

물의 종류를 달리한 동치미의 발효과정 중 비타민 C와 젖산균수의 변화

안기정[¶] · 심영현 · 유창희

서울여자대학교 자연과학부 식품영양학과

The Changes of Vitamin C and Lactic Acid Bacteria Count in *Dongchimi* used Different Kinds of Water

Gee-Jung Ahn[¶], Young-Hyun Shim and Chang-Hee Yoo

Dept. of Food and Nutrition, Seoul Women's University

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the changes of vitamin C and lactic acid bacteria count in *Dongchimi* used different kinds of water (distilled water, purified water, Cho Jung Carbonated Natural water). *Dongchimi* used different kinds of water was fermented at 10°C for 46 days. The changes of pH on *Dongchimi* used different kinds of water decreased in all samples during fermentation period, and then showed a slow decrease after 12 days of fermentation. The total acidity of *Dongchimi* used Cho Jung Carbonated Natural water arrived slowly at best tasting condition (0.3~0.4 point) compared with other conditions. The changes of salt content were ranked high one by one, Cho Jung Carbonated Natural water > purified water > distilled water during fermentation period. At early stage of fermentation, the changes of turbidity of *Dongchimi* used Cho Jung Carbonated Natural water showed highly as compared with other test conditions for 12 days of fermentation. Vitamin C content was measured high in *Dongchimi* used Cho Jung Carbonated Natural water during the fermentation period. Because calcium content was high in carbonated natural water, carbonated natural water had the highest calcium content during the fermentation period. The changes of lactic acid bacteria count showed the highest price at all experimental groups in 15 days of fermentation, but those of *Dongchimi* used Cho Jung Carbonated Natural water showed the highest price in 19 days of fermentation.

Key words : *Dongchimi*, Cho Jung Carbonated Natural water, total acidity, turbidity, lactic acid bacteria.

I. 서 론

¶ : 교신저자, ahngj21@hanmail.net, 02-970-7752

우리나라 채소류의 침채 원리는 전통적으로 생채 침채법으로 조선조 말기에 생채를 소금에 절여 탈수시킨 뒤 삼투성을 높여 재 침채하는 2차 침채법으로 전환되면서 오늘에 이르고 있다. 침채류는 인간이 채소에 소금을 매개로 하여 절이는(pickling) 방법으로 채소류를 장기간 저장하는 방법 중 가장 오래 되면서도 성공적인 방법 중 하나라 할 수 있다(주영하 2000).

동치미는 일반적으로 작은 무를 씻어 무 표면에 소금을 묻혀 항아리에 담고 여기에 부재료로 파, 마늘, 생강을 넣어 소금물을 부어 잘 봉해 발효시킨 싱건지 형태로(윤서석 1991) 발효 중 생성되는 이산화탄소와 유기산으로 인해 시원하고 상쾌한 맛과 탄산미를 부여하기 때문(Chyun & Rhee 1976)에 국물 중의 청량한 맛과 무를 씹을 때의 아삭아삭한 조직감으로 인해 기호성이 높다(Jang & Kim 1997). 또한 가장 간단한 재료와 부재료를 적게 쓰고 물을 많이 사용하기 때문에 맛이 담백하여 육류나 지방질 식품의 소비가 증가하는 식사 패턴에 좋은 부식이 되고 있다(이서래 1986). 최근 김치 전용 냉장고의 보급이 일반화되면서 겨울철뿐만 아니라 계절에 관계없이 동치미가 애용되고 있으나 장기간 저장 시 무조직의 연부 현상으로 인한 식감 저하가 가장 큰 문제로 대두되고 있다. 현재 선행된 동치미에 대한 연구로 저온 저장(Lee & Yang 1970), 가열 살균(Pyun et al. 1987), 방사선처리법(Byun et al. 1989), 첨가제의 사용(Park & Woo 1988, Hong & Yoon 1989), 향신료 및 천연 부재료의 첨가 효과(Hong & Yoon 1989, Park & Kim 1991, 안승요 1970), 효소의 불활성화(Yook et al. 1985) 등이 있다. 특히 CaCl_2 , MgCl_2 등의 무기염의 첨가는 조직의 견고성 향상에 효과가 있는 것으로 보고되었다(Yook et al. 1985). 따라서 동치미에 대한 선행 연구는 발효 과정 중 연부 현상을 억제시키고 조직감 향상을 위한 것들이 대부분이나 위의 연구들은 주재료로 첨가되는 부재료들 간의 물리화학적 변화 연구에 그 한계를 두고 있다. 결과적으로 침지액에 대한 연구는 아직 부족한 상태이며 특히 침지액으로 사용되는 물의 종류에 대한 연구는 전무한 실정이다. 이에 인체에 유해하지 않으면서 건강에 도움이 되는 음용수 중 미네랄 성분이 일반 음용수보다 풍부한 광천수를 이용하여 동치미를 제조함으로써 광천수에 함유되어 있는 이산화탄소의 항균성(Hong & Pyun 1997)등으로 인한 동치미의 저장 중 품질에 미치는 영향을 보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

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

2. 담금 방법

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 저장 기간동안 각각의 물의 종류를 달리해 제조한 동치미 3종류를 각각 3통씩 담가 보관하였다.

〈Table 1〉 Ingredient of *Dongchimi*

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

3. 물의 성분분석

물을 달리한 동치미에 사용된 물의 종류는 증류수, 정수기 여과수(Woongjin 2, Korea), 광천수(충북 청원군 초정리)로 각각의 무기질 함량을 측정하였다. 각각의 물을 Whatman paper No.541로 여과한 뒤 시료에 질산을 넣어 0.1%의 질산 용액이 되도록 한 후 초음파를 조사하여 ICP(Inductively Coupled Plasma, Jovin Yvon Co., France)를 이용하여 Inductively Coupled Plasma Spectroscopic(ICPS) method로 분석하였으며 조건은 Table 2와 같다.

