

열처리와 염의 첨가가 동치미 발효에 미치는 영향

강근옥[†] · 김종군* · 김우정**

국립안성농업전문대학 생활교양과

*세종대학교 가정학과

**세종대학교 식품공학과

Effect of Heat Treatment and Salts Addition on *Dongchimi* Fermentation

Kun-Og Kang[†], Jong-Goon Kim* and Woo-Jung Kim**

Dept. of Cultural Learning, An Seong National Agricultural College, Kyunggi-do 456-749, Korea

*Dept. of Home Economics, King Sejong University, Seoul 133-150, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, King Sejong University, Seoul 133-150, Korea

Abstract

A short time microwave heat treatment, brining in hot NaCl solution, addition of KCl, CaCl₂, MgCl₂ into brining solution and salts mixture of phosphates into half fermented *dongchimi* were investigated for their effects on some quality of *dongchimi*, a Korean pickle of Chinese radish roots, during fermentation. The reference *dongchimi* was prepared by brining the radish roots in 7% NaCl added with seasonings at 25°C. The result showed that microwave heat treatment affected little on the pH or total acidity change during fermentation. Soaking the roots in 80~90°C hot salt solution significantly reduced the fermentation and softening rate of *dongchimi* while a rather rapid fermentation was found for those soaked in 70°C. Addition of KCl and CaCl₂ into brining solution slowed the pH decrease and softening of the roots, respectively. The *dongchimi* added with the salts mixture of phosphate, citrate and nitrite was significantly extended the fermentation time to pH 4.0 by more than two folds.

Key words : *dongchimi*, fermentation, heat treatment, addition of salts, physicochemical properties

서 론

배추 김치나 깍두기, 동치미 같은 김치류는 우리나라의 전통적인 채소 발효식품으로서 적당히 발효가 진행된 직후에는 특이한 상쾌한 맛을 주지만 저장하는 동안에 과숙현상이 일어나서 장기간의 저장이 어려운 단점이 있다. 현재까지 김치의 과숙현상 원인

규명 및 저장 방법에 관해서 많은 연구가 있어 왔지만 아직까지 김치의 장기 저장에 있어 효과적인 방법이 실용화 되지 못하고 있는 실정이다. 김치의 과숙현상을 억제하기 위하여는 우선적으로 미생물의 번식과 효소 작용을 억제해야 할 것이다. 이를 위한 일반적인 방법으로 먼저 가열 처리에 의한 살균 및 효소의 불활성화를 들 수 있는데^{1~6)} 특히 저온 가열 처리(50~60°C)는 조직의 연부에 관여하는 페틴 물질의 분해에 주 원인이 되는 polygalacturonase (PG)의 최적

*To whom all correspondence should be addressed

활성 온도인 30°C 보다 높아 이의 활성은 억제되지만 조직의 견고성을 향상시켜 주는 pectinesterase(PE)의 최적 활성 온도인 50°C는 만족시켜줌으로서 조직의 연부현상을 억제시킬 수 있는 것으로 보고되어 있다^{7~10}. 또한 microwave에 의한 열처리도 살균 및 효소의 불활성화에 효과가 있다고 연구된 바 있으며^{11, 12} CaCl₂ 및 MgCl₂ 등의 무기염의 첨가는 조직의 견고성 향상에 효과가 있는 것으로 보고되었다^{4, 13}. 이외에도 김치의 저장성 향상을 위해 저온저장^{14, 15} 및 방사선 조사^{16~18} 그리고 방부제 첨가^{19~21} 등에 대한 연구가 있었지만 실용화하기에는 아직 미흡한 실정이며, 최근 담금전 순간 열처리와 혼합 무기염의 첨가로 김치의 저장성을 향상코자한 노력이 있었다^{2, 22}.

