

## 배추의 소금절임시 염수의 초기온도가 김치숙성에 미치는 영향

박인경 · 김순희\* · 김순동†

대구효성가톨릭대학교 식품공학과

\*김천전문대학 식품공업과

### Effect of Initial Temperature of Salt Solution during Salting on the Fermentation of *Kimchi*

In-Kyung Kim, Soon-Hee Kim\* and Soon-Dong Kim†

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

\*Dept. of Food Technology, Kimchon Junior College, Kimchon 740-200, Korea

#### Abstract

This study was undertaken to enhance the shelf-life of *kimchi* by heat treatment at 40~80°C for Chinese cabbage during salting. *Kimchi* was analyzed to determine pH, titratable acidity and sensory evaluation, number of microbe and lactic acid bacteria, content of organic acid and texture. The *kimchi*(HT 40-*kimchi*) soaked with Chinese cabbage by heat treatment at 40°C was enhanced the shelf-life more than that of control *kimchi* when evaluated by pH, titratable acidity, sour taste and overall taste. HT 40-*kimchi* was higher in hardness and the lowest in brittleness and gumminess and also, the content of lactic acid, number of total microbe and lactic acid bacteria were the lower than those of control *kimchi*. Considering all results obtained throughout these experiments, it can be concluded that the *kimchi* soaked with Chinese cabbage salted in heated 10% salt solution at 40°C improved the quality and shelf-life of *kimchi*.

**Key words:** *kimchi*, heat treatment, shelf-life enhancement

#### 서 론

김치는 복합적인 생화학 반응에 의하여 숙성된다. 특히 김치의 미생물이 번식하기 이전의 소금절임 공정은 김치발효에 있어서 지대한 영향을 미치게 된다. 소금의 삼투작용으로 세포조직으로부터 칼슘과 효소의 이탈은 펙틴질의 분해 및 타 고분자 물질이 분해되는 기점이 된다. 김치발효 미생물의 번식속도와 정도는 이 소금절임의 여하에 따라 좌우되는 것으로 설명되어지고 있다. 많은 연구자들이 김치의 과학화 연구로 소금절임 연구를 행하고 있는데 절임액의 소금농도(1-3), 절임시간(4), 절임액의 온도(1,2,5) 등에 대한 연구들이 있고 특히 온도는 수분의 용출속도에 많은 영향을 미쳐 김치숙성에 영향을 미침이 알려져 있다(1). 오와 김(6)은 소금절임시 배추조직에 있는 효소류가 염용액으로 일부 용출되어 나온다고 하였으며 나머지 미용출된

효소류가 활성화되어 김치 품질에 영향을 미친다고 하였다. 또 이들은 김치숙성 중 조직과 즙액을 분리하여 숙성시켜 본 결과 국물에 빠져나온 효소류가 김치숙성에 상당한 영향을 미침을 보고하였다. 박 등(7)은 김치숙성 중 연화방지를 목적으로 소금절임 중 절임액에 대한 열처리를 행하여 주요 효소류의 불활성화 조건을 규명하였다. 변 등(1)은 배추를 80°C 이하에서 가열살균함으로써 염절임시 배추조직의 연화를 완화시킬 수 있었다고 하였다.

배추의 소금절임시 절임용액의 온도를 조절함으로써 절임 중에 일어나는 각종 생화학 반응을 제어시킬 수 있는 가능성은 충분히 인정되나 이에 대한 연구는 매우 부족하며, 김치의 숙성 원리나 보존성 측면에서의 접근은 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 배추의 소금절임시 절임액의 온도를 40~80°C 범위에서 행하고 이를 재료로 김치를 담구어 숙성 중 품질에 미

† To whom all correspondence should be addressed

본 연구는 1995년도 과학기술처 선도기술개발과제 연구비 지원에 의하여 수행된 연구 결과의 일부임.

치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 담금재료

배추(Chinese cabbage)는 가을 절구배추(품종: 장수)로서 개채당 중량이 2kg 내외의 것을 사용하였으며 고추가루, 마늘, 생강은 경상시 하양시장에서 구입한 것을 소금은 천일염을, 멸치젓은 액체육젓(하선정 식품)을 각각 사용하였다.

### 소금절임중 열처리

절임용 배추를 흐르는 수돗물로 깨끗이 씻은 후 물기를 뺀 다음 4 등분하고 가온한 10% 소금물용액에서 열처리하였다. 열처리는 상온(12°C), 40, 50, 60, 70, 80°C 처리구로 나누었으며 가온 소금물량과 배추량의 비율을 1.5 : 1로 하였고, 배추를 담근 후 실온에 방치하면서 절임하였다. 절임은 24시간 동안 행하였다.

### 담금 및 숙성

절임배추는 15°C의 흐르는 수돗물로 3회 세척하고 플라스틱 바구니에 받쳐서 4°C의 저온실에서 2시간 동안 탈수시켰다. 갖은 양념은 절임배추 100, 다진마늘 1.8, 다진생강 0.4, 고추가루 4.5, 멸치액젓 4.5의 비율로 잘 버무려서 500ml들이 유리병에 절임배추량으로 300g 씩 담아 10°C에서 숙성시켰다.

### pH 및 산도

김치조식과 국물을 합하여 Polytron homogenizer (PT-1200C, Switzerland)로 파쇄한 후 3점의 가제로 여과하였으며, pH는 pH meter (Metrohm 632, Switzerland)로, 산도는 20ml를 취하여 pH 8.2가 될 때까지 0.1N-NaOH용액으로 적정하여 lactic acid %로 환산하였다.

