

## 침채류의 Texture에 영향을 미치는 요인 및 연화 방지

이 영 남

경희호텔경영전문대학 식품영양과

### The Factors Affecting on the Texture of Salted Vegetables and Prevention of Tissue Softening

Young-Nam Lee

*Dept. of Food and Nutrition, International College of Hotel Administration, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea*

#### Abstract

The changes in the various chemical compositions and textural properties of salted vegetables during salting and fermentation were reviewed with 25 papers published from 1981 to 1991. The changes in the texture of vegetables were largely affected by the properties of pectic substances, and additional factors such as salt type, salt concentration, salting time, temperature, preheating treatment, enzyme, salt mixtures, salt-fermented fish and garlic contents, were concerned complexly.

#### 서 론

우리나라 고유의 채소류 발효식품인 침채류는 한국인 식생활에 매우 중요한 부식이며, 종류도 다양하다.

1976년 이전까지의 자료에 의하면 53종에 불과하던 것이 식생활 변화에 따라 더욱 다양화 되어 최근에는 김치류 106종, 깍두기류 16종, 동치미류 10종, 소박이류 11종, 겉절이류와 염장절임류 41종 등 총 190여종에 이르게 되었다<sup>1)</sup>. 채소류 중 배추, 무우, 또는 오이를 주원료로 하는 김치의 전반적인 식미는 신맛을 비롯한 여러 가지 향미성분과 김치의 독특한 조직감(texture)에 의해 영향을 받는다.

Pitt<sup>2)</sup>는 식물조직에서 조직감과 가장 관련있는 것으로 유세포(parenchyma cell)와 중엽(middle lamella), 세포간 공간(intercellular space)에 있는 세포외액 및 세포사이에 무작위로 분포되어 있는 공기를 들었다. 생세포는 팽압에 의해 세포벽이 항상 응력을 받고 있으며 점탄성이 있다. 식물조직의 점탄성은 개개 세포의 점탄성, 세포간 펙틴의 결합층의 점성적인 흐름 및 세포간 공간을 통한 유체의 이동에 의해 나타나며, 식물

조직의 파괴는 세포벽의 파괴, 세포간 결합층의 분리 및 세포액의 유출에 의해 세포이완으로 생긴다고 하였다.

세포벽은 주성분이 cellulose로서 미세 섬유유의 형태로 축적되어 있으며, cellulosic fibril사이를 pectin, hemicellulose, lignin이 채우고 있다<sup>3)</sup>. Pectin은 중엽의 주성분으로 유세포를 결합시키고, 식물조직의 기계적 강도를 부여해 주는데 기여하며 조리, 가공중 식물조직의 변화는 펙틴질의 성질에 크게 영향을 받는다.

Pectin이란  $\alpha$ -1,4-glycoside 결합에 의해 연결된 galacturonic acid의 polymer로 불용성인 protopectin, 수용성인 pectinic acid와 pectic acid를 총칭한다. 펙틴은 그 분자내에 전체 carboxyl group에 대한 methylester된 carboxyl group의 비율로 나타내어지는데, methoxyl 함량에 따라 7% 이상인 경우는 high methoxyl pectin, 7% 이하인 경우는 low methoxyl pectin이라 한다<sup>4)</sup>.

Pectic substances의 물리 화학적 성질은 조직세포가 접하게 되는 침지용액의 소금농도, 펙틴분해효소의 활성, 첨가제, 침지용액의 pH, 저장온도, 기간 등에 영향을 받는다고 하며, 그중에서도 펙틴분해효소인 pectin esterase(PE)와 polygalacturonase(PG)가 식물조직의 질감에 많은 영향을 끼친다고 한다.

이에 필자는 최근의 침채류에 관한 문헌을 중심으로

침채류의 염장과정중 여러가지 성분변화와 조직감 변화를 살펴보고, 이에 관여하는 요인들을 분석해 봄으로써 침채류의 효과적인 연화방지책을 모색하고자 한다. 침채류에 관한 문헌은 1981년부터 1991년까지 발간된 자료중 국내자료 22편, 외국자료 3편 등 총 25편을 대상으로 하였다.