이러한 연구는 주로 배추김치에 대한 것들로서 동치미에 대해서는 연구 발표된 바 없다. 그리하여 본 연구에서는 김치류 중 무우를 원료로 한 동치미의 제조시 microwave 및 열수 담금에 의한 열처리와 발효시 무기염 등의 첨가를 행하여 이들이 동치미 발효에 어떠한 영향을 미치는지 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

동치미의 제조

동치미의 제조는 길이와 직경이 각각 12~15cm와 7~10cm인 크기의 신선한 무우를 구입하여 깨끗이 씻은 후 7% 소금용액에 무우와 소금물의 비율이 1:1 (w/v) 되게 10l 플라스틱 용기에 담그고 파, 마늘, 생강을 전체 무우 무게의 3%, 1%, 0.5%씩 각각 첨가하여 25°C에서 발효시켰으며 이를 표준시료로 하였다. 비교구로 microwave에 의한 열처리는 3kg의 생무우를 plastic film에 싸서 1, 2, 3분간 microwave(고주파출력 650W, 10 level) 열처리 한 뒤 수돗물을 즉시 냉각한 것과 무우에 70, 80, 90°C(초기 절임온도)의 7% 소금물을 부은 것을 동치미 담금한 2가지를 열처리구로 하였다. 또한 무기염 첨가는 7% 소금 용액에 무우 무게에 대한 0.05M의 MgCl₂, KCl, CaCl₂를 각각 넣어 이를 담금액으로 하였으며 여러가지 인산염과 질산염(NaNO₂) 그리고 sodium citrate의 혼합물(혼합물 A : 0.01M Na₂HPO₄, 0.01M Na₃PO₄, 혼합물 B : 0.01M Na₂HPO₄, 0.01M Na₃PO₄, 0.001M NaNO₂, 0.005M sodium citrate)은 동치미가 어느 정도 발효(pH 4.5~4.7) 되었을 때 담금액에 첨가하여

잘 용해 시킨 뒤 계속 발효시켰다. 모든 물리화학적 성질의 측정결과는 4회 이상 동치미 제조를 하여 측정한 측정치들의 평균값으로 계산하였다.

pH 및 총산도

동치미의 pH와 총산도는 발효시간에 따라 동치미 담금액을 3겹의 cheese cloth로 여과한 액을 측정하였다. 동치미 담금액의 pH는 상온에서 pH meter로 측정하였고 산도는 AOAC²⁰방법에 의하여 10ml 동치미 액을 중화시키는데 소요된 0.1N NaOH 용량을 lactic acid 함량으로 표시하였다.

텍스쳐 측정

동치미 무우의 텍스처 측정은 무우의 중간 부위를 2cm두께로 가로로 자른 뒤 표피에서 1cm되는 부분을 Rheometer(model R-UDJ-DM, I&T. Co., Japan)로 측정하였다. 측정 방법은 puncture test에 의하였으며, Rheometer의 조작 조건은 최대 압력을 2kg으로 하고 사용한 probe는 직경이 0.5cm인 뾰족한 끝의 stainless steel 막대를 사용하였으며 chart speed는 120mm/min이었다. 텍스쳐 측정은 6번 반복 측정하여 가장 높거나 낮은 값을 제외한 4개의 값에서 평균값을 계산하였다.

결과 및 고찰

Microwave 열처리

생무우를 microwave로 1, 2, 3분간 가열처리한 후 동치미를 담그었을 때 담금액의 pH변화(Table 1)를 보면 열처리구와 대조구간에 큰 차이가 없었는데 다만 3분 열처리한 것은 담금 직후에는 pH가 빨리 떨어지나 2일경부터는 다른 처리구보다 pH감소가 다소둔화 되는 것을 볼 수 있었다. 그러나 강 등²² 및 죄등²³의 배추김치 및 오이지에 대한 microwave 열처리에 있어서는 pH 저하가 다소 촉진되는 것으로 보고한 바 있어 이들과 차이를 나타내었다. 산도의 변화(Table 1)에 있어서는 2~3분 열처리한 동치미 담금액의 산도가 5일간 발효시 대조구보다 약 0.1% (lactic acid) 정도 낮아 열처리에 의해 다소 산생성이 억제된 것으로 나타났다.

