

## 백련초 추출물 첨가 김치의 관능적 특성 및 휘발성 성분에 대한 연구

이영숙<sup>1</sup> · 정은정<sup>2</sup> · 노정옥<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>전북대학교 바이오소재식품개발 및 산업화연구소

### Study on Sensory Properties and Volatile Flavor Compounds of Kimchi Added with Backryeoncho (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) Extracts

Young-Sook Lee<sup>1</sup>, Eun-Jeong Jeong<sup>2</sup> and Jeong-Ok Rho<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Human Nutrition, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

<sup>2</sup>Research Center for Industrial Development of BioFood Materials, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

#### Abstract

This principal objective of this study was to evaluate the sensory properties and flavor compounds of Kimchi prepared with different levels (0.0%, 0.4%, 0.8%, and 1.2%) of Backryeoncho extracts (BE). At high levels of BE, Kimchi showed increased level of crispness and flavor, and also jeotgal odor decreased in the sensory evaluation. Addition of 0.8 % BE resulted in the highest scores for color, taste, and overall acceptance of Kimchi. Therefore, addition of 0.8 % BE appears to be an acceptable approach to enhance the quality of Kimchi without reducing acceptability. As a result of flavor compound analysis, a total of 24 volatile flavor compound, including 11 S-containing compounds, 6 terpenes, 1 acid, 1 ester, 1 alcohol, 2 miscellaneous compounds, 2 thiocyanates, etc., were detected by GC/MS. The major volatile compounds were s-containing compounds and terpene hydrocarbon, and especially terpene of sabinene was newly detected in Kimchi with added BE. Levels of 2-vinyl-[4H]-1,3-dithiin derived from garlic flavor as a sulfide-containing compound along with diallyl trisulfide derived from green onion flavor were reduced in Kimchi with added 0.8% BE. Most sulfide-containing compounds were reduced in Kimchi with added BE, whereas most terpenes detected in control Kimchi were not detected.

Key words : Backryeoncho extracts, Kimchi, S-containing compounds, terpene, sabinene.

#### 서 론

손바닥선인장의 열매인 백련초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)는 열대성 식물로 제주도에서 재배되고 있으며, 예로부터 식용 및 약용으로 이용되어 왔다(Shin & Lee 2005). 백련초에 함유된 페놀성 물질과 플라보노이드 성분은 노화 억제와 항암 및 항돌연변이 효과가 있으며(Jeong *et al* 1999, Kossori *et al* 1998), 열매에서 분리된 pectin 성분은 콜레스테롤 저하와 당노 억제 및 관련 합병증 방지에 효과가 있는 것으로 보고되었다(Fernandez & Trejo 1994). 백련초의 빨간 열매는 상큼한 맛을 지니고 있으며 비타민 C, 식이섬유, 칼슘 및 철분 등의 무기질 성분이 풍부하여 우유, 다이어트 식품에 첨가될 뿐만 아니라, 식품 보존제 등으로 다양하게 활용되고 있다(Joung HS 2004, Shin & Lee 2005).

김치는 전통발효 식품으로 2001년 7월 Codex 국제 식품규격을 획득하고 세계 각국의 절임류와는 차별화된 세계적인

식품으로 인정받고 있다(Moon *et al* 2003). 배추와 부재료로 첨가되는 다양한 채소, 향신료 및 젓갈과 발효 과정에서 생성되는 젓산을 포함한 각종 유기산이 어우러져 김치 특유의 독특한 맛과 향을 생성한다. 그러나 발효 과정 중의 여러 가지 성분들의 변화는 관능적 특성에 영향을 미쳐 일정기간의 맛있는 상태 이후에는 신맛이 강해지고 조직이 물러지며, 휘발성 성분들의 조성 및 함량이 바뀌게 되어 김치의 특성이 달라진다(Paik *et al* 2006). 특히, 부재료로 첨가되는 젓갈은 김치의 휘발성 성분 형성에 중요한 역할을 하지만, 너무 많이 첨가하면 비린내의 불쾌한 냄새 때문에 개인에 따라서는 김치를 기피하는 원인이 되기도 한다(Ko *et al* 2004).