## 염장 발효과정중 침채류의 화학적 성분변화

### 1. 펙틴질의 변화

이 등<sup>3)</sup>의 보고에 의하면 배추를 20% NaCl용액에서 한달간 염장한 후 열 수가용성 펙틴(HW-P), 염류 가용성 펙틴(HM-P) 및 염산 가용성 펙틴(H-P)을 분열, 추출한 결과, HW-P는 염장에 의해 43.6%에서 55.9%로 증가하였고, HM-P는 35.9%에서 29.9%로 감소하였으며 H-P는 20.4%에서 14.5%로 감소하였는데 염장과정중 총 펙틴의 변화는 없었다(Table 1). 이런 결과는 배추의 펙틴질이 염장에 의해 HM-P가 HW-P로 이행되어진 것으로 생각된다.

HM-P의 감소는 펙틴분자내에 Ca, Mg과 같은 2가 양이온의 감소 및 methoxyl 함량의 감소와 관련이 있으나 anhydro galacturonic acid 및 중성당의 함량은 거의 변화하지 않는다고 하였다.

정<sup>5)</sup>의 보고에서도 숙성 2일째에 protopectin인 H-P가 감소하기 시작하여 숙성 5일째에 급격히 감소하였으며 HW-P는 숙성이 진행됨에 따라 증가하였다. 이는

식물조직의 세포막 사이에 존재하는 protopectinase, poly galacturonase, pectin methyl esterase 등의 효소작용으로 불용성 펙틴이 수용성 펙틴으로 바뀌며 조직이 물리지는 것이라 짐작할 수 있다. 김치의 숙성중 protopectin 함량과 경도 사이에는 높은 상관관계가 있었다( $r=0.85$ ).

### 2. 다른 Dietary Fiber 성분변화

이 등<sup>3)</sup>의 보고에 의하면 cellulose, hemicellulose, lignin과 같은 식이섬유 성분은 염장과정중 유의적인 증가 및 감소가 없는 것으로 나타났고(Table 2), 정<sup>5)</sup>의 보고에서도 무우김치의 숙성기간중 hemicellulose와 섬유소는 거의 변화하지 않았다.

### 3. 수분함량 및 무기질 변화

이 등<sup>3)</sup>의 보고에 의하면 배추의 염장과정중 무기질 성분은 Ca, Mg, K의 함량이 감소하였으나 Na함량은 현저히 증가하였다. 이런 현상은 염장과정중 배추조직에 NaCl이 침투하여 배추조직의 세포성분으로 있는 Ca과 Mg, 특히 펙틴질내의 Ca 및 Mg과의 이온교환반응 및 펙틴질내 유리 carboxyl기와 Na과의 이온교환반응에 의한 것으로 알려지고 있다. 한편, 수분함량은 염장에 의해 91%에서 79%로 크게 감소하였는데 이는 고농도의 NaCl용액으로 인한 삼투현상에 의한 것으로 생각되어진다.

김 등<sup>6)</sup>은 깍두기용 무우 cube(2×2×2 cm)를 5,

**Table 1. Changes in the composition of pectic substances of Korean cabbage during salting at 20% NaCl solution for one month.**  
(as dry basis) (unit:%)

Korean cabbage Pectic substance	Fresh	Salted
Hot water soluble	43.6a	55.9a
0.4% sodium hexameta- phosphate soluble	35.9b	29.5b
0.05 N-HCl soluble	20.4	14.5
Total pectin*	100	100

\* Sum of hot water, 0.4% sodium hexa meta phosphate and 0.05 N-HCl soluble pectin

a, b, :  $p < 0.05$

**Table 2. Changes in other dietary fiber composition of Korean cabbage during salting at 20% NaCl solution for one month.**  
(as dry basis)(unit:%)

