

## 당의 종류를 달리한 동치미의 경도 변화 및 세포벽 관찰

안 기 정<sup>¶</sup>

배재대학교 인문대학 가정교육과

### The Changes of Hardness and Microstructure of *Dongchimi* according to Different Kinds of Sugar

Gee-Jung Ahn<sup>¶</sup>

Department of Home Economics Education, Pai Chai University,  
DaeJeon 439-6, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes of hardness and microstructure of *Dongchimi* cooked with various sources of sugar(xylitol, xylose, sugar, pear juice). It was fermented at 10℃ for 60 days. The changes of pH in *Dongchimi* used different kinds of sugar decreased in all samples during the fermentation period, and then showed a slow decrease after 12 days of fermentation. The total acidity of *Dongchimi* using xylitol arrived slowly at the best tasting condition(0.3~0.4 point) compared with other conditions. The changes of salt content were showed high as compared with other test conditions in 0 day, the day of fermentation. At the early stage of fermentation, the changes of turbidity of *Dongchimi* using sugar, pear juice were showed high as compared with those of *Dongchimi* using xylitol, xylose for 5~15 days of fermentation. The maximum cutting force of Chinese radish *Dongchimi* showed the highest value among al at the 25 th day of ripening and then decreased gradually. The maximum cutting force of *Dongchimi* using sugar showed the lowest. The calcium and magnesium contents of *Dongchimi* juice and Chinese radish *Dongchimi* juice using xylitol were observed high at the early stage of fermentation and showed the highest value during the fermentation period. The microstructure showed disintegration appearance of middle lamella and cell wall during the fermentation period.

Key words : *Dongchimi*, pear juice, maximum cutting force, microstructure.

#### I. 서 론

동치미는 일반적으로 작은 무를 씻어 무 표면에 소금을 묻혀 항아리에 담고 여기

¶ : 교신저자, 042-520-5641, ahngj21@pcu.ac.kr, 대전광역시 서구 연자1길 14번지

에 부재료로 파, 마늘, 생강을 넣어 소금물을 부어 잘 봉해 발효시킨 싱건지 형태(윤서석 1991)로 발효 중 생성되는 이산화탄소와 유기산으로 인해 시원하고 상쾌한 맛과 탄산미를 부여(전지현·이혜수 1976)하기 때문에 국물 중의 청량한 맛과 무를 씹을 때의 아삭아삭한 조직감으로 인해 기호성이 높다(장명숙·김나영 1997). 또한, 가장 간단한 재료와 부재료를 적게 쓰고 물을 많이 사용하기 때문에 맛이 담백하여 육류나 지방질 식품의 소비가 증가하는 식사 패턴에 좋은 부식으로 인식되고 있다(이서래 1986). 동치미의 열량은 우리나라의 침채류 중 가장 낮으며 깍두기보다 3.5배나 낮다. 냉장고의 보급이 일반화된 오늘날에는 겨울철뿐만 아니라 계절에 관계없이 동치미가 애용되고 있으나 장기간 저장시 무조직의 연부 현상으로 인한 식감 저하가 가장 큰 문제로 대두된다. 동치미의 연부 현상은 주로 식물 세포 사이에 존재하는 펙틴질의 분해로 발생되는데 이에 관여하는 효소로 pectinesterase(PE)와 polygalacturonase (PG)가 있다. Polygalacturonase는 열에 불안정하며 pectin물질의 1,4 glycosidic linkage를 가수 분해시켜 분자량이 적은 pectin이 되어 식물조직을 연하게 하는 반면 pectinesterase는 열에 안정한 효소로서 pectin의 methoxyl group을 가수분해하고  $Ca^{2+}$  양이온이 공존할 때 불용성 Ca-pectate gel을 형성함으로써 식물조직의 질감을 단단하게 유지하는데 효과적이다(Buescher·Hudson 1980; Fennema·Willy 1967).

동치미는 조직감과 맛 증진을 위해 무, 소금, 물을 기본재료로 하여 마늘, 파, 청각, 고추 등의 부재료를 첨가해 제조하며 최근 기능성 부재료 및 방부제 첨가 등의 연구가 활발히 이뤄지고 있는 실정이다. 기능성 부재료에 대한 연구로는 인삼, 솔잎, 자소자, 감초, 양파 등을 첨가하는 연구 등이 보고되고 있다(김일경 등 1997; 황재희·장명숙 2003; 장명숙·문성원 1995; 김미정 등 1995).

방부제를 이용하여 저장 기간을 연장한 연구는 sorbic acid, p-hydroxybutyl benzoate, sodium dehydroacetate 등이 검토, 보고된 바 있다(윤혜정 1989; 이춘영 등 1968; 김창식 1968; 조인선 등 1967).

본 연구에서는 예비 실험 결과 당 첨가 동치미의 기호도가 우수하게 나타나 기호도 변화에 부응하여 당을 첨가하였다. 진보(Ahn GJ 2005)에서 발표한 물리화학적으 로 우수한 광천수에 당의 종류를 달리하여 설탕, 자이리톨, 자일로스, 배즙을 첨가하여 천연물 활용도를 높이고 식기호도를 반영한 우수한 동치미 제조를 하기 위하여 발효과정 중의 이화학적 변화 및 동치미의 경도 변화 및 세포벽 변화를 연구하였다.

## II. 재료 및 담금 방법

### 1. 실험 재료

무는 개당 1.2 kg의 제주산을 2003년 1월 충북 청주 대형 마트에서 구입하여 사용하였다. 부재료인 쪽파, 마늘, 생강도 같은 날 국내산으로 일괄 구입하였다. 소금은

염도 88% 이상인 재제염(해표 꽃소금)을 사용하였다.

물은 광천수로 충북 청원군 초정리 소재의 약수를 사용하였다.

당은 설탕은 제일제당 가는 정백당, 자일로스, 자일리톨은 주식회사 보락 제품이고, 배는 대형마트에서 일괄 구입해 냉장 보관하여 사용하였다.

무는 흐르는 수돗물에 5회 세척하여 표면의 이물질 제거하였으며 물기는 자연 건조시켰으며, 마늘, 쪽파, 생강은 외피를 제거한 다음 흐르는 물에 3번 세척해 면 거즈로 살짝 눌러 물기를 제거하여 사용하였다.

## 2. 동치미의 제조

물과 당을 달리한 동치미 제조의 재료 배합비 성분은 <Table 1>과 같다. 세척한 동치미 무는 물기를 완전히 제거시킨 다음 원형으로 5 cm 길이씩 잘라 사용하였으며, 파는 뿌리만 제거해 물기를 제거한 후 자르지 않은 상태로 첨가하였다, 생강은 외피를 제거한 후 물기를 없애고 얇게 저며 1쪽(1.5 g)을 첨가하였으며 마늘도 외피 제거한 후 얇게 저며 첨가하였다.

이때 사용된 저장용기는 Polypropylene 재질의 플라스틱 2.6 L 사각 용기를 이용하였으며 제조 직후 뚜껑을 덮어, 소금을 완전히 용해시킨 후 저장온도 10℃ 인큐베이터(Incubator, CFC-FREE, SANYO, JAPAN)로 옮겨 저장하였다.

