직을 가지며 pH 4.0에 도달하면서 감소하던 경도가 다시 증가하였다는 보고<sup>20)</sup>와 거의 일치하였다. 그러나 일정한 크기로 제조된 김치의 경도를 측정할 결과 숙성에 따라 계속 감소하는 경향을 보였다는 이와 이<sup>21)</sup>의 보고와는 차이가 있었는데 이는 실험자에 따라 제조방법이나 측정방법이 차이가 있기 때문이다.

<Fig. 1>은 발효 저장 기간중 cutting force와 hardness, gumminess, chewiness의 변화로 거의 비슷한 경향을 보였는



<Fig. 1> Changes in cutting force and compression force during fermentation of the low temperature and long term-fermented kimchi

데, 24시간 발효 후 모든 값들이 급격한 감소를 보인 후 12주까지 큰 변화가 없다가 14주째에 증가가 있는 후 다시 서서히 감소가 일어났다. 텍스처 인자들간의 상관관계는 <Table 3>에 나타냈는데 chewiness와 gumminess가 다른 인자들보다 매우 높은 정의 상관관계( $r=0.879$ )를 나타냈으며, chewiness와 hardness( $r=0.570$ ), chewiness과 cohesiveness( $r=0.591$ ), chewiness와 springiness( $r=0.513$ ), gumminess와 hardness( $r=0.503$ )도 정의 상관관계를 보여주었다.

## 2. 관능적 특성 변화

관능검사는 미리 선발된 10명의 검사원에게 본 실험의 목적을 설명하고 적절한 훈련을 시킨 후 5단계 평점법(5점은 매우 강하다, 3점은 보통이다, 1점은 매우 약하다)에 따라 외관, off-flavor, 탄산미, 신맛, 짠맛, 경도, 전체적인 기호도 등에 대하여 평가를 실시하였는데 그 결과는 <Table 4>에 나타난 바와 같이 김치의 외관은 제조당일 가장 높은 값을 보였고 그 후 점점 감소하다가 14주째에 좋은 평가를 나타낸 후 점차 감소하였고 김치가 오래되면 나는 냄새인 off-flavor는 숙성기간중 유의적으로 증가한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

김치가 숙성됨에 따라 나타나는 시원하고 상큼한 맛이나 냄새의 정도를 나타내는 탄산미는 제조당일에는 거의 느끼지 못하다가 18주째에 이르러 최고치를 보였으며 그 후에는 감소하는 경향을 보였다. 신맛은 저장 14주째에 가장 높게 평가된 후 그 후에는 유의적인 차이 없이 거의 비슷한 정도의 신맛을 갖는 것으로 평가되어 pH와 산도의 결과와 같은 경향을 나타내었다.

김치의 짠맛은 제조당일의 강한 느낌이 4주째까지 계속되다가 그 후부터는 강한 짠맛을 느끼지 못한 것으로 평가되어 기계적인 염도 측정값과 비교할 때 4주째까지 제조당일 염도를 지나다가 그 후부터 감소된 결과와 일치한 것으로 나타났다. 김치를 씹을 때의 경도는 제조당일 가장 높은 값을 나타내다가 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소한 것으로 나타났다. 이는 발효 및 저장기간이 길어짐에 따라 외관 및 경도는 낮게 평가되고 off-flavor, 탄산미 및 신맛은 높게 평가되었다는 이와 이<sup>21)</sup>의 결과와 같은 결과를 얻었으나 짠맛의 평가는 다른 경향을 보였다.

이상의 관능평가 결과에서 경도, 외관 및 짠맛은 담금 당일 가장 높은 평가를 받았고 전체적인 기호도는 14주 동안 발효된 김치가 가장 높은 평가를 받았으며 18주 발효된 김치의 경우 탄산미와 신맛에 대해 높은 평가를 나타냈다( $p < 0.05$ ).