### 총균수와 젖산균수

김치조식과 국물을 합하여 살균 Polytron homogenizer로 파쇄한 후 3점의 살균가제로 여과하고 여액 1ml를 취하여 0.1% peptone 수로 희석하여 총 균수는 plate count agar 배지(8)(tryptone 5g, yeast extract 2.5g, dextrose 1.0g, agar 1.5%, 증류수 1L), 젖산균은 MRS 배지(9)(peptone 10g, meat extract 10g, yeast extract 5g, glucose 20g, tween 80 1g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 2g, sodium acetate 5g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 8.2g, MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O 0.05g, triam-

monium citrate 2g, 증류수 1L)를 사용하여 38°C에서 48시간 평판배양(10) 한 후 생긴 colony를 계측하였다.

### 유기산 함량

김치조식과 국물을 합하여 파쇄, 여과한 액을 5,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 상정액을 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge에 통과시키고 다시 0.2µm membrane filter로 여과한 여액을 시료로 하여 HPLC(Dionex 500)로 측정하였다. HPLC의 측정조건은 column: ICE AS 6 (Ionpac), mobile phase: 0.4mM heptafluorobutric acid, 5mN tetrabutylammoniumhydroxide, flow rate: 1ml/min, detector: conductivity, column temp. 25°C이었다.

### 텍스처

김치의 질감은 Rheometer(RE-3305 Yamaden, Japan)를 사용하여 경도, 응집성, 부착성, 파쇄성 및 고무성을 측정하였다(11). 시료는 배추의 뿌리에서 부터 5cm 위치의 백색 중륜부를 크기 3×3cm로 절단한 것으로 하였다. 측정조건은 data 격납피치: 0.1sec, 측정속도: 5.0mm/s, preset I: 7mm, preset II: 2회, 시료두께: 10mm, plunger 직경: 5mm로 하여 3회 반복 측정하였다.

### 관능검사

대구효성가톨릭대학교 식품공학과 대학원생 10명의 관능요원에 의하여 5점 강도법(12)으로 신맛, 아삭 아삭한 정도, 종합적인 맛을 평가하였다.

### 통계처리

모든 data는 3반복 실험 평균치로 표시하였으며, 관능검사 및 텍스처 유의성 검증은 SAS package(13)의 Duncan's multiple test에 의하였다.

## 결과 및 고찰

### 절임온도의 변화

소금절임시 절임액과 배추의 비율을 1.5 : 1의 비율로 하여 절임액의 온도를 40~80°C 범위에서 10°C 간격으로 하여 실온 12°C에 방치하면서 절임하였는데 절임액의 온도변화는 Fig. 1에서와 같다. 각 처리구는 거의 1분 동안은 원래의 처리온도 보다 5°C 낮은 온도를 유지하였으나 그 이후 비례적으로 온도가 떨어져 6시간 이후에는 실온에 접근하였다.

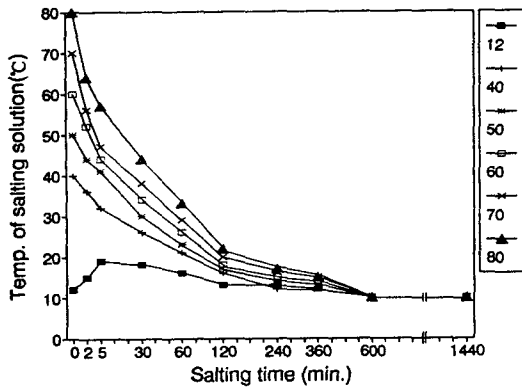


Fig. 1. Changes in temperature of Chinese cabbage during salting.

pH 및 산도

Fig. 2, 3은 발효 중의 pH와 산도의 변화를 측정된 결과이다. 40°C 처리군의 pH는 전 숙성기간을 통하여 대조군(12°C) 보다 높게 유지되었으며, 발효 20일경 대조구가 3.94인데 비하여 pH 4.27로 높았다. 50°C 처리구는 40°C 보다는 pH가 높지 않으나 대조구와 비슷한 값을 보였고 60~80°C 처리구 보다는 저하율이 낮았다. 60~80°C 처리구는 대조구 보다 오히려 낮은 pH를 나타내었는데 이는 조직의 열손상으로 김치의 숙성이 촉진된 것으로 짐작되며 또한 변 등(1)은 채소 중에 존재하는 pectinesterase는 조직의 온도가 60~75°C에 이르면 활성화되고 펙틴질의 methyl ester group을 가수분해하여 조직이 급격히 붕괴된다고 하였다.

산도는 pH의 측정결과와 동일한 경향으로 40, 50°C 처리군에서 증가율이 낮았다. 맛있는 김치의 산도(3, 14)인 0.5% 이하를 유지하는 일수는 40°C 처리군은 25일, 50°C는 20일이었으며 60~80°C 처리군은 10~15일

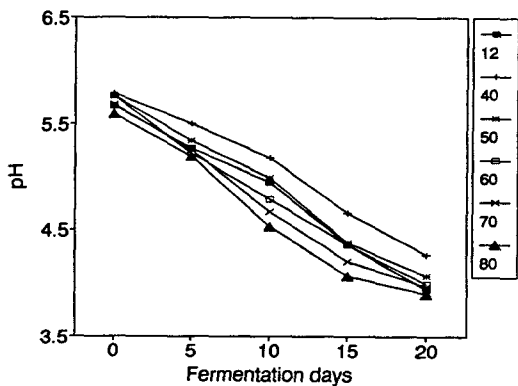


Fig. 2. Changes in pH of kimchi soaked with heat-treated Chinese cabbage during fermentation at 10°C.