## III. 실험 방법

<Table 1> Ingredient of *Dongchimi* with carbonated water used different kind of sugar

Ingredient	Sample			
	A	B	C	D
Raw Chinese radish	500g	500g	500g	500g
Garlic	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g
Ginger	1.5g	1.5g	1.5g	1.5g
Leek	5g	5g	5g	5g
Salt	40g	40g	40g	40g
Cho Jung Carbonated Natural Water	750mL	750mL	750mL	750mL
Sugar	7.5g			
Xylose		7.5g		
Xylitol			7.5g	
Pear juice				7.5g

### 1. pH

동치미 국물 10 mL를 취하여 실온에서 pH-meter(digital pH meter, Suntex sp-7 Isnt Co, Taiwan)로 3회 반복 측정(A.O.A.C 1980a) 하였다.

### 2. 산 도

동치미 국물 10 mL를 취하여 0.1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 넣고 0.1 N-NaOH 용액을 pH 8.2가 되는 점까지 적정(A.O.A.C 1980b)하였다. 이때 소요된 0.1 N-NaOH의 소비량을 lactic acid 함량으로 환산하여 총산도(%)로 표시, 3회 반복 측정하였다.

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

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

### 3. 염 도

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

### 4. 탁 도

발효 기간별 동치미 국물의 탁도는 분광광도계 (Spectrophotometer, model DU-7, Beckman, USA)를 이용하여 파장 558 nm에서 흡광도를 3 회 반복 측정하였다.

### 5. 조직감 변화

동치미의 발효 기간에 따른 최대 절단력의 변화를 Texture analyzer (Texture analyzer, Model YT. RA, Demension V3.7G, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 측정하였다. 측정 부위는 실험용기와 동치미무가 닿아 있는 부분을 가로 5 cm×세로 5 cm×높이 0.2 cm로 잘라 시료가 100% 절단될 때까지의 최대 절단력을 측정(Kuwahara · Manabe 1985), 3회 반복하였으며 이때 사용한 Texture analyzer의 조건표는 <Table 2>와 같다.

### 6. Ca, Mg 변화

동치미의 발효 기간에 따른 무기질의 변화는 ICP(Inductively Coupled Plasma, m-38, Jovin Yvon Co., France)를 이용하여 사용하였다. 시료는 발효 기간에 따라 각각의 침지액과 동치미무를 회화로에 태워 얻어 사용하였다(박미원 1996).

회화된 재에 염산 (염산 : 이온교환수=1 : 1) 5 mL를 가하여 hot plate에서 증발 건조

<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

시킨 다음 다시 5 mL의 염산용액 (염산 : 이온제거수=1 : 3)을 가하여 5분간 가열 용해한 후 여과하여 100 mL로 정용하였다. 다음 0.1 N HCl 로 정용하여 ICP로 정량 분석, 3회 반복측정하였다.

측정 조건은 <Table 3>과 같다.

### 7. 세포벽 변화

동치미의 숙성기반별 세포벽의 미세구조를 알기 위해 2중 고정법으로 처리한 조직을 주사 전자 현미경(Scanning Electronic Microscope, ISI-ss 130, Akashi Co., Japan)을 통해 관찰하였다(박미원 1996).

무 조직을 가로, 세로 각각 0.3 cm×0.3 cm로 썰어 2.5% glutaraldehyde 용액에

<Table 3> Instrument conditions for Ca and Mg analysis by ICP(Inductively Coupled Plasma)

ICP Source	Jobin yvon 38, plus spectroanalyser
HF frequency	27.12 MHz
Forward power	1.0 kW
Reflected power	<3W
Torch	Low Ar consumption, demountable torch
Observation height	14mm from the induction coil
Solution uptake rate	1.8ml/min
Wave length	Ca 393.73nm Mg 279.55nm

24 시간 침지하여 1차 고정시킨 다음 0.1 M phosphate buffer(pH 7.2)로 한번에 20분씩 3회 세척한 뒤 1% osmium tetroxide 용액에 90분 동안 침지하여 2차 고정시켰다. 고정이 끝난 조직을 다시 0.1 M phosphate buffer(pH 7.2)로 2회 세척한 다음 ethanol 농도를 50~100%까지 단계적으로 높여가며 각각 15 분씩 탈수하여 조직중의 수분을 제거하였다. 이를 isoamyl acetate에 20분씩 3회 침지시키고 CO<sub>2</sub>를 이용한 임계점 건조기로 건조시킨 후 Carbon Stub에 시료를 고정하여 시료 표면에 백금을 20 μm 두께로 도포하여 주사 전자 현미경으로 가속전압 15 kv에서 400배 관찰하였다.

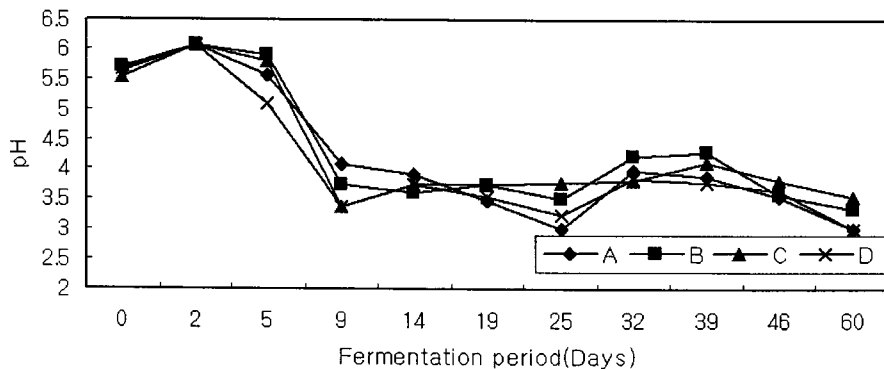
#### IV. 결과 및 고찰

##### 1. pH

당의 종류를 달리한 광천수 동치미의 pH의 변화는 <Fig. 1>과 같다. 발효 기간에 따른 pH 변화는 발효 기간이 길어질수록 감소하였으며, 발효 2일에 네 처리구 모두 가장 높은 pH를 나타냈고 발효 60일에 가장 낮은 pH를 나타냈다.

설탕 첨가구는 발효 기간에 따라 점차 pH가 감소하였으며 발효 2일째 6.07로 가장 높았으며 발효 60일에 가장 낮았다. 자일로스 첨가구는 발효 2일에 6.07로 높았으며 발효 60일에 3.34였다. 자일리톨 첨가구는 발효 2일 6.08로 발효가 진행됨에 따라 감소하다가 발효 60일에 가장 낮은 값을 나타냈다. 배즙 처리구는 발효 2일 6.06으로 가장 높았으며 발효 60일에 3.02로 가장 낮은 값을 나타냈다.

이러한 변화는 네 처리구가 관능적으로 적합한 최적 pH 4.0에 도달하는데 걸리는 시기에 있어 차이가 있었는데 설탕 첨가구는 담금 당일인 0일 5.62 최적 pH인 4.0에 도달까지는 발효 9~15일 사이, 자일로스 첨가구는 발효 25~32일 사이, 자일리



<Fig. 1> Changes of pH during fermentation period of *Dongchimi* with natural carbonated water using different kind of sugar.

- A : *Dongchimi* prepared with sugar      B : *Dongchimi* prepared with xylose  
 C : *Dongchimi* prepared with xylitol      D : *Dongchimi* prepared with pear juice

톨 첨가구는 발효 32~39일 사이, 배즙 첨가구는 발효 5~9일 사이로 나타나 자일리톨 첨가구의 최적 pH 도달 시점이 가장 늦게 도달함을 알 수 있었다.

발효 기간이 같을 때 당 첨가구에 따른 pH 변화를 살펴보면 설탕 첨가구는 발효 9~15일에 높고, 자일로스 첨가구는 발효 32~39일에 높았다. 자일리톨 첨가구는 발효 말기인 발효 46~60일 가장 높았으며 배즙 첨가구는 발효 5~9일에 최적 pH를 나타냈다.

