

## 역삼투막 농축에 의한 동치미를 이용한 이온음료 개발에 관한 연구

고은정 · 허상선 · 최용희  
경북대학교 식품공학과

### Development of Ion Beverage from Dongchimi Product by Reverse Osmosis Concentration

Eun-Jung Ko, Sang-Sun Hur and Yong-Hee Choi

Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University

#### Abstract

Dongchimi as a Korean traditional fermented food was studied for the possibility of developing into as an ion beverage. Reverse osmosis process was applied to the concentration of dongchimi juice in this study. Dongchimi was prepared at different concentrations of salt and fermentation temperatures. Mineral components of concentrated dongchimi juice were analyzed and compared with those of ion beverage products. The changes of sugar contents and mineral contents were studied depending on different fermentation temperatures, periods and salt concentration. The amounts of mineral components such as  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$  were increased during fermentation but slightly decreased in the last period. It was found that the concentrated dongchimi juice could be used as an improved ion beverage in future, since the electrolytic dissociation components were much more in the concentrated dongchimi juice than those in the existing ion beverages.

Key words: dongchimi product, reverse osmosis, ion beverage.

#### 서 론

1960년대 이래 급속한 경제성장에 따른 국민소득의 향상은 식품소비패턴을 보다 다양화 시키고 있음은 물론 량보다 質이 강조되는 고급화추세를 동반하고 있다. 또한 식생활 여건의 변화에 따라 서구 식품 선호 경향이 점증하여 우리의 전통식품이 맛과 영양이 뛰어난 식품으로 오랫동안 우리민족의 식단에서 애용되어 왔음에도 불구하고 가공편의화가 효과적으로 부응하지 못해 전통식품의 수요는 감퇴현상을 초래하고 있다.

무를 주 원료로하여 소금, 생강, 파, 마늘, 풋고추 등을 기본재료로 하는 우리나라 전통적인 채소류 발효식품인 김치류의 하나인 동치미는<sup>(1-3)</sup> 열량이 풍부한 식품은 아니지만, 조미료가 많이 들어가지 않고, 물을 많이 사용하기 때문에 맛이 담백하여 육류나 지방질 소비가 증가하고 있는 오늘날 이들을 효과적으로 분해할 수 있는 효소를 조절하는 무기질과 비타민을 섭취할 수 있으므로 동치미를 이용한 고품질 가공식품 개발은 향후 소비자

들에게 좋은 부식으로 각광받을 수 있으리라 생각되어 진다.

지금까지 동치미에 대한 연구는 동치미의 제조 및 저장에 관한 연구에 국한 되어 전통식품의 하나인 동치미를 이용한 고부가가치 식품기술에 대한 동향은 매우 미비한 실정이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 우리의 전통식품인 동치미를 이용하여 오늘날 '제4세대' 음료로 지칭되는 알칼리성 이온음료 제조의 타당성을 검토하기 위해 동치미 발효 중 생성되는 여러가지 성분중 전해질, 당함량을 중점적으로 분석하여, 이를 현재 시판되는 이온음료와 품질을 상호 분석함과 아울러 막 농축 공정을 통해 고품질의 농축액을 제조하여 이 농축액을 이용한 이온음료 제조 타당성을 고찰하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

무(*Raphanus sativus* L.)는 길이 20~25 cm, 중량 1.0~1.5 Kg의 조선무를 사용하였으며 그 밖의 부재료로는 마늘, 생강, 고추, 파를, 소금은 (주)한주제 99% 정제염을 사용하여 아래와 같은 비율과 같이 하여 각 실험조건에

Corresponding author: Yong-Hee Choi, Department of Food Science & Technology Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

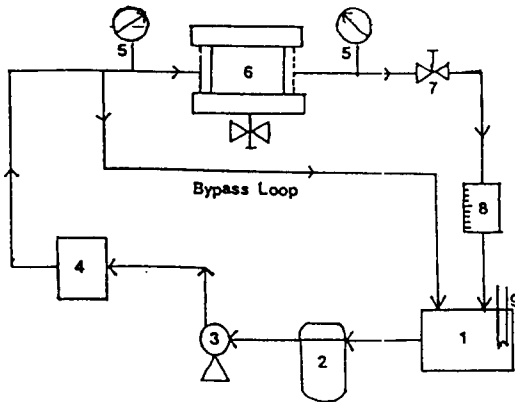


Fig. 1. Schematic diagram of R.O. experimental system

- 1. Feed tank
- 2. Prefilter
- 3. Pump
- 4. Damper
- 5. Pressure gauge
- 6. Module
- 7. Relief valve
- 8. Flowmeter
- 9. Temp. controller

Table 1. Ingredients ratio of dongchimi used in this study

Ingredients	Radish	Garlic	Ginger	Red pepper	Welsh onion
Ratio	100	0.5	0.3	0.4	1

따라 150l의 동치미를 담구었다.

담금조건

본 연구에서는 동치미의 담금조를 180×120 cm의 크기로 내부에 3단칸을 설치, 각 칸에 온도조절장치를 부착하여 칸마다 독립적으로 온도를 조절할 수 있도록 제작하여 담금액의 염도는 2.0%, 2.4%로, 무와 물의 비율(W/V)은 1:1.5로, 온도는 0℃~10℃까지 5℃ 간격으로 하여 각각 숙성시키면서 시간별로 시료를 채취하여 성분 분석에 사용하였다.

역삼투 농축시스템

동치미의 담금액을 이용한 고품질의 농축 동치미를 생산하고자 Fig.1과 같은 batch system 형태의 역삼투막 농축시스템을 설치하여 각 공정조건에 따라 농축하였다.

동치미액의 농축

역삼투막 공정을 이용한 동치미 농축이 고품질의 이온음료 제조에 타당성이 있는가를 고찰하고자 본 실험에서는 각 실험조건별로 담근 동치미중 최적의 품질을 나타내는 구간 즉, 각 염도에 따라 0℃의 경우는 숙성기간 16일째, 5℃와 10℃의 경우는 7일째되는 동치미액을 5l을 취해 역삼투막 공정을 이용하여 압력은 10, 15

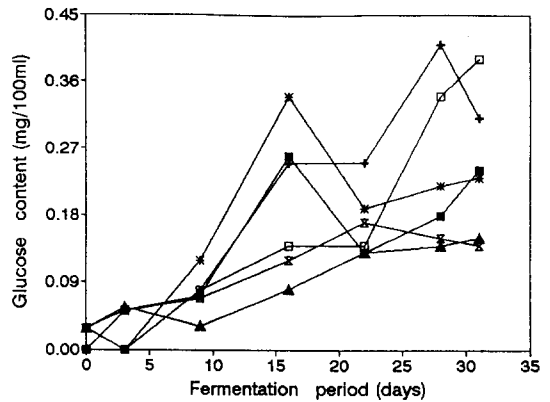


Fig. 2. Changes of glucose contents in dongchimi juice during fermentation

■—■; 0℃/2.0, □—□; 0℃/2.4, ▲—▲; 5℃/2.0, □—□; 5℃/2.4, +—+; 10℃/2.0, \*—\*; 10℃/2.4

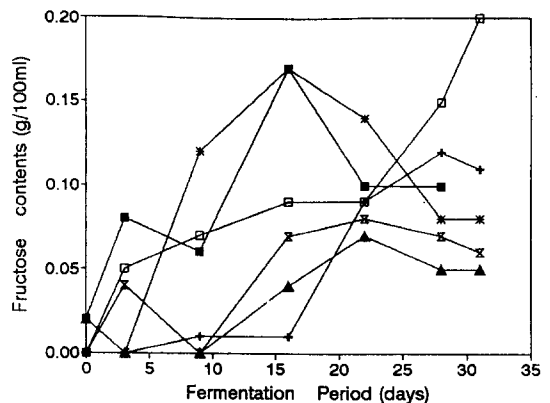


Fig. 3. Changes of fructose contents in dongchimi juice during fermentation

■—■; 0℃/2.0, □—□; 0℃/2.4, ▲—▲; 5℃/2.0, □—□; 5℃/2.4, +—+; 10℃/2.0, \*—\*; 10℃/2.4

Kg/cm<sup>2</sup>, 온도는 10℃, 20℃에서 각각 농축하였다.

당분석

각각의 동치미액 10 ml 취하여 metaphosphoric acid 100 ml에 녹인 후 암소에서 1.5시간 흔들어 추출하여 Whatman No.2 filter paper 및 0.45 μm membrane filter로 여과한 것을 SEP-PAKC18 cartridge(Waters Associate, U.S.A)를 통과시킨 후 HPLC(Water Associate Model 510)를 사용하여 분석하였고 이때 분석 조건으로 column은 sugar-pak column을 사용하였고 detector는 RI를 사용하여 분석하였다.

전해질 하량분석

각 조건별로 담근 동치미 및 농축 동치미 그리고 시판되는 이온음료의 Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> 등 각각의

전해질 성분함량은 Atomic Adsorption(Varian Spectra 300/400)으로 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**당함량**

일반적으로 김치에 존재하는 주요 당류로는 mamnose, fructose, glucose, galactose로 보고되었는데<sup>(4)</sup> 본 실험의 경우 동치미에서 검출된 당은 fructose, glucose만이 확

실험하게 분리되어 이 등<sup>(5)</sup>의 결과와 일치함을 알 수 있었다.

Fig. 2, 3에서 보는 바와 같이 동치미 숙성온도에 따른 당함량 변화는 0°C, 5°C 숙성온도의 경우 숙성적기<sup>(6)</sup>(pH 4.2~3.9, 산도 0.3~0.5%)에 도달할 때까지는 약간 증가하였다가 그 후 감소하였고 숙성말기에서는 다시 증가하였는데 이는 미생물의 작용으로 당이 유기산 등 여러가지 물질로 변하기 때문으로 사료<sup>(7,8)</sup>된다. 한편 숙성온도 10°C의 경우 숙성기간에 따라 동치미의 당함량은 계속 증가하는 경향을 나타내었다.

또한 염도가 동치미의 당함량에 미치는 영향은 염도 2.0%에서보다 2.4%에서의 당함량이 높았으며 숙성온도가 높아지면서 당함량은 감소하는 경향이었는데 이는 강 등<sup>(9)</sup>과 육 등<sup>(10)</sup>의 결과와 유사함을 보였다.

**Table 2. Changes of mineral contents at different temperatures and fermentation periods in the dongchimi juice fermented at the salt concentration of 2.0%**

Temperature	days	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> (ppm)
0°C	3	10.0	38.9	110.0	96.3
	9	20.0	22.1	76.0	872.0
	16	10.0	38.1	200.0	949.0
	22	20.0	35.6	120.0	857.0
	28	30.0	31.8	315.0	911.0
5°C	31	45.0	20.2	320.0	908.0
	3	10.0	36.6	70.0	1008.5
	9	10.0	29.1	50.0	847.0
	16	20.0	76.2	110.0	1384.3
	22	50.0	111.8	260.0	1268.0
10°C	28	80.0	120.2	287.0	941.0
	31	75.0	100.7	231.0	1109.0
	3	10.0	34.8	50.0	957.5
	9	10.0	31.8	80.0	950.5
	16	50.0	68.3	415.0	913.5
	22	80.0	39.8	320.0	856.5
	28	90.0	96.8	560.0	974.0
	31	85.0	35.6	280	905.0

**Table 3. Changes of mineral contents at different temperatures and fermentation periods in the dongchimi juice fermented at the salt concentration of 2.4%**

Temperature	days	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> (ppm)
0°C	3	10.0	17.5	110.0	1760.0
	9	20.0	43.2	180.0	876.0
	16	40.0	59.1	300.0	991.0
	22	15.0	37.8	135.0	871.5
	28	30.0	27.2	380.0	858.0
5°C	31	75.0	20.2	280.0	934.5
	3	10.0	35.7	90.0	1420.3
	9	10.0	36.1	80.0	918.0
	16	20.0	66.2	140.0	1762.3
	22	40.0	90.3	237.2	1258.0
10°C	28	50.0	110.2	267.0	974.0
	31	40.0	92.7	231.0	941.0
	3	30.0	42.8	100.0	1836.0
	9	60.0	53.8	210.0	1710.0
	16	60.0	48.8	160.0	1770.0
	22	60.0	54.6	420.0	1931.0
	28	100.0	45.8	440.0	979.4
	31	80.0	60.4	575.0	944.5

**전해질 함량**

동치미의 무기질성분을 이용한 기능성 식품의 제조 타당성을 고찰하기 위해 숙성온도, 숙성기간, 염도의 영향에 따른 무기질 함량변화를 고찰하여 Table 2, 3에 나타내었다.

Table 2, 3에서 보는 바와 같이 전반적인 전해질함량의 변화는 삼투압 차이에 의한 무 조직내의 소금침투와 탈수에 의해 담금액의 소금함량은 점점 감소하게 되고, 이로 인해 담금액의 소금성분이 무 조직내로 침투되어 K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> 등이 용출되어 동치미 담금액의 K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> 함량은 증가하는 경향<sup>(11-14)</sup>을 나타내었다.

그러나 K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> 성분의 경우 숙성말기에 함량이 증가하다가 약간 감소하는 경향을 보이는 반면 Na<sup>+</sup>의 경우는 감소하다 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 숙성이 진행되면서 무 내의 수분감소 결과로 원형질 분리가 일어나고 세포막이 파괴되어 무기질 이동이 평형을 이루다가 이 싹집을 지나면 역반응이 일어나기 때문으로 사료되어 진다<sup>(5)</sup>.

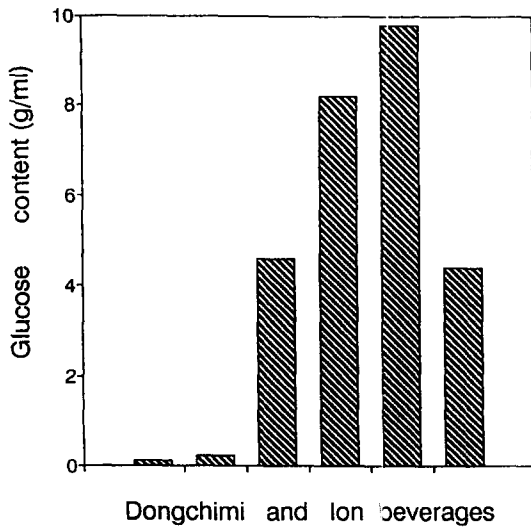
**당 함량의 변화**

**Table 4. Changes of surgar contents at different process pressure and temperature under 0°C aging temperature**

Process pressure (Kg/cm <sup>2</sup> )	Process temperature (°C)	Saltness (%)	Glucose (g/100 ml)	Fructose (g/100 ml)
10	10	2.0	0.382	0.218
		2.4	0.197	0.191
	20	2.0	0.372	0.212
		2.4	0.193	0.185
15	10	2.0	0.384	0.235
		2.4	0.201	0.201
	20	2.0	0.378	0.211
		2.4	0.195	0.181

**Table 5. Changes of surgar contents at different process pressure and temperature under 0°C aging temperature**

Process pressure (Kg/cm <sup>2</sup> )	Process temperature (°C)	Saltness (%)	Mg <sup>2+</sup> (ppm)	Ca <sup>2+</sup> (ppm)	K <sup>+</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)
10	10	2.0	16.0	68.6	300.0	1138.8
		2.4	63.6	94.6	450.0	1288.3
	20	2.0	15.3	68.1	300.3	1139.0
		2.4	62.7	97.2	439.1	1277.9
15	10	2.0	16.7	67.3	297.2	1238.6
		2.4	64.2	95.8	450.8	1287.7
	20	2.0	16.3	69.3	290.0	1251.8
		2.4	62.7	101.1	460.0	1298.0



**Fig. 4. Comparison of glucose content in dongchimi and concentrated dongchimi juice with ion beverages**

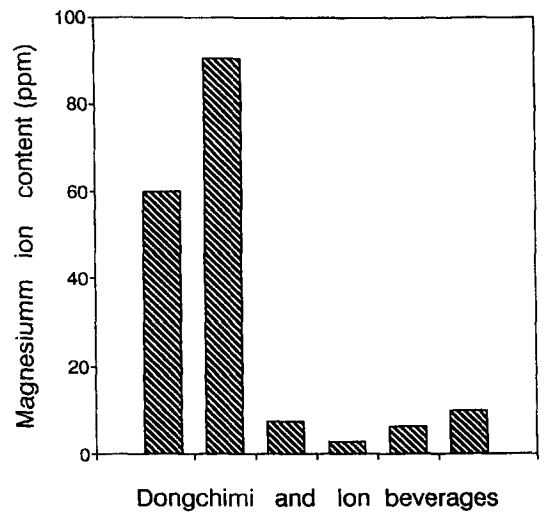
1: Fermented dongchimi at 10°C, 2.4%, 7 day; 2: Concentrated dongchimi of 1 at 10 kg/cm<sup>2</sup>, 10°C, 3, 4, 5, 6: Ion beverages

각 실험조건에서 최적의 품질을 나타내는 구간의 동치미 5l를 취해 이들을 농축 당성분을 비교하여 Table 4에 나타내었다.

Table 4에서 보는 바와 같이 각 공정조건에서 농축된 동치미액의 당함량은 공정압력 및 온도가 높을 수록 당함량이 다소 높은 수치를 보이고 있으나 큰 변화는 없는 것으로 여겨진다.

즉 전반적인 당함량은 각 공정조건에 따른 영향 없이 초기의 동치미액 보다 높은 함량을 나타냄을 알 수 있었으며 농축된 동치미액의 당함량의 다소 다른 수치는 역삼투막 농축의 각 공정에 따른 영향 보다는 동치미액 자체의 성분함량에 따른 것으로 보여진다.

**전해질 함량의 변화**



**Fig. 5. Comparison of magnesium ion content in dongchimi and concentrated dongchimi juice with ion beverages**

1: Fermented dongchimi at 10°C, 2.4%, 7 day; 2: Concentrated dongchimi of 1 at 10 kg/cm<sup>2</sup>, 10°C, 3, 4, 5, 6: Ion beverages

농축된 동치미의 전해질 성분인 Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> 함량을 구해 Table 5에 나타내었다.

Table 5에서 보는 바와 같이 4종의 전해질함량은 농축으로 인해 높은 전해질 함량을 보이고 있으며 당함량과 같이 압력과 온도의 상승에 따라 전해질함량이 상승하는 경향을 보이고 있었다.

Na<sup>+</sup>의 경우 Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>에 비해 동치미액 자체의 높은 함량과 또한 역삼투 농축에 있어 직접적인 삼투 영향을 미치고 있어 높은 삼투압 발생에 기인하여 다른 전해질에 비해 농축정도가 다소 낮은 경향을 보이고 있었다.

**이온음료 제조의 타당성**

동치미를 이용한 이온음료의 타당성을 고찰하고자 동

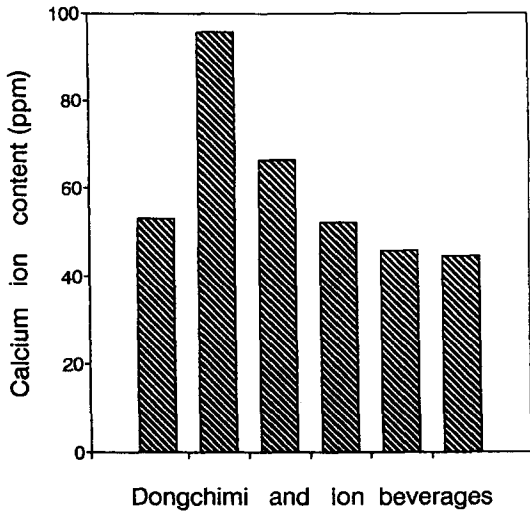


Fig. 6. Comparison of calcium ion content in dongchimi and concentrated dongchimi juice with ion beverages

1: Fermented dongchimi at 10°C, 2.4%, 7 day, 2: Concentrated dongchimi of 1 at 10 kg/cm<sup>2</sup>, 10°C, 3, 4, 5, 6: Ion beverages

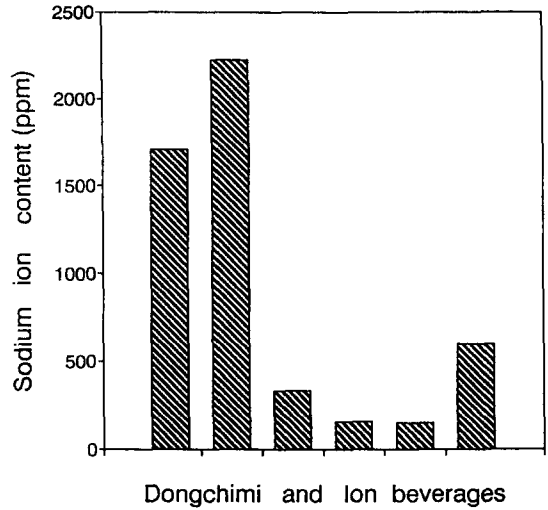


Fig. 8. Comparison of sodium ion content in dongchimi and concentrated dongchimi juice with ion beverages

1: Fermented dongchimi at 10°C, 2.4%, 7 day, 2: Concentrated dongchimi of 1 at 10 kg/cm<sup>2</sup>, 10°C, 3, 4, 5, 6: Ion beverages

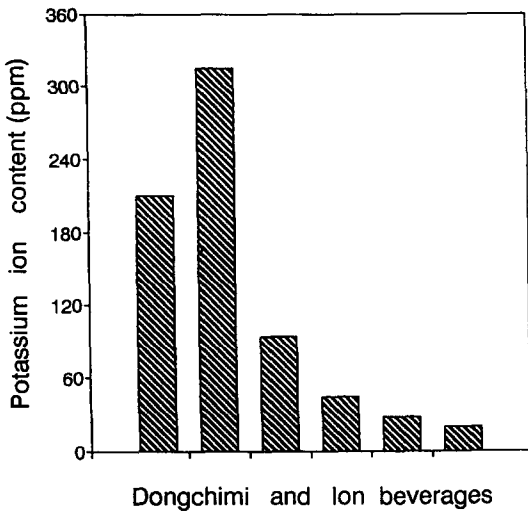


Fig. 7. Comparison of potassium ion content in dongchimi and concentrated dongchimi juice with ion beverages

1: Fermented dongchimi at 10°C, 2.4%, 7 day, 2: Concentrated dongchimi of 1 at 10 kg/cm<sup>2</sup>, 10°C, 3, 4, 5, 6: Ion beverages

치미, 동치미 농축액 및 현재 시중에 시판되는 이온음료 4종의 성분을 상호비교하여 Fig. 4~8에 나타내었다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 시판되는 이온음료의 당성분은 glucose와 fructose가 대부분이었으며 각 성분의

함량은 6.78, 4.34(g/100 ml)으로 동치미 및 동치미 농축액보다 다소 높은 함량을 보이고 있었다. 하지만 시판되는 이온음료의 경우 당성분이 인위적으로 첨가된다는 것을 생각할때 당성분의 함량차이는 큰 의미가 없는 것으로 생각된다.

무기질 함량의 경우는 전반적으로 동치미 및 농축 동치미의 경우가 기존의 이온음료 보다 훨씬 높은 함량을 나타내고 있었다. 하지만 Na<sup>+</sup> 성분의 경우는 Fig. 5에서 보는 바와 같이 기존의 이온음료 보다 7~9배 정도로 많은 함량을 띠고 있어 향후 동치미를 이용한 이온음료의 제조에 있어 유의해야 할 문제점으로 나타남을 알 수 있었다.

### 요 약

동치미를 이용한 알칼리성 이온음료 제조의 타당성 및 개선방안을 고찰하고자 염도 2.0%, 2.4%, 무와 소금물의 비율 1:1.5로 담구어 0°C, 5°C, 10°C에서 각각 숙성시킨 동치미의 성분을 분석하여 최적으로 숙성된 동치미액을 취해 이를 역삼투공정에 의해 농축하여 성분을 비교 분석하였다.

당함량은 숙성이 진행되면서 증가하였다가 숙성적기 이후에는 감소하는데 이는 숙성이 진행되면서 동치미내의 미생물작용으로 당의 전환이 이루어지기 때문으로 사료되어진다.

무기물 함량변화는 소금성분이 무 조직내로 침투하여 조직내의 K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>와 치환되어 동치미액 중의

Na<sup>+</sup> 농도는 감소하고 K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> 농도는 증가하는 경향이었으며 숙성온도가 높고 염도가 높은 동치미에서 보다 많이 검출되었다.

이들 동치미액 중 각 실험조건에서 최적의 품질을 나타내는 동치미를 5/1 취해 역삼투시스템을 이용하여 농축한 결과 압력이 높을수록 고농도의 동치미액을 얻을 수 있었다.

한편 기존의 이온음료와 성분분석 비교 결과 당함량을 제외한 전해질 성분은 동치미 및 동치미 농축액이 기존의 이온음료보다 훨씬 많은 함량을 띠고 있어 향후 이온음료로서의 개발 타당성이 매우 높은 것으로 사료되었다.

### 감사의 말

본 연구는 1993년도 산학협동 재단의 지원에 의해서 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 문 헌

- 안숙자: 김치에 당근을 섞었을 때의 Vitamin C의 변화. 대한가정학회지, 10, 793(1972)
- 신동화, 구영조: 김치산업의 현황과 전망. 식품과학, 21(1), 4(1988)
- 조재선, 남창우: 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사 연구. 동덕여대 논문집, 9, 199(1979)
- Jae-Ho Ha, Wooderck S. Hawer, Young-Jin Kim and Young-Jung Nam: Changes of free sugar in *kimchi* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Tech.*, 21(5), 633(1989)
- 이상금, 신말식, 전덕영, 홍운호, 임현숙: 마늘 첨가량을 달리한 김치의 숙성에 따른 변화. 한국식품과학회지, 21(1), 68(1989)
- 이혜수, 이미리: 동치미 맛 성분에 관한 연구. 한국음식문화연구원논문집, 233(1989)
- 지옥화: 염도를 달리한 무김치의 숙성기간에 따른 비휘발성 유기산의 변화. 충남대학교 석사학위논문(1988)
- 조 영, 이혜수: 김치 맛 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 11(1), 26(1979)
- 강근옥, 김종근, 김우정: 열처리와 염의 첨가가 동치미 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20(6), 565(1991)
- 육 철, 상 금, 박관화, 안승요: 예비열처리에 의한 무김치의 연화방지. 한국식품과학회지, 17(6), 447(1985)
- 김중만, 김인숙, 양희천: 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 16(2), 75(1987)
- 김중만, 신미경, 황호선: 간절임 중 깍두기용 무 cube의 이화학적 변화. 한국식품과학회지, 21(2), 300(1989)
- 김우정, 구경형, 조한옥: 김치의 절임 및 숙성과정 중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 20(4), 483(1988)
- 강근옥, 구경형, 이정근, 김우정: 동치미 발효 중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 23(3), 282(1991)

(1994년 6월 30일 접수)