

물의 종류를 달리한 동치미의 경도 변화 및 세포벽 관찰

심영현 · 안기정 · 김지은
서울여자대학교 자연과학부 식품영양학과

The Changes of Hardness and Microstructure of Dongchimi according to different kinds of water

Young-Hyun Shin, Gee-Jung Ann, Ji-Eun Kim
Seoul Women's University Food and Nutrition

Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes of hardness and microstructure of Dongchimi cooked with various source of water (distilled water, purified water, Cho Jung Carbonated Natural water). This study was conducted to observe the changes of pH, total acidity, salt content, turbidity, texture and microstructure. Dongchimi cooked with source of water of water was fermented at 10°C for 46 days. The changes of pH on Dongchimi cooked with various source of water decreased in all samples during fermentation period, and then showed a slowly decrease after 12 days of fermentation. The total acidity of Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water was arrived slowly at best tasting condition 0.3~0.4 point compared with other conditions. So Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water was continued to the best tasting condition for end of fermentation. At early stage of fermentation, the changes of turbidity of Dongchimi used Cho Jung Carbonated Natural water showed highly as compared with other test condition for 12th days of fermentation. The maximum cutting force of chinese radish of Dongchimi showed the highest value among all at the 25th day of ripening and then decreased gradually. The maximum cutting force of chinese radish of Dongchimi used Cho Jung Carbonated Natural water was the highest compared with other conditions at 25th day of fermentation. The calcium content of Dongchimi juice used Cho Jung Carbonated Natural water was observed high at the early stage of fermentation and showed the highest value at 25th day of ripening. The calcium content of chinese radish and Dongchimi juice of Dongchimi cooked with water purifier was lower than that of Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water, and was higher than that of Dongchimi cooked with Distilled water at the early stage of fermentation. The magnesium content in all samples increased gradually from the early stage of fermentation. The microstructure showed disintegration appearance of middle lamella and cell wall during fermentation period.

Key words : Dongchimi, total acidity, turbidity, texture, microstructure

1. 서 론

김치는 우리고유의 전통음식이자 빼 놓을 수 없는 부식이다. 김치는 그 종류¹⁾²⁾가 150여가지로 다양하며 발효가 진행되면서 발생하는 독특한 산미, 향기와 맛 성분을 지녔다. 동치미는 다른 김치류와는 달리 부재료의 사용이 적고 고춧가루를 쓰지 않으면서 국물을 많이 넣어 담그는 것으로 국물에서 생성된

젖산을 비롯한 유기산의 독특한 탄산미와 짠맛, 아삭아삭한 조직감을 부여해 주는 식품으로 각광을 받아왔다. 우리나라에서 김치 담그기가 시작한 것은 고대 삼국시대로 추정¹⁾³⁾하며 신라 고려시대를 거치면서 소금에 절인 동치미류로 발전³⁾되었다. 현대에 와서는 육류의 소비가 늘고 발효물질에 대한 관심과 조로 새롭게 조명되고 있어 동치미이온 음료 연구⁴⁾에 까지 이르렀다. 예전에는 겨울에만 만들어 먹었던 동치미가 김치냉장고의 보급과 시판제품으로 언제든지 먹을 수 있게 되었으며 동치미의 표준 레서피 개발과 일정기간이 지나면서 발생하는 연부현상을 지연시키는 저장성향상에 관한 연구가 보고 되었

Corresponding author: Young-Hyun Shim, Seoul Women's University,
126, Kongnung 2dong, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea
Tel: 970-5641
Fax: 976-4049
E-mail: yhshim@swu.ac.kr

다. 이러한 김치의 저장성 향상을 위한 연구로는 저온저장⁵⁾ 가열살균⁶⁾ 첨가제사용^{7),8)}, 방사선처리법⁹⁾ 효소불활성화¹⁰⁾ 천연방부제를 사용 항균성분을 이용한 첨가효과^{8),11),12)} 등이 있다. 특히 동치미에 대한 저장성향상을 위한 방법으로 저온저장³²⁾ 가열 살균⁶⁾, 방사선처리법³³⁾, 첨가제의 사용^{7),8)} 향신료 및 천연부재료의 첨가효과^{8),11),12)}, 효소의 불활성화¹⁰⁾에 대한 연구들이 있었다. 특히 CaCl₂, MgCl₂ 등의 무기염의 첨가는 조직의 견고성향상에 효과가 있는 것으로 보고¹⁰⁾되었다. 최근에는 식품의 안전성여부의 문제로 천연식품에 대한 관심이 고조되고 있다. 동치미의 경우, 제조시 양질의 물을 선택하는 것이 무엇보다 중요한 요소이다. 그러나 급격한 산업발달로 인한 환경오염으로 수질, 대기, 토양 등의 오염문제가 사회문제로 대두되고 있는 가운데 수질저하를 야기, 수질에 대한 관심을 높다. 따라서 인체에 유해하지 않으면서 건강에 도움이 되는 물, 즉 음용수는 병원균등 인체에 해로운 균을 포함하고 있지 않다.¹³⁻¹⁵⁾ 특히 음용수 중 광천수는 미네랄 성분이 일반 음용수보다 풍부하며 Ca, Mg함량은 64.83, 10.58ppm으로 6배 이상 높으며 유리탄산농도가 441.8ppm으로¹⁶⁾ 예비 실험 결과 동치미의 탄산미에 기여하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 동치미 제조시 천연 광천수와 일반 음용수인 정수기로 처리한 물, 증류수를 사용하여 처리구로 각각 비교하였다. 정수기로 처리한 물의 경우 칼슘과 마그네슘 함량이 12.4, 13.8ppm이고 증류수는 무기 성분이 검출되지 않았다. 특히 칼슘의 경우 광천수가 정수 처리구 보다 5.2배 높게 나타났다.