김치의 저장기간별 텍스처에 대한 관능검사 결과는 <Table

<Table 4> Scores for sensory evaluation<sup>1)</sup> during fermentation of the low temperature and long term-fermented kimchi

Week	Appearance	Off-flavor	Carbonated flavor	Sourness	Saltiness	Hardness	Overall acceptability
0	4.80±0.42 <sup>a</sup>	1.10±0.32 <sup>b</sup>	1.40±0.51 <sup>e</sup>	1.00±0.00 <sup>d</sup>	4.70±0.48 <sup>a</sup>	4.30±0.48 <sup>a</sup>	4.00±0.47 <sup>abc</sup>
1/7	4.70±0.48 <sup>a</sup>	1.30±0.48 <sup>b</sup>	1.60±0.67 <sup>de</sup>	1.20±0.42 <sup>d</sup>	4.60±0.51 <sup>a</sup>	3.50±0.70 <sup>b</sup>	3.62±1.23 <sup>abc</sup>
2	3.50±0.70 <sup>bc</sup>	1.60±0.71 <sup>fg</sup>	1.56±0.73 <sup>de</sup>	1.44±0.53 <sup>d</sup>	4.22±0.83 <sup>ab</sup>	3.33±0.50 <sup>bc</sup>	3.44±0.88 <sup>cd</sup>
4	3.80±0.63 <sup>b</sup>	2.20±0.42 <sup>af</sup>	2.20±0.42 <sup>d</sup>	2.40±0.52 <sup>c</sup>	4.10±0.73 <sup>b</sup>	3.40±0.52 <sup>bc</sup>	3.70±0.48 <sup>bc</sup>
8	3.70±0.82 <sup>b</sup>	2.70±0.67 <sup>de</sup>	2.90±0.57 <sup>c</sup>	3.30±0.67 <sup>b</sup>	3.00±0.67 <sup>c</sup>	3.20±0.42 <sup>cd</sup>	3.70±0.82 <sup>bc</sup>
12	3.70±0.82 <sup>b</sup>	3.10±0.99 <sup>cd</sup>	3.80±0.91 <sup>ab</sup>	3.50±0.70 <sup>b</sup>	3.00±0.47 <sup>c</sup>	2.80±0.42 <sup>de</sup>	4.10±0.9 <sup>ab</sup>
14	4.10±0.99 <sup>b</sup>	3.50±0.85 <sup>bc</sup>	4.10±0.99 <sup>a</sup>	4.30±0.67 <sup>a</sup>	2.80±0.42 <sup>a</sup>	3.00±0.82 <sup>cd</sup>	4.30±0.48 <sup>a</sup>
18	3.70±0.48 <sup>b</sup>	3.90±0.88 <sup>ab</sup>	4.20±0.79 <sup>a</sup>	4.30±0.67 <sup>a</sup>	2.90±0.31 <sup>c</sup>	2.90±0.57 <sup>cd</sup>	3.70±0.48 <sup>bc</sup>
22	3.00±0.47 <sup>cd</sup>	4.30±0.82 <sup>a</sup>	4.00±0.94 <sup>a</sup>	4.30±0.68 <sup>a</sup>	3.00±0.00 <sup>c</sup>	2.70±0.67 <sup>de</sup>	3.40±0.84 <sup>bcd</sup>
26	2.80±0.42 <sup>d</sup>	4.20±0.63 <sup>a</sup>	3.20±0.42 <sup>bc</sup>	3.80±0.42 <sup>ab</sup>	2.90±0.31 <sup>c</sup>	2.40±0.52 <sup>e</sup>	3.20±0.63 <sup>d</sup>
30	2.78±0.36 <sup>d</sup>	4.31±0.71 <sup>a</sup>	3.18±0.36 <sup>bc</sup>	4.27±0.59 <sup>a</sup>	2.88±0.37 <sup>c</sup>	2.36±0.42 <sup>e</sup>	3.19±0.59 <sup>d</sup>
F-value	10.57 <sup>***</sup>	28.71 <sup>***</sup>	23.97 <sup>***</sup>	56.00 <sup>***</sup>	22.49 <sup>***</sup>	8.48 <sup>***</sup>	2.61 <sup>**</sup>

Data were presented as means ± standard deviation. It was significant at p<0.01<sup>\*\*</sup> or p<0.001<sup>\*\*\*</sup> level. Means with the same letter are not significantly different at p<0.05.