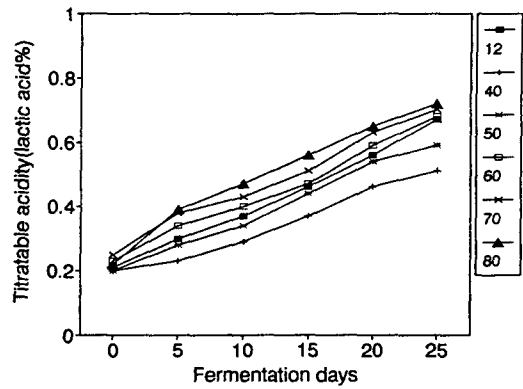


Fig. 3. Changes in titratable acidity of kimchi soaked with heat treated Chinese cabbage during fermentation at 10°C.

이었다. 이(4)는 김치담금시 50~60°C의 열처리로 배추조직의 주요 구성성분인 펙틴질의 분해에 관여하는 pectinesterase와 polygalacturonase의 활성을 저해시킬 수 있다고 하였다. 또 열처리는 배추에 존재하는 각종 유효효소의 불활성화와 배추 조직내의 공기를 구속함으로서(15) 김치의 숙성에 바람직한 영향을 미칠 수 있음을 시사하였다. 변 등(1)은 70°C 이상에서는 식물 세포벽의 세포막 반투과성을 소실할 수 있다고 하였으며, 박 등(7)은 배추를 40~55°C에서 열처리함으로써 배추의 경도가 높아지고 보존성이 향상된다고 하였다.

관능검사

소금절임 중 열처리하여 담근 김치의 관능검사 결과는 Table 1과 같다. 신맛은 대조군의 경우 발효 15일째 평점 3.53점이었으나 발효 20일째는 4.03점으로 신맛이 강한 것으로 나타났다. 그러나 40°C 처리군은 발효 20일째 3.35점으로 대조구에 비하여 동일산미를 나타내는 기간이 상당히 지연되었으며, 50°C 처리군도 대조구 보다는 발효가 지연되었으나 40°C 보다는 산미가 강했다. 60~80°C 처리구는 pH나 산도의 결과에서와 같이 대조구 보다는 강한 산미를 나타내어 발효가 촉진되는 현상을 보였다.

김치조직의 아삭거리는 조직감은 전반적으로 발효 일수의 경과에 따라 감소하였는데 특히 발효 중기 이후 40 및 50°C 처리군과 60~80°C 처리군간에 유의적인 차이를 나타내어 40, 50°C 처리군이 대조군 보다 평점이 높았으며 조직감이 좋은 김치로 평가되었다. 이는 40, 50°C 처리군이 펙틴분해효소를 불활성화시킴으로써 조직의 연화가 지연된 효과(7,16-18)로 생각되며, 변 등(1)은 배추조직의 열처리시 조직내의 공기구축의

Table 1. Changes in sensory quality of *kimchi* soaked with heat treated Chinese cabbage during fermentation at 10°C