박완수(1995)의 연구에 의하면 동치미는 발효 기간 중에도 pH 변화가 3.0 이하로 낮아지지 않았는데 이는 동치미 중 존재하는 산은 약산으로 그 해리 상수가 작기 때문에 동치미가 과숙하여도 pH가 3.0 이하로 내려가지 않는 것으로 보고된 바와 같이 당을 달리한 광천수에서도 같은 결과였다.

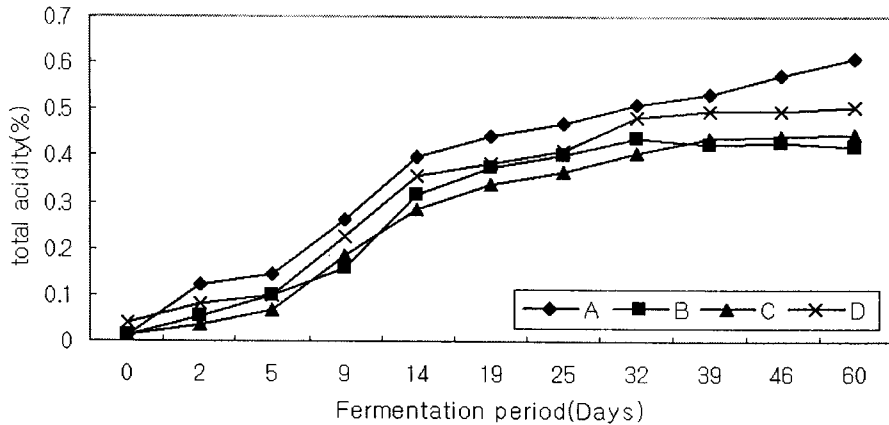
## 2. 산 도

산도의 변화는 <Fig. 2>와 같다.

발효 기간별 산도의 변화는 설탕 첨가구가 담금 당일인 0일에 0.01로 가장 낮았고, 발효 60일에 0.61로 가장 높았다. 자일로스 첨가구도 담금 당일인 0일에 0.01로 가장 낮았고 발효 32일 0.44로 낮았으며 자일리톨 첨가구는 발효 2일에 0.04로 가장 낮았으며 발효 60일에 0.45로 가장 높았다. 배즙 첨가구는 담금 당일인 0일에 0.04로 가장 낮았고 발효 39일 이후 0.50으로 가장 높았다.

발효 기간이 같을 때 각 첨가구에 따른 당의 변화를 살펴보면 설탕 첨가구는 담금 당일인 0~60일 사이에 산도가 가장 높았으며, 육철(1995)의 연구에서와 같이 동치미의 적숙기인 0.4 범위에 도달까지 설탕 첨가구는 발효 15일에 도달, 자일로스 첨가구는 발효 19~25일에 도달, 자일리톨 첨가구는 발효 25~35일에 도달, 배즙 첨가구는 발효 19~25일 사이에 도달하는 것으로 나타났다. 특히 자일리톨 첨가구는 다른 첨가구보다 산의 생성량이 적어 적숙 도달지점에 다른 처리구보다 늦게 도달해 발효 말기까지 완만하게 유지하였다. 또한 배즙 첨가구는 배즙의 산도 영향으로 담금 직후부터 다른 처리구보다 약간 상승한 상태로 발효가 시작되어 발효 5일에 빠른 증가를 보인다 말기로 갈수록 완만하게 감소하였다. 전보의 연구에서와 같이 안기정(2005)의 연구, 물 달리 한 동치미 연구에서 광천수 처리구의 발효 12일 수치인 산도 0.22가 배즙 처리구에서는 발효 9일에 나타나 배즙이 발효를 촉진시킨 것으로 보여진다. 또한 자일리톨과 자일로스 같은 알콜성 당의 경우보다 발효성 당인 설탕이 발효물의 산 생성 속도를 증가시킨다는 것을 알 수 있었다.

따라서 동치미 제조시 발효성 당인 설탕 대신 자일로스나 당 알코올인 자일리톨을 첨가하면 산의 생성 속도를 억제시켜 가식 기간을 연장시킬 수 있음을 알 수 있었으며 홍석인(1994)의 연구에서와 같이 유리탄산농도가 높은 광천수를 동치미 제조시 첨가하면 유리탄산의 평균 효과가 발효 말기까지도 지속되므로 다른 처리구에 비해 현저하게 산도가 낮게 나타남을 알 수 있었다.



<Fig. 2> Changes of total acidity during fermentation period of *Dongchimi* with natural carbonated used different kind of sugar.

A : *Dongchimi* prepared with sugar      B : *Dongchimi* prepared with xylose  
 C : *Dongchimi* prepared with xylitol      D : *Dongchimi* prepared with pear juice

### 3. 염 도

염도 변화는 <Fig. 3>과 같다.

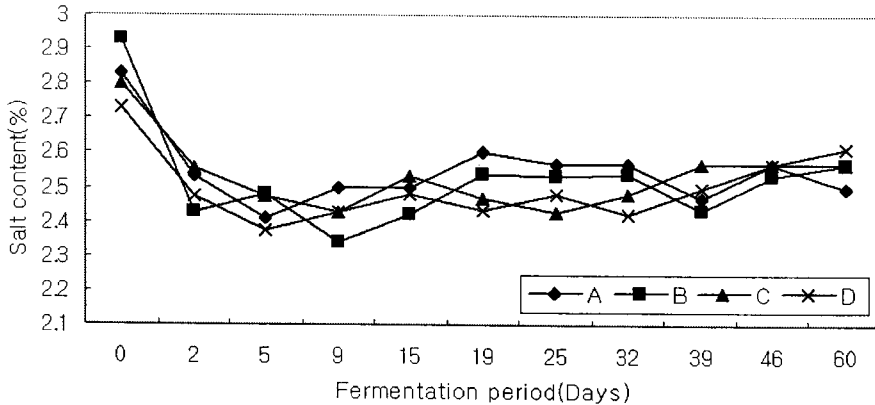
당의 종류를 달리한 첨가구의 염도 변화는 2.37~2.93% 범위로 담금 당일인 0일에 염도가 가장 높았고, 각각 최저 염도를 지나 염도 평형에 도달함을 알 수 있었으며 발효 기간에 따라 염도의 변화는 각각 차이가 있었다. 각 첨가구별 담금 당일에 가장 높았으며 발효가 진행되는 동안 증가 감소를 반복하였다.

발효 기간별 염도 변화는 설탕 첨가구는 담금 당일인 0일에 2.83으로 가장 높았으며, 발효 5일에 2.41로 가장 낮았다. 자일로스 첨가구는 담금 당일인 0일에 2.93으로 가장 높았으며 전체 첨가구중 최고 염도를 나타냈고 발효 9일에는 2.34으로 가장 낮았다. 자일리톨 첨가구도 담금 당일인 0일에 2.80으로 가장 높았으며 발효 9일에 2.43 으로 가장 낮았다. 배즙 첨가구도 담금 당일인 0일에 2.73으로 가장 높았고 발효 5일에 2.37로 가장 낮은 염도와 전체 첨가구 중 최저 염도를 나타냈다.

발효 기간이 같을 때 각 첨가구에 따른 염도 변화를 살펴보면 담금 당일인 0일에 자일로스 > 설탕 > 자일리톨 > 배즙 첨가구순으로 염도가 높았으며, 발효 2~5일 사이에는 자일리톨 첨가구가 높았으나 발효 9~46일 사이에는 설탕 첨가구가 높게 나타났다.