Korean cabbage Dietary fiber	Fresh	Salted
NDF	28.4	32.0
ADF	21.0	23.0
Cellulose	17.78 ± 2.59	20.15 ± 6.19
Hemicellulose	8.02 ± 2.07	9.85 ± 1.95
Lignin	3.87 ± 1.48	3.00 ± 1.22

10, 15, 20, 25% 소금용액에서 간절입한 경우 소금용액의 염도가 높을수록 염도 상승속도가 빨랐으며, 일정한 농도에서는 간절입 시간이 길수록 cube 염도가 높은 결과를 보였다(Fig. 1). 수분함량은 생무우의 경우 95% 였는데 6시간후 74.5, 72.3, 70.9, 70.0, 68.5%로 감소된 것을 보고하였으며, 이는 cube의 부피 감소 및 형태 변화를 일으켜 물성에 영향을 줄 것으로 예측된다.

간절입중 상당량의 수분이 무우 cube로부터 탈수되므로 이 과정에서 무기질 함량의 변화가 일어났다. 즉,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  이온은 함량이 감소되었으나  $Na^+$  이온 함량은 증가되었다. 이는 pectin의 carboxyl기에 결합된  $K^+$ 이나 pectin chain 사이에 cross-linkage되어 있는  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ 이  $Na^+$ 로 치환되거나  $Na^+$ 이 조직 내부로 침투되어 무우 cube 조직내에 이들 무기질의 함량 변화가 일어나는 것으로 보인다. 따라서 간절입 공정은 무우 cube내의 유용한 무기질( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  등)의 손실이 있기는 하나 염장무우 cube는 생무우보다 유연성이 증가하는 등 바람직한 물성 변화, 풀냄새 제거 등의 효과를 나타내게 된다.

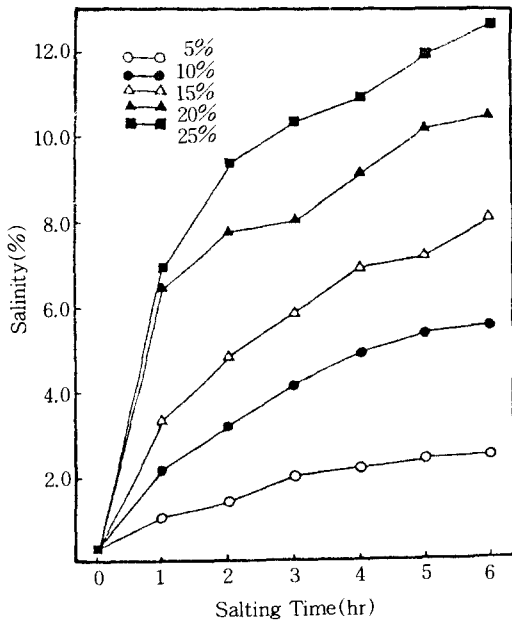


Fig. 1. Changes in salinity of Korean radish cubes during salting at various salinity.

#### 4. pH 및 산도변화

김치의 발효중 산도변화는 박 등<sup>7)</sup>의 보고에 의하면 상온에서 숙성시 적정수준은 pH 4.2, 젖산함량은 0.63 수준이고 기간은 7일로 나타났다. 우 등<sup>8)</sup>의 보고에서는 통배추김치의 pH변화는 초기에 급격히 떨어지고 6일후에 둔화되어 pH 3.6으로 유지되었으며, 산도의 변화는 숙성중 급격히 증가하였다. 강 등<sup>9)</sup>의 실험에서 4~35℃의 범위에서 동치미 발효중 담금액의 pH가 초기에 빠르게 변화하다가 차츰 완만한 경향을 보였으며 발효온도가 높을수록 감소속도가 빨랐다.