| Attributes    | Heat treatment(°C) | Fermentation period(days) |                           |                           |                           |                           |
|---------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|               |                    | 0                         | 5                         | 10                        | 15                        | 20                        |
| Sour taste    | 12                 | 1.00±0.00 <sup>bc</sup>   | 1.17±0.24 <sup>abc</sup>  | 2.30±0.30 <sup>bBC</sup>  | 3.53±0.37 <sup>abc</sup>  | 4.03±0.53 <sup>abA</sup>  |
|               | 40                 | 1.00±0.00 <sup>bc</sup>   | 1.00±0.00 <sup>bc</sup>   | 1.95±0.55 <sup>cb</sup>   | 3.25±0.41 <sup>bAB</sup>  | 3.35±0.71 <sup>cA</sup>   |
|               | 50                 | 1.17±0.24 <sup>ac</sup>   | 1.50±0.41 <sup>ac</sup>   | 3.20±0.70 <sup>abc</sup>  | 3.50±0.45 <sup>abb</sup>  | 4.14±0.52 <sup>aA</sup>   |
|               | 60                 | 1.00±0.00 <sup>bc</sup>   | 1.17±0.24 <sup>abc</sup>  | 3.50±0.41 <sup>ab</sup>   | 3.70±0.50 <sup>ab</sup>   | 4.04±0.40 <sup>aA</sup>   |
|               | 70                 | 1.00±0.00 <sup>bc</sup>   | 1.17±0.24 <sup>abc</sup>  | 3.50±0.00 <sup>ab</sup>   | 4.00±0.50 <sup>aA</sup>   | 4.09±0.52 <sup>aA</sup>   |
|               | 80                 | 1.00±0.00 <sup>bc</sup>   | 1.17±0.24 <sup>abc</sup>  | 3.17±0.24 <sup>abB</sup>  | 3.55±0.25 <sup>abAB</sup> | 3.98±0.68 <sup>bA</sup>   |
| Crispness     | 12                 | 4.05±0.46 <sup>abA</sup>  | 4.00±0.71 <sup>aA</sup>   | 3.13±0.74 <sup>bB</sup>   | 3.00±0.50 <sup>abB</sup>  | 2.13±0.44 <sup>bcBC</sup> |
|               | 40                 | 4.35±0.21 <sup>aA</sup>   | 4.00±0.82 <sup>aA</sup>   | 3.50±0.00 <sup>aAB</sup>  | 3.25±0.25 <sup>abB</sup>  | 3.15±0.15 <sup>abB</sup>  |
|               | 50                 | 4.30±0.32 <sup>aA</sup>   | 3.83±0.24 <sup>abB</sup>  | 3.15±0.56 <sup>bc</sup>   | 3.00±0.25 <sup>abC</sup>  | 2.54±0.28 <sup>bd</sup>   |
|               | 60                 | 4.25±0.56 <sup>abA</sup>  | 3.83±0.47 <sup>abAB</sup> | 3.13±0.89 <sup>bB</sup>   | 2.75±0.50 <sup>bBC</sup>  | 2.17±0.44 <sup>bcC</sup>  |
|               | 70                 | 3.60±0.39 <sup>cA</sup>   | 3.40±0.41 <sup>bA</sup>   | 3.03±0.82 <sup>bcAB</sup> | 2.63±0.82 <sup>bb</sup>   | 1.97±0.77 <sup>bcC</sup>  |
|               | 80                 | 3.83±0.47 <sup>bA</sup>   | 3.75±0.56 <sup>cA</sup>   | 3.00±0.00 <sup>cb</sup>   | 2.75±0.75 <sup>bb</sup>   | 1.89±0.72 <sup>bcC</sup>  |
| Overall taste | 12                 | 1.62±0.45 <sup>bc</sup>   | 2.00±0.35 <sup>abc</sup>  | 3.40±0.00 <sup>ab</sup>   | 4.04±0.37 <sup>aA</sup>   | 3.50±0.50 <sup>abB</sup>  |
|               | 40                 | 2.02±0.53 <sup>c</sup>    | 2.13±0.42 <sup>ac</sup>   | 3.25±0.25 <sup>ab</sup>   | 3.50±0.41 <sup>bAB</sup>  | 4.45±0.45 <sup>aA</sup>   |
|               | 50                 | 1.92±0.35 <sup>abB</sup>  | 2.13±0.74 <sup>ab</sup>   | 2.50±0.00 <sup>ba</sup>   | 2.83±0.47 <sup>cA</sup>   | 2.50±0.50 <sup>cA</sup>   |
|               | 60                 | 1.75±0.43 <sup>bb</sup>   | 1.50±0.00 <sup>bc</sup>   | 2.50±0.41 <sup>ba</sup>   | 2.75±0.25 <sup>cA</sup>   | 2.40±0.83 <sup>cb</sup>   |
|               | 70                 | 1.38±0.42 <sup>c</sup>    | 1.33±0.24 <sup>cc</sup>   | 2.50±0.00 <sup>ba</sup>   | 2.50±0.50 <sup>cA</sup>   | 2.19±0.43 <sup>db</sup>   |
|               | 80                 | 1.00±0.00 <sup>cd</sup>   | 1.67±0.47 <sup>bc</sup>   | 2.50±0.50 <sup>ba</sup>   | 2.34±0.73 <sup>db</sup>   | 2.34±0.50 <sup>cdB</sup>  |

Mean±S.E. of three experiments for each treatment

Scores: 1; very weak or poor, 2; weak, 3; proper, 4; strong, 5; very strong or good

<sup>a-d)</sup> Different superscripts within a column indicate significant differences(p<0.05)

<sup>A-D)</sup> Different superscripts within a row indicate significant differences(p<0.05)

온도 의존성은 70°C 이상과 이하에서 현저한 차이를 나타내는데 70°C를 전후하여 조직구조가 변한다고 하였다. 또 식물의 세포벽은 조직의 경도를 유지해 주는 일종의 골격을 이루는데 70°C 이상에서는 세포막이 반투과성을 상실하여 급격한 연화와 동시에 조직내 가스가 급격히 구축된다 하였다. 박 등(7)과 이 등(15)은 채소류의 열처리하는 유효효소의 불활성화와 부피의 감소, 조직내 공기를 구축시키는 과정이며, 구축되는 공기양은 가열 초기에 급속히 감소하며 2~3분내에 완전히 제거된다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서는 60°C 이상의 온도에서는 김치의 숙성이 오히려 촉진되는 현상으로 미루어 이 이상의 온도에서는 조직이 손상된다고 판단되며 이는 배추의 품종이나 재배시기에 따라서 세포조직의 강도가 상이함을 시사한다. 종합적인 맛은 대조군이 발효 15일째에 평점 4.04점으로 최고치를 보인 후 감소하였으며 40°C 처리군은 발효 20일째에 평점 4.45점으로 최고치를 보여 40°C 처리군이 가식기간이 연장되었다.

따라서 본 실험의 결과로 미루어 볼 때 절임시 소금물의 온도는 김치발효시 생화학적 변화에 상당한 영향을 주는 것으로 판단되며 적당한 온도는 조직이 손상되지 않는 40°C가 바람직할 것으로 판단된다.