기존의 실험방법에서 사용되어진 조직감 향상과 염분현상 지연을 위한 여러 가지 화학적 첨가물의 첨가나 방사선 처리 등의 물리적 방법을 피하고 미네랄성분이 풍부한 천연수를 이용하여 건강에 유해하지 않으며 자원활용의 차원에서도 유익한 동치미 제조에 그 목적이 있다.

II. 재료 및 담금 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 무는 2003년 1월 충북 청주 대형마트에서 구입한 제주산 무이며 부재료인 쪽파, 마늘, 생강도 같은 날 국내산으로 일괄 구입하였다. 소금은 염도 88%이상인 재제염으로 해표 꽃소금을 사용하였다.

2. 담금방법

본 실험에서 사용한 모든 재료는 깨끗이 씻어 자연 건조 후 Table 1과 같이 준비하였다.

무는 양끝에서 10센티를 잘라내고 침지액에 잠길 수 있는 두께인 6센티로 통째로 썰었으며, 부재료와 함께 2.6L 폴리프로필렌 사각 밀폐용기에 넣어 10℃의 Incubator(MIR-253, SANYO, Japan)에서 저장기간 동안 보관하였다.

Table 1. Ingredient of Dongchimi

Ingredient	sample		
	A	B	C
Raw Chinese radish	500g	500g	500g
Garlic	2.5g	2.5g	2.5g
Ginger	1.5g	1.5g	1.5g
Leek	5g	5g	5g
Salt	40g	40g	40g
Distilled water	750ml		
Purified water	750ml		
Cho Jung Carbonated Natural Water	750ml		

3. 이화학적 특성

1) pH

동치미 국물을 10ml 취하여 실온에서 pH-meter (Sutex sp-7 digital pH meter, Sutex Isnt. Co. Taiwan)로 3회 반복 측정하였다.

2) 산도

동치미 국물 10ml를 취하여 0.1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 넣고 0.1N-NaOH용액을 pH 8.2가 되는 점까지 적정하였다. 이때 소요된 0.1N-NaOH의 소비량을 lactic acid 함량으로 환산하여 총산도(%)로 표시하였다.

$$\text{lactic acid}(\%) = \frac{0.009 \times \text{ml of } 0.1\text{N-NaOH} \times F}{10 \text{ sample}(\text{g})} \times 100$$

(F = Factor of 0.1N-NaOH=0.1)

3) 염도

동치미 국물 10ml를 취하여 염도계(SEKISUI model: SS-31A, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

4) 탁도

숙성기간별 동치미 국물의 탁도는 분광광도계(Beckman modes : DU-7, USA)를 이용하여 파장 558 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) 동치미의 미세구조 관찰

동치미의 숙성기간별 세포벽의 미세구조를 알기 위해 2중 고정법으로 처리한 조직을 주사전자현미경 (Scanning Electronic Microscope ISI-ss 130, Akashi Co. Japan)을 통해 관찰하였다.

6) 조직감의 측정

동치미의 숙성기간에 따른 조직감의 변화를 Texture analyzer(TA-XT2, England)를 이용하여 측정하였다. 측정부위는 실험용기와 동치미무가 닿아 있는 부분을 시료크기 가로 5cm×세로 5cm×높이 0.2cm로 절단하여 시료가 100% 절단될 때까지의 최대 절단력을 측정하였으며 시료는 3회 반복 측정하였다.

Table 2. Instrument conditions of Texture Analyzer

Test type	Texture profile analysis
Probe	knife of butter
Probe speed	0.5mm/sec
force scaling	5kg
Auto scaling	on
test speed	5.0mm/s
Detecting points/second	200
Travel distance	100% of sample cutting force

7) Ca, Mg의 측정

동치미의 숙성시간에 따른 무기질의 변화를 ICP (Inductively Coupled Plasma, Jovin Yvon Co. France)를 이용하여 사용하였다. 시료는 숙성기간에 따라 각각의 침지액과 동치미무를 회화로에 태워 얻어 사용하였다.

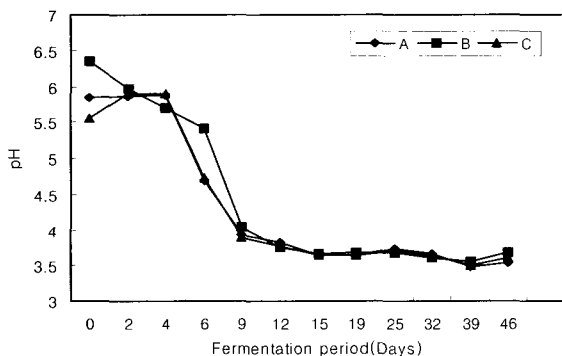


Fig. 1. Changes of pH during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water

- A : Dongchimi cooked with distilled water
- B : Dongchimi cooked with purified water
- C : Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