#### 5. 미생물의 변화

염절입 농도가 다른 통배추김치의 숙성기간중 총균수, 효모수를 측정한 결과 총균수는 초기에 급격히 증가한 후 서서히 감소하는 경향을 나타냈다. 효모수는 절입과정, 염함량에 따라 초기 효모수에 상당한 차이가 있었고 숙성기간동안 감소하였으나 염의 함량에 따른 특정한 효모수의 변화는 없었다<sup>8)</sup>. 또한, Jocelyn 등<sup>10)</sup>은 sodium이 고혈압에 미치는 영향을 줄이기 위해 오이염장에서 NaCl대신 phosphate, sulphates, KCl로 부분적 또는 전부 대체하여 염장에서 바람직한 미생물인 *L. plantarum*의 성장에 대해 연구한 바, 50%로 NaCl대신 KCl로 치환했을 때 *L. plantarum*의 성장이 더욱 두드러졌다고 보고하였다. Fleming 등<sup>11), 12)</sup>은 pH조절로 발효된 7가지 채소를 저장하는데 그 안정성에 관해 연구하였는데, pH 조절로 *L. plantarum*에 의해 발효된 채소는 밀폐된 용기에 12개월간 저장해도 미생물학적으로 안정되었다고 하였다.

#### 6. 환원당 생성

동치미 담금액에 환원당이 4~25℃의 발효온도 범위에서 pH 4.0~4.2 또는 산도 0.3~0.5% 내외에 도달할 때까지 약간 증가하였으나 그후 감소하였으며 발효 말기에 다시 증가하였다. 전반적으로 이 온도범위에서는 발효온도가 높아지면서 환원당의 양이 감소하였으나 35℃에서는 전 발효기간동안 지속적인 증가를 보였다<sup>9)</sup>.

#### 7. 비휘발성 유기산

동치미에서 주요 품질지표인 담금액의 비휘발성 유기

산은 젖산과 구연산이 주성분이었고 발효중 젖산의 증가는 낮은 온도에서 보다 높은 온도에서 증가 경향이 더 현저하였다<sup>9)</sup>.

### 염장 발효과정중 침채류의 조직감 변화

Rheometer에 의한 배추잎의 cutting test를 실시한 김치의 경우 제재염과 시료염을 사용한 것이 좋은 crispness를 유지하였는데, 이는 식염성분 중 sodium chloride이외의 무기질 성분이 소량이라도 포함된 경우에 김치의 crispness를 바람직하게 유지시킴을 알 수 있었다(Fig. 3,4)<sup>14)</sup>.

간임을 알 수 있었다.

또한 Rheometer에 의한 cutting test로 얻은 force-distance curve는 Fig. 2에서와 같이 한 개의 특징적인 maximum peak를 나타내어 염장에 의한 절단력이 약 5배 증가하였으며 절단면적은 약 2.5배 증가하였다.

한편, 박 등<sup>7)</sup>의 연구에도 소금의 농도가 염장시간에 의한 배추의 두께가 변화하는 것을 알 수 있었으며, 발

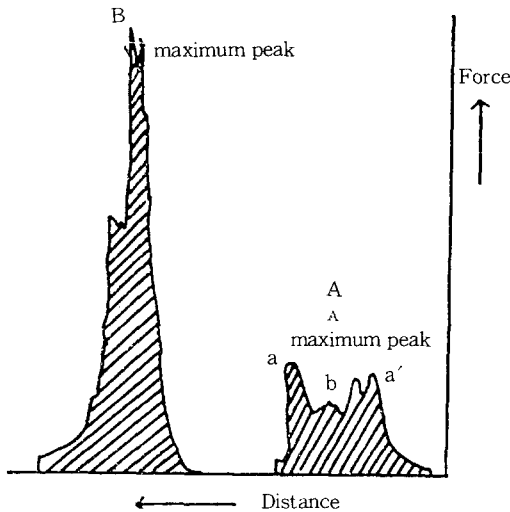


Fig. 2. Force-distance curve of rheometer cutting test of fresh and salted Korean cabbage.

A: fresh cabbage B: salted cabbage

▨: cutting work (g·cm)

효중 김치조직에 대한 force distance curve는 이 등<sup>3)</sup>의 결과와 유사한 경향을 보여 절임 발효중의 배추조직이 생배추보다 절단력 peak가 크게 나타났다. 우 등<sup>8)</sup>의 연구에서도 숙성기간이 길수록 Rheometer에 의한 cutting force가 높아짐을 알 수 있었다.