지금까지 김치에 대한 연구는 미삼과 오미자즙(Cho *et al* 2005), 매실 추출물(Lee *et al* 2002), 분말 녹차(Ko & Lee 2007), 자일리톨과 자몽씨 추출물(Moon *et al* 2003), 양파와 배(Choi & Cho 2009) 및 칼슘 분말제재(Park *et al* 2002) 등 다양한 재료를 첨가하여 저장 기간 동안의 발효 속성 및 관능적 특성 변화에 관한 연구가 이루어졌다. 김치의 향미와 관련한 연구는 김치의 휘발성 향미 성분(Yoon & Rhee 1977), 재료

\* Corresponding author : Jeong-Ok Rho, Tel : +82-63-270-4135, Fax : +82-63-270-3854, E-mail: jorho@chonbuk.ac.kr

에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미 성분(Ryu *et al* 1984), 김치의 저장 중 향미 성분(Hawer *et al* 1988), 신선초 김치 숙성 중 휘발성 향기 성분(Chun *et al* 2000), 갓김치 숙성 중 매운 맛 성분(Chun *et al* 1995) 및 김치 감압 건조 시 향기 성분 및  $\beta$ -cyclodextrin의 향기 성분 포집 효과(Eom *et al* 2009) 등의 연구가 있다.

김치의 휘발성 성분은 김치의 산미, 관능적 특성 및 기호도에 가장 큰 영향을 미치는 요소로 알려져 있다(Jeong & Ko 2010). Ha JH(2002)는 SPME로 포집한 김치의 휘발성 성분을 GC/AED 및 GC/MSD로 동정하여 dimethylsulfide 등 25종의 휘발성 성분을 확인하였으며, Hawer WD(2001)도 김치 연구에서 sulfide류가 대부분인 휘발성 성분 40여종을 확인하였다. Seo WH(2008)에 따르면 김치의 휘발성 향기 성분은 cabbage, broccoli 등의 십자화과 식물의 glucosinolate에서 유래되는 isothiocyanate류, nitrile류, thiocyanate류 등과 S-methyl-L-cysteine sulfoxide에서 유래되는 sulfide류가 있으며, 마늘, 파 등의 *Allium* 속에서 생성되는 S-2-propenyl L-cysteine sulfoxide류가 대부분인 것으로 보고되었다. Lee *et al*(2011)은 백련초 분말을 첨가한 김치의 색상, 맛 및 향미가 백련초 분말을 첨가하지 않은 김치보다 우수하며, 젓갈의 비린내를 감소시켜 기호도를 증진시켰다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 백련초 추출물을 첨가한 김치의 관능평가를 실시하여 김치의 최적 레시피를 결정하였으며, 백련초 추출물 무첨가 김치와 첨가 김치의 휘발성 성분을 분석하여 백련초 추출물의 첨가가 김치의 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

김치의 준비를 위해 주재료인 배추, 무, 다진 마늘, 다진 생강, 쪽파, 백설탕, 고춧가루, 찹쌀전분, 멸치액젓, 새우젓은 2011년 전주 지역의 대형마트에서 구입하였고, 백련초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)는 2011년 2월에 수확한 것을 (주)제주도 선인장 마을 농원(제주특산물 개발원)에서 구입하여  $-18^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 보관하며 사용하였다.

### 2. 시료의 제조

#### 1) 백련초 추출물의 제조

세척하여 분쇄된 백련초는(400 g) 증류수를 5배(2,000 mL)하여 환류 냉각관을 부착시킨 플라스크에 넣고  $80^{\circ}\text{C}$ 의 향온 수조(TW-PC-1, Korea)에서 3시간씩 2회 추출 후 여과지(Whatman No. 2, Maidstone, England)로 여과하였다. 여과된 추출액은 감압 여과 장치(Eyela, N-N, Tokyo Rikakikai Co. Ltd., Japan)를 사용하여  $40^{\circ}\text{C}$ 에서 감압 농축되었으며, 용매를 제

거한 농축액은  $-40^{\circ}\text{C}$ 의 초저온 냉동고(MDF-U50V, Sanyo Electric Co. Ltd., Japan)에 보관하며 사용하였다.

### 2) 김치 제조

김치 제조 레시피는 선행 연구(Lee *et al* 2011, Yang ES 2006) 고찰과 다수의 예비 실험을 통해 결정하였으며, 재료 배합비는 Table 1과 같다. 배추는 겉잎을 제거하고 1/4로 절단한 다음 실온에서 10%(w/v) 소금 용액에 10시간 절인 후 수돗물로 3회 세척하여 3시간 동안 자연 탈수시켰다. 탈수된 배추는  $3\times 3$  cm, 무는  $0.2\times 3\times 3$  cm, 쪽파는 3 cm의 크기로 준비하였고, 찹쌀풀은 가루와 물의 비율을 1 : 4로 준비하였다. 절인배추와 무, 쪽파에 양념을 고루 혼합한 후 김치 무게에 대하여 백련초 추출물을 0%(Control), 0.4%(W1), 0.8%(W2), 1.2%(W3)를 첨가하여 김치를 제조한 후 관능평가와 분석시료로 사용하였다.