III. 결과 및 고찰

1. pH의 변화

물의 종류를 달리한 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 광천수, 정수, 증류수 원수자체의 pH가 5.2, 6.35, 5.8로 각각 다르므로 담금 직후인 0일에서 광천수 처리구의 pH가 가장 낮은 5.5로 나타났다. 이는 광천수 자체가 다른 처리구의 물보다 pH가 낮기 때문으로 광천수에 용해되어 있는 유리탄산농도가 일반 음용수보다 10-20배 높게 나타났는데 이로 인해 pH가 낮게 나타난 것이라고 판단¹⁶⁾된다. 광천수 처리구의 경우 숙성 초기인 2일째 상승, 4일째부터 9일까지 급격한 pH변화가 있었다, 숙성 12-46일 까지 완만해지다 다시 말기증가 현상을 보였다. 증류수·정수처리구도 원수자체의 pH 영향으로 숙성 기간동안 감소하는 경향을 보였으며 증류수처리구는 숙성 4일째 약간의 증가 경향을 보이다 9일째까지 급속히 감소하다가 완만해졌으며, 정수 처리구는 담금 직후인 초기부터 9일째 급속히 감소하다 완만해지는 경향으로 광천수 처리구와 같은 말기 증가현상을 보였다. 배추김치의 경우 pH변화는 처음 완만한 감소 변화를 보이지만 동치미는 숙성10일까지 pH 4.0까지 빠르게 감소하다 그 후 차츰 완만해 지는 경향을 띄었는데 이는 강¹⁷⁾ 등의 연구 결과와 일치하는 것이다. 한편 동치미의 pH감소 속도는 일반적으로 숙성온도가 높을수록 pH 감소속도가 빠른 경향¹⁸⁾이 있었으나 물의 종류를 달리한 동치미에서의 pH감소변화는 숙성초기의 물자체의 pH의 차이에서 오는 차이 이외는 뚜렷한 차이가 없었다. 또한 동치미의 숙성 기간 중 pH변화는 3.0이하로 낮아지지 않았는데 이는 동치미 중 존재하는 산은 약산으로 그 해리 상수가 작기 때문에 동치미가 과숙하여도 pH가 3.0이하로 내려가지 않는 것¹⁹⁾으로 보고된 바와 같은 것이라 판단된다. 또한 전체적인 pH변화 추이를 보면 담금 초기와 말기에도 pH감소가 다소 더딘 형태로 나타나고 중기에는 숙성이 활발히 진행되어 pH변화가 S자형을 띠고 있는데 이것은 구¹⁸⁾ 등의 결과와 일치하는 것이다.

2. 총산도의 변화

산도의 변화는 Fig. 2와 같다.

총산도 증가는 숙성 중 유기산 생성에 의한 것으로 발효가 진행되면서 각 처리구들간 점차 상승하다 39일에 최대치에 도달 한 후 감소했다. 이는 pH감소 경우와 반대 경향을 보였으며 강¹⁷⁾과 지¹⁹⁾, Min²⁰⁾의

결과와 일치하는 경향이였다. 특히 숙성 6일부터 각 처리구간 차이가 나타나기 시작해 9일부터는 각 처리구간 급격하게 증가하는 양상을 띠었다. 광천수 처리구의 경우 초기4일까지는 다른 처리구들과 거의 차이가 없이 같다가 숙성 6일부터 점점 증가하다 동치미의 적숙기인 0.3-0.4 범위에 도달²¹⁾까지는 숙성 19일로 다른 처리구와 달리 늦게 도달하였다. 그렇지만 광천수·정수 처리구의 경우 적숙 도달시점인 19일부터 46일까지 산도 변화 없이 완만한 경향을 보였으며 증류수 처리구는 32-46일 까지 산도증가가 있었다.

동치미의 경우는 배추김치의 0.6-1.0보다 적숙 산도가 낮게 나타난다. 이는 제조시 첨가되는 부재료의 양이 적고 고춧가루를 첨가하지 않으므로 숙성속도를 빠르게 하며, 다른 김치제조에서보다 많은 물을 사용하기 때문에 산도가 낮게 나타나는 것²²⁾으로 판단되며 유리탄산농도가 높은 광천수처리구의 경우는 유리탄산의 항균효과⁴⁾가 발효말기까지도 지속되므로 다른 처리구에 비해 현저하게 산도가 낮게 나타남을 알 수 있었다.

3. 염도 변화

염도 변화는 Fig. 3과 같다. 숙성기간 46일 동안 각 처리구는 1.37-3% 범위를 보였으며 동치미액의 염도는 담금 첫날에 비하여 감소하고, 숙성 2일에 급속히 염도의 변화가 있고 숙성 12일까지 지속적으로 감소하였다. 담금 직후 숙성 12일에서의 변화는

각 처리구별 염도변화는 광천수 > 정수기 > 증류수 순으로 높았으며 숙성 전반기에 광천수 처리구는 서서히 염도가 감소되다가 숙성 12일에서 25일까지 변화가 거의 없다. 이러한 현상은 담금 직후의 높은 염도의 동치미 국물이 숙성이 될수록 염도가 낮아지는 이유로 무와 염용액의 삼투압의 차이로 세포내 수분이 일부 용출되고 염용액의 염분이 침투한다는 연구²⁵⁾와 일치하였다.

동치미는 시간이 지남에 따라 동치미무와 동치미액사이의 염도차가 줄어들고 염도 평형을 이루게 되는데 이는 무내부의 수분 감소 결과 원형질 분리가 일어나고 그로 인해 세포막이 파괴되어 무기질의 이동이 자유로워져 평형을 이루는 것²⁶⁾이라 사료된다. 염도 평형에 도달하는데 이르는 시간은 숙성적기에 걸리는 시간과 거의 같다²⁶⁾는 것으로 동치미액의 염도 변화가 pH변화와 관련을 가지고 진행됨을 보여주는 결과였다.

4. 탁도의 변화

탁도의 변화는 Fig. 4와 같다. 담금 직후인 0일에는 각 처리구 별로 별다른 변화가 없었지만 숙성 4일부터 처리구별 탁도가 증가하기 시작했다. 미생물의 활성이 증가하기 시작하여 pH가 감소되는 숙성 4-12일 사이에 현저히 증가했다. 물의 종류를 달리한 처리구중 증류수의 경우 숙성초기인 0일에서 12일까지는 가장 낮은 탁도를 나타냈으며 광천수의 경우 가장 높은 탁도를 나타냈다. 특히 숙성 12일에서 25