한편 microwave의 열처리가 무우의 견고성에 미친 영향을 보면(Table 2) 1, 2분의 열처리구는 대조구에

Table 1. Effect of microwave heat treatment for various time on the changes in pH and total acidity of brining solution of *dongchimi* during fermentation at 25°C

| Microwave heating time (min.) | | Fermentation time (days) | | | | | |
|----------------------------------|---------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| pH | Control | 7.20 | 4.59 | 3.61 | 3.28 | 3.10 | 3.05 |
| | 1 | | 4.62 | 3.59 | 3.30 | 3.16 | 3.11 |
| | 2 | | 4.65 | 3.64 | 3.33 | 3.19 | 3.12 |
| | 3 | | 4.50 | 3.68 | 3.35 | 3.20 | 3.09 |
| Total acidity* | Control | 0.00 | 0.08 | 0.20 | 0.34 | 0.43 | 0.52 |
| | 1 | | 0.08 | 0.20 | 0.36 | 0.42 | 0.47 |
| | 2 | | 0.09 | 0.19 | 0.32 | 0.37 | 0.41 |
| | 3 | | 0.06 | 0.18 | 0.30 | 0.38 | 0.43 |

*Expressed as % lactic acid

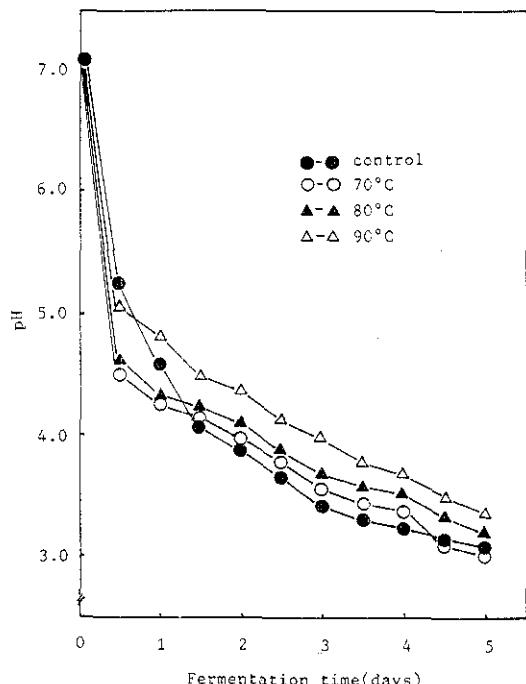
Table 2. Effect of microwave heat treatment on hardness of Chinese radish during *dongchimi* fermentation at 25°C
(Unit : Kg)

| Microwave heating time (min.) | | Fermentation time (days) | | | | | |
|----------------------------------|------|--------------------------|------|------|------|------|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Control | 1.08 | 0.35 | 0.35 | 0.34 | 0.33 | 0.31 | |
| | 1 | 0.32 | 0.36 | 0.33 | 0.37 | 0.34 | |
| | 2 | 0.37 | 0.31 | 0.37 | 0.31 | 0.30 | |
| | 3 | 0.33 | 0.30 | 0.30 | 0.29 | 0.31 | |

비해 견고성이 다소 높은 반면 3분 열처리한 무우의 견고성은 대조구보다도 낮은 것으로 나타나 3분간의 열처리가 무우의 섬유조직에 영향을 미친 것으로 보인다. 이러한 결과는 2, 3분의 microwave가 열처리시 오이지의 견고성이 높았다고 한 최 등⁹의 결과와는 다소 차이가 있었다. 따라서 발효 진행과정과 무우의 견고성면에서 볼 때, microwave에 의한 1~3분간의 열처리는 동치미의 저장성 향상에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

초기 절임 온도의 영향

동치미를 70~90°C의 뜨거운 담금액으로 담그어 25°C에서 발효시켰을 때 담금액의 pH변화(Fig. 1)를 보면 90°C로 열처리한 경우 발효 0.5일경 pH 5.3 정도로 대조구와 비슷하였으나 곧 발효가 억제되어 높은 pH를 유지하였으며 반면 70~80°C 열처리한 경우에는 발효 1~1.5일간에는 오히려 대조구보다도 pH가 더 빨리 떨어졌으나, 그 이후에는 대조구에 비해 pH 저하가 억제되는 것으로 나타났다. 이는 70~80°C의 7% 소금용액에 동치미를 담그어 20초 후에 젠 담금액의 온도가 50~60°C였고 이후 저장 온도(25°C)로 떨어지기까지의 담금액의 온도가 어느 면에서는 미생

**Fig. 1. Effect of initial temperature of salt solution on the changes in pH of brining solution of *dongchimi* during fermentation at 25°C.**