### 3. 관능평가

관능 평가 요원은 식품영양학과 대학원생 20명을 선정하여 실험목적과 관능적 품질요소를 잘 인식하도록 설명하고, 예비실험을 통하여 훈련시킨 후 7점 평정법(Scoring test)을 이용하여 실시하였다(Lee *et al* 2011). 전 시료에 대한 관능 특성이 다음 시료에 영향을 주지 않도록 하기 위해 각 시료의 검사

**Table 1. Ingredient of Kimchi added with hot water extract of Backryeoncho (*Opuntia ficus indica* var. *saboten*)**

Ingredient (g)	Samples		
	C <sup>1)</sup>	W1	W2
Salted Chinese cabbage	1,000	1,000	1,000
Red pepper powder	53	53	53
Mixed garlic	50	50	50
Mixed ginger	7	7	7
Radish	86	86	86
Small green onion	32	32	32
Waxy rice paste	10	10	10
White sugar	2.5	2.5	2.5
Fluid anchovy sauce	33	33	33
Salt-fermented shrimps	30	30	30
Hot water extract of Backryeoncho	0	5.3	10.6

<sup>1)</sup> C : Control.

W1 : Addition of 0.4% (w/w) hot water extract of Backryeoncho (g).

W2 : Addition of 0.8% (w/w) hot water extract of Backryeoncho (g).

W3 : Addition of 1.2% (w/w) hot water extract of Backryeoncho (g).

전에는 입안을 행구도록 하였으며, 물과 함께 밥을 제공하였다. 관능평가 항목은 색, 향미, 젓갈 비린내, 아삭함, 맛, 전체적인 기호도로 특성이 강할수록 높은 점수로 평가하였다.

#### 4. 백련초 추출물 첨가 김치의 휘발성 성분 분석

휘발성 성분 분석은 백련초 추출물을 첨가하지 않은 대조군 김치와 백련초 추출물 첨가 김치 중 관능평가에서 가장 높은 평가를 받은 김치를 분석 시료로 사용하였다. 연속 증류 추출 장치에 의해 얻어진 휘발성 성분은 GC/MS spectrometry(Agilent, 6890 gas chromatograph/5973 mass selective detector, Agilent Co., USA)로 분석하였다. 실험에 사용한 column은 DB-5MS(30 m length×0.25 mm i.d.×0.25 μm film thickness: J & W Scientific, Folsom, USA)를 사용하였다. 온도는 40℃에서 5분 유지한 후 5℃/min으로 승온하여 200℃에서 10분간 유지하였다. GC 주입부와 interface 온도는 280℃, mass range는 40~550 m/z, linear velocity는 40 cm/sec, multiplier voltage 은 1,500V, ionization voltage는 70eV로 설정하고, 운반기체는 He를 사용하였으며, flow는 1 mL/min을 사용하였다. GC-MS에 의해 분리된 peak의 성분은 mass spectra와 wiley mass spectra data base(Agilent Co., USA)의 mass spectra를 비교하여 확인하였으며, 문헌의 자료 등을 통하여 휘발성 성분은 peak area의 ratio로 나타내어 양을 비교하였다.

#### 5. 통계

통계 분석은 SPSS for Windows 12.0(SPSS Inc., 2004, USA)을 사용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며, 유의성은  $p <$

0.05 수준으로 one-way ANOVA test 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan' multiple range test)을 통하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 추출수율

여과된 백련초 추출액은 감압 여과 장치로 용매를 증발시켜 농축액을 얻었으며, 이때 얻어진 농축액의 최종 부피는 53 mL이었다.

#### 2. 관능평가

백련초 추출물 첨가 김치의 관능평가 결과는 Table 2와 같다. 김치의 색은 백련초 추출물을 첨가하지 않은 대조군보다 추출물 첨가군이 높은 평가를 받았으며, 백련초 추출물 0.8% (W2) 첨가군이 유의적으로 가장 높은 값을 보였다( $p < 0.001$ ). Kim HU(2004)와 Lee *et al*(2011)도 백련초 국물과 분말을 김치에 적정량 첨가하였을 때 김치의 색상 선호도가 더 높다고 하였다. 이는 백련초의 적색 색소인 betalains(Lee *et al* 2000)가 김치의 색을 더욱 선명하게 유지시켜 주기 때문에, 김치의 색상에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 김치의 향미는 백련초 추출물의 첨가량이 증가할수록 높은 평가를 받았으나 실험군간 유의적 차이는 없었다. 젓갈은 김치에 감칠맛을 내게 하여 김치의 맛을 더욱 풍요롭게 하지만, 각종 질소화합물 등이 함유되어 있어 너무 많이 사용하면 비린내나 불쾌한 냄새로 기호도가 저하되는 것으로 알려져 있다(Cho JS 2000, Ko *et al* 2004). 김치의 젓갈비린내는 대조군이 5.86으로 가

**Table 2. Sensory evaluation scores of Kimchi prepared with different hot water extract of Backryeoncho (*Opuntia ficus indica* var. *saboten*)**