#### 균수의 변화

발효기간에 따른 균수의 변화를 조사한 결과는 Fig 4, 5와 같다. 총 균수의 경우 대조군은 발효 5일째에 급격히 증가하여 발효 15일까지 계속 증가하였다가 발효 20일째에 감소하였으며 40, 50°C 처리군은 대조군 보다 적으면서 발효 5일까지는 균수가 증가하였고 그 이후 20일까지는 완만히 증가하였다. 40°C 처리군에서 총 균수가 가장 적었다. 젖산균수는 발효 5일째에 모든 처리

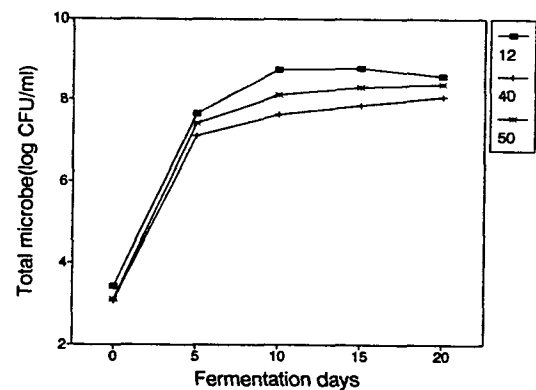


Fig. 4. Changes in total microbial counts of *kimchi* soaked with heat treated Chinese cabbage during fermentation at 10°C.

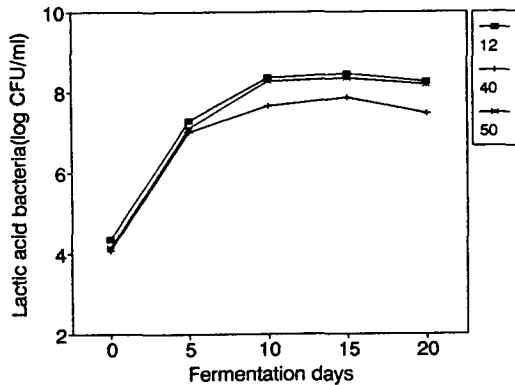


Fig. 5. Changes in number of lactic acid bacteria of *kimchi* soaked with heat treated Chinese cabbage during fermentation at 10°C.

군에서 증가하여 발효 15일까지 서서히 증가하였다가 발효 20일째에 다소 감소하였다. 대조군 보다 40, 50°C 처리군의 젖산균수가 적었는데 그 중에서도 40°C 처리군의 젖산균수가 가장 적었다. 40°C 처리군이 대조군에 비하여 균수가 적은 현상은 앞으로의 연구가 필요한 사항이나 박 등(7)의 배추의 열처리로 김치의 숙성 중 펙틴관련 효소류가 저해되었다는 보고와 변 등(1)이 보고한 바와 같이 열처리에 의하여 배추 세포조직의 물성이 변화되는 등의 연구결과로 미루어 본다면 열처리에 의하여 배추조직이 미생물의 공격을 받기 어려운 상태로 전환되거나, 김치숙성에 영향을 줄 수 있는 효소류의 저해로 영양환경의 비원활화 등을 생각할 수 있다.

유기산 함량의 변화

김치 숙성 중 주요 유기산의 변화는 Table 2와 같다. Lactic acid 함량은 발효 초기에는 그 함량이 매우 적다가 발효 10일째부터 크게 증가하여 대조군이 62.19mg%, 40°C 처리군이 59.7mg%, 50°C 처리군이 60.45mg%였으며 발효 말기에는 대조군이 311.72mg%, 40°C 처리군이 247.48mg%, 50°C 처리군이 257.84mg%가 검출되었으며, 발효 전반에 걸쳐서 대조군이 40, 50°C 처리군 보다 함량이 높았다. Acetic acid 함량도 대조군은 발효 5일째 1.64mg% 존재하였고 발효 10일 이후 크게 증가하였다. 40°C 및 50°C 처리군은 발효 5일째까지는 그 함량이 1.78~1.88mg%였다가 발효 10일 이후 크게 증가하였다. 이는 열처리에 의해 유해효소류가 불활성화되고(4,16-18), 펙틴질의 분해가 억제되며 이로 인하여 젖산발효에 필요한 영양요소가 미흡한데서 온 결과라 여겨진다. Lactic acid/acetic acid(L/A) 함량비는 숙성이 진행됨에 따라 증가하였는데 발효전반에 걸쳐서 대조군 보다 40, 50°C 처리군의 L/A 증가가 낮았다. Citric acid와 malic acid 함량은 발효가 진행됨에 따라 감소하여 발효 말기에는 그 함량이 매우 적었다. 이(19)와 김 등(20)도 본 실험에서의 결과 동일하였는데 이들은 citric acid와 malic acid가 젖산발효 중에 분해된다고 하였다. 이러한 유기산의 함량변화에서 살펴 볼 때 산도의 변화는 주로 lactic acid 함량의 증가에 영향을 받으며, 가열처리는 주로 젖산발효를 주도하는 젖산균의 생육에 영향을 주는 것으로 생각되고 이로 인하여 40~50°C에서의 열처리로 가식기간이 연장되는 것이라 판단된다.

Table 2. Changes in organic acid contents of *kimchi* soaked with heat treated Chinese cabbage during fermentation at 10°C (mg%)