물에 대한 살균효과에 비해서 오히려 동치미의 품질을 높여 줌으로써 발효에 보다 유리한 조건을 만들어 주었을 것이라고도 생각된다. 그러나 본 실험에서는 미생물에 관한 실험을 행하지 않아 이를 확인 할 수는 없었다. 다만 이러한 열처리 결과는 최 등¹³이 오이를 60~70°C 열수에 담금하여 발효시킨 것은 대조구보다 발효가 빨리 진행되었고 80°C에서는 대조구와 비슷하였으며 90°C에서는 발효억제효과가 나타났다고 보고하였고 또한 육 등¹⁴은 무우 김치에 대한 예비 열처리 실험에서 열처리시 발효 초기에는 오히려 대조구보다 pH가 떨어졌으나 시간이 경과함에 따라 계속 높은 pH를 유지하였다고 하여 이들과 유사한 결과를 보였다. 따라서 초기 이후의 pH 감소 억제에서 볼때 pH 3.5에 도달하는 시간이 대조구는 발효 2.7일경이고 90°C는 발효 4.5일경으로 이들 온도중 90°C의 담금액이 가장 좋은 효과를 보여 대조구에 비해 저장성이 약 1~1.5일 향상되는 것으로 나타났다. 그리고

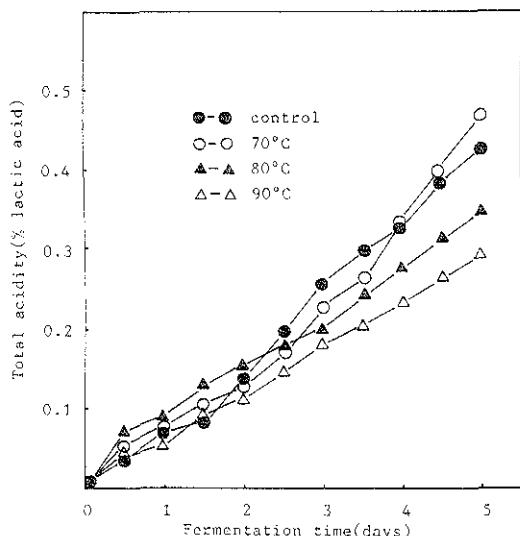


Fig. 2. Effect of initial temperature of salt solution on the changes in total acidity of brining solution of *dongchimi* during fermentation at 25°C.

발효 말기에서는 70°C의 열처리 동치미에서 대조구보다 다소 pH가 더 저하되었으며 산도의 변화(Fig. 2)에서도 같은 경향을 나타내었는데 이는 최 등¹³이 오이에 대한 초기 절임온도의 영향 실험에서 발효과정 중 가장 많은 산을 생성한 것이 70°C였다고 한 것과 같은 결과를 나타낸 것이다. 이는 낮은 온도 보다는 80~90°C의 높은 온도가 일부 미생물과 무우에 있는 효소를 불활성시킴에 얼마간의 효과가 있음을 보여 주고 있다.

한편 동치미의 견고성 변화(Table 3)에서는 열처리를 한 무우가 처리를 하지 않은 무우보다 모두 높은 견고성을 나타내었는데 대조구는 발효시 0.35~0.31 범위의 견고성을 보였으나 열처리구에서는 0.46~0.36 범위의 견고성을 보였다. 이 중 90°C의 열처리시 무우가 가장 단단한 것으로 나타났는데 이는 높은 온도의 열처리가 무우의 조직을 수축시키며 또 열에 불안정한 polygalacturonase 등의 효소의 활성을 억제시키므로 전 발효과정에 있어 단단함을 계속 유지할 수 있었던 것으로 생각된다.

염의 첨가

일반적으로 pickle 제조시 Ca²⁺이 물리적 품질을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 보고되어 있고¹⁵ 육 등¹⁴도 무우 김치에서 CaCl₂의 첨가가 무우의 경도 유지에 효과가 있음을 밝힌 바 있다. 본 실험에서는 CaCl₂외에 MgCl₂과 KCl도 같이 사용하여 이들의 동치미 발효에 대한 영향을 살펴 보았는데 Table 4와 같이 KCl 첨가구는 3일간 발효시켰을 때 pH 3.33으로서 대조구 pH 3.28보다 다소 pH 저하가 둔화되다가 발효 4일경에는 대조구는 pH가 3.10이었으나 KCl첨가구는 pH 3.20으로 pH 저하가 크게 억제된 것으로 나타났으며 MgCl₂와 CaCl₂는 pH 감소에 있어 대조구와 큰 차이가 없었다. 산도(Table 4)의 변화를 보면 무기염 첨가구와 대조구와의 차이가 뚜렷하였는데 KCl첨가사 발효 5일경 산도 0.38%로 가장 산의 생