Attributes	Treatments				F-value
	C	W1	W2	W3	
Color	4.57±1.60 <sup>b1)</sup>	6.57±1.78 <sup>a</sup>	6.83±1.39 <sup>a</sup>	6.29±2.00 <sup>a</sup>	6.823 <sup>***</sup>
Flavor	5.00±1.36	6.00±1.71	6.43±2.14	6.71±1.89	2.435 <sup>NS</sup>
Jeotgal odor	5.86±1.70 <sup>a</sup>	4.07±0.73 <sup>b</sup>	3.86±0.86 <sup>b</sup>	3.79±0.89 <sup>b</sup>	10.886 <sup>***</sup>
Crispness	4.14±1.29 <sup>b</sup>	5.86±1.51 <sup>a</sup>	6.86±1.23 <sup>a</sup>	6.90±1.92 <sup>a</sup>	10.589 <sup>***</sup>
Taste	4.14±1.51 <sup>b</sup>	5.57±1.65 <sup>a</sup>	6.57±1.39 <sup>a</sup>	6.14±1.70 <sup>a</sup>	6.36 <sup>***</sup>
Overall acceptance	3.86±1.29 <sup>b</sup>	6.57±1.39 <sup>a</sup>	6.89±1.32 <sup>a</sup>	6.86±1.99 <sup>a</sup>	14.404 <sup>***</sup>

C : Control (0%).

W1 : Addition of 0.4% (w/w) hot water extract of Backryeoncho (g).

W2 : Addition of 0.8% (w/w) hot water extract of Backryeoncho (g).

W3 : Addition of 1.2% (w/w) hot water extract of Backryeoncho (g).

<sup>1)</sup> <sup>ab</sup> Value with different superscripts within the same row are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$ . <sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.001$ .

<sup>NS</sup> Not significant.

장 높은 값을 나타냈으며( $p<0.001$ ), 첨가군은 4.07(W1), 3.86(W2), 3.79(W3)로 추출물의 첨가량이 증가할수록 젓갈비린내가 감소하는 것으로 평가되었다. 김치의 아삭함은 백련초 추출물 첨가군이 대조군에 비해 높은 평가를 받았다( $p<0.001$ ). Choi *et al*(2006)은 배추 조직의 경도는 펙틴과 관계가 있으며, 칼슘이 펙틴과 결합하고 조직의 경도를 증가시키므로 김치의 아삭거움을 증진시킨다고 하였는데, 백련초에 풍부하게 함유된 식이섬유, 칼슘 및 펙틴 등(Fernandez & Trejo 1994)이 김치의 조직에 영향을 미치는 것으로 보인다. 김치의 맛은 백련초 추출물 첨가군이 대조군에 비해 유의적으로 높은 값을 보였으며, 백련초 추출물 0.8%(W2) 첨가군이 가장 높은 평가를 받았다( $p<0.001$ ). 전체적 기호도는 대조군의 기호도가 가장 낮았으며, 백련초 추출물을 0.8%(W2) 첨가군이 유의적으로 높았다( $p<0.001$ ). Kim HU(2004)와 Lee *et al*(2011)도 백련초를 첨가한 나박김치와 배추김치가 대조군에 비해 맛과 전체적 기호도에서 좋은 평가를 받았다고 하였다. 이상의 결과, 백련초 추출물을 첨가하여 김치를 제조할 때는 백련초 추출물 0.8% 첨가가 바람직하겠다.

### 3. 백련초 김치의 휘발성 성분

백련초 추출물을 첨가하지 않은 대조군과 관능평가에서 가장 기호도가 높은 백련초 추출물 0.8%(W2) 첨가 김치를 GC-MS로 분석하여 얻어진 휘발성 성분 결과는 Table 3과 같다. GC-MS total ion chromatogram은 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

대조군 김치와 백련초 추출물 첨가 김치에서는 S-containing compounds(11종), terpenes(6종), thiocyanates(2종), acid(1종), ester(1종), alcohol(1종), miscellaneous compounds(2종), 등 총 24종의 휘발성 향기 성분들이 분석되었다. 분석된 휘발성 성분들 중에는 S-containing compounds류와 terpene hydrocarbon류가 주요 성분으로 나타났으며, 대조군에서는 탐지되지 않은 terpene hydrocarbon류의 sabinene 성분이 백련초 추출물 첨가 김치에서 탐지되었다.