| Salting Temp.(°C) | Fermentation days | Malic acid | Citric acid | Lactic acid(L) | Acetic acid(A) | L/A  |
|-------------------|-------------------|------------|-------------|----------------|----------------|------|
| 12                | 0                 | 80.68      | 22.28       | 2.59           | -              | -    |
|                   | 5                 | 65.34      | 13.79       | 2.69           | 1.64           | 1.7  |
|                   | 10                | 41.48      | 15.00       | 62.19          | 6.50           | 9.6  |
|                   | 15                | 10.51      | 5.94        | 226.72         | 16.76          | 13.5 |
|                   | 20                | -          | 0.64        | 311.72         | 17.43          | 17.9 |
| 40                | 0                 | 82.47      | 21.34       | 2.28           | 1.69           | 1.4  |
|                   | 5                 | 79.49      | 17.29       | 2.82           | 1.78           | 1.6  |
|                   | 10                | 37.78      | 13.41       | 59.70          | 6.68           | 8.9  |
|                   | 15                | 8.01       | 5.39        | 185.08         | 12.35          | 14.9 |
|                   | 20                | 5.11       | 1.40        | 247.48         | 20.13          | 12.3 |
| 50                | 0                 | 79.83      | 18.00       | 2.28           | 1.76           | 1.3  |
|                   | 5                 | 59.94      | 16.30       | 3.16           | 1.88           | 1.7  |
|                   | 10                | 36.65      | 11.38       | 60.45          | 7.10           | 8.5  |
|                   | 15                | 14.49      | 6.49        | 192.76         | 12.69          | 15.2 |
|                   | 20                | 8.81       | 4.71        | 257.84         | 22.16          | 11.6 |

### 텍스처

Table 3은 김치의 숙성과정 중 텍스처의 변화를 조사한 결과이다. 김치의 품질요소로서 텍스처는 특히 김치의 신선미를 설명해 주는 중요한 요소이다(21-24). 그러나 김치의 주재료로 사용되는 배추잎의 형성순위, 측정부위, 품종, 재배시기 등에 따라 형태와 미세구조가 크게 다르므로 신뢰도가 높은 측정치를 얻기가 대단히 어렵다(23). 그러므로 일관성 있는 배추잎 시료의 채취가 필수적이며 배추잎의 구조적 특징을 감안한 측정방법의 고안이 요구된다. 본 실험에서는 일정한 폭을 가진 배추의 중간잎의 일정 위치의 중륵부분을 시료로 채취하여 경도, 응집성, 부착성, 파쇄성 및 씹힘성을 반복실험하였다. 그 결과 경도는 전반적으로 발효 초기에는 약간 상승했다가 발효의 경과에 따라서 점차 감소하는 경향을 나타내었는데, 40°C 처리군에서 경도가 가장 높았으며 발효 말기까지 신선한 조직감이 가장 많이 남아 있었다. 응집성과 부착성은 일정하고 규칙적인 변화는 아니나 발효기간의 경과에 따라 감소하는 경향을 보인다고 사료되며, 파쇄성은 발효시일의 경과에 따라서 점차 감소하였는데 일수의 경과에 따라서 유의적인 차이를 나타내었고 각 처리군은 발효 중기 이후에 유의적인 차이가 있었고 씹힘성의 경우는 대조군과 50°C 처리군에서 발효시일의 경과에 따라서 점차 높아져서 발효일수에 따른 유의성이 인정되었다. 40°C 처리군은 씹힘성의 증가가 완만하여 발효일수의 경과

에 따른 유의성이 없었고, 40°C 처리군이 발효전반에 걸쳐서 씹힘성이 가장 낮았다. 이러한 경향은 이 등(22)의 결과와도 일치하는 것으로 소금절임과 숙성에 의해 배추조직의 경도와 파쇄성이 저하하고 씹힘성이 증가하는 것은 배추잎 세포내부의 공기가 탈기되고 수분이 용출됨에 따라 세포벽이 주글어져 포개지므로 절단면에 있는 섬유소의 수가 증가되고 밀리면서 섬유소의 밀도가 높아짐으로 경도는 감소하고 배추조직이 질겨지는 것이라 판단된다. 파쇄성의 감소는 펙틴질의 변화와 관련이 있는 것(24)으로 보고되는데 펙틴질은 채소, 과실의 세포벽이나 세포벽 사이에 존재하여 조직의 경도에 영향을 주는데, 조직이 물러짐에 따라 protopectin과 같은 불용성 펙틴질이 pectinic acid와 pectic acid과 같은 가용성 펙틴질로 분해되는 것으로 생각되고 있다.

김치조직의 텍스처는 발효 초기에는 소금절임의 정도와 관계가 깊은 것으로 알려져 있으나(23,25) 발효 중후기에는 미생물의 생육 정도와도 관련이 있는 것으로 알려져 있다(26). 본 실험에서 염수의 초기 온도를 40°C로 처리한 경우가 타에 비하여 발효 초기부터 중·후기에 걸쳐 다소 높게 유지되는 한편 발효 중의 미생물수도가 가장 적어 염절임시의 염수의 온도(40°C)는 미생물 생육과 텍스처의 변화관계에 영향을 미쳤다고 보다는 조직의 손상도에 영향을 미친 것이라 판단되는데 이것은 초기 염수의 온도를 50°C로 하였을 때는 40°C

Table 3. Changes in sensory quality of kimchi soaked with heat treated Chinese cabbage during fermentation at 10°C