정 등<sup>5)</sup>은 무우김치의 조직이 물러지는 정도를 경도(hardness)와 아삭아삭한 정도(brittleness)로 표현하였는데 무우김치의 경도는 저장기간이 경과함에 따라 점차 감소하고 brittleness는 숙성 2일째에 급격히 감소하는 경향을 보였다. 강<sup>13)</sup>의 보고에서도 동치미의 발효중 무우조직의 견고성은 발효가 시작되면서 급격히 감소하다가 약간 증가한 후 다시 서서히 감소하는 변화를 보여주었다.

### 침채류의 연화에 영향을 미치는 요인 및 연화방지방법

#### 1. 식염의 성질 및 농도

천일염, 제재염, 정제염, 시료염을 사용하여 절인 무우, 배추의 질감을 비교한 결과, 절인 무우는 천일염, 제재염, 시료염을 사용한 것이 정제염을 사용한 것보다 훨씬 좋았고 절인 배추는 제재염, 시료염의 경우 높았으나 천일염의 경우 질감이 좋지 못했다. 또한, 저온에서 익힌 김치의 경우 제재염과 시료염을 사용한 것이 좋은 crispness를 유지하였는데, 이는 식염성분 중 sodium chloride이외의 무기질 성분이 소량이라도 포함된 경우에 김치의 crispness를 바람직하게 유지시킴을 알 수 있었다 (Fig. 3,4)<sup>14)</sup>.

식염의 농도를 3.0%로 조절한 김치는 저장온도에 큰

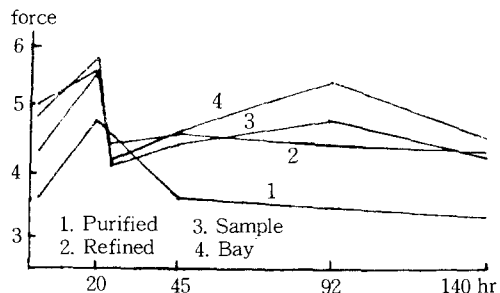


Fig. 3. Crispness of four Kimchis at 22~24°C

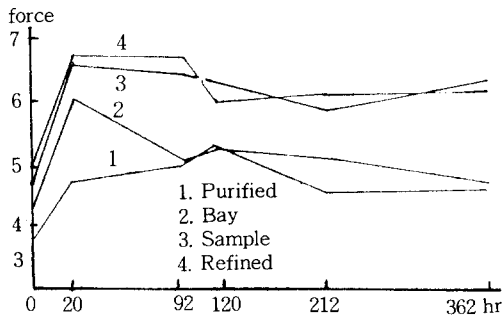


Fig. 4. Crispness of four Kimchis at 6~10°C

차이없이 저장 74일에도 pH 4.5~5.1의 양호한 상태를 유지하였으나, 염 농도가 낮아질수록 품질에 영향을 주어 pH가 더 떨어졌다. 따라서, 김치저장에 효과적인 염 농도는 지금까지 알려진 바와 같이 3%로 나타났다<sup>15)</sup>.

오이김치의 경우에서도 소금농도 5%인 것이 2%인 것보다 경도가 높았으며, 5% 김치가 불용성 펙틴질 함량이 높고 가용성 펙틴질 함량이 낮은 경향을 보여 소금 농도의 증가에 따른 경도의 증가와 일치하는 결과를 나타내었다<sup>16)</sup>.

2. 예열 처리

염절임 및 가열에 의한 배추조직이 구조와 펙틴의 변화를 검토한 결과 배추조직의 펙틴은 주로 고methoxy pectin인 PA와 저methoxy pectin인 PB로 구성되어 있는데, 염절임 및 60~70°C의 저온가열시 상당량의 PA는 PB로 전환되었고, 80°C이상으로 가열처리하면 열분해로 PB가 감소되었으며, 열처리중 조직의 경도는 PB의 함량과 상관관계가 높았다.