함황화합물 성분은 대조군과 백련초 추출물 첨가군에서 methyl-2-propenyl disulfide, 4-isothiocyanato-1-butene, di-2-propenyl trisulfide, diallyl disulfide, dimethyl trisulfide, 3-vinyl-[4H]-1,3-dithin, 2-vinyl-[4H]-1,3-dithin, diallyl trisulfide, allyl mercaptan, dimethyl tetrasulfide, n,n-dimethyl-ethanethioamide 등 11종의 성분이 탐지되었다. Jeong & Ko(2010)와 Ko *et al*(2004)은 숙성되지 않은 김치의 향미 성분 분석에서 ethanol, allyl mercaptan, methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, methyl propyl disulfide, diallyl disulfide 등의 향기 성분 6종을 주요 휘발성 성분으로 보고하였는데, 본 연구에서도 유사한 성분들이 분석되었다. 강한 향미 특성을 가지는 함황화합물류는 김치 제조 시 부재료로 사용하는 마늘과 생강 및 파 등

의 *Allium* 속에서 생성되거나 배추나 무에 의한 향기 성분으로(Cha *et al* 1998) 대조군에서 함황화합물 성분이 높은 것으로 분석되었다. 함황화합물 중 마늘의 주요 휘발성 성분인 3-vinyl-[4H]-1,3-dithin, 2-vinyl-[4H]-1,3-dithin(Kim *et al* 2006, Yoon *et al* 2008), allyl mercaptan(Seo WH 2008), dimethyl tetrasulfide(Cha *et al* 1999), diallyl disulfide(Seo WH 2008) 및 파와 양파 냄새의 주요 휘발성 성분인 diallyl trisulfide(Park *et al* 2001), dimethyl trisulfide(Seo *et al* 2008)는 대조군에 비해 백련초 추출물 첨가군에서 성분의 함량이 감소된 것으로 분석되었다. Kim & Yoon(2002)은 김치에 첨가되는 강한 향신료의 맛은 김치의 기호도를 저하시킨다고 하였는데, 본 연구의 관능평가에서 대조군에 비해 백련초 추출물 첨가 김치의 맛과 전체적 기호도가 높게 평가된 것은 위와 같은 향신료의 휘발성 성분 감소와 관련이 있는 것으로 판단된다.

Sulfide 류와 함께 배추김치의 주된 휘발성 성분인 4-isothiocyanato-1-butene은 대조군에 비해 백련초 추출물 첨가군에서 높게 탐지되었다. 4-isothiocyanato-1-butene 성분은 김치의 주재료인 배추 조직의 파쇄 및 조리 과정 중 glucosinolates의 sinigrin hydrolysis에 의해 생성되며, 십자화과 식물의 특징적이고 자극적인 향미를 나타낸다(Ha JH 2002). Yoo *et al*(2006)은 겨자의 휘발성 성분 분석 결과, 4-isothiocyanato-1-butene은 겨자의 주된 휘발성 성분이며, isothiocyanate 화합물은 식중독 미생물에 높은 항균력을 나타내는 것으로 보고하였다. 파와 마늘의 휘발성 성분인 di-2-propenyl trisulfide, methyl-2-propenyl disulfide(Yoon *et al* 2008)도 대조군에 비해 백련초 추출물 첨가군에서 높게 탐지되었다. Hawer WD(1994)과 Hawer *et al*(1988)은 김치 저장 0~3일 사이에 dimethyl disulfide, methyl-2-propenyl disulfide, dimethyl trisulfide, di-2-propenyl trisulfide, 2-vinyl-[4H]-1,3-dithiin 등의 함황화합물의 성분 함량이 크게 감소한다고 하였으며, Cheigh HS(2004)와 Jeong & Ko(2010)도 김치의 다양한 휘발성 성분들 중 함황화합물은 비교적 강한 향미 특성이 있으나, 그 농도는 김치가 숙성이 되면서 차츰 감소한다고 하였다.

Terpene hydrocarbon류인  $\alpha$ -curcumene,  $\alpha$ -zingiberene,  $\alpha$ -farnesene,  $\gamma$ -muurolene,  $\beta$ -sesquiphellandrene 성분들은 대조군에서는 탐지되었으나, 백련초 추출물 첨가군에서는 탐지되지 않았다. Hawer WD(2001)는 terpenes 종류는 여러 가지 향신료에서 흔히 분리되는 방향성 물질이며, 김치에서 이들이 분리된 것은 발효 과정 중에 생성된 것이 아니라, 첨가된 생강과 같은 향신료에서 유리된 것이라 하였다. Kim *et al*(2006)과 Yoon *et al*(2008)도 이와 같은 terpenes류는 김치의 저장기간이 길어짐에 따라서 점차 그 양이 감소한다고 하였다.