Table 3. Effect initial temperature on hardness of Chinese radish determined by Rheometer during *dongchimi* fermentation at 25°C
(Unit : Kg)

| Initial temperature (°C) | Fermentation time (days) | | | | |
|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Control | 1.08 | 0.35 | 0.35 | 0.34 | 0.33 |
| 70 | | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.40 |
| 80 | | 0.38 | 0.33 | 0.41 | 0.36 |
| 90 | | 0.46 | 0.37 | 0.39 | 0.38 |

성 속도가 저하되었으며 다음은 CaCl_2 첨가구로 0.43%를 나타낸 반면 대조구는 0.52%를 나타내어 무기염 첨가시 대조구보다 산도가 낮음을 알 수 있었다. 또 동치미에 염 혼합물을 첨가하여 발효시켰을 때는 Fig. 3과 같이 pH 4.0에 도달하는 시간이 대조구는 약 1.3일이었으나 염혼합물 A 첨가시는 약 2.2 일 그리고 염혼합물 B 첨가시는 약 2.7일로, 염첨가시 대조구에 비해 약 1~1.5일의 저장연장 효과를 볼

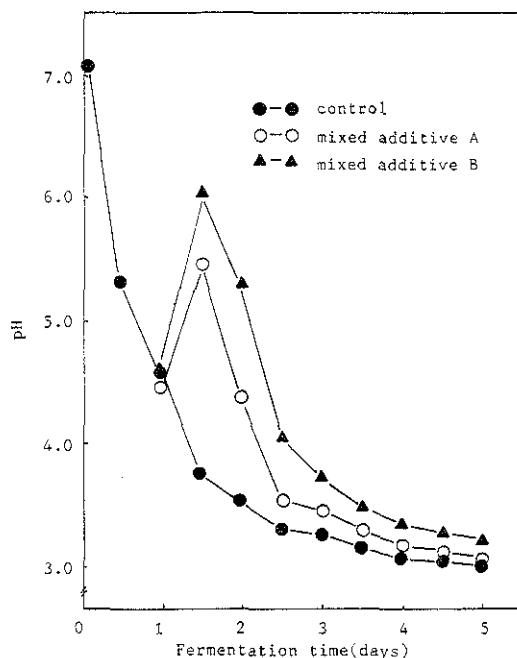


Fig. 3. Effect of addition of various mixed additives on the changes in pH of brining solution of *dongchimi* during fermentation at 25°C.
A : 0.01M Na_2HPO_4 , 0.01M Na_3PO_4
B : 0.01M Na_2HPO_4 , 0.01M Na_3PO_4 , 0.001M NaNO_2 , 0.005M sodium citrate

수 있었으며 산도 (Fig. 4)에서는 이와 반대로 염 첨가 직후인 발효 2일 경후부터 대조구보다 더 많은 산의 생성을 나타내었다. 이러한 결과는 김²⁵⁾이 김치에 citric acid와 sodium citrate를 혼합한 pH 조정제를 첨가했을 때 발효가 진행됨에 따라 총산도의 증가는 pH 조정제를 첨가한 경우가 더 높았으며 증가폭도 더 커졌다고 밝힌 것과 최 등²⁶⁾이 오이지에 대한 염 혼합물의 첨가시 대조구보다 산생성량이 많았다고 한 보고와 유사한 경향으로 발효속도 뿐만 아니라 첨가한 유기산 염의 완충효과와 약산염의 해리도의 차이

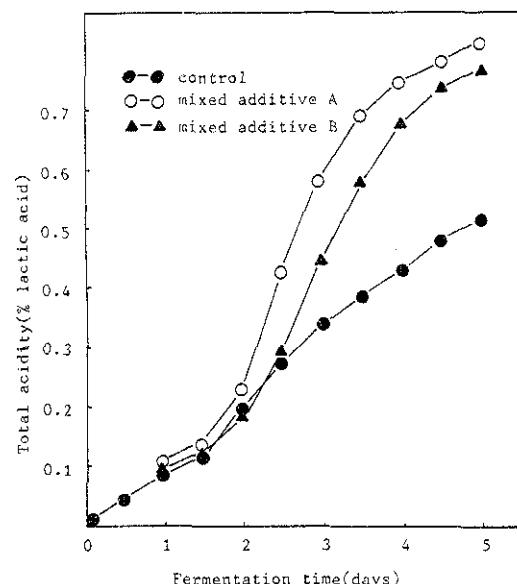


Fig. 4. Effect of additives of various mixed additives on the changes in total acidity of brining solution of *dongchimi* during fermentation at 25°C.
Mixed additive A, B refer to Fig. 3

Table 4. Effect of various salts addition on the changes in pH and total acidity of brining solution of *dongchimi* during fermentation at 25°C

| Various salts addition | Fermentation time (days) | | | | | |
|------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| pH | Control | 7.20 | 4.60 | 3.61 | 3.28 | 3.10 |
| | MgCl_2 0.05M | 7.20 | 4.78 | 3.63 | 3.25 | 3.09 |
| | CaCl_2 0.05M | | 4.98 | 3.68 | 3.22 | 3.10 |
| | KCl 0.05M | | 4.68 | 3.59 | 3.33 | 3.20 |
| Total acidity* | Control | 0.00 | 0.08 | 0.19 | 0.34 | 0.43 |
| | MgCl_2 0.05M | | 0.07 | 0.18 | 0.32 | 0.42 |
| | CaCl_2 0.05M | | 0.06 | 0.18 | 0.29 | 0.37 |
| | KCl 0.05M | | 0.04 | 0.14 | 0.26 | 0.33 |

*Expressed as % lactic acid

Table 5. Effect of various salts and mixed additives addition on the changes in hardness of Chinese radish determined by Rheometer during *dongchimi* fermentation at 25°C (Unit : Kg)

| Various salts and mixed additives addition | Fermentation time (days) | | | | | |
|--|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Control | 1.08 | 0.35 | 0.35 | 0.34 | 0.33 | 0.31 |
| CaCl ₂ 0.05M | | 0.39 | 0.37 | 0.35 | 0.35 | 0.33 |
| MgCl ₂ 0.05M | | 0.31 | 0.32 | 0.33 | 0.29 | 0.36 |
| KCl 0.05M | | 0.30 | 0.33 | 0.37 | 0.32 | 0.37 |
| Mixed additive A | | | 0.30 | 0.39 | 0.36 | 0.29 |
| Mixed additive B | | | 0.31 | 0.34 | 0.34 | 0.36 |

Mixed additive A, B refer to Fig. 3

에 의하여 pH와 총산도의 변화에 많은 차이를 보여 준 것으로 생각된다.

한편 텍스쳐 변화에 있어서는 Table 5와 같이 CaCl₂를 첨가했을 때는 전 발효 시간에 있어 대조구 보다 높은 견고성을 유지한 반면 MgCl₂는 견고성에 별 효과가 없는 것으로 나타났다. 또한 염 혼합물의 첨가는 견고성 향상에 그다지 영향을 주지 않았는데 저장 말기에 염 혼합물 B 첨가시 약간의 견고성 증가가 있는 것으로 나타났다.

이상에서 볼 때 염의 첨가가 동치미 발효에 미치는 영향에서는 KCl과 CaCl₂ 및 염 혼합물 B 처리시 동치미의 pH 저하 억제 및 견고성 향상에 좋은 영향을 주는 것으로 생각된다.

요 약

동치미의 제조시 microwave 및 초기 절임온도에 의한 열처리와 염의 첨가가 동치미의 발효에 미치는 영향을 알아보기 위해 25°C에서 발효 시키면서 동치미의 pH, 산도 및 텍스쳐를 측정하였다. 그 결과 1, 2, 3분간의 microwave 열처리는 대조구의 pH, 산도 및 견고성과 큰 차이가 없어 동치미의 발효억제에 유익한 영향을 주지 않는 것으로 나타났으며 반면 초기 절임 온도(70, 80, 90°C)에서는 90°C의 열처리시 pH 감소 억제 및 견고성 향상에 좋은 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 염의 첨가에서는 KCl이 pH감소 억제에, CaCl₂는 견고성 향상에 좋은 영향을 보였으며 Na₂HPO₄, Na₃PO₄, NaNO₂, sodium citrate의 혼합 첨가시에는 다른 처리구보다 가장 좋은 저장성향상을 나타내었는데, pH 4.0에 도달하는 시간이 대조구에 비해 약 2배의 연장 효과를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 1986년도 한국과학재단 연구비에 의하여 이루어진 결과의 일부로서 심심한 감사를 드립니다.