또한 담금 당일 높은 염도의 동치미 침지액이 발효가 진행될수록 낮아짐을 알 수 있었으며 민태일, 권태원(1984)의 연구에서와 같이 무와 염 용액의 삼투압의 차이로 세포내 수분이 일부 용출되고 염 용액의 염분이 침투한다는 것과 엄대현(1997) 등의 연구에 의하면 동치미는 시간이 지남에 따라 동치미 무와 동치미 침지액 사이의 염





〈Fig. 3〉 Changes of salt content during fermentation period of *Dongchimi* with natural carbonated water used different kind of sugar.

A : *Dongchimi* prepared with sugar    B : *Dongchimi* prepared with xylose  
 C : *Dongchimi* prepared with xylitol    D : *Dongchimi* prepared with pear juice

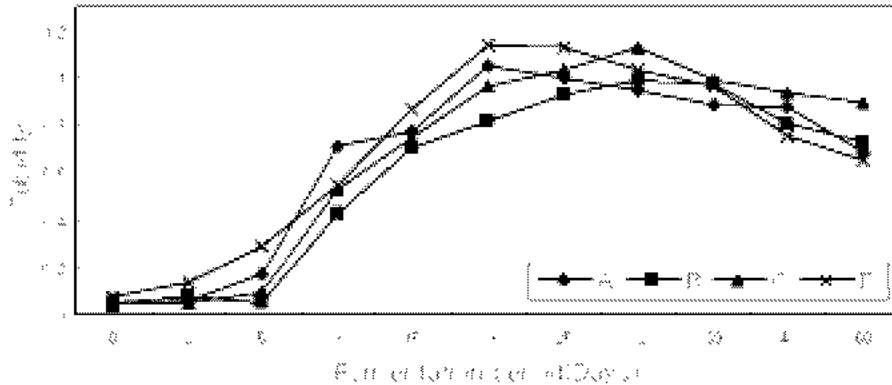
도 차가 줄어들고 염도 평형을 이루게 되는데, 이는 무 내부의 수분 감소 결과 원형질 분리가 일어나고 그로 인해 세포막이 파괴되어 무기질의 이동이 자유로워져 평형을 이루는 것이라 하였으며 신동화(1996)의 연구에 의하면 염도 평형에 도달하는데 이르는 시간은 발효적기에 걸리는 시간과 거의 같다 했으며 이는 본 연구 결과와도 일치하였다.

#### 4. 탁도

탁도의 변화는 〈Fig. 4〉와 같다.

당의 종류를 달리한 첨가구의 탁도 변화는 0.04~1.14 범위로 담금 당일인 0일에 탁도가 가장 높았으며 각각 최고 탁도를 지나 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하였다. 발효 기간별 탁도의 변화를 살펴보면 설탕 첨가구는 담금 당일인 0일에 0.04로 가장 낮았고 발효 19일에 1.05로 가장 높았으며, 자일로스, 자일리톨은 발효 0일 0.05, 0.04로 가장 낮았다. 발효 32일에 0.99, 0.13으로 발효말기인 60일까지 유의적으로 감소하였으며 배즙 첨가구는 담금 당일인 0일에 0.08, 발효 19일에 1.14로 가장 높았고 발효 말기까지 점차 감소하였다. 또한 담금 당일인 0일에는 각 처리구 별로 별다른 변화가 없었지만 발효 2일부터 처리구별 탁도가 증가하기 시작했으며 특히 설탕, 배즙 첨가구의 경우 자일리톨과 자일로스 첨가구보다 높은 탁도를 나타냈는데 이는 미생물의 활성이 증가하기 시작하여 pH가 감소되기 시작하는 발효 5~15일 사이에 현저히 증가했다.

발효 기간이 같을 때 각 당의 종류에 따른 탁도 변화를 살펴보면 담금 당일인 0~5일 사이에는 배즙 첨가구의 탁도가 높았으며, 발효 5~19일 사이에는 자일로스 첨가



**<Fig. 4> Changes of turbidity during fermentation period of *Dongchimi* with natural carbonated water using different kind of sugar.**

- A : *Dongchimi* prepared with sugar      B : *Dongchimi* prepared with xylose
- C : *Dongchimi* prepared with xylitol      D : *Dongchimi* prepared with pear juice

구의 탁도가 낮았고 발효 15~25일 사이에는 배즙 첨가구의 탁도가 높게 나타났다.

이와 같은 결과는 강 근육등(1991)의 연구에서와 같이 발효말기의 탁도 증가는 탄수화물이 분해되어 용출되는 가용성 유기물 함량에 의한 것이라는 것과 김일경 등(1997)의 연구에서 미생물 증식에 따른 말기 증가가 관계가 깊은 것이라 했다.

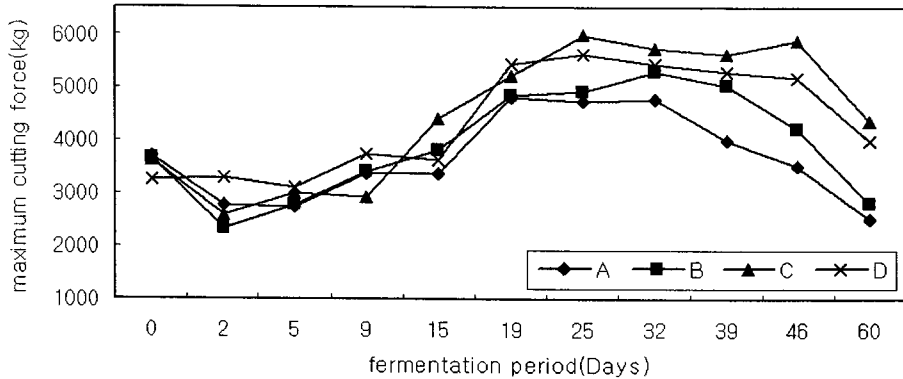
이는 홍석인, 변유량(1997)의 연구에서와 같이 CO<sub>2</sub>의 평균 성분과 당성분이 미생물의 생육에 관여된 것으로 판단되며, 이로 인해 말기의 자일리톨 첨가구의 탁도가 다른 처리구보다는 높게 나타났다. 따라서 동치미 제조시 발효성 당인 설탕 대신 자일로스나 당 알코올인 자일리톨을 첨가하면 산의 생성 속도를 억제시켜 가식 기간을 연장시킬 수 있음을 알 수 있었으며, 유리탄산농도가 높은 광천수 동치미를 침지액으로 첨가하면 유리탄산의 평균 효과가 발효 말기까지도 지속되므로 다른 처리구에 비해 현저한 효과를 볼 수 있을 것으로 예상된다.

### 5. 최대 절단력

최대 절단력의 변화는 <Fig. 5>와 같다.

당의 종류를 달리한 첨가구의 최대 절단력의 변화는 2,525.3~5,972.6 kg 범위로 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하였으며 각각 최대 절단력에 도달한 후 점차 감소하였으며 발효말기까지 지속적으로 감소하였다.

발효 기간에 따른 최대 절단력의 변화를 살펴보면 설탕 첨가구는 담금 당일인 0일에 3,676.6으로 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하다 발효 19일에 4,803.9 kg으로 최대 절단력에 도달하였으며 발효 60일에 가장 낮은 2,525.3 kg였다. 자일로스, 자일리톨 첨가구는 각각 발효 32일 5,550.0 kg, 발효 25일에 5,972.6 kg으로 최대 절단력을 나



<Fig. 5> Changes of maximum cutting force during fermentation period of *Dongchimi* with natural carbonated water used different kind of sugar.