감귤과 소나무향의 sabinene 성분은 주로 숙성된 김치에서 나타나는 terpenes류(Yoon *et al* 2008)로 대조군에는 탐지되

**Table 3. Volatile compounds identified and odor description in Kimchi with added hot water extract of Backryeoncho**

No	$t_R$ (min)	Compounds	Odor description	% of total	
				Control	W2
S-containing compounds					
1	4.74	Methyl-2-propenyl disulfide	Sulfury <sup>1)</sup>	2.797	6.903
2	5.86	4-Isothiocyanato-1-butene	Mustard <sup>9)</sup>	0.617	2.839
3	7.70	Di-2-propenyl trisulfide	Alliaceus/garlic <sup>1),6)</sup>	27.687	57.030
4	8.03	Diallyl disulfide	Garlic/sulfury <sup>3)</sup>	1.393	1.110
5	8.73	Dimethyl trisulfide	Green onion <sup>3)</sup>	1.270	0.982
6	9.61	3-Vinyl-[4H]-1,3-dithin	Spicy/garlic-like <sup>1)</sup>	12.219	6.890
7	10.00	2-Vinyl-[4H]-1.3-dithin	Spicy/garlic-like <sup>1)</sup>	8.591	3.970
8	11.27	Diallyl trisulfide	Spicy <sup>4)</sup>	8.217	2.042
9	11.78	Allyl mercaptan	Sulfury/garlic <sup>3)</sup>	1.221	0.785
10	14.51	Dimethyl tetrasulfide	Strong garlic/spicy <sup>5)</sup>	0.459	0.419
11	13.00	N',N-dimethyl-ethanethioamide		0.702	ND <sup>10)</sup>
Terpene hydrocarbons					
12	13.63	$\alpha$ -Curcumene	Fruity <sup>1)</sup>	0.832	ND
13	13.80	$\alpha$ -Zingiberene	Spice fresh sharp <sup>1)</sup>	1.753	ND
14	13.87	$\alpha$ -Farnesene	Citrus/fresh green <sup>7)</sup>	0.405	ND
15	13.96	$\gamma$ -Muurolene	Fresh green <sup>8)</sup>	0.954	ND
16	14.18	$\beta$ -Sesquiphellandrene	Herbal fruity woody <sup>1)</sup>	0.775	ND
17	6.90	Sabinene	Citrus/pine spice <sup>1)</sup>	ND	1.699
Thiocyanates					
18	13.07	Ethane isothiocyanate	Pungent/garlic mustard <sup>4)</sup>	0.448	ND
19	13.48	2-Phenethyl isothiocyanate	Musty/green horseradish <sup>1)</sup>	1.274	ND
Ester					
20	5.63	Phenylethyl acetate	Balsamic <sup>2)</sup>	2.103	ND
Acohol					
21	11.57	1,3,2-Dioxaborolane-4,5-dimethanol		0.790	0.664
Acid					
22	7.93	Acetic acid	Rancid/sour <sup>2)</sup>	1.476	0.804
Miscellaneous compounds					
23	5.61	N,N'-Dimethyl thiourea		3.621	3.263
24	10.29	Benzenepropanenitrile	Fresh Chinese cabbage <sup>3)</sup>	0.446	ND

<sup>1)</sup> Odor description was compared with Yoon *et al* (2008), <sup>2)</sup> Kim *et al* (2006), <sup>3)</sup> Seo WH (2008), <sup>4)</sup> Hawer WD (1994), <sup>5)</sup> Cha *et al* (1999), <sup>6)</sup> Jeong *et al* (2007), <sup>7)</sup> Seo *et al* (2008), <sup>8)</sup> Park *et al* (1997), <sup>9)</sup> Yoo *et al* (2006), <sup>10)</sup> ND : Not detected.

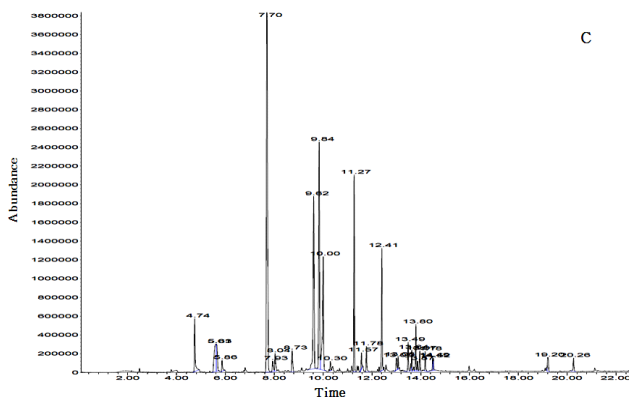


Fig. 1. Total ion chromatogram of volatile flavor compounds in Kimchi as control group.