| Attributes  | Heat treatment (°C) | Fermentation days               |                                |                                 |                                 |                                 |
|---|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|   |                     | 0                               | 5                              | 10                              | 15                              | 20                              |
| Hardness<br>( $\times 10^7$ dyne/cm <sup>2</sup> )    | 12                  | 1.33 $\pm$ 0.37 <sup>ab</sup>   | 1.86 $\pm$ 0.05 <sup>aA</sup>  | 1.37 $\pm$ 0.01 <sup>aB</sup>   | 1.32 $\pm$ 0.20 <sup>aB</sup>   | 1.27 $\pm$ 0.33 <sup>abB</sup>  |
|   | 40                  | 1.36 $\pm$ 0.18 <sup>ab</sup>   | 1.93 $\pm$ 0.02 <sup>aA</sup>  | 1.64 $\pm$ 0.05 <sup>aAB</sup>  | 1.75 $\pm$ 0.19 <sup>aA</sup>   | 1.64 $\pm$ 0.30 <sup>aAB</sup>  |
|   | 50                  | 1.14 $\pm$ 0.43 <sup>abAB</sup> | 1.25 $\pm$ 0.07 <sup>bA</sup>  | 1.17 $\pm$ 0.31 <sup>bAB</sup>  | 1.02 $\pm$ 0.31 <sup>bB</sup>   | 0.37 $\pm$ 0.08 <sup>bC</sup>   |
| Adhesiveness<br>( $\times 10^4$ dyne/cm)              | 12                  | 2.35 $\pm$ 0.62 <sup>bA</sup>   | 2.16 $\pm$ 0.25 <sup>aA</sup>  | 1.84 $\pm$ 0.11 <sup>abBC</sup> | 1.50 $\pm$ 0.42 <sup>aC</sup>   | 2.05 $\pm$ 0.50 <sup>aB</sup>   |
|   | 40                  | 2.44 $\pm$ 0.32 <sup>bA</sup>   | 2.36 $\pm$ 0.22 <sup>aA</sup>  | 2.06 $\pm$ 0.52 <sup>aAB</sup>  | 1.57 $\pm$ 0.01 <sup>abC</sup>  | 1.92 $\pm$ 0.03 <sup>aB</sup>   |
|   | 50                  | 3.63 $\pm$ 0.25 <sup>aA</sup>   | 1.32 $\pm$ 0.12 <sup>bB</sup>  | 1.64 $\pm$ 0.49 <sup>bB</sup>   | 1.47 $\pm$ 0.76 <sup>abBC</sup> | 1.78 $\pm$ 0.27 <sup>abB</sup>  |
| Cohesiveness<br>( $\times 10^{-1}$ )                  | 12                  | 16.2 $\pm$ 0.67 <sup>aA</sup>   | 17.0 $\pm$ 0.29 <sup>aA</sup>  | 6.80 $\pm$ 0.25 <sup>abB</sup>  | 4.98 $\pm$ 0.18 <sup>abC</sup>  | 3.61 $\pm$ 0.05 <sup>bD</sup>   |
|   | 40                  | 4.98 $\pm$ 0.08 <sup>cA</sup>   | 5.02 $\pm$ 0.04 <sup>cA</sup>  | 4.58 $\pm$ 0.11 <sup>bB</sup>   | 4.92 $\pm$ 0.05 <sup>bAB</sup>  | 4.95 $\pm$ 0.18 <sup>abAB</sup> |
|   | 50                  | 7.77 $\pm$ 0.16 <sup>bAB</sup>  | 8.95 $\pm$ 0.62 <sup>bA</sup>  | 7.77 $\pm$ 0.14 <sup>aAB</sup>  | 5.94 $\pm$ 0.45 <sup>aB</sup>   | 5.90 $\pm$ 0.03 <sup>aB</sup>   |
| Brittleness<br>( $\times 10^6$ dyne/cm <sup>2</sup> ) | 12                  | 5.07 $\pm$ 1.65 <sup>aA</sup>   | 5.00 $\pm$ 0.53 <sup>aA</sup>  | 4.65 $\pm$ 0.20 <sup>aB</sup>   | -2.65 $\pm$ 0.02 <sup>abC</sup> | -4.02 $\pm$ 0.13 <sup>bD</sup>  |
|   | 40                  | 4.78 $\pm$ 0.20 <sup>aA</sup>   | 4.85 $\pm$ 1.32 <sup>aA</sup>  | 4.65 $\pm$ 0.04 <sup>aB</sup>   | -1.19 $\pm$ 0.53 <sup>aC</sup>  | -2.11 $\pm$ 0.90 <sup>aD</sup>  |
|   | 50                  | 3.27 $\pm$ 0.04 <sup>bA</sup>   | 1.18 $\pm$ 0.20 <sup>bB</sup>  | -1.09 $\pm$ 0.2 <sup>7bC</sup>  | -2.13 $\pm$ 0.32 <sup>abC</sup> | -6.33 $\pm$ 0.90 <sup>cD</sup>  |
| Gumminess<br>( $\times 10^6$ dyne/cm <sup>2</sup> )   | 12                  | 3.01 $\pm$ 0.14 <sup>bC</sup>   | 3.21 $\pm$ 1.42 <sup>bBC</sup> | 3.53 $\pm$ 0.72 <sup>abB</sup>  | 3.57 $\pm$ 0.17 <sup>abAB</sup> | 3.85 $\pm$ 0.28 <sup>bA</sup>   |
|   | 40                  | 3.03 $\pm$ 0.04 <sup>bA</sup>   | 3.08 $\pm$ 0.07 <sup>bA</sup>  | 3.14 $\pm$ 0.76 <sup>bA</sup>   | 3.17 $\pm$ 0.34 <sup>bA</sup>   | 3.57 $\pm$ 0.33 <sup>bA</sup>   |
|   | 50                  | 3.57 $\pm$ 1.02 <sup>aC</sup>   | 3.86 $\pm$ 0.80 <sup>aC</sup>  | 4.05 $\pm$ 0.07 <sup>aB</sup>   | 4.53 $\pm$ 0.74 <sup>aB</sup>   | 6.52 $\pm$ 0.26 <sup>aA</sup>   |

Mean  $\pm$  S. E. of three experiments for each treatment

<sup>a-d</sup>) Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p < 0.05$ )

<sup>A-D</sup>) Different superscripts within a row indicate significant differences ( $p < 0.05$ )

때 보다 균수가 오히려 많을 뿐만 아니라 김치조직의 경도가 낮게 유지된 점으로 미루어 짐작된다.