<Table 5> Scores for sensory evaluation<sup>1)</sup> of the texture during fermentation of the low temperature and long term-fermented kimchi

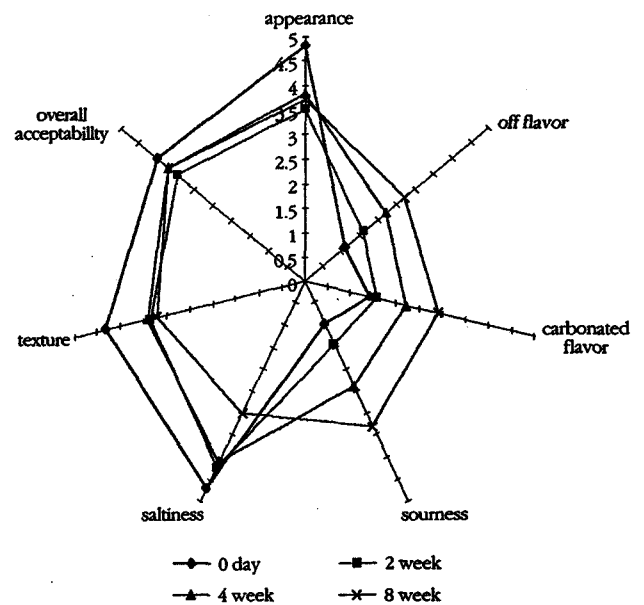
Week	Hardness	Crispiness	Chewiness	Stiffness
0	4.60±0.52 <sup>a</sup>	4.00±0.82 <sup>a</sup>	3.30±0.67 <sup>a</sup>	4.20±0.42 <sup>a</sup>
1/7	3.80±0.42 <sup>b</sup>	3.20±0.42 <sup>b</sup>	3.90±0.88 <sup>a</sup>	3.40±0.52 <sup>b</sup>
2	2.80±0.42 <sup>c</sup>	2.80±0.79 <sup>bc</sup>	3.90±0.88 <sup>a</sup>	3.30±0.48 <sup>b</sup>
4	2.70±0.48 <sup>cd</sup>	2.80±0.63 <sup>bc</sup>	3.40±0.51 <sup>a</sup>	3.20±0.42 <sup>b</sup>
8	2.50±0.53 <sup>cd</sup>	3.20±0.42 <sup>b</sup>	3.30±0.48 <sup>a</sup>	3.10±0.32 <sup>b</sup>
12	2.40±0.51 <sup>cd</sup>	3.20±0.42 <sup>b</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	3.10±0.57 <sup>b</sup>
14	2.50±0.53 <sup>cd</sup>	3.10±0.32 <sup>bc</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	3.20±0.42 <sup>b</sup>
18	2.45±0.51 <sup>cd</sup>	2.55±0.60 <sup>c</sup>	3.70±0.57 <sup>a</sup>	2.50±0.83 <sup>c</sup>
22	2.30±0.48 <sup>d</sup>	1.90±0.74 <sup>d</sup>	3.80±0.63 <sup>a</sup>	2.10±0.88 <sup>c</sup>
26	2.11±0.67 <sup>e</sup>	1.86±0.42 <sup>d</sup>	3.88±0.53 <sup>a</sup>	2.02±0.32 <sup>d</sup>
30	2.10±0.59 <sup>e</sup>	1.84±0.36 <sup>d</sup>	3.89±0.61 <sup>a</sup>	2.00±0.27 <sup>d</sup>
F-value	25.99 <sup>***</sup>	9.64 <sup>***</sup>	1.47	10.56 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> Data were presented as means ± standard deviation. It was significant at p<0.001<sup>\*\*\*</sup> level. Means with the same letter are not significantly different at p<0.05.

5)에 나타낸 바와 같이 사각사각하면서 단단한 정도는 제조당 일 가장 높은 평가를 얻었고 유의적으로 감소하면서 숙성기간이 길어질수록 낮은 경도를 보였다(p<0.05). 김 과 김<sup>22)</sup>은 단단한 정도와 아삭아삭한 정도는 발효기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 보였고 황 등<sup>16)</sup>은 단단한 정도는 젓갈을 첨가한 김치가 대조군보다 호물호물하다고 보고하였으며 안과 이<sup>23)</sup>는 키토산 첨가균 김치가 다른 첨가균 들보다 단단한 정도, 아삭아삭 정도, 질긴 정도가 높다고 하였다.

김치의 저장기간에 따른 김치의 관능검사로 분석한 평가치들의 평균값을 QDA조사법에 의하여 비교한 결과는 <Fig. 2> 및 <Fig. 3>과 같다.

Taste와 텍스처에 대한 상관관계는 <Table 6>에 나타낸 바와 같이 짠맛과 단단함이 정의 상관관계(r=0.559)를 보였고,



<Fig. 2> QDA(Quantitative Descriptive Analysis) profiles of sensory evaluation during fermentation(0 day~8 weeks) of the low temperature and long term-fermented kimchi

off-flavor와 단단함(r=-0.657), 탄산미와 단단함(r=-0.540), 신맛과 단단함(r=-0.651)은 역의 상관관계를 보였다. 관능검사를 통한 taste간의 상관관계는 <Table 7>에 나타낸 바와 같이 신맛과 off-flavor(r=0.805), 신맛과 탄산미(r=0.813)는 매우 정적인 상관관계를 보였으며, 탄산미와 off-flavor (r=0.661), 짠맛과 단단함(r=0.530)은 정적인 상관관계를 보였다. 그러나 신맛과 짠맛(r=-0.767), 탄산미와 짠맛(r=-0.628), off-flavor와 짠맛(r=-0.663), 신맛과 경도(r=-0.605), off-flavor와 경도(r=-0.575)는 역의 상관관계를 보여 저장기간이 길어질수록 신맛, 탄산미, off-flavor는 강해지고 짠맛과 경도는 약해지는

<Table 6> Correlation coefficients<sup>1)</sup> among the instrumental quality parameters and the sensory quality attributes of the low temperature and long term-fermented kimchi

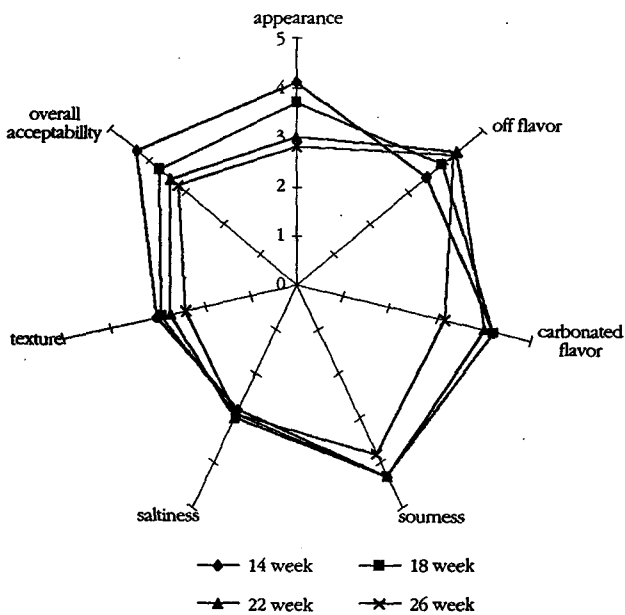
	Appearance	Off-flavor	Carbonated flavor	Sourness	Saltiness	Texture	Overall acceptability
Hardness	0.482***	-0.657***	-0.540***	-0.651***	0.559***	0.573***	0.187
Crispiness	0.418***	-0.403***	-0.219	-0.347***	0.238*	0.381***	0.223*
Chewiness	-0.160	-0.028	-0.072	-0.078	-0.030	-0.095	-0.028
Stiffness	0.436***	-0.491***	-0.379***	-0.505***	0.457***	0.371***	0.141

<sup>1)</sup> It was significant at p<0.05\* or p<0.001\*\*\* level.

<Table 7> Correlation coefficients between sensory quality attributes of the low temperature and long term-fermented kimchi

	Appearance	Off-flavor	Carbonated flavor	Sourness	Saltiness	Texture	Overall acceptability
Appearance	1.000	-0.454***	-0.310***	-0.387***	0.417***	0.438***	0.427***
Off flavor		1.000	0.661***	0.805***	-0.663***	-0.575***	-0.054
Carbonated flavor			1.000	0.813***	-0.628***	-0.396***	0.056
Sourness				1.000	-0.767***	-0.605***	-0.012
Saltiness					1.000	0.530***	0.070
Texture						1.000	0.233*
Overall acceptability							1.000

<sup>1)</sup> It was significant at p<0.05\* or p<0.001\*\*\* level.



<Fig. 3> QDA(Quantitative Descriptive Analysis) profiles of sensory evaluation during fermentation(14 weeks~26 weeks) of the low temperature and long term-fermented kimchi

것으로 나타났다.

#### IV. 요약

김치의 조직감에서 cutting force는 제조당일 8.4kgf로 가

장 큰 값을 나타낸 후 1일 후 40%의 감소가 일어난 후 그 후 서서히 감소하다가 14주 째에 급격한 증가를 보인 후 다시 감소하였다. 이러한 절단력은 질긴 정도와 씹힘성을 나타내 주고 있는 바 compression force 시험에서도 gumminess와 chewiness가 각각 제조 1일 후 급속히 감소하였다가 14주에 다시 증가하고 있는 것으로 나타났다. 텍스처 인자들 간의 상관관계는 씹힘성과 질김성이  $r = 0.879$ 로 다른 인자들보다도 가장 높은 정의 상관관계를 나타냈으며 씹힘성과 경도( $r = 0.570$ ), 씹힘성과 응집성( $r = 0.591$ ), 씹힘성과 탄성( $r = 0.513$ ), 질김성과 경도( $r = 0.503$ )도 정의 상관관계를 보여 주었다.

김치의 관능평가에서 외관, 짠맛, 경도는 제조당일 김치가 가장 높은 평가를 받았고 전체적인 기호도는 14주 동안 발효된 김치가 가장 높은 평가를 받았으며 18주 발효된 김치의 경우 탄산미와 신맛에 대해 높은 평가를 나타냈다. 관능검사를 통한 taste간의 상관관계는 신맛과 off-flavor( $r = 0.805$ ), 신맛과 탄산미( $r = 0.813$ )는 매우 정적인 상관관계를 보였으며, 탄산미와 off-flavor( $r = 0.661$ ), 짠맛과 단단함( $r = 0.530$ )은 정적인 상관관계를 보였다( $p < 0.001$ ). Taste와 조직감에 대한 상관관계는 짠맛과 단단함이  $r = 0.559$ 로 정의 상관관계를 보였고, off-flavor와 단단함( $r = -0.657$ ), 탄산미와 단단함( $r = -0.540$ ), 신맛과 단단함( $r = -0.651$ )은 역의 상관관계를 나타내었다. 조직감간의 상관관계는 아삭아삭한 정도와 뻣뻣한 정도( $r = 0.522$ )가 정의 상관관계를 나타내었다.

결론적으로 3.7% 염도의 김치를 제조하여  $15 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 24시간 동안 예비 숙성시키고  $-1 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 김치전용냉장고에서 30주 동안 숙성시키면서 묵은 김치의 텍스처와 관능적 특성을 실험

한 결과 묵은 김치제조를 위한 최적 발효기간은 18주인 것으로 사료되었다.

### 감사의 말

본 연구는 과학기술부·한국과학재단이 지정한 목포대학교 지역협력연구센터(RRC)의 연구사업비에 의해 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

#### ■ 참고문헌

- 1) 구영조, 최신양, 김치의 과학기술, 창조사, 17, 1995
- 2) 이춘년, 조재선, 김치제조 및 연구사, 한국음식문화연구원은총(미원), 1, 193, 1988
- 3) 유재연, 이해성, 이해수, 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화, 한국식품과학회지, 16(2): 169-174, 1984
- 4) 구경형, 강근옥, 김우정, 김치의 발효 과정중 품질 변화, 한국식품과학회지, 20(4): 476-482, 1988
- 5) 이승교, 전승규, 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향, 한국식량영양학회지, 11(3): 63-66, 1982
- 6) 박우포, 김치의 배합재료가 발효숙성에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 1992
- 7) 조재선, 김치 숙성중 미생물의 동태와 성분 변화, 한국식생활문화학회지, 6(4): 479-501, 1991
- 8) 한홍의, 임종락, 박현근, 김치발효의 지표로서 미생물 군집의 측정, 한국식품과학회지, 22(1): 26-32, 1990
- 9) Park, KY, Baek, KA, Rhee, SH, Cheigh, HS, Antimutagenic Effect of Kimchi. Foods and Biotechnol., 4(3): 141-145, 1995
- 10) 이해수, 김치에 대한 조리과학적 연구, 대한가정학회지, 35(1): 617-622, 1972
- 11) 강근옥, 이현자, 차보숙, 김장김치류의 담금방법에 관한 조사 연구, 한국식품영양학회지, 8(4): 289-292, 1995
- 12) 기영호, 묵은김치의 숙성발효 제조방법, 특허 제

- 0212879호, 1999
- 13) 박완수, 김치류의 표준 가공공정 설정연구보고서, 한국김치절임식품공업협동조합, 11121-0449, 1994
- 14) 한은수, 석문식, 박지현, 이호재, 절임배추의 포장압력 및 저장온도에 따른 품질변화, 한국식품과학회지, 28(4): 650-656, 1996
- 15) SAS, SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 6 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1985
- 16) 황인주, 윤의정, 황성연, 이철호, 보존료, 젓갈, CaCl<sub>2</sub> 첨가가 김치발효중 배추잎의 조직감에 미치는 영향, 한국식문화학회지, 3(3): 309-317, 1988
- 17) 김순동, 이신호, 김미정, 오영애, pH 조정제를 이용한 저염 배추김치의 숙성중 pectin질의 변화, 한국영양식량학회지, 17(3): 225-261, 1988
- 18) 백형희, 이창희, 우덕현, 박관화, 백운화, 이규순, 남상봉, 펙틴 분해효소를 이용한 김치 조직의 연화방지, 한국식품과학회지, 21(1): 149-153, 1989
- 19) 이철호, 황인주, 김치 보존성을 위한 배추 품종 및 부위별 특성과 김치의 조직감 연구, 식품공업협회 식품연구소 연구보고서, 19, 1987
- 20) 구경형, 강근옥, 장영상, 김우정, 염혼합물의 첨가가 김치의 물리적 관능적 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 23(2): 123-128, 1991
- 21) 이종미, 이해란, 새우젓을 첨가한 전통적 통배추 김치의 최적제조조건 설정에 관한 연구, 한국식생활문화학회지, 9(1): 79-85, 1994
- 22) Kim KO, Kim WH. Changes in Properties of Kimchi Prepared with Different Kinds and Levels of Salted and Fermented Seafoods during Fermentation. Korean J Food Sci. Technol. 26(3): 324-330, 1994
- 23) Ahn SC, Lee GJ. Effects of Salt-fermented Fish and Chitosan Addition on the Pectic Substance and the Texture Changes of Kimchi during Fermentation. Korean J Food Sci Technol. 11(3): 309-315, 1995