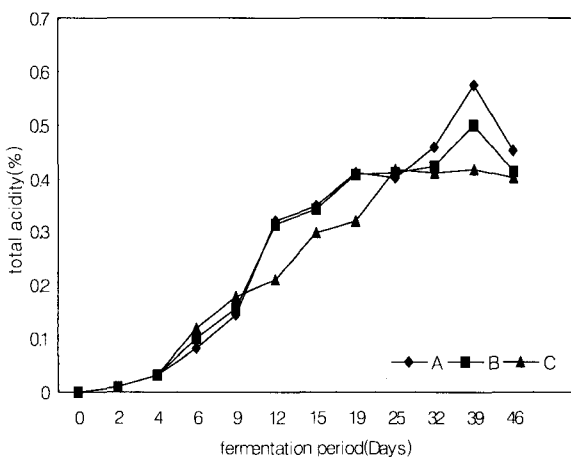


Fig. 2. Changes of total acidity during fermentation period of dongchimi according to different kind of water
 A : Dongchimi cooked with distilled water
 B : Dongchimi cooked with purified water
 C : Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

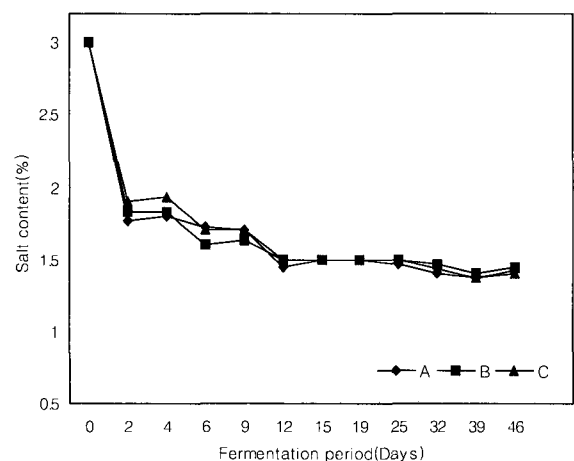


Fig. 3. Changes of salt content during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water
 A : Dongchimi cooked with distilled water
 B : Dongchimi cooked with purified water
 C : Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

일에 모든 처리구는 완만하게 증가하였으며 숙성 32 일에 감소하다 계속 증가하는 경향이였으며 동치미액의 탁도도 초기엔 낮아 육안으로 투명하다 숙성이 진행되면서 불투명하게 변화되었다.

강²⁴⁾ 등의 연구에서와 같이 숙성말기의 탁도 증가는 탄수화물이 분해되어 용출되는 가용성 유기물 함량에 의한 것과 김³⁴⁾ 등의 미생물증식에 따른 말기 증가가 관계가 깊은 것으로 보여진다.

결과를 보면 광천수의 경우 초기에 다른 처리구보다 광천수자체의 이온과 염용액의 이온교환에 의해 무의 유기물질이 다른 처리구보다 빠르게 용출되어 탁도가 높게 나타난 것으로 보여지며 적숙기인 12일에서 25일 사이의 탁도 변화가 완만한 것은 광천수에 용해되어 있는 CO₂의 항균성분이 미생물의 생육을 억제시키는데 관여된 것²³⁾으로 판단되며 이로 인해 말기의 탁도가 다른 처리구보다 낮게 나타났다.

5. 조직감의 변화

조직감의 변화는 Fig. 5와 같다. 물의 종류를 달리한 처리구의 최대절단력 변화는 전 숙성기간을 통해 광천수 > 정수기 > 증류수 순으로 높은 경도를 나타냈다. 생무의 경도와 비교하여 담금 초기인 2일에 다른 처리구와 달리 증류수 처리구에서는 약간 증가하다 숙성 9일에는 다시 감소하다가 숙성25일에 최대 수치인 5044kg을 보였으며 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하였다. 정수기 처리구와 광천수 처리구의 경우는 담금 초기인 2일에 담금 직후인 0일보다 다소 감소하다 점차 증가, 25일에 5044.2kg, 5424.4kg으

로 최대 절단력을 보였다. 이와 같이 광천수 처리구의 경우 25일에 최대치를 보이며 생무에 비해 최대절단력은 2.7배, 증가하였으며 세 처리구 증전 숙성기간 동안 가장 높은 값을 나타내다 감소했다. 정수 처리구도 담금 초기인 2일에 1,619.2kg으로 점차 증가하다 숙성 25일에 5,044kg로 최대치를 보여 최대 절단력이 생무에 비해 2.4배 증가하다 감소하였다.

숙성이 진행됨에 따라 경도의 감소는 칼슘과 같은 2가 이온이나 섬유소와 결합한 형태의 프로토펙틴이 세포막 층층에서 구조물질로 작용하다 용해되기 때문이며 텍스춰에 영향을 주는 섬유소는 펙틴질이며 숙성이 진행됨에 따라 수용성 펙틴은 소량 증가하고, 프로토펙틴은 소량 감소한다³⁰. 동치미의 특성 중 맛 냄새와 함께 주요 품질기준이 되는 조직감은 동치미가 발효되면서 증가하다 감소되는 것으로 김 등²⁷⁾은 숙성초기의 최대절단력 감소는 발효에 의한 것이라기보다는 삼투압에 의한 조직액의 용출 및 소금의 침투로 인한 조직의 변화로 생각되어 진다고 하였으며 숙성말기의 최대절단력 감소는 발효에 의해 채소성분의 분해 및 산에 의한 변화가 그 원인이라 하였다.

광천수 처리구 동치미무의 최대절단력이 숙성말기까지 높게 유지되는 것은 발효와 함께 펙틴의 탈메틸화에 의한 겔 형성과 관련이 있고 염장 중 저메톡실화 되어 점도가 증가한 펙틴질에 칼슘과 마그네슘 2가 이온이 결합된 결과²⁸⁾²⁹⁾로 여겨지며 다른 처리구에 비해 광천수에 함유된 칼슘과 마그네슘이 관련됨을 알 수 있었다.