요 약

배추절임시 소금용액의 온도를 40~80°C 범위로 달리하여 절임한 배추로 김치를 담근 후 10°C에서 숙성시키면서 품질변화를 조사하였다. 그 결과 pH는 40°C 처리군이 대조군에 비해 감소율이 낮아서 최적 pH로 유지되는 기간이 연장되었으며 산도도 pH의 결과와 대등하였다. 40°C 처리군은 맛있는 김치의 신맛을 유지하는 기간이 길고, 아삭거리는 조직감이 높았으며, 종합적인 맛에 대한 평가치가 높았다. 또 총 균수 및 젖산균수가 대조군에 비하여 적었으며 젖산 함량이 낮아 가식기간이 연장되었다. 경도는 발효 전반에 걸쳐서 40°C 처리군이 가장 높은 반면 씹힘성은 40°C 처리군이 가장 낮아 40°C 처리 김치가 조직감이 좋은 김치로 평가되었다.

문 헌

1. 변유량, 유명식, 조형용, 최동원 : 염절임 및 열처리 과정에서 배추의 물리적 특성과 조직의 변화. 한국식품과학회, 김치의 과학 심포지움 발표논문집, 1, 265(1994)
2. 유명식, 김주봉, 변유량 : 염절임 및 가열에 의한 배추조직의 구조와 펙틴의 변화. 한국식품과학회지, 23, 420(1991)
3. 송주은, 김명선, 한재숙 : 배추절임방법이 김치의 맛과 숙성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 11, 226(1995)
4. 이귀주 : 김치숙성과정 중 조직감의 변화. 동아시아식생활학회지, 5, 79(1995)
5. 김우정, 구경형, 조한옥 : 김치의 절임 및 숙성과정중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 20, 483(1988)
6. 오영애, 김순동 : 염화칼슘을 함유하는 소금용액에서의 절임이 김치숙성에 미치는 영향. 동아시아식생활학회지, 5, 287(1995)
7. 박관화, 고영환, 육철, 백형희, 정태규, 안승요, 백운화, 이규순 : 펙틴분해효소와 김치류의 연화방지 및 통조림. 한국식품과학회, 김치의 과학 심포지움 발표논문집, 1, 352(1994)
8. Harrigan, W. F. and Mccanae, M. E. : Laboratory meth-

- ods in food and dairy microbiology. Academic Press, London, N.Y., p.350(1976)
9. Harrigan, W. F. and Mccanae, M. E. : Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press, London, N.Y., p.347(1976)
10. 김미정 : 김치의 위생성과 품질향상을 위한 담금방법에 관한 연구. 대구효성가톨릭대학교 박사학위논문(1995)
11. 이영화, 이관영, 이서래 : Texurometer에 의한 성장별 식품군의 texture 특성. 한국식품과학회지, 6, 42(1974)
12. Herbert, A. and Juel, L. S. : Sensory evaluation practices. 2nd ed., Academic press, p.11(1993)
13. SAS : SAS/STAT guide for personal computers. version 6th ed., SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, p.60(1987)
14. 하덕모 : 김치의 발효 경과 및 산패 억제. 한국식품과학회 김치의 과학 심포지움 발표논문집, 1, 43(1994)
15. 이희섭, 이철호, 이귀주 : 배추의 염장과정중 성분변화와 조직감의 변화. 한국조리과학회지, 3, 14(1987)
16. 육철, 장금, 박관화, 안승요 : 예비열처리에 의한 무김치의 연화방지. 한국식품과학회지, 17, 447(1985)
17. 백형희, 이장희, 우덕현, 박관화, 백운화, 이규순, 남상봉 : 펙틴분해효소를 이용한 김치조직의 연화방지. 한국식품과학회지, 21, 149(1989)
18. 정태규, 문태화, 박관화 : 배추의 polygalacturonase의 열안정성. 한국식품과학회지, 25, 576(1993)
19. 이진희 : 부재료가 김치발효 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 김치의 과학 심포지움 발표논문집, p.160(1994)
20. 구경형, 강근욱, 김우정 : 김치의 발효중 품질변화. 한국식품과학회지, 20, 476(1988)
21. 우경자, 고경희 : 절임정도에 따른 배추조직의 질감과 맛에 관한 연구. 한국조리과학회지, 5, 31(1989)
22. 이철호, 황인주, 김정교 : 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구. 한국식품과학회지, 20, 742(1988)
23. 이철호 : 김치제조 과정중 배추의 조직감 변화와 그 측정방법. 한국식품과학회 김치의 과학심포지움 발표논문집, 1, 289(1994)
24. 이용호, 이혜수 : 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화. 한국조리과학회지, 2, 54(1986)
25. 황인주, 윤의정, 황성연, 이철호 : 보존료, 젖갈, CaCl<sub>2</sub> 첨가가 김치발효중 배추잎의 조직감변화에 미치는 영향. 한국식품화학회지, 3, 309(1988)
26. Kim, H. S. and Chun, J. K. : Studies on the dynamic changes of bacteria during kimchi fermentation. J. Nuclear Sci., 6, 112(1966)

(1996년 7월 12일 접수)