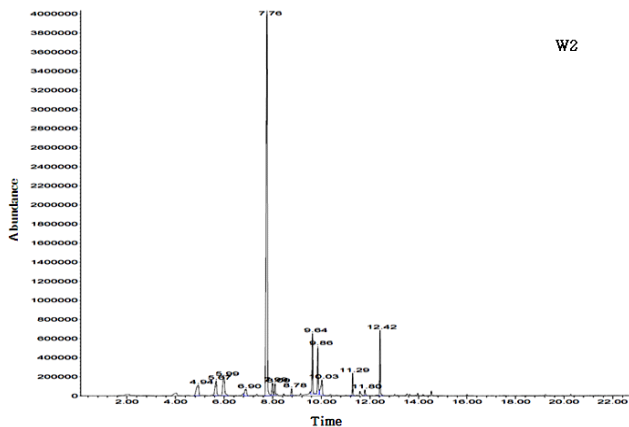


Fig. 2. Total ion chromatogram of volatile flavor compounds in Kimchi adding 0.8% Backryeoncho (*Opuntia ficus indica* var. *saboten*) hot water extract.

지 않았으나, 백련초 추출물 첨가군에서 탐지되었다. Chun *et al*(2000)은 각종 유기산, flavonoid, coumarin, saponin 등의 생리활성 물질을 함유한 신선초 김치의 숙성 중 휘발성 성분의 변화에서 주요 휘발성 물질을 sabinene이라 하였으며, 김치가 숙성됨에 따라 sabinene 성분은 감소한다고 하였다. 백련초에는 각종 유기산, flavonoid, saponin, isobetain, 총폴리페놀 화합물을 함유(Park *et al* 2001)하고 있어, 이러한 성분들의 영향으로 sabinene 성분이 백련초 추출물 첨가군에서 탐지된 것으로 판단된다. 김치의 부패취 특성을 갖는 acetic acid(Kim *et al* 2006)는 첨가군보다 대조군에서 높게 탐지되었다. 발사믹향의 phenylethyl acetate(Kim *et al* 2006)와 생배추향 성분인 benzenepropanenitrile(Seo WH 2008)은 대조군에서는 탐지되었으나, 백련초 추출물 첨가군에서는 미탐지되거나 감소된 것으로 분석되었다. 매운 맛 성분인 ethane isothiocyanato(Hawer WD 1994)와 2-phenethyl isothiocyanate(Yoon *et al* 2008)은 대조군에서만 탐지되었으며, 첨가군에서는 탐지되지

않았다.

Cha *et al*(1999)은 젓갈의 냄새 성분 분석에서 함황화합물류는 dimethyl trisulfide 이외에 상한 양과 냄새를 가지는 dimethyl disulfide, 황/마늘향의 allyl sulfide, 마늘/양념류향을 가지는 dimethyl tetrasulfide 및 diallyl trisulfide 등 강한 함황화합물이 분석되었으며, FD 6 이상을 나타낸 dimethyl trisulfide는 새우젓의 특징적인 냄새에 기여하는 것으로 보고하였다. 또한 함황화합물은 낮은 역치로 인하여 수산가공품에서 강한 황 냄새나 조리한 양배추 냄새 및 멸치젓의 냄새 성분에 영향을 끼친다고 하였다. Cha YJ(1992)와 Lee *et al*(1997)도 숙성된 토하젓에는 생강에 많이 함유되어 있는 monoterpene 및 sesquiterpene류와 zingiberene, phellandrene, camphene, farnesene 등, terpene류의 함량이 상당량 검출되었는데, 이는 시판 토하젓 제조 시 첨가된 생강에 의해 생성된 휘발성 성분으로 추정하였다. 따라서 멸치액젓과 새우젓의 특징적 냄새에 기여하는 S-containing compounds와 terpene류는 본 연구의 멸치액젓과 새우젓을 첨가하여 제조한 대조군 김치에서는 대부분 탐지되었으나, 백련초 추출물 김치에서는 그 성분들이 감소되거나 탐지되지 않은 것으로 분석되었다.

이상과 같이 백련초 추출물 첨가 김치의 휘발성 성분 분석 결과, 백련초 추출물 김치에서 7종의 S-containing compounds 성분 함량이 감소되고, 5종의 terpene류 성분이 미탐지되었다. 백련초 추출물 첨가군에서 증가된 휘발성 성분은 겨자향의 4-isothiocyanato-1-butene, 마늘과 파향의 di-2-propenyl trisulfide, methyl-2-propenyl disulfide, 감귤향인 sabinene 성분으로 이와 같은 성분들이 백련초 추출물 첨가 김치의 냄새 변화에 영향을 준 것으로 보인다. 또한 백련초 추출물에 함유된 saponin, ascorbic acid, alkaloids, flavonoids,  $\beta$ -sitosterol, polypeptide, polyphenol 등과 다양한 유기산(Park *et al* 2001)의 영향으로 관능 평가에서 마늘, 파 및 생강 등의 향신료 냄새와 젓갈 냄새는 감소되고, 신선한 냄새는 증가함으로써 백련초 추출물을 첨가한 김치가 높은 평가를 받은 것으로 판단된다.

## 결론 및 요약

백련초 추출물 첨가 김치의 관능평가 결과, 김치의 아삭거리림과 향미는 백련초 추출물 첨가량이 증가할수록 대조군 김치에 비해 우수한 것으로 평가되었으며, 김치의 젓갈 비린내 또한 백련초 추출물 첨가량이 증가할수록 젓갈비린내가 감소한 것으로 평가되었다. 김치의 색과 맛 및 전체적 기호도 평가 결과는 백련초 추출물 0.8%(W2) 첨가군이 가장 높은 평가를 받았다. 대조군 김치와 관능평가에서 높은 평가를 받은 백련초 추출물 0.8%(W2)첨가 김치의 휘발성 성분 분석 결과, 총 24종의 휘발성 성분들이 탐지되었다. 주요 성분은 S-con-

taining compounds류와 terpene hydrocarbon류로 분석되었으며, terpene hydrocarbon류의 sabinene 성분이 백련초 추출물을 첨가한 김치에서 탐지되었다. 마늘과 파 및 양파 냄새의 2-vinyl-[4H]-1,3-dithin, diallyl trisulfide 성분 등 7종의 함황화합물들은 백련초 추출물 첨가군에서 감소되었으며, 대조군에서 탐지된 5종의 terpene류는 백련초 추출물 첨가군에서는 탐지되지 않았다. 이상의 결과, 백련초 추출물 첨가군에서 증가된 4-isothiocyanato-1-butene, methyl-2-propenyl, disulfide, di-2-propenyl disulfide 등의 함황화합물 성분과 terpene류의 sabinene 성분이 백련초 추출물 첨가 김치 냄새의 주된 휘발성 성분으로 판단된다.

## 문헌

- Cha YJ (1992) Volatile flavor components in Korean salt-fermented anchovy. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 719-724.
- Cha YJ, Kim HK, Cadwallar KR (1998) Aroma-active compounds in Kimchi during fermentation. *J Agr Food Chem* 46: 1944-1953.
- Cha YJ, Kim HK, Jang SM, Park JY (1999) Identification of aroma-active compounds in Korean salt-fermented fishes by aroma extract dilution analysis. 2. aroma-active components in salt-fermented shrimp on the market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 319-325.
- Cheigh HS (2004) Fermentation and food science. Hyoil, Seoul. pp 206-240.
- Cho IY, Lee HR, Lee JM (2005) The quality changes of less salty Kimchi prepared with extract powder of fine root of ginseng and *Schinzandra chinensis* juice. *Korean J Food Culture* 20: 305-314.
- Cho JS (2000) Research on Kimchi. Yurim, Seoul. p 167.
- Choi EJ, Cho SH (2009) Effects of onion and pear on Kimchi quality characteristics during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 243-251.
- Choi YM, Whang JH, Kim JM, Suh HJ (2006) The effect of oyster shell powder on the extension of the shelf-life of Kimchi. *Food Control* 17: 695-699.
- Chun SS, Cho YS, Shim SY, Shon MY, Choi SH, Lee SR (2000) Changes in chlorophyll contents and volatile compounds of *Angelica keiskei* Kimchi during fermentation. *Korean J Food & Nutr* 13: 59-65.
- Chun SS, Choi OJ, Cho YS, Park SK, Par JR (1995) Changes in pungent components of Dolsan leaf mustard Kimchi during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 54-59.
- Eom HJ, Yoo KS, Yim CY, Joo SJ, Han JH, Jin Q, Yoon HS, Han NS (2009) Changes of aroma compounds during Kimchi powder production and encapsulation effect of  $\beta$ -cyclodextrin. *Food Engineering Progress* 13: 190-194.
- Fernandex ML, Trejo A (1994) Prickly pears (*Opuntia* sp.) pectin alters hepatic cholesterol metabolism without affecting cholesterol absorption in Guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. *J Nutr* 124: 817-824.
- Ha JH (2002) Analysis of volatile organic compounds in Kimchi absorbed in SPME by GC-AED and GC-MSD. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:543-545.
- Hawer WD (1994) Study of changes in flavor components in Korean cabbage Kimchi during fermentation. pp 175-190. In: Science of Kimchi. Symposium of Korean Soc Food Sci Technol. Seoul.
- Hawer WD (2001) Volatile odor components of Kimchi. Science and Technology of Kimchi. Abstract of 13th symposium of Kimchi research institute, Pusan National University, Pusan pp 163-176.
- Hawer WD, Ha JH, Seog HM, Nam YJ, Shin DW (1988) Changes in the taste and flavor compounds of Kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 511-517.
- Jeong HS, Ko YT (2010) Major odor components of raw Kimchi materials and changes in odor components and sensory properties of Kimchi during ripening. *Korean J Food Culture* 25: 607-614.
- