

이온음료 제조를 위한 동치미의 최적 담금 조건에 관한 연구

고은정 · 허상선 · 박 만* · 최용희†

경북대학교 식품공학과

*경북대학교 농화학과

Studies on the Optimum Fermenting Conditions of *Dongchimi* for Production of Ion Beverage

Eun-Jung Ko, Sang-Sun Hur, Man Park* and Yong-Hee Choi†

Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

*Dept. of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

The study was conducted for optimum fermenting conditions of *Dongchimi* (pony tailed chinese radish kimchi) in production of ion beverage. The changes of pH and total acidity were increased as the temperature increased. Non-volatile organic acids, such as lactic acid, citric acid, malic acid and succinic acid were produced in *Dongchimi* fermentation. The amount of lactic acid was increased higher, followed by citric acid and malic acid. However succinic acid was produced a little of amount at 0°C. Lactic acid producing bacteria number increased in initial period and then decreased in last period of fermentation. During lactic acid producing bacteria was increased, the amount of lactic acid was increased. The flavor components were tentatively identified as methyl pentane, ethyl thioethene 2,3-diazaindolizine, dimethyl disulfide. The optimum fermenting conditions of *Dongchimi* for production of ion beverage were 24~29days at 0°C, 9~12days at 5°C and 16~22days at 10°C, respectively.

Key words : *Dongchimi*, non-volatile organic acid, optimum fermenting conditions, ion beverage

서 론

채소류에 젖산균이 번식하여 당분을 젖산과 그 밖의 향미 물질로 바꾸는 젖산 발효식품인 김치류의 하나인 동치미는 무 자체의 독특한 방향과 양념의 첨가로 인해 감칠맛, 신맛이 조화된 향미를 지닌 우리나라 고유의 음식이다¹⁾. 또한 다량의 물이 첨가되어 맛이 담백하고 무기질 및 비타민을 섭취할 수 있어 향 후 이온음료 식품으로서 개발 전망이 밝아 소비자들에게 각광받을 수 있는 기호식품의 하나가 될 수 있으리라 생각된다.

일반적으로 동치미의 맛과 숙성에 중요한 영향을 미치는 유기산, 젖산균 등의 생성은 첨가하는 채소의 종류, 숙성온도, 숙성기간, 소금의 농도 등에 의해 영향을 받으며 이러한 영향으로 인해 향기의 생성도 변화

하여 품질에 영향을 미치고 있다²⁾.

경제성장에 따른 식생활의 급속한 다변화와 이에 따른 서구식품에 대한 선호도는 전통식품에 대한 명백한 위협하고 있어 우리의 전통식품을 보다 편의화, 보편화시켜 우리의 것을 지키려는 노력이 안밖으로 일고 있다.

이에 본 연구에서는 동치미를 이용한 이온음료 타당성을 고찰하기 위해 각 조건별로 담근 동치미액의 발효 중 생성되는 유기산, 젖산균의 분포, 총균수, 향기성분 등을 분석함과 아울러 향 후 동치미를 이용한 이온음료 제조의 기초 자료를 제공하고자 소금농도와 숙성온도에 따른 최적의 품질조건을 조사하여 이들의 상호관계를 고찰하였기에 보고하고자 한다.

† To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료 및 담금조건

본 연구에 사용된 공시재료는 대구의 D시장에서 12월에 구입한 길이 20~25cm, 중량 1.0~1.5kg의 조선무 (*Raphanus sativus* L.)이며, 부재료인 마늘, 생강은 다지고, 고추, 파는 어슷썰기하여 전체 무 무재에 대해 각각 0.5, 0.3, 0.4 및 1%씩 첨가하였고, 소금은 (주)한주제 99% 정제염을 사용하여 동치미를 담구었다. 이때 동치미의 초기 염도는 약간 싱거운 맛과 적당한 짠맛을 내는 2.0%, 2.4%로 제조하였고 담금액의 온도는 5°C였으며, 동치미를 담근 즉시 각 온도별로 고정된 항온기에서 숙성시켰으며 숙성온도는 0~10°C 까지 5°C 간격으로 하였고 무와 소금물의 비율(w/v)은 1 : 1.5로 하였다.

pH 및 산도 측정

동치미액을 여과지 (Toyo No.5)로 여과한 다음 pH는 pH meter (DMS Model DP-215)로 측정하였고 산도는 동치미액 10ml 중화시키는데 소요된 0.1N NaOH 용량을 젖산 함량^{3,4)}으로 표시하였다.

$$\text{원료액의 산 함유량(\%)} = \frac{\text{ml of 0.1N NaOH} \times 0.009 \times F}{\text{Weight of sample}} \times 100$$

비휘발성 유기산 분석

동치미액을 0.45µm membrane filter로 여과한 것을 SEP-PAK18 cartridge (Waters Associate, U.S.A)에 통과시켜 10µl 취하여 HPLC로 분석하였으며, 이때 사용한 표준 유기산은 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid (sigma 제품) 등이다.

HPLC의 분석조건은 Table 1에 나타난 바와 같다.

총균수 및 젖산균수의 측정

동치미액 1ml씩을 무균적으로 취해 멸균된 0.1% peptone용액으로 적절히 희석하여 total viable cell count는 plate count agar 배지에 평판도말법에 의해 측정

Table 1. The operating conditions of HPLC for non-volatile organic acid in *Dongchimi*

Items	Condition
Column	Organic acid analysis column (Bio-rad, 30m)
Column temp.	62°C
Detector	RI
Mobile phase	0.005M H ₂ SO ₄
Flow rate	0.5ml/min.
Instrument	Waters model 510

하고 젖산균수는 Sodium azide sucrose 배지에 평판주 가법에 의해 집중하여 30°C에서 24~48시간 배양하여 균수를 측정하였다.

휘발성 성분 분석

동치미액 100ml를 1L 삼각 플라스크에 넣고 head space부분을 N₂ 가스로 상온에서 30분간 치환하여 활성탄으로 포집한 후 아세톤으로 추출하여 GC/MS (Hewlett Packard 5890)로 동정하였고^{4,5)} 이때 분석조건은 Table 2, 3과 같다.

결과 및 고찰

pH

동치미액의 pH 변화는 처음에는 완만하게 감소하다가 급속히 감소하는 배추김치와는 다른 경향을 나타내었는데 Fig. 1에서 보는 바와 같이 발효 초기인 10일째까지는 pH 4.0 까지 빠르게 감소하다 그 후 차츰 완만해지는 경향을 띄었는데 이는 강 등⁶⁾의 결과와 일치함을 보였다.

한편 온도에 따른 동치미의 pH의 감소속도는 일반적으로 발효온도가 높을수록 pH 감소속도가 빠른 경향을 보였으며⁷⁾ 염도에 따른 변화는 염도 2.0%에서는 pH가 숙성초기에는 빠르게 감소하였지만 23일 전후부터는 염도 2.4%의 pH가 더 낮아짐을 알 수 있었다.

Table 2. The operating conditions of GC for analysis of flavor in *Dongchimi*

Items	Condition
Instrument	Gas chromatograph : HP 5890
Column	HP-FFAP (0.25mm × 25m, capillary)
Oven temp.	50~220°C (25°C/min)
injector temp.	220°C
Detector temp.	200°C
Carrier gas	N ₂ (0.8cm ³ /min)

Table 3. The GC/MS conditions for identification of *Dongchimi* flavors

Items	Condition
Instrument	GC/MS : HP 5971
Column	HP-FFAP (0.25mm × 25m, capillary)
El voltage	70eV
Oven temp.	50~220°C (25°C/min)
injector temp.	220°C
Detector temp.	200°C
Carrier gas	N ₂ (0.8cm ³ /min)

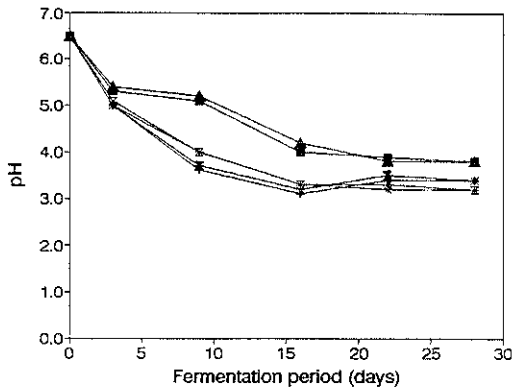


Fig. 1. Changes of pH in *Dongchimi* solution during fermentation.

- : Fermented at 0°C, 2.0% salinity
- ▲ : Fermented at 0°C, 2.4% salinity
- * : Fermented at 5°C, 2.0% salinity
- ⊗ : Fermented at 5°C, 2.4% salinity
- ⊕ : Fermented at 10°C, 2.0% salinity
- ⊖ : Fermented at 10°C, 2.4% salinity

이는 적당한 소금첨가가 산생성을 촉진하는 것으로 생각되며 전반적으로 염도에 따른 pH 변화는 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났다.

전반적으로 동치미의 pH 감소변화는 pH가 3.0 이하로 낮아지지 않았는데 이는 동치미 중에 존재하는 산은 약산으로서 그 해리 상수가 작기 때문에 동치미가 과숙하여도 pH가 3.0 이하로 내려가지 않는 것으로 보여진다⁸⁾.

산도

동치미액의 총산 측정 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같으며, 총산의 증가는 숙성 중 유기산 생성에 의한 것으로 온도가 높을수록 증가속도가 빨라지는 경향을 보여주었다⁶⁾. 즉 숙성 초기에는 0, 5, 10°C 모두 숙성 3일까지 비슷한 속도로 증가하다가 숙성이 진행되면서 급격한 차이를 보였는데, 이는 pH 감소 경우와 반대 경향을 보였으며, 강⁶⁾, 지⁸⁾, Min⁹⁾의 결과와 일치하는 결과를 나타내었다.

한편 Fig. 2에서 보는 바와 같이 염도에 따른 동치미액의 총산은 2.0, 2.4% 모두 비슷한 속도로 증가하다가 숙성 말기에서는 2.4% 동치미액의 총산이 더 높았는데 식염의 미량 첨가는 산생성 발효균의 생육과 활성을 억제하는 것으로 생각되며⁸⁾, 본 실험의 경우 동치미의 산도가 배추김치나 무김치의 산도 0.6~1.0% 보다 낮게 나타나는데 이것은 동치미 제조시 첨가되는 부재료의 양이 적고 고춧가루를 사용하지 않았기 때문

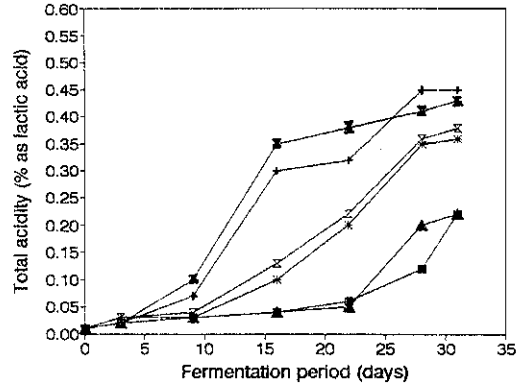


Fig. 2. Changes of total acidity in *Dongchimi* solution during fermentation.

- : Fermented at 0°C, 2.0% salinity
- ▲ : Fermented at 0°C, 2.4% salinity
- * : Fermented at 5°C, 2.0% salinity
- ⊗ : Fermented at 5°C, 2.4% salinity
- ⊕ : Fermented at 10°C, 2.0% salinity
- ⊖ : Fermented at 10°C, 2.4% salinity

으로 추정된다.

즉 고춧가루와 마늘은 숙성속도를 빠르게 하며 특히 고춧가루는 이러한 효과를 더욱 촉진시키는데, 동치미는 고춧가루를 사용하지 않고 다른 김치 제조에서 보다 더 많은 물을 사용하기 때문에 산도가 낮게 나타나는 것으로 생각된다¹⁰⁾.

비휘발성 유기산

비휘발성 유기산의 경우 citric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid 등이 동치미 숙성시 생성되었으며 이중 lactic acid, citric acid, malic acid가 대부분으로 나타났다^{6,8,11,12)}.

비휘발성 유기산은 소금농도에 따라 유기산 함량에 차이가 있으며, 숙성온도가 높을수록 생성량이 많았는데 이는 각종 유기산을 생성하는 균들은 성질과 생리작용이 다르므로 숙성조건 즉 숙성온도, 염도, 시간, 원료의 종류, 배합비율에 따라 발효과정 중 번식하는 균의 종류와 수효가 달라지며 그에 따른 생성 유기산의 종류와 양도 달라지게 되기 때문이라 생각된다.

Table 4, 5에서 보는 바와 같이 lactic acid의 함량은 숙성온도 0°C의 경우 숙성 초기에는 검출되지 않다가 숙성 22일 이후 검출되었고 염도 2.0% 보다 2.4% 동치미에서의 함량이 많았으며, 5°C에서 숙성시킨 동치미는 숙성적기라 보고되어있는⁸⁾ pH 3.9~4.2에서 가장 많이 검출되었고 10°C에서는 숙성이 시작되면서 급격히 증가하다가 숙성말기에 다시 감소하였다. 이러한

lactic acid의 함량 변화는 산도와 같은 경향을 보였으며 지³⁾, Park¹³⁾ 등이 보고한 바와 같이 lactic acid가 산도와 숙성정도에 큰 영향을 준다는 결과와 일치하였다.

또한 citric acid의 함량과 malic acid 함량 변화는 lactic acid 함량 변화와 유사한 경향을 보였다¹⁴⁾.

Table 4. Changes of non-volatile organic acids in the *Dongchimi* solutions during fermentation at different temperatures with 2.0% of salt content

(g/100ml)				
Temperature	Days	Lactic acid	Citric acid	Malic acid
0° C	3	n.d.	n.d.	n.d.
	9	n.d.	n.d.	0.014
	16	n.d.	0.004	0.018
	22	n.d.	n.d.	0.017
	28	0.353	n.d.	0.024
	31	1.035	0.002	0.031
5° C	3	n.d.	n.d.	n.d.
	9	1.858	0.006	1.796
	16	0.777	0.042	0.597
	22	0.650	0.011	0.317
	28	0.633	0.007	0.131
	31	n.d.	n.d.	n.d.
10° C	3	n.d.	n.d.	n.d.
	9	0.193	n.d.	0.972
	16	1.286	0.013	1.084
	22	1.633	0.005	1.528
	28	2.052	0.003	2.457
	31	1.544	0.002	1.246

Table 5. Changes of non-volatile organic acids in the *Dongchimi* solutions during fermentation at different temperatures with 2.4% of salt content

(g/100ml)				
Temperature	Days	Lactic acid	Citric acid	Malic acid
0° C	3	n.d.	0.001	n.d.
	9	n.d.	0.004	n.d.
	16	n.d.	0.007	0.221
	22	0.200	n.d.	0.724
	28	0.633	0.004	1.028
	31	0.416	n.d.	0.629
5° C	3	n.d.	n.d.	n.d.
	9	1.086	0.012	1.190
	16	0.759	0.283	0.797
	22	0.657	0.639	0.684
	28	0.253	0.347	0.388
	31	n.d.	0.056	n.d.
10° C	3	n.d.	n.d.	n.d.
	9	0.758	0.002	n.d.
	16	1.177	0.004	1.021
	22	1.769	0.005	2.724
	28	2.105	0.003	1.341
	31	1.548	n.d.	1.137

한편 succinic acid의 경우 0° C에서 숙성 말기에 조금 나타났을 뿐 생성량이 극히 낮았으며 이 같은 결과는 강 등¹⁴⁾의 결과와 유사함을 보였다.

총균수 및 젖산균수

0, 5, 10° C에서 숙성시키면서 균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 3, Fig. 4와 같다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 총균수는 증가하다가 숙성

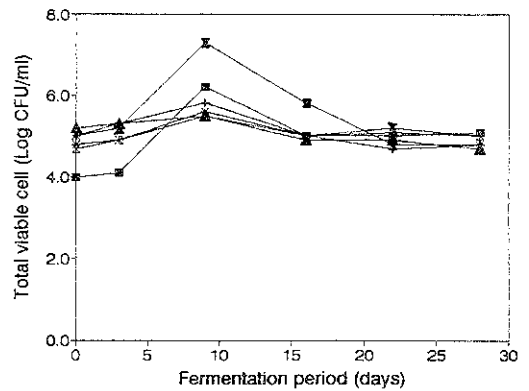


Fig. 3. Changes of total viable cell count in *Dongchimi* solution during fermentation.

- : fermented at 0° C, 2.0% salinity
- ▲ : fermented at 0° C, 2.4% salinity
- * : fermented at 5° C, 2.0% salinity
- ⊗ : fermented at 5° C, 2.4% salinity
- ⊕ : fermented at 10° C, 2.0% salinity
- ▼ : fermented at 10° C, 2.4% salinity

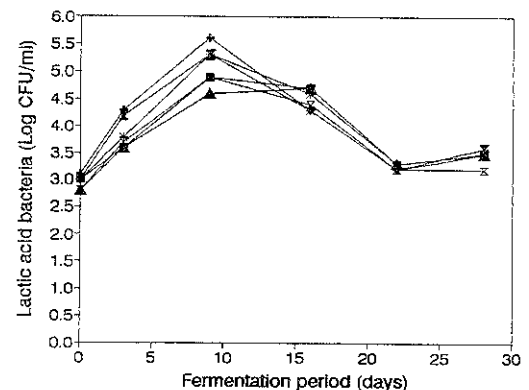


Fig. 4. Changes of lactic acid bacteria in *Dongchimi* solution during fermentation.

- : fermented at 0° C, 2.0% salinity
- ▲ : fermented at 0° C, 2.4% salinity
- * : fermented at 5° C, 2.0% salinity
- ⊗ : fermented at 5° C, 2.4% salinity
- ⊕ : fermented at 10° C, 2.0% salinity
- ▼ : fermented at 10° C, 2.4% salinity

10일경 부터 약간 감소하는 경향을 나타내었고, 젖산균수는 Fig. 4에서 보듯이 염도에 관계없이 숙성 초기에는 계속적인 증가를 보이다가 숙성 말기 부터 감소하였고 0°C에서 숙성시킨 동치미 보다 10°C에서 숙성시킨 동치미의 젖산균수가 더 많았다^{14,15}. 젖산균수가 증가하는 9~22일경의 lactic acid 함량을 조사한 결과 lactic acid 또한 증가하는 경향을 나타내어 젖산균수와 lactic acid 함량 변화는 일치하는 경향을 보여주고 있다.

휘발성 성분의 동정

숙성 적기라고 알려져 있는 pH 3.9~4.2의 동치미의 휘발성 성분을 동정하기 위해 GC/MS로 분석한 TIC결과는 Fig. 5와 같았다.

TIC에서 나타난 바와 같이 숙성적기의 동치미에서는 다수의 휘발성 성분들이 감지되었다. 각 peak의 mass spectrum을 wiley mass spectra data와 비교분석하여 성분추정이 가능한 일부 peak의 mass spectrum들은

Fig. 6과 같았다.

peak 1은 molecular ion인 m/e 86과 m/e 57(CH₂CH₃ 소실)의 base peak 및 m/e 71(CH₃ 소실)의 peak로 보아 3-methyl pentane으로 추정되며 peak 2는 molecular

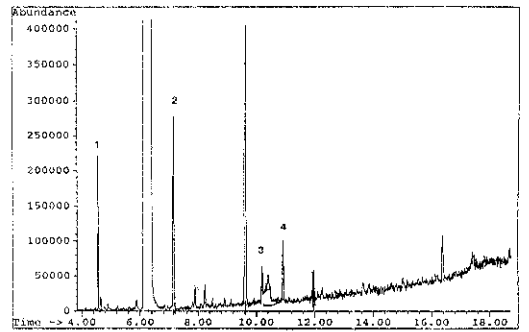


Fig. 5. Total ion chromatogram of flavor compounds extracted in *Dongchimi* solution fermented at 10°C, 2, 4 % salinity, 9th day.

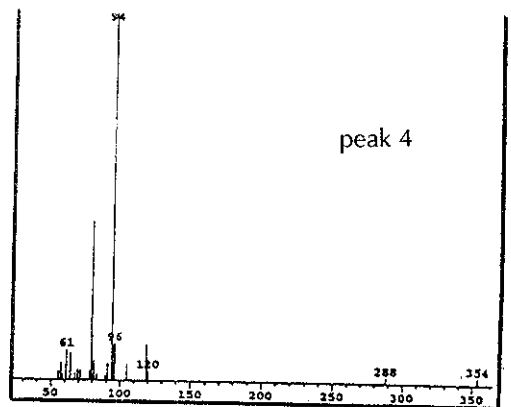
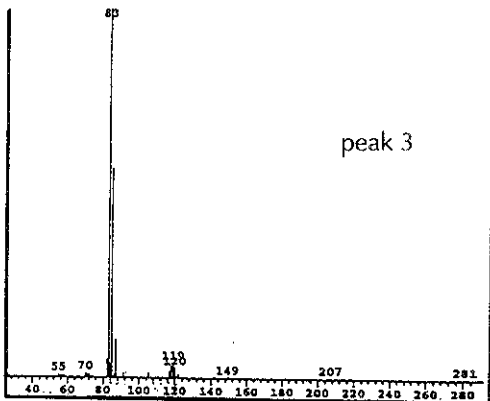
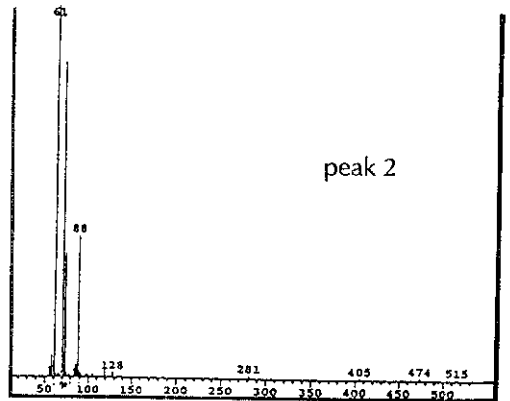
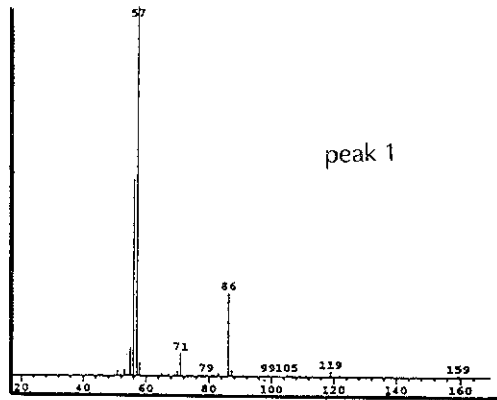


Fig. 6. Mass spectra of flavor components in *Dongchimi* solution.

ion인 m/e 88과 m/e 61 (CHCH₂ 소실)의 base peak 및 m/e 73 (CH₃ 소실)의 peak로 보아 ethyl thioethene으로 추정되며, peak 3은 molecular ion인 m/e 119와 m/e 91 (N=N소실)로 보아 2,3-diazaindolizine으로 추정되며 peak 4는 molecular ion인 동시에 base peak인 m/e 94와 m/e 79 (CH₃ 소실)의 peak 및 m/e 61 (CH₃ 소실 및 재배열)의 peak로 보아 dimethyl disulfide로 추정된다.

동치미의 휘발성 성분들은 주재료인 무와 부재료인 마늘, 파, 생강 등에 의하여 생성되는 것으로 판단되며¹⁶⁾ 본 실험의 결과만으로는 정확한 동정이 어려웠으며, 황과 질소 함유 성분들이 다수일 것으로 추정된다.

이온음료 제조를 위한 동치미 최적 담금조건

앞에서 분석한 자료를 토대로 이온음료 제조를 위한 동치미 최적 조건 설정에 있어 pH, 산도는 동치미의 중요한 품질지표가 된다. 이와 이¹⁷⁾의 보고에 의하면 동치미의 맛 냄새에 대한 관능평가의 결과에 따른 동치미 최적 숙기는 pH 4.2~3.9 산도 0.3~0.6이며, 본 실험에서는 pH 4.2~3.9 산도 0.1~0.4일 때가 최적 숙기였으며 비휘발성 유기산은 최적 숙기일 때 최대량이 검출되었다. 최적 pH 4.2~3.9 산도 0.1~0.4에 이르며 비휘발성 유기산도 최대량이 검출되는 동치미는 0°C에서 24~29일, 5°C에서 9~12일, 10°C에서 16~22일 숙성시킨 동치미를 이온음료 제조를 위한 최적 담금 조건으로 설정하고자 한다.

요 약

본 연구의 목적은 이온음료 제조를 위한 동치미 최적 담금 조건을 설정하고자 각 담금 조건 소금농도 2.0, 2.4%, 숙성온도 0, 5, 10°C에 따른 동치미액의 성분 분석을 행하였다. pH 감소속도 및 총산도는 동치미의 숙성온도가 높을수록 빠른 증가경향을 나타내었으며 유기산은 lactic acid, citric acid, malic acid가 검출되었고, 그 중 lactic acid 생성량이 가장 많았으며 succinic acid는 0°C 숙성 말기에 미량 검출되었다. 젖산균은 염도에 관계없이 숙성초기에 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었고 젖산균이 증가하는 기간에 lactic acid 함량도 증가하는 경향을 나타내어 젖산균수와 lactic acid 함량 변화는 일치하는 경향을 보여주고 있다. 휘발성 성분은 3-methyl pentane, ethyl thioethene, 2,3-diazaindolizine, dimethyl disulfide 등으로 추정되었다. 이온음료 제조를 위한 최적 담금 조건은 비휘발성 유기산이 최대량 검출되는 최적 숙기인 pH 4.2~3.9, 산도 0.

1~0.4에 이르는 동치미로 0°C에서 24~29일, 5°C에서 9~12일, 10°C에서 16~22일 숙성시킨 동치미를 최적 담금조건으로 설정하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 1993년도 산학협동재단의 지원에 의해서 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 안숙자 : 김치에 당근을 섞었을 때의 vitamin C의 변화. 대한가정학회지, **10**, 793(1972)
2. 신동화, 구영조 : 김치산업의 현황과 전망. 식품과학, **21**, 4(1988)
3. 조재선, 남창우 : 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사 연구. 동덕여대논문집, **9**, 199(1979)
4. 이혜수, 이머리 : 동치미 맛 성분에 관한 연구. 한국음식문화연구원논문집(1989)
5. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화 : 김치의 저장 중 향미 성분의 변화. 한국식품과학회지, **20**, 511(1988)
6. 강근옥, 손현주, 김우정 : 동치미 발효 중 화학적 및 관능적 성질의 변화. 한국식품과학회지, **23**, 267(1991)
7. 구경영, 강근옥, 김우정 : 김치의 발효과정 중 품질 변화. 한국식품과학회지, **20**, 476(1988)
8. 지옥화 : 염도를 달리한 무김치의 숙성기간에 따른 비휘발성 유기산의 변화. 충남대학교 석사학위논문(1988)
9. Min, T. I. and Kwan, T. W. : Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443(1984)
10. Park, I. S., Kang, S. J., Kim, J. H. and Noh, B. S. : 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)
11. 김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산 연구. 한국식품과학회지, **7**, 74(1975)
12. 이상금, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 임현숙 : 마늘 첨가량을 달리한 김치의 숙성에 따른 변화. 한국식품과학회지, **21**, 68(1989)
13. Park, Y. S., Ko, C. Y. and Ha, D. M. : Effect of temperature on the production of free organic acids during Kimchi fermentation. *J. Microbiology and Biotechnology*, **34**, 266(1993)
14. 김미경 : 김치 숙성 중 색상 변화와 밀폐용기에서의 숙성에 관한 연구. 효성여자대학교 석사학위논문(1994)
15. 심선택, 경규향, 유양자 : 김치에서 젖산균의 분리 및 이 세균들의 배추즙액발효. 한국식품과학회지, **22**, 373(1990)
16. 윤진숙, 이혜수 : 김치의 휘발성 향기성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, **9**, 116(1977)

(1994년 10월 8일 접수)