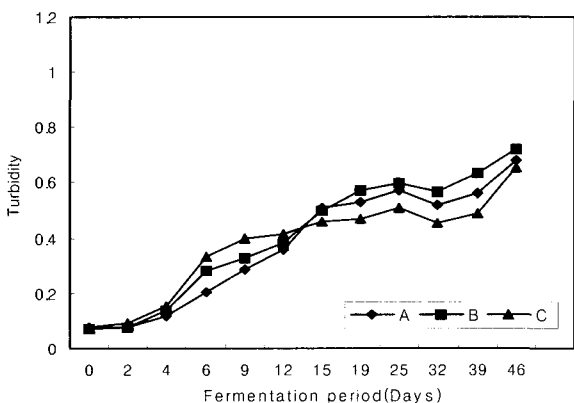


Fig. 4. Changes of turbidity during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water
 A : Dongchimi cooked with distilled water
 B : Dongchimi cooked with purified water
 C : Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

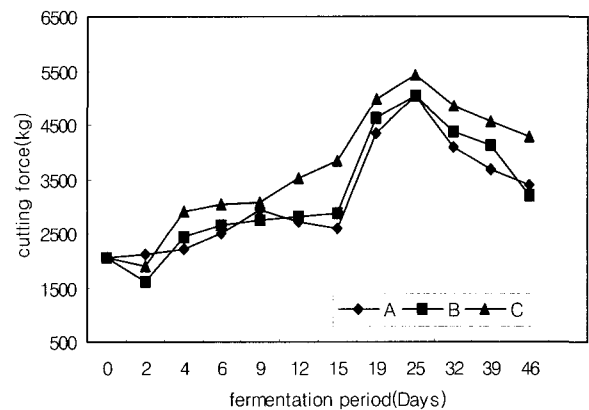


Fig. 5. Changes of maximum cutting force during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water
 A : Dongchimi cooked with distilled water
 B : Dongchimi cooked with purified water
 C : Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

6. Ca과 Mg 변화

Ca과 Mg 변화는 Fig. 6-9와 같다. 담금 직후의 동치미 침지액의 Ca변화는 담금 직후에 광천수 처리구의 경우 광천수 자체의 칼슘함량이 다른 처리구 보다 높기 때문에 3.68로 높게 나타났다. 숙성이 진행되면서 점차 증가하다 숙성 25일에 최대를 보이며 정수 처리구도 점차 증가하다 숙성 19일을 기점으로 감소하는 경향을 보였으며 증류수 처리구는 담금 직후인 0일에 다른 처리구에 비해 현저히 낮았으며 숙성기간동안 다른 처리구에 비해 비교적 완만한 변화를 나타냈다. 또한 침지액과는 다르게 무의 칼슘변화는 광천수의 경우 숙성 25일에 최대치를 보이고 정수·증류수 처리구는 19일에 최대치를 보였다.

본 실험에서 칼슘함량 변화를 살펴보면 무의 칼슘

함량이 동치미액의 칼슘함량 보다 훨씬 높았는데 이는 침지액 속의 칼슘 성분이 숙성이 진행됨에 따라 무조직내로 이동한 것으로 보여진다. 이는 무조직의 펙틴분자내 유리카르복실기들이 Ca^{2+} 를 통한 염교형성 결과로 광천수 처리구는 원수 자체의 Ca 함량이 높기 때문이다.

담금 직후의 동치미 침지액의 Mg함량 변화는 초기에 다소 높게 나타난다. 모든 처리구에서 숙성이 진행됨에 따라 수치적으로 완만하게 증가하였으며 무의 Mg함량 변화는 모든 처리구에서 담금 직후인 0일에 가장 낮은 수치를 나타냈다. 또한 숙성이 진행되면서 점차 염의 영향으로 점차 증가하는 수치를 보이며 숙성 25일에는 최대치를 보였는데 이는 Ca^{2+} 와 Mg^{2+} 같은 다가 양이온과 무기염의 삼투압 변화

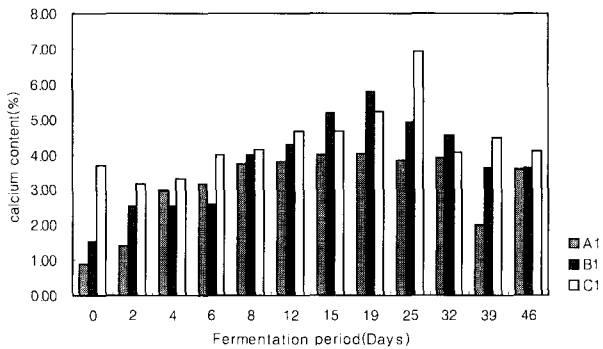


Fig. 6 Changes of calcium content of Dongchimi juice during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water

A1 : Dongchimi juice cooked with distilled water
 B1 : Dongchimi juice cooked with purified water
 C1 : Dongchimi juice cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

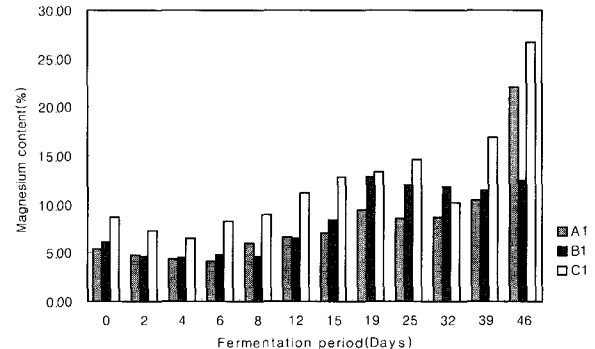


Fig. 8. Changes of magnesium content of Dongchimi juice during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water

A1 : Dongchimi juice cooked with distilled water
 B1 : Dongchimi juice cooked with purified water
 C1 : Dongchimi juice cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

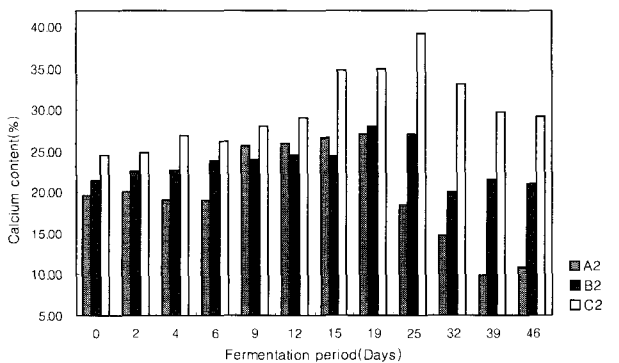


Fig. 7. Changes of calcium content of Chinese radish during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water

A2 : Chinese radish of Dongchimi cooked with distilled water
 B2 : Chinese radish of Dongchimi cooked with purified water
 C2 : Chinese radish of Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

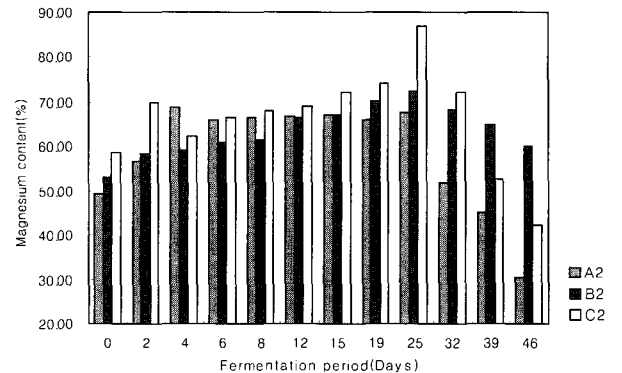


Fig. 9. Changes of magnesium content of Chinese radish during fermentation period of Dongchimi according to different kind of water

A2 : Chinese radish of Dongchimi cooked with distilled water
 B2 : Chinese radish of Dongchimi cooked with purified water
 C2 : Chinese radish of Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural water

로 무조직 내로 Mg²⁺가 이동하여 무의 Mg함량이 높아짐을 알 수 있었다.

7. 세포벽 관찰

동치미 무 조직감과 관계 있는 세포조직은 유세포(Parenchymacell)와 중엽(Middle lamella), 세포간 공간(intercellular space)에 있는 세포외액 및 세포사이에 무작위로 분포되어 있는 공기³¹⁾이다. 이 조직들이 염장 발효 과정에서 탈기, 탈수되어 수축 및 중량의 변화와 함께 구조적 변화에 의해 조직감이 달라지게 된다.

Fig. 10의 주사전자현미경의 사진을 보게 되면 담금 직후의 무 조직을 살펴보면 다면체의 견고한 세포들

이 세포벽에 포개져 결합되어 무 조직을 구성하고 있다.

담금 초기의 정수처리구 팽천수처리구들의 세포벽면은 세포간 공간이 약간씩 보이며 직선적인 각의 견고함을 보이며 별다른 차이가 보여지지 않았으나 증류수 처리구는 세포간 탈기현상이 두드러졌다.

숙성 25일에는 전처리구의 세포벽의 두께가 다소 두꺼워졌으며 정수처리구, 증류수 처리구는 중엽(Middle lamella)의 분리가 보여지며 팽천수 처리구는 중엽이 뚜렷이 구분된다.

숙성말기는 중엽(Middle lamella)의 분리현상과 세포막 붕괴현상이 뚜렷해 세포벽의 겹쳐짐이 관찰되어 지며 특히 증류수 처리구의 경우 세포벽탈락, 겹

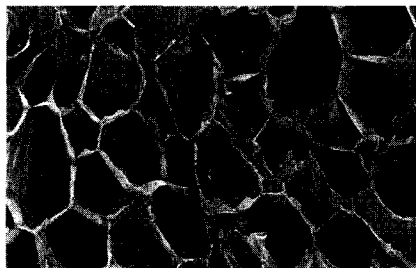
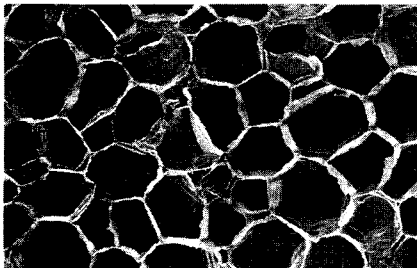


Fig. 10-1. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with distilled water at 2th day of fermentation

Fig. 10-2. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with distilled water at 25th day of fermentation

Fig. 10-3. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with purified water at 46th day of fermentation

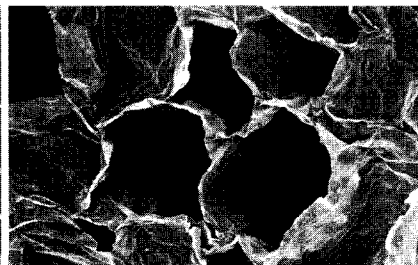
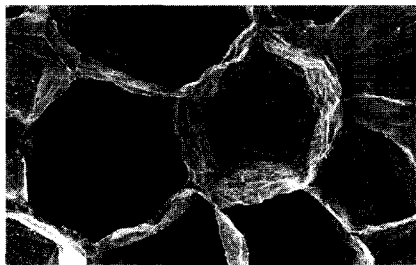
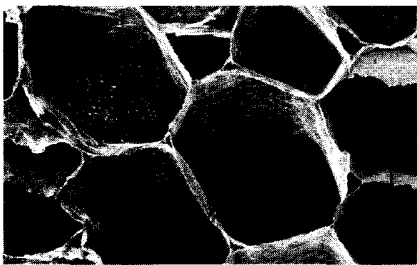


Fig. 11-1. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with distilled water at 2th day of fermentation

Fig. 11-2. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with distilled water at 25th day of fermentation

Fig. 11-3. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with distilled water at 46th day of fermentation

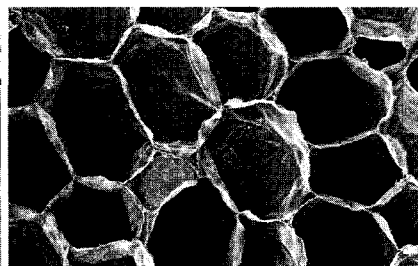
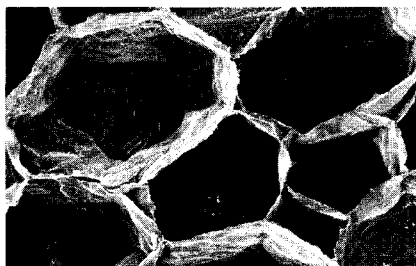
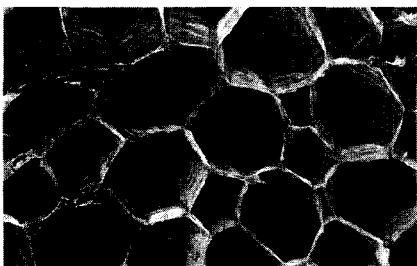


Fig. 12-1. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural Water at 2th day of fermentation

Fig. 12-2. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural Water at 25th day of fermentation

Fig. 12-3. Scanning electron microscopic photographs of tissues of Dongchimi cooked with Cho Jung Carbonated Natural Water at 46th day of fermentation

처짐 등의 현상이 현저하게 나타났으며 광천수처리구의 경우 숙성말기까지도 중엽과 세포벽의 붕괴가 다른 처리구에 비해 거의 나타나지 않았다. 이러한 현상은 동치미의 숙성과정 중 무조직내 펙틴과 펙틴 사이에 칼슘²⁺가로 인한 가교를 형성케하여 세포벽을 지지해 줌으로써 말기까지도 다른 처리구에 비해 붕괴되지 않았다.

IV. 요약

물의 종류를 달리한 동치미의 발효숙성 중 미세구조관찰을 조사하기 위해 담금액의 종류를 증류수, 정수, 광천수 처리구로 달리해 10°C에서 46일간 저장하면서 pH변화, 총산변화, 염도 변화, 탁도 변화, 조직감 변화 및 세포벽관찰을 조사하였다.

전체적으로 발효가 진행됨에 따라 pH는 점차로 낮아지다 숙성 12일부터 완만하게 변화하고 총산도 변화는 광천수 처리구의 경우 다른 처리구와는 다르게 적속 도달시점인 0.3-0.4범위²⁶⁾에 가장 늦게 도달하여 적속산도 범위가 숙성말기까지 지속되었다.

또한 동치미의 침지액의 소금농도는 담금 직후 3%에서 숙성이 진행됨에 따라 감소하다 각 처리구 별 숙성 12-25일에 평형상태에 도달했다.

동치미의 침지액의 탁도 변화는 숙성초기엔 미생물이 증식이 없기 때문에 숙성기간별 염도와 상관관계가 있어 숙성 12일까지는 광천수 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 높게 나타나다 발효말기에 다시 증가하였다.

동치미 무의 조직감 변화는 각 처리구별 숙성 25일에 최대 절단력을 나타내다 점차 감소하였으며 광천수 처리구의 경우 담금 직후인 0일에 비해 최대 절단력이 2.7배 증가하여 세 처리구 중 가장 높았다.

Ca변화에서 동치미 침지액의 Ca변화는 숙성초기엔 광천수 처리구의 Ca함량이 높게 나타났는데 이는 광천수 처리구의 물 자체의 Ca함량이 높았기 때문에 영향을 주었으리라 여겨지며 숙성이 진행됨에 따라 Ca함량이 증가하다 숙성25일에 최대치를 보였다.

정수 처리구의 침지액과 무의 Ca변화는 숙성초기에 광천수 처리구보다는 낮게, 증류수보다는 높게 나타나다 숙성 9-15일에는 증류수가 약간 높게 나타났다.

Mg변화는 침지액에서 전 처리구에서 숙성초기부터 점차 증가하는 경향이었으며 광천수처리구가 숙

성 4-25일에 증가하였는데 이는 광천수의 Ca²⁺, Mg²⁺와 같은 양이온이 존재하여 펙틴질에 영향을 주어 무 조직을 단단하게 하는 것으로 보여진다. 세포벽 관찰에서는 숙성기간이 경과함에 따라 중엽(Middle lamella)과 세포막 붕괴현상이 현저해짐을 관찰 할 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면 물의 종류를 달리한 동치미의 경우 광천수 처리구에 있어 식물조직에 영향을 줌을 알 수 있었다. 이는 무조직에 있어 펙틴 물질들 사이에 Ca²⁺를 통한 가교형성으로 조직감을 부여함을 알았다. 광천수 처리구는 물자체에 함유된 칼슘과 마그네슘 등의 미네랄성분이 조직감 향상에 관여 될 뿐만 아니라 탄산을 함유한 물 자체의 특성이 발효기간 중 영향을 줌을 알 수 있었다.

V. 감사의 글

본 연구는 2002년도 서울여자대학교 자연과학연구소 교내 연구비에 의해 수행된 것이며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 이서래 : 한국의 발효식품, 이화여자대학교 출판부, 150-153, 1992
2. 구영조, 최신양 : 김치의 과학기술, 한국식품개발연구원 참조 72-75, 1995
3. 유서석 : 한국 김치의 역사적 고찰, 한국식문화학회지, 6(4):467, 1991
4. Seok-In Hong and Yu-Ryang Pyun : Antimicrobial Effect of Carbon Dioxide on Microorganisms: J. Korean SOC. Food Nutr, 26(6): 1258-1267, 1997
5. Yang Hee Lee and Ick Whan Yang : Studies on the Packaging and Preservation of Kimchi, Journal of the Korean Agricultural Chemical Society, 113,207(1970)
6. Yu Ryang Pyun, Seung Kyoo Shin, Ju Bong Kim and Eun Kyung Cho : Studies on the Heat Penetration and Pasteurization Conditions of Retort Pouch Kimchi, Korean J. Food Sci Technol, 15,414(1983)
7. Kyoung-Ja Park and Soon-Ja Woo : Effect of Na-Acetate, Na-Malate and K-Sorbate on the pH, Acidity and Sourness during Kimchi Fermentation, Korean J. Food Sci Technol, 20, 40(1988)
8. Wan-Soo Hong and Sun Yoon : The Effects of Low Temperature Heating and Mustard Oil on the Kimchi Fermentation, Korean J. Food Sci Technol, 21,331(1989)
9. Myung-Woo Byun, Bo Sook Cha, Joong-Ho Kwon, Han-Ok Cho and Woo-Jung Kim : The Combined Effect of Heat Treatment and Irradiation on the Inactivation of Major Lactic Acid Bacteria Associated with Kimchi Fermentation, Korean J. Food Sci Technol, 21,185(1989)

10. Cheol Yook, Koom Chang, Kwan-Hwa Park and Seung-Yo Ahn : Pre-heating treatment for Prevention of Tissue Softening of Radish Root Kimchi, Korean J. Food Sci Technol, 17,447(1985)
11. Wo Po Park and Ze Wook Kim : The effect of salt concentration on Kimchi fermentation, Journal of the Korean Agricultural Chemical Society, 34,295(1991)
12. 안승요 : 김치제조에 관한 연구(제1보)-조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과. 국립공업연구소 연구보고서, 20,61(1970)
13. Kono I : 지하수공학, 구미서관, p1(1994)
14. 문현식 : 약수를 찾아서. 홍익재 : p176(1993)
15. 연세대 환경공해 연구소 : 물 2000, p65(1994)
16. KBS네트워크 기획 약수 : 1999. 10. 3
17. Kun-Og Kang, Hyun-Joo Sohn and Woo-Jung Kim : Changes in Chemical and Sensory Properties of Dongchimi during Fermentation, Korean J. Food Sci Technol, 23, 267(1991)
18. Kyung-Hyung Ku, Kun-Og Kang and Woo-Jung Kim : Some Quality Changes during Fermentation of Kimchi, Korean J. Food Sci Technol, 20,476(1988)
19. Ok Hwa Jhee : The Changes of Non - volatile Organic Acids in Radish Kimchi with different concentrations of Salt during Fermentation, 충남대.석사학위논문(1988)
20. Min, TI and Kwan, TW : Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. Korean J. Food sci, Technol, 16, 443(1984)
21. 김정식, 김일석, 권태완 : 채류 침채 식품에 관한 연구 제1보 동치미원료 및 동치미중 당분에 대하여, 연구보고서(과 연) 201,1959
22. Park, IS, Kang, SJ, Kim, JH and Noh, BS : L-Lactate oxidase electrode and dissolved oxygen meter for specific determination of L(+)-Lactic acid in kimchi during fermentation food and biotechnology, 2,39(1993)
23. Seok-In Hong and Yu-Ryang Pyun : Antimicrobial Effect of Carbon Dioxide on Microorganisms: J. Korean SOC. Food Nutr, 26(6) (1997)
24. Kun-Og Kang, Kyung-Hyung Ku, Jung-Kun Lee and Woo-Jung Kim : Changes in Physical Properties of Dongchimi during Fermentation, Korean J. Food sci, Technol, 23(3):262,1991
25. Mheen, TI and Kwon, TW : Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. Korean J Food Sci.Technol, 16:443(1984)
26. Hel Soo Rhee and Mae Ry Lee : A Study on the Flavor Compounds of Dongchimi, Korean J, Soc. Food Sci 1. 6(1990)
27. Jong-Goon Kim, Hee-Sook Choi, Sang-Soon Kim and Woo-Jung Kim : Changes in Physicochemical and Sensory Qualities of Korean Pickled Cucumbers during Fermentation, Korean J. Food sci, Techno 21(6), 838(1989)
28. Kaneko, K, Kurosaka, H and Maeda, Y : Studies on the mechanism of pectic substance changes in the salted radish root. Nippon shokuhin Kogyo Gakkaishi,29(10), 611(1982)
29. Yoon Jung Huh and Hel Soo Rhee : Effects of Preheating and Salt Concentration on Texture of Cucumber Kimchi during Fermentation, Korean J, Soc. Food Sci, 6(2),1(1990)
30. Guy Hwa Jung and Hel Soo Rhee : Changes of Texture in terms of the Contents of Cellulose, Hemicellulose and Pectic Substances during Fermentation of Radish Kimchi, Korean J, Soc. Food Sci
31. Luth, BS and Dastur, KD : Texture and peatin change in canned apricots, Food Res: 30,178(1960)
32. Yang Hee Lee and Ick Whan Yang : Studies on the Packaging and Preservation of Kimchi, J Korean Agricultural Chemical Society, 13,207(1970)
33. Bo-Sook Cha, Woo-Jung Kim, Myung-Woo Byn, Joong-Ho Kwon and Han-Ok Cho : Evaluation of Gamma Irradiation for Extending the Shelf Life of Kimchi, Korean J . Food sci, Technol, 21,109,(1989)
34. Il-Kyung Kim, Seung-Kyeul Shin, Joo-Baek Lee and Kwang-Soo Kim : Changes on the Physical and Sensory Characteristics of Dongchimi Added with Ginseng and Pineneedle, Korean J. Soc. Food Sci. Nutr, 26(4) 575-581(1997)

(2003년 12월 22일 접수, 2004년 2월 17일 채택)