문 헌

1. 정호권 : 김치통조림의 간헐적 열처리 방법. 한국 특허, p.273(1967)
2. 천영애 : 김치통조림의 살균법. 한국 특허, p.348 (1967)
3. 최희숙, 김종군, 김우정 : 열처리가 오이지의 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21, 845 (1989)
4. 육철, 장금, 박관화, 안승요 : 예비 열처리에 의한 무우 김치의 연화 작용. 한국식품과학회지, 17, 447(1985)
5. 김창식 : 한국 김치의 저장에 관하여 (제1보). 병 조림. 경북대논문집, 2, 221(1958)
6. 조인석, 이석연 : 김치의 산폐 방지법. 특허 공보, 163, 73(1968)
7. Bell, T. A. and Etchells, J. L. : Influence of salt(NaCl) on pectinolytic softening of cucumber. *J. Food Sci.*, 26, 81(1961)
8. Demain, A. I. and Phaff, H. J. : Softening of cucumber during curing. *Agric. Food Chem.*, 5, 60(1957)
9. 김수현, 오혜숙, 윤선 : 오이지의 pectinesterase에 관한 연구. 한국조리과학회지, 2, 12(1986)
10. 백형희, 이창희, 우덕현, 박관화, 백운화, 이규순, 남상봉 : 페틴 분해 효소를 이용한 김치 조직의 연화 방지. 한국식품과학회지, 21, 149(1989)
11. Rosenberg, U. and Wernel, B. : Microwave pasteurization, sterilization, blanching and pest control in the food industry. *Food Technol.*, 6, 92 (1987)
12. Anonymous : Microwave blanching review. Microwave energy. *Appl. Newsletter*, 3, 6(1970)
13. Fleming, H. P., Mc Feeters, R. F. and Tompson, R. L. : Effect of sodium chloride concentr-

- ation of firmness retention of cucumber fermented and stored with calcium chloride. *J. Food. Sci.*, **52**, 653 (1987)
14. 이양희, 양의환 : 우리나라 김치의 포장과 저장 방법에 관한 연구. *한국농화학회지*, **13**, 207 (1970)
 15. 신동화, 김기성 : 기업적 생산을 위한 김치 제조에 관한 연구. *식품연구소보고서(농어촌 개발 공사)*, p. 201 (1975)
 16. 김창식 : Co^{60} 의 γ 선 조사에 의한 한국 김치의 저장. *원자력논문집*, **5**, 139 (1962)
 17. 이희성, 이근배 : 방사선을 이용한 김치 저장에 관한 연구. *원자력논문집*, **5**, 64 (1962)
 18. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥 : 김치의 저장성 향상을 위한 gamma선 조사. *한국식품과학회지*, **21**, 109 (1989)
 19. 윤혜정 : 김치에 대한 생물학적 연구. *이대70주년 기념논문집*, p. 349 (1956)
 20. 이춘영, 전재근, 김호식 : 김치 통조림 제조에 관한 연구. *한국농화학회지*, **10**, 33 (1968)
 21. 조인선, 박재원, 유옥란, 김영희 : 김치의 산폐 방지법. *과학전람회 출품* (1967)
 22. 강근옥, 구경령, 이형재, 김우정 : 효소 및 염의 첨가와 순간 열처리가 김치 발효에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **23**, 183 (1991)
 23. 김우정, 강근옥, 경규항, 신재익 : 김치의 저장성 향상을 위한 염혼합물의 첨가. *한국식품과학회지*, **23**, 188 (1991)
 24. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*, 14th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D. C., p. 420 (1984)
 25. 김순동 : 김치 속성에 미치는 pH 조정제의 영향. *한국영양식량학회지*, **14**, 259 (1985)
 26. 최희숙, 구경령, 김종군, 김우정 : 오이지의 발효에 미치는 염혼합물 첨가 및 열수답금의 병용효과. *한국식품과학회지*, **22**, 865 (1990)

(1991년 7월 25일 접수)