4. 이화학적 특성

1) pH

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

〈Table 2〉 Instrument conditions of ingredients analysis of water by Inductively Coupled Plasma

ICP Source :	ICAP61E Trace Analyzer, Thermo Jarrell Ash, USA
RF. Frequency	27.12 MHz
Forward power	10 kW
Torch :	Three concentric type high flow torch made by quartz
Optical system :	
Forcal length	381nm
Resolution	0.009nm at 160~450nm
Wavelength range	174~800nm
Detector system :	Multiple P.M tubes detector
Carrier Gas :	Ar
Power :	
Approximate RF power	1150w
Analysis pump rate :	130rpm
Pump tubing type :	EP ~ 19

2) 산 도

발효기간별 동치미 국물 10mL를 취하여 0.1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 넣고 0.1N-NaOH용액을 pH 8.2가 되는 점까지 적정(A.O.A.C 1990)하였다. 이때 소요된 0.1N-NaOH의 소비량을 lactic acid 함량으로 환산하여 총산도(%)로 표시하였으며 각각의 처리군에서 3회 반복 측정하였다.

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

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

3) 탁 도

발효기간별 동치미 국물의 탁도는 분광광도계(Beckman modes : DU-7, USA)를 이용하여 파장 558nm에서 흡광도를 각각의 처리군에서 3회 반복 측정하였다.

4) 비타민 C 측정

발효기간별 동치미 국물의 총 비타민 C 함량은 2,4-dinitro phenyl hydrazine 법에 따라 정량하였다. 분광광도계(Spectrophotometer, model DU-7, Beckman, USA)를 사

용하여 540nm에서 흡광도를 각각의 처리군에서 3회 반복 측정하였다. 이 때의 총 비타민 C의 함량은 L-ascorbic acid(Sigma Co., Germany)를 표준물질로 사용하여 동일한 실험법으로 작성된 표준곡선으로부터 구하였다(주현규 등 1990).

5) Ca, Mg 함량 측정

발효기간별 동치미의 국물과 동치미 무의 무기질 변화를 ICP(Inductively Coupled Plasma, Jovin Yvon Co. France)를 이용하여 사용하였다. 시료는 발효기간에 따라 각각의 동치미 국물과 동치미 무를 회화로에 태워 얻어 사용하였다.

6) 젖산균수 측정

발효기간별 동치미 국물을 1mL 취하여 0.85% 멸균 생리 식염수에 10배 희석법에 의해 $10^1 \sim 10^6$ /mL까지 희석하여 희석액 0.1mL를 젖산균 분리용 배지(*Lactobacillus* MRS Agar, Difco Lab., USA.)에 각각 접종하였다. 그 다음 화염 멸균한 삼각 유리봉으로 접종액이 배지에 고루 퍼지도록 펼친 후 30℃의 배양기(Incubator, CFC-FREE, Sanyo, Japan)에서 3일간 배양시킨 후 colony counter로 plate의 colony를 계수(Hong KY & Park JY 1998)하였다.

7) 통계처리

pH, 산도, 탁도, 비타민 C 함량에 대한 측정치는 각각 SAS program을 이용하여 분산 분석(ANOVA)을 실시하였으며 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의성을 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 물의 성분 분석

물의 성분분석 결과는 Table 3과 같다. 증류수, 정수기 여과수, 광천수의 Ca과 Mg 함량의 차이는 물 자체가 가지고 있는 무기함량에 의해 차이가 있었다. Ca은 광천수가 64.83mg/L로 정수기 여과수 17.82 mg/L보다 3.6배, 증류수보다 134.2배가 높았다.

Mg의 함량은 광천수가 10.58mg/L이었으며, 이는 정수기 여과수보다 3.0배, 증류수보다는 138배 높았다.

2. pH

물의 종류를 달리한 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. pH 변화는 증류수, 정수기 여과

〈Table 3〉 Ingredient of water

(unit: mg/L)

	Standard	Distilled water	Purified water	Chojung Carbonated water
pH	-	5.8	6.35	5.2
Ca	-	0.44	17.82	64.83
Mg	-	0.07	3.49	10.58
Pb	0.05 below	-	-	-
F	1.5 below	-	0.1	-
As	0.05 below	-	-	0.006
Se	0.01 below	-	-	-
Hg	0.001 below	-	-	-
CN	0.01 below	-	-	-
Cr	0.05 below	-	-	-
Hardness	300 below	211	67	212
NO ₃ -N	10 below	-	2.4	0.9
Cd	0.005 below	-	-	-
Phenol	0.0051 below	-	-	-
Cu	1.01 below	0.008	0.020	0.027
Fe	0.3 below	-	-	0.08
Al	0.2 below	-	-	0.09
Zn	1.0 below	0.004	0.053	0.05

- : Non detection.

수, 광천수 처리군에서 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 점차 감소하였다($p < 0.05$).

발효기간별 각 처리구의 pH 변화를 보면 증류수 처리군은 발효 4일에 5.88로 가장 높았으며 발효 60일에 3.47로 가장 낮았다. 정수기 여과수 처리군은 담금 당일인 0일에 6.35로 가장 높은 값을 나타냈고, 발효 60일에 3.29로 가장 낮았으며 광천수 처리군은 발효 2, 4일에 5.90으로 가장 높았으며 발효 60일에 3.43으로 가장 낮았으며 최고 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 감소하였다. 또한 각 처리군은 발효 9일까지 pH 4.0까지 빠르게 감소하다 그 후 차츰 완만해졌는데 이는 Kang (1988) 등의 연구 결과에서와 같이 초기에 pH가 빠르게 감소하다 서서히 감소한다는 연구 결과와 일치하였다.

담금 당일인 발효 0일에는 광천수 처리군이 pH 5.56으로 가장 낮은 값을 보이는

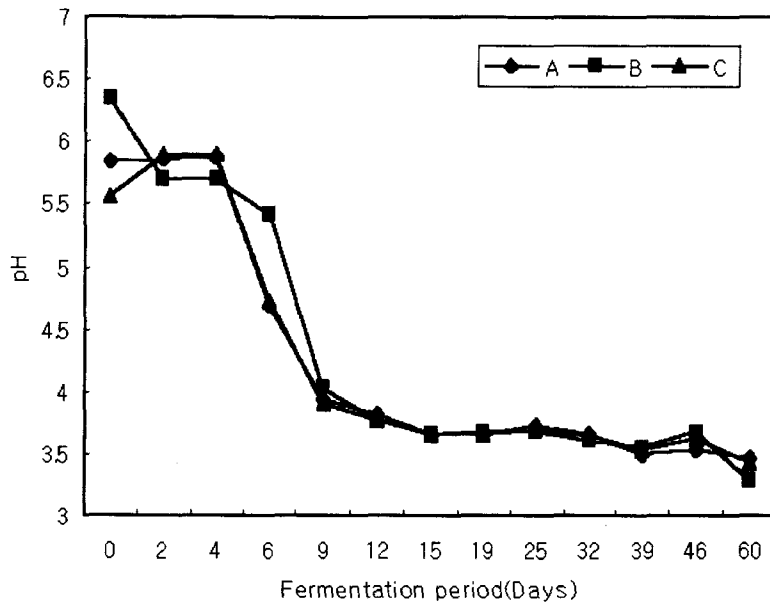


Fig. 1. Changes of pH during fermentation period of *Dongchimi* using different kind of water.

A : *Dongchimi* prepared with distilled water.

B : *Dongchimi* prepared with purified water.

C : *Dongchimi* prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

데($P<0.05$) 이는 광천수 자체가 증류수(pH 5.80)와 정수기 여과수(pH 6.35)보다 낮은 값(pH 5.20)을 나타내기 때문으로 생각되어진다.

발효기간이 같을 때 물의 종류에 따른 pH 변화를 살펴보면 담금 당일인 0일에는 정수기 여과수>증류수>광천수 처리군 순이었으며 발효 2~4일 사이에는 광천수 처리군이 유의적으로 높았으나 발효 6~9일 사이에는 정수기 여과수>증류수>광천수 처리군 순으로 유의적으로 높았다($p<0.05$). 또한 발효 15~19일 사이에는 정수기 여과수가 유의적으로 가장 높았으며 발효가 진행됨에 따라 점차 낮아져 발효 25~32일 사이에는 증류수 처리군이 유의적으로 높았으며 발효 39~46일 사이에는 정수기 여과수가 유의적으로 높았다($p<0.05$).

동치미의 pH 감소 속도는 일반적으로 발효 온도가 높을수록 pH 감소 속도가 빠른 경향(Park & Kim 1991)이 있었으나 물의 종류를 달리한 동치미에서의 pH 감소 변화는 발효 초기 물 자체의 pH 차이에서 오는 차이 이외는 뚜렷한 차이가 없었다.

또한 동치미는 발효 기간 중 pH가 3.0이하로 낮아지지 않았는데 이는 동치미 중 존재하는 산은 약산으로 그 해리 상수가 작기 때문에 동치미가 과속하여도 pH가 3.0 이하로 내려가지 않는 것(Jhee 1988)으로 보고된 바와 같은 것이라 판단된다. 또한

전체적인 pH 변화 추이를 보면 담금 초기와 말기에도 pH 감소가 다소 더딘 형태로 나타나고 중기에는 발효가 활발히 진행되어 pH 변화가 S자형을 띠고 있는데 이것은 Ku (1988) 등의 결과와 일치하는 것이다.

동치미의 담금 초기 pH가 다소 오르내리는 변화가 있었는데 이는 유기산의 생성이 일어나지 않아 buffer action의 작용이 없기 때문으로 보인다(박완수 1995).

3. 산도

산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효기간별 각 처리군의 변화는 담금 당일 처리군 모두 산도 변화가 없었으며 발효 4일까지 모두 0.03을 나타냈다. 또한 동치미 적숙기인 0.3~0.4범위에 도달(김정식 등 1959)까지는 증류수나 정수기 여과수 동치미가 발효 12일 경인데 비해 광천수 동치미는 발효 19일로 다른 처리군보다 늦게 도달하였다.

발효 기간이 같을 때 물의 종류에 따른 처리군의 차이는 발효 0~4일 동안 물의 종류에 따른 산도 변화는 유의적 차이가 없었다. 발효 6~9일 사이에는 광천수 동치미의 산도가 높게 나타났으나 발효 12일 이후 증류수>정수기 여과수>광천수 처리군 순으로 높게 나타나다 발효 32~46일 사이에는 증류수>정수기 여과수>광천수 처리

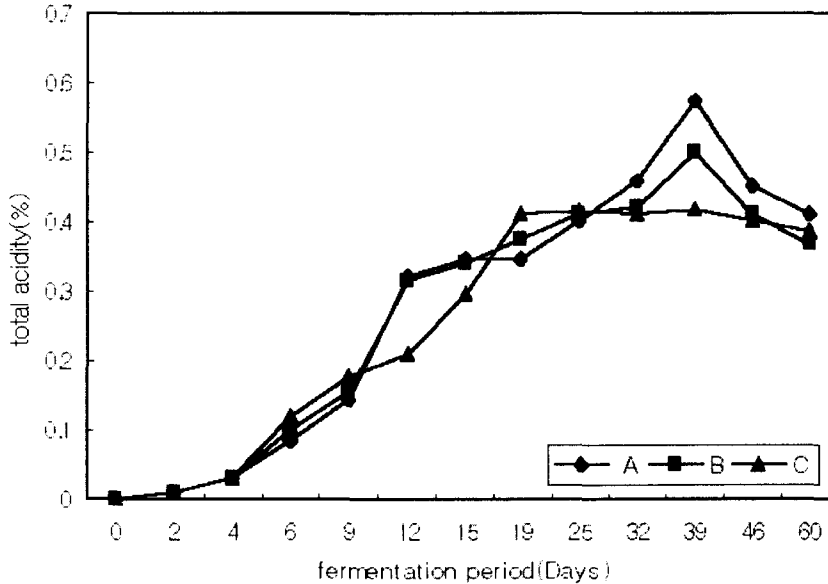


Fig. 2. Changes of total acidity during fermentation period of *Dongchimi* used different kind of water.

A : *Dongchimi* prepared with distilled water.

B : *Dongchimi* prepared with purified water.

C : *Dongchimi* prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

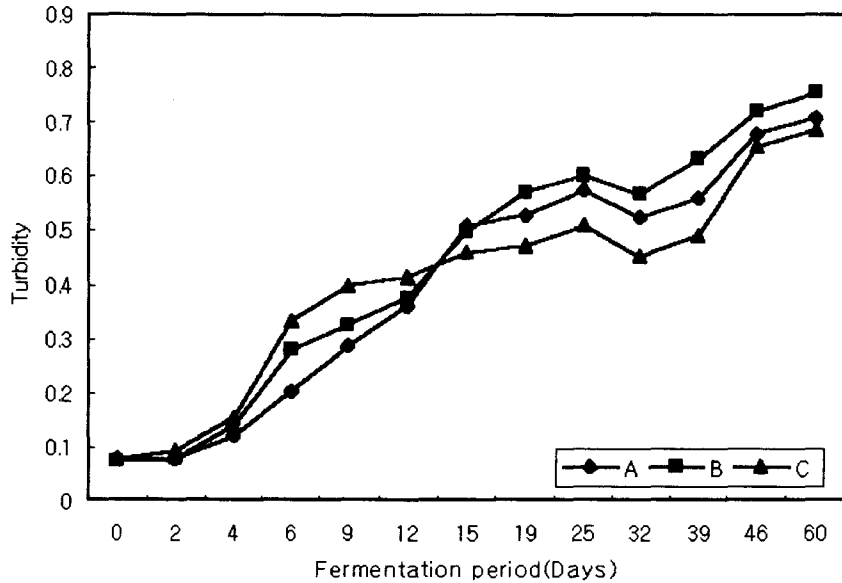


Fig. 3. Changes of turbidity during fermentation period of *Dongchimi* using different kind of water.

A : *Dongchimi* prepared with distilled water.

B : *Dongchimi* prepared with purified water.

C : *Dongchimi* prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

균 수으로 높았다. 특히 발효 39일은 세 처리군이 최고 산도를 나타냈으며 증류수 처리군은 0.574, 정수기 여과수 처리군은 0.499, 광천수 처리군은 0.418로 낮았다. 발효 60일에는 증류수>광천수>정수기 여과수 처리군 순이었다. 발효기간 중 각 처리군간 변화는 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$).

동치미는 배추김치의 0.6~1.0보다 적숙 산도가 낮게 나타난다. 이는 동치미 제조 시 첨가되는 부재료의 양이 적고 고춧가루를 첨가하지 않으므로 발효 속도를 빠르게 하며 다른 김치 제조에서보다 많은 물을 사용하기 때문에 산도가 낮게 나타나는 것(Park et al. 1993)으로 판단된다. 또한 광천수 처리군의 경우 발효 말기까지 낮은 산도를 나타내는데 이것은 광천수 내에 함유되어 있는 유리 탄산의 항균 효과 때문으로 생각된다.

4. 탁도

탁도의 변화는 Fig. 4와 같다. 담금 당일에 각 처리군간 유의적인 차이는 없었지만 발효 4일부터 처리군별 탁도가 증가하기 시작하였다. 이는 미생물의 활성이 증가하기 시작하여 pH가 감소되는 발효 4~12일 사이에 현저히 증가했다. 증류수 처리군은 발효 초기인 0~12일까지 탁도의 증가가 완만하였으나 발효 12~15일 사이 급격

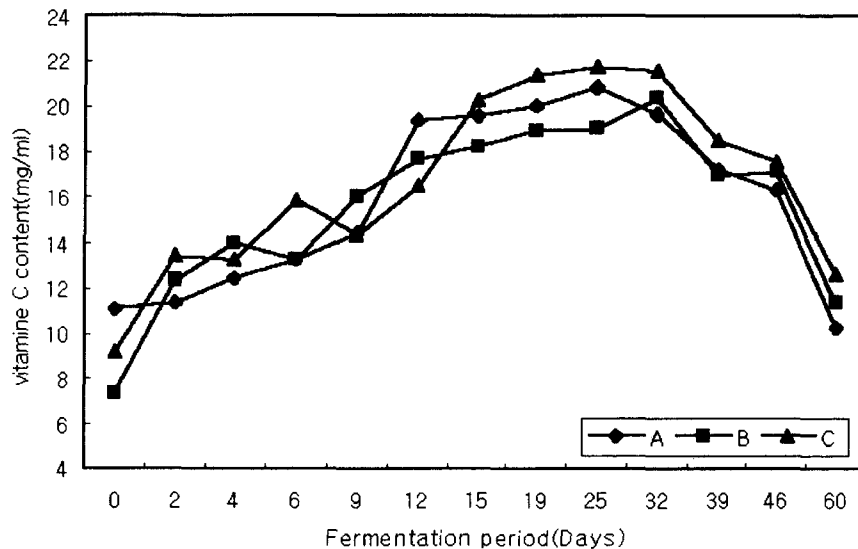


Fig. 4. Changes of vitamin C during fermentation period of *Dongchimi* used different kind of water.

A : *Dongchimi* prepared with distilled water.

B : *Dongchimi* prepared with purified water.

C : *Dongchimi* prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

한 증가를 보였고 이후 완만하게 증가하였다. 발효 전 기간 동안 유의적 차이가 있었으며($p < 0.05$) 발효 60일에 가장 높은 0.71을 나타냈다. 정수기 여과수 처리군도 발효 기간 동안 점차 증가하며 발효 60일에 가장 높은 탁도를 나타냈으며 광천수 처리군도 발효 전 기간 동안 유의적 차가 있었으며($p < 0.05$) 발효 60일에 0.68로 가장 높은 탁도를 나타냈다. 증류수 처리군과 정수기 여과수 처리군도 발효 12일과 15일 사이 탁도의 증가폭이 컸던 것에 비해 광천수 처리군의 경우 발효 기간동안 완만한 증가를 보였다.

동치미액의 탁도도 초기엔 낮아 육안으로 투명하다 발효가 진행되면서 불투명하게 변화되었는데 김성수와 오성기(1985)등의 연구에서와 같이 발효 말기의 탁도 증가는 탄수화물이 분해되어 용출되는 가용성 유기물 함량에 의한 것과 Kim et al. (1997)의 미생물 증식에 따른 말기 증가와 관계가 깊은 것으로 보여진다.

5. 비타민 C의 변화

비타민 C의 변화는 Fig. 5와 같다. 비타민 C의 함량은 발효 전반에 걸쳐 발효가 진행될수록 유의적으로 증가하다 감소하였다($p < 0.05$). 발효기간에 따른 변화를 살펴보면 증류수 처리군은 점차 증가하다 발효 25일부터 감소하였으며 발효 60일에 가

장 낮은 10.20mg을 나타냈다. 정수기 여과수 처리군은 담금 당일인 0일에 7.32mg로 다른 처리군에 비해 낮았으며 점차 증가하다 발효 32일부터 감소하였다. 광천수 처리군은 발효 25일 최고값인 21.70mg에 도달한 후 발효 60일까지 지속적으로 감소하였으며 발효 19~60일 사이에 다른 두 처리군에 비해 비타민 C량이 말기까지 지속됨을 알 수 있었다.

본 연구는 Lee et al. (1994)의 연구에 따르면 김치의 총 비타민 C의 함량은 발효 초기에 감소했다가 발효가 진행되면서 점차 증가한 후 다시 감소한다는 연구 결과와 다소 차이가 있었다.

발효 2일의 비타민 C 변화는 광천수 처리군에서 13.43mg으로 처리군 중 가장 높았다. 김치 발효의 최적기에 비타민 C의 함량도 최고에 도달한다는 송석훈 등(1996)의 연구와 같이 광천수 처리군의 비타민 C의 함량도 발효 초기부터 점차 증가하면서 발효 25일에 최고량에 도달하였으며 각각의 증류수, 정수기 여과수, 광천수 처리군간 유의적 차이가 있었으며 발효기간별 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 또한 발효 15~25일에 처리군간 유의성을 살펴보면 광천수 > 증류수 > 정수기 여과수 처리군 순으로 높았으며 발효 말기인 발효 46~60일 사이에는 광천수 처리군이 발효 말기까지도 높았으며 발효 기간 동안 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 또한 Hwang et al. (1988)과 Han(1986) 및 Choi(1986) 등의 연구에서 칼슘 첨가해 제조한 김치에서 비타민 C 함량이 높았다고 보고한 결과와 같이 칼슘 함량이 높은 광천수 동치미에서 비타민 함량이 가장 높았다. 광천수 동치미는 다른 두 처리군보다 발효 12일 산도에서의 적숙기 도달 시점이 늦어지는 것에 비례해 가장 적은 양의 비타민 C가 생성되었으나 발효 기간 동안 계속 증가해 발효 말기인 60일까지 가장 높게 유지하며 비타민 C의 함량이 지속되었으며 이는 Kim 등(1998)의 연구에서와 같이 비타민 C 합성에 좋은 효과를 나타내는 것이 칼슘 이온이라는 것과 같이 해 광천수의 Ca 함량이 다른 두 처리군에 비해 높은 것임을 뒷받침해 주었다.

6. Ca, Mg의 함량 변화

Ca의 변화는 Fig. 5~6, Mg 변화는 Fig. 7~8과 같다. 발효가 진행됨에 따라 각 처리군별 최고량에 도달한 후 점차 감소하는 경향이였다. 발효기간에 따른 변화를 살펴보면 담금 당일의 동치미 침지액과 동치미 무의 Ca 변화는 발효 일에 따라 점차 증가하였으며 담금 당일인 0일에 증류수 처리군은 0.89%, 19.70%으로 발효가 진행됨에 따라 발효 19일에 4.01%, 발효 15일에 27.50%으로 최고량을 나타내다 점차 감소하였으며 정수기 여과수 처리군도 담금 당일인 0일에 동치미 침지액은 1.52%, 동치미 무는 21.50%로 발효가 진행됨에 따라 증가하다 발효 19일에 각각 5.77, 28.10%로 최고량을 나타냈다. 광천수 처리군은 담금 당일인 0일에 동치미 침지액은 3.68%, 동치미 무는 24.50%로 발효가 진행됨에 따라 증가하다 발효 25일에 각각 6.92,

39.20%로 최고량을 나타내다 점차 감소하였다.

발효가 같은 날 물의 종류를 달리한 동치미 침지액과 무의 처리군간 Ca 변화를 살펴보면 담금 당일인 0일에 광천수>정수기 여과수>증류수 처리군 순으로 이는 광천수의 원수 자체의 칼슘 함량이 높기 때문에 차이가 있는 것으로 판단된다.

동치미 무의 Ca 변화는 발효가 진행되면서 점차 증가하다 담금 당일인 0일에 광천수>정수기 여과수>증류수 처리군순으로 증가하다 발효 9~15일에는 광천수>증류수>정수기 여과수 처리군 순으로 증가하였으며 발효 19~60일 사이에는 광천수>정수기 여과수>증류수 처리군순으로 증가하다 감소하였다. 따라서 발효기간 동안 칼슘 함량 변화를 살펴보면 무의 칼슘 함량이 동치미 액의 칼슘 함량보다 훨씬 높았는데 이는 침지액 속의 칼슘 성분이 발효가 진행됨에 따라 무 조직 내로 이동한 것으로 보여지며, 광천수 동치미 무의 칼슘이 높은 것은 무 조직 내 펙틴 분자 내 유리카르복실기들이 Ca^{2+} 를 통한 염교 형성과 광천수 처리구의 원수(原水) 자체의 Ca 함량이 높기 때문으로 생각된다.

Mg 변화를 살펴보면 담금 당일의 동치미 침지액의 Mg 변화는 발효 일에 따라 말기까지 점차 증가하였는데 담금 당일인 0일에 증류수 처리군은 4.08로 발효가 진행됨에 따라 증가하여 발효 말기인 60일에 최고량인 22.90%을 나타냈으며 정수기 여과수는 0일에 5.13%으로 발효 말기인 60일까지 증가, 감소를 반복하며 발효 60일

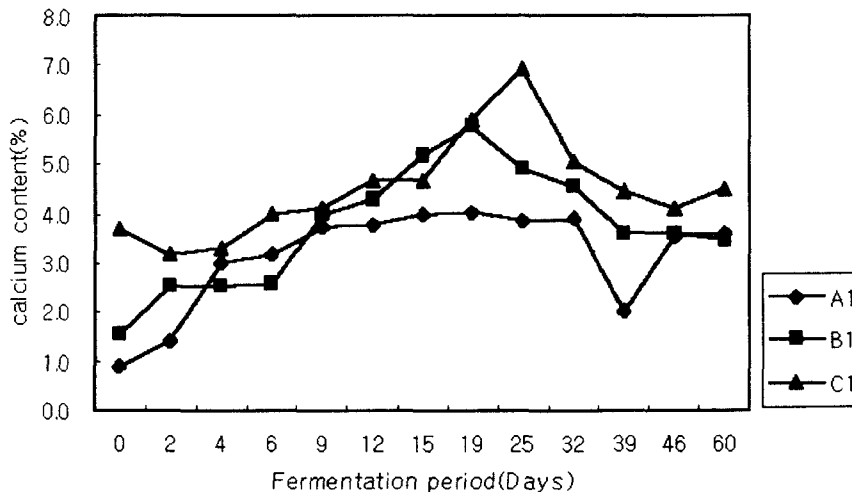


Fig. 5. Changes of calcium content of *Dongchimi* juice during fermentation period
Dongchimi used different kind of water.

A1 : *Dongchimi* juice prepared with distilled water.

B1 : *Dongchimi* juice prepared with purified water.

C1 : *Dongchimi* juice prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

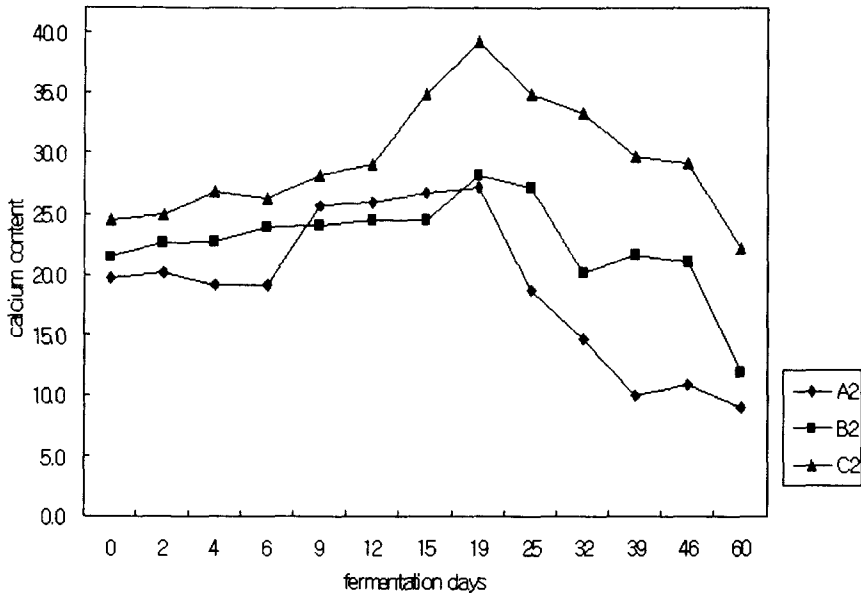


Fig. 6. Changes of calcium content of Chinese radish during fermentation period *Dongchimi* used different kind of water.

A2 : Chinese radish of *Dongchimi* prepared with distilled water.

B2 : Chinese radish of *Dongchimi* prepared with purified water.

C2 : Chinese radish of *Dongchimi* prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

에 18.90%로 최고량을 나타냈다. 광천수 동치미는 담금 직후인 0일에 6.94%로 발효 60일까지 증가, 감소를 반복하며 발효 60일에 23.10%으로 최고량을 나타냈다. 침지액의 첨가구간 변화는 담금 당일인 0일에 광천수>정수기 여과수>증류수 순으로 높았으나 발효 2일째 광천수>증류수>정수기 여과수 순으로 높았다가 발효 6~60일 사이에는 광천수>정수기 여과수>증류수 순으로 높았다.

동치미 무의 Mg 변화를 살펴보면 증류수 동치미는 담금 직후인 0일에 49.90%로 발효가 진행되다 발효 15일에 최고량인 67.10%에 도달한 뒤 점차 감소하였다. 정수기 여과수 동치미는 담금 당일인 0일 부터 감소하기 시작하여 발효 19일 최고량인 70.18%에 도달했으며 발효 25일부터 감소하여 발효 60일에 30.01%를 나타냈다. 광천수 처리군은 담금 당일인 0일에 86.30으로 발효 4일까지 감소하다 발효 25일 86.82%로 최고량에 도달한 후 점차 감소하였다. 담금 직후의 동치미 침지액의 Mg 함량 변화는 초기에 다소 높게 나타난다. 모든 처리군에서 발효가 진행됨에 따라 수치적으로 완만하게 증가하였다.

무의 처리군간 변화는 담금 0일에 광천수>정수기 여과수>증류수 순으로 높게 발효가 진행되었으며 발효 4~12일 사이에는 광천수>증류수>정수기 여과수 순이었으

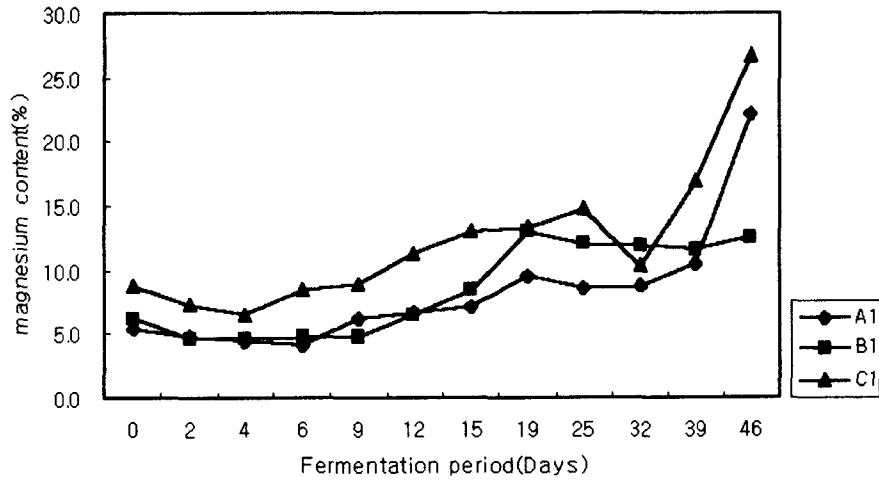


Fig. 7. Changes of magnesium content of *Dongchimi* juice during fermentation period *Dongchimi* used different kind of water.

A1 : *Dongchimi* juice prepared with distilled water.

B1 : *Dongchimi* juice prepared with purified water.

C1 : *Dongchimi* juice prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

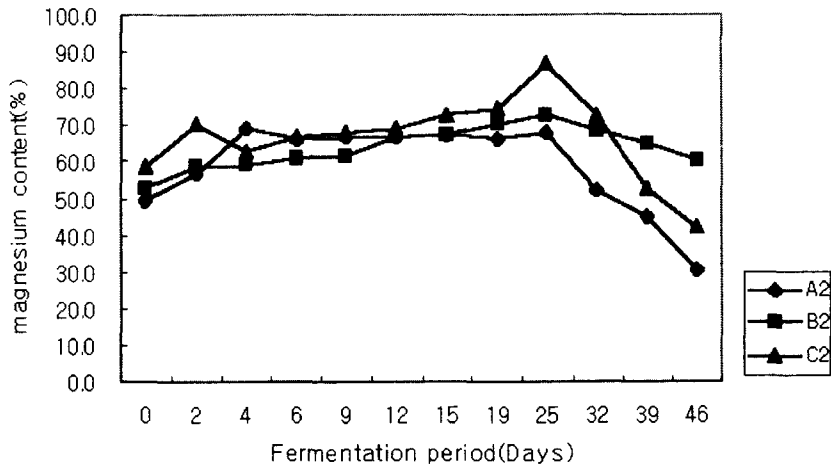


Fig. 8. Changes of magnesium content of Chinese radish during fermentation period *Dongchimi* used different kind of water.

A2 : Chinese radish of *Dongchimi* prepared with distilled water.

B2 : Chinese radish of *Dongchimi* prepared with purified water.

C2 : Chinese radish of *Dongchimi* prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

며 발효 15~46일에 광천수>정수기 여과수>증류수 처리군 순으로 높았다. 또한 발효 60일에는 정수기 여과수 동치미의 무보다 증류수 동치미의 무의 Mg 함량이 더 높아 광천수>증류수>정수기 여과수 처리군 순이었다. 무의 Mg 함량 변화는 모든 처리군에서 담금 직후인 0일에 높은 수치를 나타내었다. 발효가 진행되면서 첨가 염의 영향으로 점차 증가하다 최고량에 도달하였는데 이는 Ca^{2+} 와 Mg^{2+} 같은 다가 양이온과 무기염의 삼투압 변화로 무 조직 내로 Mg^{2+} 가 이동하여 무의 Mg 함량이 높아짐을 알 수 있었다.

7. 젖산균수

젖산균수의 변화는 Fig. 9와 같다. 젖산균수는 그 증감의 양상이 총 균수와 비슷하였으며 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하여 최고량에 도달한 후 점차 감소하는 경향이였다.

발효기간에 따른 변화는 증류수 처리군은 발효 0일에 3.045 CFU/g으로 가장 낮았도 발효 0일에 2.979로 가장 낮았으며 발효 15일에 7.970으로 가장 높다가 점차 감소으며 발효 15일에 7.480 CFU/g 으로 가장 높았고 점차 감소하였으며 정수기 처리군 하였다. 광천수 처리군은 담금 당일에 2.880 CFU/g으로 젖산균수가 낮게 측정되었

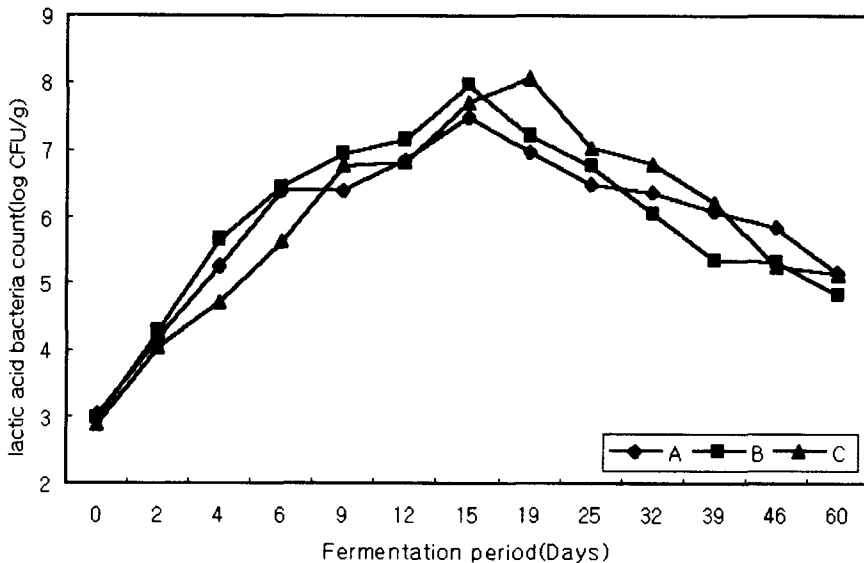


Fig. 9. Changes of lactic acid bacteria counts during fermentation period *Dongchimi* used different kind of water.

A : *Dongchimi* prepared with distilled water.

B : *Dongchimi* prepared with purified water.

C : *Dongchimi* prepared with Cho Jung Carbonated Natural water.

으며 발효 19일에 8.050 CFU/g으로 가장 높아 발효 말기로 갈수록 감소하였다.

대부분의 김치류는 발효 초기 재료 속의 효소가 작용하여 이상 젖산 발효 세균인 *Leuconostoc mesenteroides*가 번식을 하며 이 균이 김치류의 주 세균이다(Mheen & Kwon 1984). 이어 생성되는 *Lactobacillus plantarum*은 강한 신맛을 주고 있는 것인데 이는 동치미의 발효 과정 속에서 미생물의 효소가 활성화되는 시기에 증가하는 반면 *Leuconostoc mesenteroides*는 감소하는 시기로 이는 홍석인 등(1994)의 연구에서와 같이 같은 온도인 10℃에서 포장 방법별 젖산균의 분포를 조사한 결과와 Shin et al. (1996)과 Mheen & Kwon (1984)등의 시판 김치의 총 균수와 젖산균의 발효가 최고 량에 도달한 후 점차 감소한다는 결과와 같았다.

IV. 요약

물의 종류를 달리한 동치미의 발효 과정 중 pH 변화를 살펴보면 광천수 자체가 다른 처리군의 물보다 pH가 낮기 때문에 발효초기의 pH는 낮게 나타났으며 증류수, 정수기 여과수, 광천수 처리군에서 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 점차 감소하였다($p < 0.05$). 산도 변화의 경우, 광천수처리구가 동치미 적숙기인 0.3~0.4 범위에 발효 19일에 도달하여 다른 처리군보다 늦게 도달하였다. 탁도는 증류수 처리군은 발효 초기에 가장 낮았으며 광천수 처리군은 가장 높은 탁도를 나타냈다. 비타민 C 함량은 광천수 처리군에서 가장 많은 양이 측정되었으며 Ca 함량은 광천수 처리군이 원수 자체의 Ca 함량이 높기 때문에 발효 기간 동안 가장 높은 수치를 나타냈다. 젖산균수는 증류수 처리군과 정수기 여과수 처리군은 발효 15일째 최고치를 보였으며 점차 발효가 진행됨에 따라 감소하는 경향을 나타냈으나 광천수 처리군은 발효 19일에 최고 젖산균 수치를 나타냈다.

본 실험 결과 천연 자연물질인 광천수가 기존 물보다 동치미에 적합한 침지액임을 알 수 있었다. 따라서 광천수의 항균 기능을 이용하여 영양학적으로 우수한 동치미 제조 및 더 나아가 새로운 김치 음료의 개발이 이루어지길 기대한다.

V. 감사의 글

본 연구는 2003년도 서울여자대학교 자연과학연구소 교내 연구비에 의해 수행된 것이며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김성수, 오성기 (1985) : 백김치 발효 중의 유기산 조성 변화에 관한 연구, 경희대 식량자원개발연구소 연구 논문집, 6:60.

2. 김정식, 김일석, 권태완 (1959) : 채류 침채 식품에 관한 연구 제1보, 동치미 원료 및 동치미 중 당분에 대하여, 연구보고서(과 연):201.
3. 박완수 (1995) : 김치의 원료 및 형태별 발효 특성 비교, 농림수산부 전통식품의 현황과 품질개선 심포지움 발표 논문집.
4. 송석훈, 조재선, 김관 (1996) : 김치보존에 관한 연구, (제1보) 김치 발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여, 기술연구소 보고 5:5.
5. 안승요 (1970) : 김치제조에 관한 연구(제1보), 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과, 국립농업연구소 연구보고서 20:p.6116.
6. 윤서석 (1991) : 한국의 음식용어, p.256, 민음사, 서울.
7. 이서래 (1986) : 한국의 발효식품, p.158, 이화여자대학교 출판부.
8. 주영하 (1991) : 김치의 문화 인류학-김치 한국인의 먹거리-, pp.8-10, 도서출판 공간.
9. 주현규 외 5인 (1990) : 식품분석법, p.356, 유림문화사.
10. 홍석인, 박노현, 김길환 (1994) : 포장방법에 따른 김치의 품질변화, 한국식품과학회. 김치의 과학 심포지움 발표논문집, 제1권, p.384.
11. AOAC (1990) : Official Methods of Analysis. 15th edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
12. Byun MW, Cha BS, Kwon JH, Cho HO, Kim WJ (1989) : 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.
13. Choi SY (1986) : Effect of preparation method on total vitamin C content and the number of microorganism in Yulmoo Mulkimchi. *M.S. Thesis*, Sungshin Women's Univ., Seoul, Korea.
14. 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.
15. Han EK (1986) : Effect of Ca and preservative on kimchi fermentation. *M.S. Thesis*, Korea Univ., Seoul, Korea.
16. Hong KP, Park JY (1998) : Changes in microorganism, enzymes and texture of Dongchimi by high hydrostatic pressure treatment (in Korea). *Korean J Food Sci Technical* 30(3):596-601.
17. Hong SI, Pyun YR (1997) : Antimicrobial effect of carbon dioxide on microorganisms. *J Korean SOC Food Nutr* 26(6):1258-1267.
18. Hong WS, Yoon S (1989) : The effects of low temperature heating and mustard oil on the kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21:331.
19. Hwang IJ, Woo SJ, Lee HJ (1988) : Effect of Ca and preservative on the variation

- of vitamin C content during Kimchi fermentation (in Korea). *J of Korean Home Economic Association* 26:51-62.
20. Jang MS, Kim NY (1997) : Physicochemical and microbiological properties of dongchimi added with citron(*Citrus junos*). *Korean J Soc Food Sci* 13(3):286.
 21. Jhee Ok Hwa (1988) : The changes of non-volatile organic acids in radish kimchi with different concentrations of salt during fermentation.
 22. Kang KO, Sohn HJ, Kim WJ (1988) : Changes in chemical and sensory properties of Dongchimi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 23(1):267.
 23. 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.
 24. Kim JH, Sohn KH (2001) : Originals : Effects of temperature and salt concentration on the chemical composition and sensory characteristics of dongchimi juice. *Korean J Soc Food Sci* 17(4):338-343.
 25. Kim YJ, Oh JY, Lee TY, Hhan YS (1998) : Effect of the water quality on the variation of ascorbic acid content during yulmoo mul-kimchi fermentation, *Korean J Food Sci Technol* 30(1):175-183.
 26. Ku HK, Kang KO, Kim WJ (1988) : Some quality changes during fermentation of Kimchi. *J Korean J Food Sci Technol* 20(1):476.
 27. Lee HO, Lee H, Woo SJ (1994) : Effect of cooked glutinous rice flour and, total vitamin C and ascorbic acid contents during Kimchi fermentation (in Korea). *Korean J Soc Food Sci* 10:225-231.
 28. Lee YH, Yang IW (1970) : Studies on the packaging and preservation of Kimchi. *Journal of the Korean Agricultural Chemical Society*. 113:207.
 29. Mheen TI, KWon TW (1984) : Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16(1):443.
 30. 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.
 31. Park KJ, Kim ZU (1991) : Effect of salt concentration on Kimchi fermentation. *Korean J Food Agric Chem Biotech* 34:295-297.
 32. Park KJ, Woo SJ (1988) : 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.
 33. Park WP, Kim ZW (1991) : The effect of salt concentration on Kimchi ferment-

tation. *Journal of the Korean Agricultural Chemical Society* 34:295.

34. Pyun YR, Shin SK, Kim JB, Cho EK (1983) : Studies on the Heat penetration and pasteurization conditions of retort pouch Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 15:414.
35. Shin DH, Kim MS, Han JS, Lim DK, Bak WS (1996) : Changes of chemical composition and microflora in commercial Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 28(1) :137.
36. Yook C, Chang K, Park KH, Ahn SY (1985) : Pre-heating treatment for prevention of tissue softening of radish root Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 17:447.

2005년 4월 19일 접수

2005년 6월 18일 게재확정