- A : *Dongchimi* prepared with sugar      B : *Dongchimi* prepared with xylose  
 C : *Dongchimi* prepared with xylitol      D : *Dongchimi* prepared with pear juice

타냈으며 발효 2일에 각각 2,339 kg, 2,580.2 kg으로 가장 낮았고 배즙 처리구는 담금 당일인 0일에 3,270.0 kg으로 발효 25일에 최대 절단력이 5,601.7 kg으로 나타났으며 발효 5일에 3,117.2 kg으로 가장 낮았다.

발효 기간이 같을 때 각 당에 의한 최대 절단력의 변화를 살펴보면 발효 0~9일 사이에는 배즙 첨가구가 가장 높았으며 발효 15~19일 사이에는 각 처리구간 차이가 없었으며 발효 39~60일 사이에는 자일리톨 > 배즙 > 자일로스 > 설탕 첨가구 순으로 최대 절단력이 높았고 발효 15~60일 사이에는 자일리톨 첨가구가 가장 높게 나타났다.

이와 같이 발효가 진행됨에 따라 최대 절단력의 감소는 정귀하, 이혜수(1986)의 연구에 의하면 칼슘과 같은 2가 이온이나 섬유소와 결합한 형태의 프로토 펙틴이 세포막 중층에서 구조물질로 작용하다 용해되기 때문이며 텍스춰에 영향을 주는 섬유소는 펙틴질이며 발효가 진행됨에 따라 수용성 펙틴은 소량 증가하고, 프로토펙틴은 소량 감소하는 것처럼 최대 절단력도 동치미가 발효되면서 증가하다 감소되는 것으로 사료된다. 또한 김점식 등(1989)은 발효초기의 최대 절단력 감소는 발효에 의한 것이라기보다는 삼투압에 의한 조직액의 용출 및 소금의 침투로 인한 조직의 변화로 생각되어진다고 하였으며 발효말기의 최대 절단력 감소는 발효에 의해 채소성분의 분해 및 산에 의한 변화가 그 원인이라 하였다. 또한 Steinkaus(1983)의 연구에 의하면 동치미 침지액은 삼투압에 의해 세포 내부 공기의 제거와 수분 용출에 따라 세포벽이 찌그러지고 포개지게 되므로 단일면적에 걸리는 섬유소의 밀도가 증가하여 이것이 절단 강도를 증가시키는 것이라 하였다.

## 6. Ca, Mg 변화

Ca의 변화는 <Table 4>, Mg의 변화는 <Table 5>와 같다. 동치미 침지액과 무의 칼슘량의 변화는 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하다 점차 감소하였으며 마그네슘량의 변화도 칼슘량의 변화와 같이 발효가 진행됨에 점차 증가하다 감소하였다.

동치미 침지액 Ca 변화는 발효일에 따라 점차 증가하였으며 담금 당일인 0일에 설탕 첨가구는 1.33으로 가장 낮았으며 발효가 진행됨에 따라 발효 19일에 5.40으로 가장 높다 점차 감소하였다. 자일로스 첨가구는 담금 당일인 0일에 1.52로 가장

<Table 4> Changes of calcium content during fermentation period of *Dongchimi* with natural carbonated water used different kind of sugar

Item	Fermentation time(days)	Treatments			
		Sugar	Xylose	Xylitol	Pear juice
Calcium content of <i>Donchimi</i> juice (%)	0	1.33	1.52	1.52	1.47
	2	3.64	3.30	3.68	3.26
	5	3.37	3.11	3.72	3.34
	9	3.68	3.15	3.60	4.09
	15	5.35	5.23	5.95	5.57
	19	5.40	5.99	6.51	6.07
	25	4.27	5.90	6.90	5.69
	32	3.34	6.45	5.91	5.46
	39	3.03	4.32	5.00	4.57
	46	3.00	3.94	4.55	3.67
Calcium content of Chinese radish (%)	0	5.0	5.8	5.3	5.1
	2	16.0	17.3	20.3	17.0
	5	23.6	27.3	28.4	25.0
	9	28.6	31.8	30.2	29.2
	15	26.2	25.9	29.0	30.0
	19	32.2	34.5	41.1	37.2
	25	38.5	37.0	40.3	42.2
	32	34.0	37.4	40.0	35.2
	39	24.2	25.8	35.6	28.5
	46	20.1	29.8	34.8	27.0
60	15.2	25.5	32.2	23.2	

낮았으며 발효가 진행됨에 따라 증가하다 발효 32일에 6.45로 가장 높았으며 자일리톨 첨가구는 담금 당일인 0일에 1.52로 가장 낮았다. 발효가 진행됨에 따라 증가하다 발효 25일에 6.90으로 가장 높은 최고량을 나타내다 점차 감소하였으며 배즙 첨가구는 0일에 1.47로 점차 증가하다 발효 19일에 6.07로 가장 높았다가 점차 감소하였다. 담금 당일 동치미 무의 Ca 변화는 발효일에 따라 점차 증가하였으며 설탕 첨가구

**<Table 5> Changes of magnesium content during fermentation period of *Dongchimi* with natural carbonated water used different kind of sugar**

Item	Fermentation time(days)	Treatments			
		Sugar	Xylose	Xylitol	Pear juice
Magnesium content of <i>Donchimi</i> juice (mg%)	0	3.1	3.9	3.6	3.4
	2	5.6	5.1	5.5	5.0
	5	5.59	8.18	8.54	14.3
	9	12.0	12.0	8.29	9.29
	15	10.5	14.2	14.1	8.89
	19	13.4	12.1	13.7	15.4
	25	16.7	14.9	12.3	16.1
	32	16.8	20.9	24.0	19.2
	39	14.2	25.9	27.5	10.2
	46	12.8	27.2	28.4	9.7
Magnesium content of Chinese radish (mg%)	0	82.6	84.2	89.0	85.0
	2	84.6	94.0	96.0	92.0
	5	73.8	108.0	110.0	105.0
	9	93.2	112.2	118.0	98.0
	15	107.5	118	120.9	102.0
	19	99.5	111.0	118.0	110.0
	25	101.3	121.0	145.0	138.0
	32	91.2	132.2	143.0	129.0
	39	80.0	121.0	132.0	111.0
	46	60.0	110.0	100.0	99.0
60	50.0	60.0	98.8	86.0	

는 담금 직후인 0일에 5.00으로 가장 낮았으며 발효 25일에 38.5로 가장 높았다. 자일로스 첨가구는 0일에 5.8으로 발효 32일에 37.4로 최고량을 보인뒤 감소하였으며 자일리톨 첨가구는 담금 당일인 0일에 5.3으로 가장 낮았고 발효 19일에 41.1로 가장 높았으며 배즙첨가구는 담금 당일인 0일에 5.1로 점차 증가하다 발효 25일에 42.2로 가장 높았으며 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하였다.

발효 기간이 같을 때 각 당에 의한 칼슘 변화를 비교해 보면 동치미 침지액과 무의 경우, 동치미 침지액은 발효 0~5일 사이에 자일리톨>설탕>자일로스>배즙 첨가구 순으로 높았으며 발효 15~60일까지는 자일리톨 첨가구의 칼슘 함량이 가장 높았으며 설탕의 칼슘 함량이 가장 적었다. 동치미 무의 칼슘 변화를 살펴보면 발효 0~9일 사이에는 설탕 첨가구가 칼슘 함량이 가장 낮았으며 발효 32~60일 사이에는 자일리톨 첨가구의 칼슘 함량이 가장 높았으며 이는 동치미침지액의 칼슘 함량이 동치미 무의 칼슘 함량보다 훨씬 낮았는데 이는 침지액 속의 칼슘 성분이 발효가 진행됨에 따라 무 조직 내로 이동한 것으로 보여지며 무 조직의 펙틴 분자 내 유리카르복실기들이  $Ca^{2+}$ 를 통한 염교 형성 결과로 나타난 것이며 광천수 처리구의 원수 자체의 Ca 함량이 높기 때문인 것으로 보여지며 발효 초기 Ca 함량이 높은 것은 광천수 자체의 성분 때문에 높았으나 발효가 진행되면서 점차 감소하였다. 이는 동치미 침지액 속의 칼슘이 염과 당류의 결합으로 무 조직으로 이동됨으로 무와는 다른 양상을 보이는 것이라고 본다.

동치미 침지액의 발효과정 중 Mg 변화는 동치미 침지액은 담금 당일인 0일에 설탕 첨가구가 3.1로 점차 증가하다 발효 32일에 16.8로 점차 감소, 자일로스과 자일리톨 첨가구는 각각 담금 당일 0일에 3.9, 3.6으로 가장 낮았으며 발효말기인 60일에 각각 28.2, 30.0으로 가장 높았다. 배즙 첨가구는 담금 당일인 0일에 3.4로 가장 낮았으며 발효 32일에 19.2로 가장 높게 나타나, 발효에 따른 동치미 침지액의 Mg 변화는 자일로스과 자일리톨 첨가구는 발효 60일에 최고량을 보였으며 설탕과 배즙 첨가구는 발효 32일에 최고량을 나타냈다.

동치미 무의 마그네슘함량은 담금 당일 0일에 설탕 첨가구가 82.6으로 가장 낮았으며, 발효 15일에 107.5으로 가장 높았다. 자일로스 자일리톨 첨가구는 담금 당일인 0일에 84.2, 89.0으로 각각 가장 낮았으며 발효 32일에 132.2와 발효 25일에 145.0으로 가장 높게 나타났으며 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하였다. 배즙 첨가구는 0일에 85.0로 가장 낮았으며 발효 25일에 138로 가장 높은 값을 나타내다 점차 감소하였다. 발효 기간이 같을 때 각 당에 의한 변화를 살펴보면 발효 15~32일 사이에 각 첨가구별 최고량을 나타냈으며 발효 32일 자일리톨 첨가구의 Mg 함량이 전처리구 중 가장 높았다.

당의 종류를 달리한 동치미의 Mg 함량 변화는 침지액의 경우, 전 첨가구 모두 증가하면서 Mg 함량과 관련해 최대 절단력을 보이는 시점에서 Mg 함량도 함께 증가

하였음을 알 수 있었다 특히 자일로스, 자일리톨 첨가구의 경우 발효 말기까지도 Mg 함량이 유지됨을 알 수 있었으며  $Ca^{2+}$ 와  $Mg^{2+}$  같은 다가 양이온이 무기염의 삼투압 변화로 무 조직 내로 이동하면서 무의 Mg 함량이 높아져 자일로스와 자일리톨 첨가구가 발효말기까지 최대 절단력이 유지된 것과 관련이 있는 것으로 판단되며 Mg의 변화가 최대 절단력에 영향을 줌을 알 수 있었다.

## 7. 세포벽 관찰

<Fig. 1, 2, 3, 4-1, 2, 3>의 현미경 사진을 보게 되면 당의 종류를 달리해 담금 직후의 동치미 무조직을 살펴보면 다면체의 견고한 세포들이 세포벽에 포개져 결합되어 구성하고 있다.

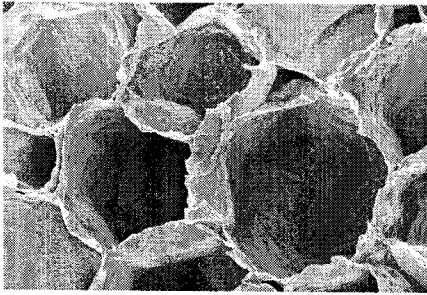
<Fig. 1-1, 2-1, 3-1, 4-1>의 발효 2일째 설탕, 자일로스, 자일리톨, 배즙 첨가구들의 세포벽면은 세포간 공간이 약간씩 보이며 내부각의 견고함을 보이며 각 첨가구간 차이가 별다른 차이가 보여지지 않았으나 설탕 첨가구는 세포벽간 탈기현상이 시작되었음을 알 수 있었다.

특히 <Fig 1-2>의 발효 25일째 설탕 처리구는 세포벽의 변형이 시작되었으며, 자일로스는 세포벽간 수축에 의해 두터워졌으며 세포각이 휘어졌다.

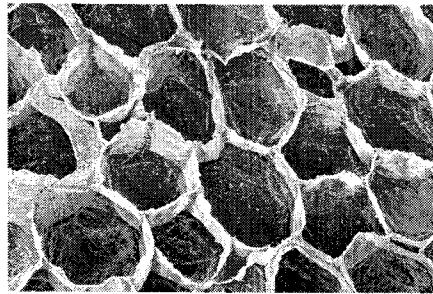
<Fig 3-2>의 자일리톨 첨가구는 세포벽과 탈기, 탈수과정이 다소 진행된 형태로 세포 내부각이 보여지고 있으며, <Fig 4-2>의 배즙 첨가구는 세포간 공간에 있는 세포 외액이나 세포간 공기들이 탈기되지 않은 상태로 진행중인 상태이다.

<Fig 4-3>의 발효 46일째 설탕 처리구는 세포벽의 탈락현상이 있는 것으로 보이며 세포벽의 붕괴도 일어났으며, <Fig 4-2>의 자일로스는 세포외곽의 세포벽이 뚜렷이 구분되며 약간의 겹쳐짐이 보여지고 있다. <Fig 4-3>의 자일리톨은 세포벽의 겹쳐짐이 심하게 일어났으며 세포벽이 두터워졌으나 중엽부나 세포내각이 보존된 형태이다, <Fig 4-3>의 배즙 첨가구는 세포 겹쳐짐이나 세포 간 공간의 탈기로 인한 수축으로 세포내각이 많이 손상되어진 형태이다. 동치미무 조직감과 관계 있는 세포 조직은 유세포(Parenchymacell)와 중엽(Middle lamella), 세포간 공간(intercellular space)에 있는 세포 외액 및 세포사이에 무작위로 분포되어 있는 공기이다(박미원 1995). 이 조직들이 염장 발효 과정에서 탈기, 탈수되어 수축 및 중량의 변화와 함께 구조적 변화에 의해 조직감이 달라지게 되는 데 발효 25일에는 전 처리구의 세포벽의 두께가 다소 두꺼워졌으나 설탕 첨가구는 다른 처리구들에 비해 얇은 형태이었으며 중엽(Middle lamella)의 분리가 보여지며 다른 첨가구들은 중엽이 뚜렷하게 구분되어 있다.

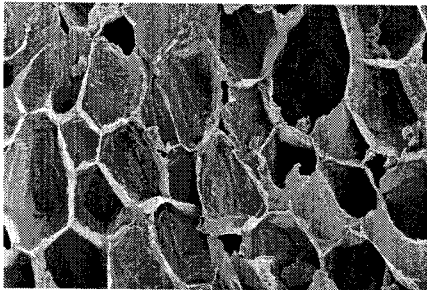
발효말기는 중엽(Middle lamella)의 분리현상과 세포막 붕괴현상이 뚜렷해 세포벽의 겹쳐짐이 관찰되어지며 특히 설탕, 배즙 첨가구의 경우는 세포벽 탈락, 겹쳐짐 등의 현상이 현저하게 나타났으며 자일로스와 자일리톨 첨가구의 경우 발효말기까지



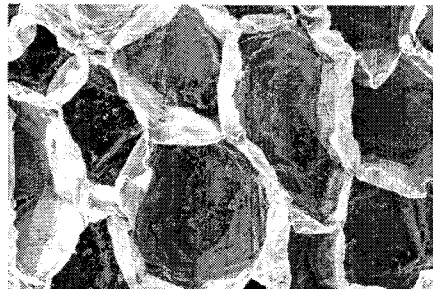
〈Fig. 1-1〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added sugar at 2 day of fermentation.



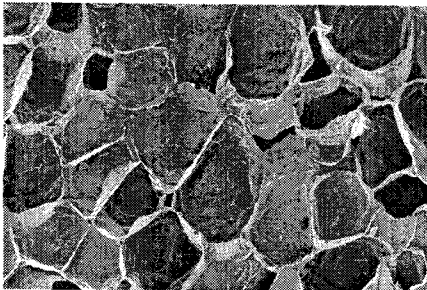
〈Fig. 2-1〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added xylose at 2 day of fermentation.



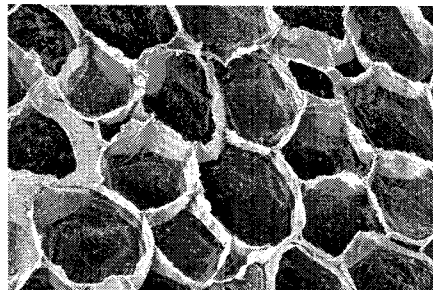
〈Fig. 1-2〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added sugar at 25 day of fermentation.



〈Fig. 2-2〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added xylose at 25 day of fermentation.

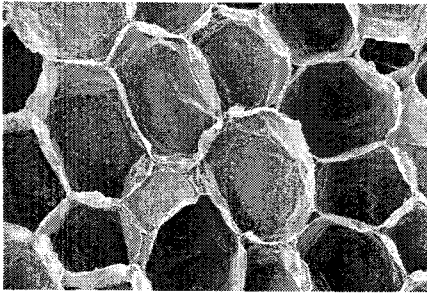


〈Fig. 1-3〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added sugar at 46 day of fermentation.

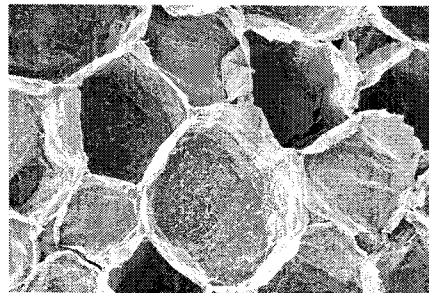


〈Fig. 2-3〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added xylose at 46 day of fermentation.

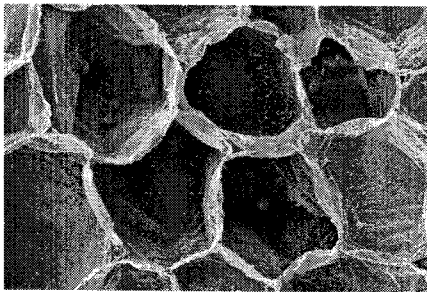




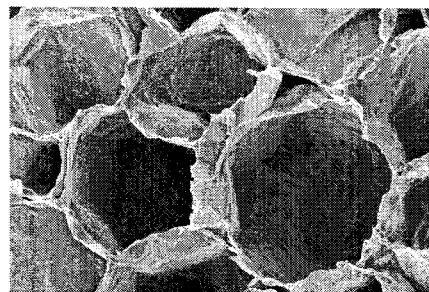
〈Fig. 3-1〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added xylitol at 2 day of fermentation.



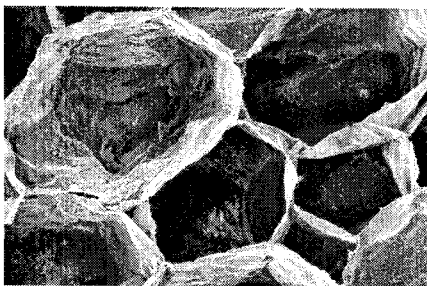
〈Fig. 4-1〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added pear juice at 2day of fermentation.



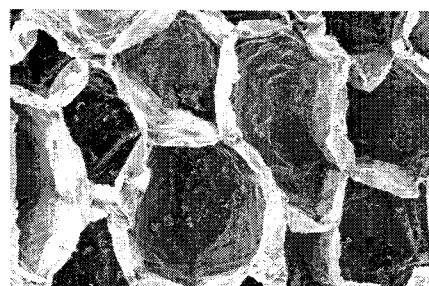
〈Fig. 3-2〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added xylitol at 25 day of fermentation.



〈Fig. 4-2〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added pear juice at 25 day of fermentation.



〈Fig. 3-3〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added xylitol at 46 day of fermentation.



〈Fig. 4-3〉 Scanning electron microscopic photographs of *Dongchimi* tissues with carbonate water added pear juice at 46day of fermentation.

도 중엽과 세포벽의 붕괴가 다른 처리구에 비해 거의 나타나지 않았다. 이러한 현상은 동치미의 발효 중 칼슘 함량의 증가로 인해 다른 처리구와 달리 무조직 내 펙틴과 펙틴 사이에 칼슘 2가로 인한 가교를 형성케 하여 세포벽을 지지해 줌으로써 말기까지도 다른 첨가구에 비해 붕괴되지 않았음을 알 수 있었다.

## V. 결 론

당의 종류를 달리한 광천수 동치미의 pH 변화는 발효 기간이 길어질수록 감소하였다. 산도 변화는 자일리톨과 자일로스와 같은 알콜성 당인 경우보다 발효성 당인 설탕에 비해 발효물의 산 생성 속도를 증가시킨다는 것을 알 수 있었다.

염도 변화는 네 처리구 모두 담금 당일인 0일에 염도가 가장 높았으며 각각의 최저 염도를 지나 염도 평형에 도달함을 알 수 있었다. 발효 기간에 따라 염도의 변화는 각 처리구별 차이가 있었다. 탁도 변화는 발효 2일부터 시작하여 pH가 감소되는 발효 5~15일 사이에 현저히 증가했으며 특히 설탕, 배즙 첨가구의 경우 자일리톨과 자일로스 첨가구보다 훨씬 높은 수치를 나타냈다. 이는 미생물의 활성이 이 시기에 증가하기 때문으로 판단된다. 동치미 침지액과 동치미무의 Ca 변화는 발효 기간 동안 자일리톨 첨가구가 높았으며 동치미침지액과 동치미무의 Mg 변화도 자일리톨의 함량이 높았으므로 동치미침지액의 칼슘 함량이 동치미 무의 칼슘 함량보다 훨씬 낮아 침지액 속의 칼슘 성분이 발효가 진행됨에 따라 무 조직 내로 이동한 것으로 보여지며, 무 조직의 펙틴 분자 내 유리카르복실기들이  $Ca^{2+}$ 를 통한 염교 형성 결과로 광천수의 원수 자체의 Ca 함량이 높기 때문과 발효과정 중 당류와의 결합으로 인해 칼슘량이 증가된 것으로 보여지며, 이는 침지액 속의 칼슘이 염과 당류의 결합으로 무 조직으로 이동되어 무조직에 영향을 준 것으로 보여진다.

최대 절단력은 발효 25일에 자일리톨 첨가구가 가장 높았으며, 발효 전 기간을 통하여 자일리톨 첨가구가 대체로 높았고 설탕 첨가구가 가장 낮았다.

세포벽 관찰을 하면 설탕, 배즙 첨가구의 경우는 세포벽 탈락, 겹쳐짐 등의 현상이 현저하게 나타났으며, 자일로스와 자일리톨 첨가구의 경우 발효말기까지도 중엽과 세포벽의 붕괴가 다른 처리구에 비해 거의 나타나지 않았다. 이러한 현상은 동치미의 발효 중 칼슘 함량의 증가로 인해 다른 처리구와 달리 무 조직 내 펙틴과 펙틴 사이에 칼슘 2가로 인한 가교를 형성케 하여 세포벽을 지지해 줌으로써 말기까지도 다른 첨가구에 비해 붕괴되지 않았음을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 보면 당을 달리한 광천수동치미의 발효 25일째 자일리톨 첨가구가 물리화학적으로 가장 우수함을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. 윤서석 (1991) : 한국의 음식용어. p.256, 민음사 서울.
2. Chyun JH · RHee HS (1976) : Studies on the volatile fatty acids and carbon dioxide produced in different Kimchis. *Korean J. Food Sci. Technol.* 8(2):90.
3. 장명숙 · 김나영 (1997) : 유자 첨가 동치미의 이화학적 및 미생물학적 특성. *Korean J. Food Sci.* 13(3):286.
4. 이서래 (1986) : 한국의 발효식품. p.158, 이화여자대학교 출판부.
5. Buescher RW · Hudson JM (1980): Prevention of soft center development in large whole cucumber pickles by calcium. *J. Food Sci.* 45(8):1450.
6. Fennema JL Collins · Willy RC (1967) : *J. Food Sci.* 32(1):85.
7. 김일경 · 신승경 · 이주백 · 김광수 (1997) : 인삼과 솔잎첨가에 따른 동치미의 물성 및 관능적 특성 변화. *한국식품영양과학회지* 26(4):575-581.
8. 황재희 · 장명숙 (2003) : 자소자 첨가 동치미의 유리당, 유리아미노산, 비휘발성 향기성분. *한국조리과학회지* 19(1):555-564.
9. 장명숙 · 문성원 (1995) : 감초첨가가 동치미의 발효숙성에 미치는 영향. *한국영양과학회지* 24(5):744-751.
10. 김미정 · 문성원 · 장명숙 (1995): 양파첨가가 동치미의 발효숙성에 미치는 영향. *한국영양과학회지* 24(2):330-335.
11. 윤희정(1989): 김치에 대한 생물학적 연구. 이대 70주년 기념 논문집, p.349.
12. 이춘영 · 전재근 · 김호식 (1968) : 김치통조림제조에 관한 연구. *한국농화학회지* 10(2):33.
13. 김창식 (1968) : 한국김치의 저장성에 관하여(제1보). 병조림. 경북대학교 논문집. 2 p.221.
14. 조인석 · 이석연 (1968) : 김치의 산패 방지법. 특허공보. 163. p.73.
15. 조인선 · 박재원 · 유옥란 · 김영희 (1967) : 김치의 산패방지법. 과학전람회 출판
16. A.O.A.C (1980): Official method of analysis, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C, p.366.
17. Kuwahara Y · Otsuka N · Manabe M (1985) : Effect of mineral on texture and pectin components of cucumber pickles. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 32(10): 710.
18. 박미원 (1996) : 오이지의 담금방법에 따른 이화학적 및 관능적 특성. 단국대학교 박사학위논문. p.35.
19. 박원수 (1995) : 김치의 원료 및 형태별 발효 특성 비교 - 농림수산부 전통식품의 현황과 품질 개선 심포지움 발표 논문집.
20. 김정식 · 김일석 · 권태완 (1959) : 채류 침채 식품에 관한 연구 제1보, 동치미원료 및 동치미 중 당분에 대하여, 연구보고서(과 연), p.201.

21. 홍석인 · 박노현 · 김길환 (1994) : 포장방법에 따른 김치의 품질변화. 한국식품과학회. 김치의 과학 심포지움 발표논문집, 제1권, p.384.
22. Hong SI · Pyun YR (1997) : Antimicrobial effect of carbon dioxide on microorganisms. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 26(6):1258-1267.
23. Park IS · Kang SJ · Kim JH · Noh BS (1993) : L-Lactate oxidase electrode and dissolved oxygen meter for specific determination of L(+)-Lactic acid in kimchi during fermentation food and biotechnology, *J. Korean J. Food Sci. Technol.* 35(2) :39.
24. Collmer A · Ried JL · Mount MS (1988) : Assay methods for pectic enzyme. In *Methods in Enzymology*. Vol. 161, Part B, Wood, W. A. and Kellogg. S. T.(ed) Academic Press, London, UK p.675.
25. Mheen TI · KWon TW (1984) : Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16(1):443.
26. 이혜수 · 이매리 (1989) : 동치미의 맛성분에 관한 연구. *한국음식문화 연구원 논문집* 2:223.
27. 김성수 · 오성기 (1985) : 백김치 발효 중의 유기산 조성 변화에 관한 연구. *경희대 식량자원개발연구소 연구 논문집* 6:60.
28. Kim IK · Shin SK · Lee JB · Kim KS (1997) : Changes on the physical and sensory characteristics of *Dongchimi* added with ginseng and pineneedle. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 26(4):575-581.
29. 정귀하 · 이혜수 (1986) : 숙성기간에 따른 무김치의 텍스춰와 섬유소, 헤미셀룰로오스, 펙틴질의 함량 변화. *한국조리과학회지* 2:68.
30. Huh YJ · Rhee HS (1990) : Effects of preheating and sal concentration on texture of cucumber kimchi during fermentation. *Korean J. Soc. Food Sci.* 6(2):1.
31. Steinkraus KH (1983) : Acid - fermented vegetables. In *Hand-book of Indigenous Fermented Foods*, Marcel Decker, Inc., New York and Basel, p.99.
32. 육철 · 장금 · 박관화 · 안승요 (1985) : 예비열 처리에 의한 무김치의 연화방지. *한국식품과학회지* 17(1):447.
33. 강근옥 · 손현주 · 김우정 (1991) : 동치미발효중 화학적 및 관능적 성질의 변화. *한국식품과학회지* 23(1):267.
34. Kim HO · Rhee HS (1988) : Studies on the nonvolantile organic acid in kimchi with different concentrations of salt during fermentation. *충남대 석사학위논문*.
35. 엄대현 · 장학길 · 김우정 (1997) : 저염 동치미쥬스의 저온살균이 품질특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지* 29(4):730.
36. 신동화 · 김문숙 · 한지숙 · 임대관 · 박완수 (1996) : 시판김치의 발효온도별 성분

과 미생물변화. *한국식품과학회지* 28(1):137-145.

37. Ahn GJ · Shim YH · Yoo CH (2005) : The changes of vitamin C and lactic acid bacteria count in *Dongchimi* used different kinds of water.

---

2006년 10월 20일 접수

2006년 12월 15일 게재확정