또한 염절임 및 60°C의 저온처리에서는 조직의 pore size가 더 작아졌고 80°C이상의 고온 열처리에 의해서는 조직의 pore size가 작아졌는데, 이는 저온에서는 PB의 증가에 의해 조직이 더 치밀해지고 고온 열처리에서는 가열 분해된 PB가 용출되면서 조직이 더 영성해졌기 때문인 것으로 판단된다<sup>2)</sup>. 최 등<sup>17)</sup>의 연구에서도 고온 단시간 데치기보다 저온 장시간 데치기가 배추조직에 더 유리하다고 하였다.

숙성중 무우김치 조직의 연화방지를 위해 예열처리와 CaCl<sub>2</sub>효과를 조사한 육 등<sup>18)</sup>의 연구에 의하면, 0.1M

CaCl<sub>2</sub>용액에서 시간별로 예열처리한 후 경도를 측정 한 결과, 처리시간 2시간까지는 직선적인 증가를 보이다가 그 후 완만한 증가를 보였다(Fig. 5,6). 따라서 예열처리 시간을 2시간으로 정하고 온도를 달리하면서 예열처리를 한 결과, 55°C에서 최대 경도를 나타내었다. 따라서, 김치의 숙성중 무우조직의 경도는 예열처리군이 대조군보다 계속 높은 경도를 유지하며, CaCl<sub>2</sub>첨가와 예열처리가 김치 연화방지에 효과가 있음을 나타내었다.

오이김치의 경우에 있어서도 모든 조건에서 예열처리

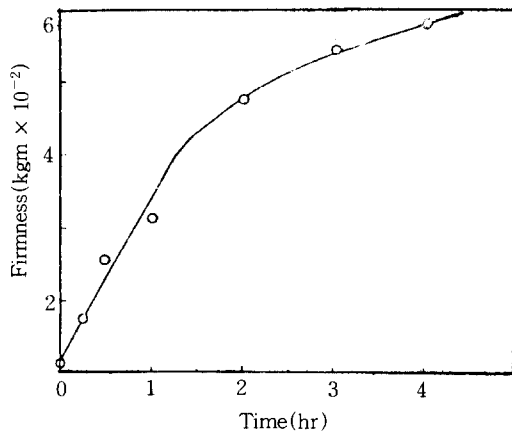


Fig. 5. Effect of preheating time on the firmness of radish root

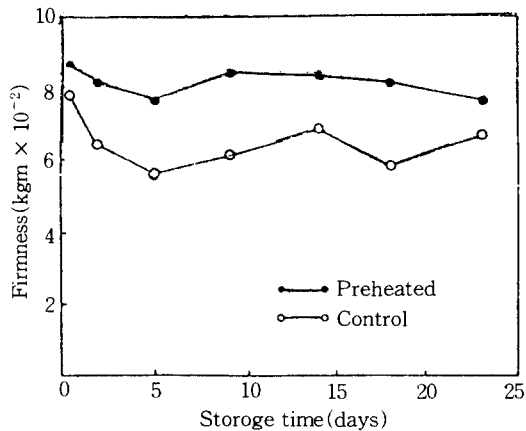


Fig. 6. Changes of firmness during fermentation and storage of radish root Kimchi at 4~10°C.

균이 대조군보다 높은 경도를 나타내었는데, 특히 9일 후에 대조군은 소금농도에 관계없이 극히 낮은 경도를 보였으나, 예열처리군은 대조군보다 높은 경도를 보였다<sup>16)</sup>. 오이지의 경우도 제조 15일째부터 예열처리군과 대조군 사이에 견고도의 뚜렷한 차이가 보였다<sup>19)</sup>.

### 3. 염혼합물 첨가

0.001~0.01M 농도에서 여러가지 염과 염혼합물의 김치 발효억제 효과를 조사한 결과, 인산나트륨과 구연산염은 발효억제효과가 뚜렷하였으나 인산칼륨은 별로 효과가 없었으며, 염혼합물의 효과는 CA-B(인산염에  $\text{NaNO}_2$ , BHA를 첨가한 혼합물), CA-C(CA-B의 BHA를 구연산염으로 대체한 혼합물), CA-A(인산염 혼합물) 순으로 높았다<sup>20)</sup>.

구 등<sup>21)</sup>의 연구에서도 인산타트륨, Ca-EDTA,  $\text{NaNO}_2$ , 구연산염 등을 두 가지로 배합하여 첨가하였을 경우 배추의 견고성이 약간씩 계속 증가하는 경향을 보였으며, 강 등<sup>22)</sup>의 연구에서도 phosphate 완충액, nitrate 염,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 가 김치저장성 향상을 위한 첨가물로서의 가능성을 보여주었다.

황 등<sup>23)</sup>은 김치발효중 일어나는 조직감의 변화에 영향을 미치는 요소들을 규명하기 위해 조직강화제로서  $\text{CaCl}_2$ , 숙성지연제로서  $\kappa$ -sorbate, 숙성촉진제로서 새우젓 및 멸치젓의 첨가효과와 이들 시료의 데침효과를 조사하였다. 그 결과 젓갈류는 숙성촉진효과를,  $\kappa$ -sorbate,  $\text{CaCl}_2$ , 데침처리 등이 숙성지연 효과를 나타냈다.

염 등<sup>24)</sup>은 저장시간을 달리하여 Na-acetate와 Ca-chloride를 단독 혹은 혼합하여 첨가한 깍두기의 저장성을 조사한 결과, Na-acetate 첨가 및 첨가수준이 증가될수록 pH감소는 억제된 반면 적정산도가 높게 나타나는 완충효과를 관찰하였고, Ca-chloride 첨가시에는 경도와 짠맛이 증가되었으며, 이 두 가지를 동시에 사용하면 경도 향상효과가 더 뚜렷하였다.

### 4. 마늘 첨가

마늘은 황화합물이 많아 산도의 증가와 관계없이 항균력이 강하여 연부현상을 지연시키는 효과가 있다고 한다. 따라서 마늘이 첨가되지 않은 김치는 호기성 미생물이 분비하는 poly galacturonase의 활성이 높아지고

그 결과 조직이 물러진다고 한다.

이에 유 등<sup>25)</sup>은 김치의 마늘 첨가량을 달리하여  $21 \pm 1^\circ\text{C}$  에서 숙성시키면서 펙틴질의 변화를 측정 비교한 결과, 마늘 첨가량이 높은 김치는 마늘을 첨가하지 않은 김치에 비해 산도는 급격히 증가하였으며 AIS (알콜 불용성 고형분) 함량 감소는 적었다. 또한 숙성에 따른 protopectin의 감소가 적었고, 수용성 펙틴의 증가도 적었다.

## 요 약

여러 연구자들의 연구결과를 토대로 하여 침채류의 염장 발효과정중 나타나는 여러가지 화학적 성분과 조직감의 변화를 살펴본 결과, 식물조직의 변화는 펙틴질의 성질에 크게 영향을 받고 있었으며, 이러한 조직의 변화에 관여하는 요인들은 소금의 종류 및 농도, 절임시간, 온도, 예열처리, 염혼합물, 효소, 젓갈, 마늘첨가량이 복합적으로 작용하고 있었다.

## 참고문헌

1. 조재선, 황성연 : 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사연구(2). 한국식품화학학회지, 3(3) 301-307 (1988)
2. 유명식, 김주봉, 변유량 : 염절임 및 가열에 의한 배추조직의 구조와 펙틴의 변화, 한국식품과학회지, 23(4), 420-427(1991)
3. 이희섭, 이철호, 이귀주 : 배추의 염장과정중 성분변화와 조직감의 변화, 한국조리과학회지, 3(1), 64-70(1987)
4. 문수재, 손경희, 윤선, 이명희 : 과일내의 pectin함량 및 성숙도에 따른 pectin특성 변화에 관한 연구, 대한가정학회지, 19(4) 33-39(1981)
5. 정귀화, 이혜수 : 숙성기간에 따른 무우김치의 texture와 섬유소, 헤미셀룰로오스, 펙틴질의 함량변화, 한국조리과학회지, 2(2), 68-75(1986)
6. 김중만, 신미경, 황호선 : 간절임중 깍두기용 무우 Cube의 이화학적인 변화, 한국식품과학회지, 21(2), 300-306(1989)
7. 박길동, 이철, 윤석인, 하승수, 이영남 : 김치의 숙성

- 과정중 조직감의 변화, 한국식문화학회지, 4(2), 167-173(1988)
8. 우경자, 고경희 : 절임정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 관한 연구, 한국조리과학회지, 5(1), 31-41 (1989)
  9. 강근옥, 손현주, 김우정 : 동치미의 발효중 화학적 및 관능적 성질의 변화, 한국식품과학회지, 23(3), 267-271(1991)
  10. Naewbanii, J.O., et al. : *Lactobacillus plantarum* and *Enterobacter cloacae* growth in cucumber extracts containing various salts. *J. of Food Science*, 55(6), 1634-1637(1990)
  11. Fleming, H.P., et al. : Storage stability of vegetables fermented with pH control, *J. of Food Science*, 48, 975-981(1983)
  12. Fleming, H.P., et al. : Test for susceptibility of fermented vegetables to secondary fermentation, *J. of Food Science*, 48, 982-983(1983)
  13. 강근옥, 구경형, 이정근, 김우정 : 동치미의 발효중 물리적 성질의 변화, 한국식품과학회지, 23(3), 262-266(1991)
  14. 신말식, 이혜수 : 각종 식염의 성질 및 그들 식염이 침채류에 미치는 효과에 관한 연구, 대한가정학회지, 21(1), 55-62(1983)
  15. 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 장건섭, 구영조 : 김치제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과, 한국식품과학회지, 22(6), 706-710(1990)
  16. 허윤정, 이혜수 : 예열처리 및 염도가 오이김치의 숙성중 질감에 미치는 영향, 한국조리과학회지, 6(2), 1-6(1990)
  17. 최동원, 김주봉, 유명식, 변유량 : 배추조직의 가열 연화의 속도론적 연구, 한국식품과학회지, 19(6) 515-519(1987)
  18. 육철, 장금, 박관화, 안승요 : 예비열처리에 의한 무우김치의 연화방지, 한국식품과학회지, 7(6), 447-453(1985)
  19. 윤선, 이진설, 홍완수 : 열처리 조건이 오이지의 질감에 미치는 영향, 한국식문화학회지, 4(1), 103-108(1989)
  20. 김우정, 강근옥, 경규향, 신재익 : 김치의 저장성 향상을 위한 염혼합물의 첨가, 한국식품과학회지, 23(2), 188-191(1991)
  21. 구경형, 강근옥, 장영상, 김우정 : 염혼합물의 첨가가 김치의 물리적 및 관능적 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 23(2), 123-128(1991)
  22. 강근옥, 구경형, 이형재, 김우정 : 효소 및 염의 첨가와 순간 열처리가 김치발효에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 23(2), 183-187(1991)
  23. 황인주, 윤의정, 황성연, 이철호 : 보존료, 젓갈, CaCl<sub>2</sub>첨가가 김치발효중 배추잎의 조직감 변화에 미치는 영향, 한국식문화학회지, 33, 309-317(1988)
  24. 엄진영, 김광옥 : Sodium Acetate와 Calcium Chloride를 첨가한 깍두기의 특성, 한국식품과학회지, 22(2), 140-144(1990)
  25. 유은주, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 엄현숙 : 마늘첨가량을 달리한 김치의 펙틴질의 변화 : 한국조리과학회지, 4(1), 59-63(1988)

---

(1992년 10월 5일 수리)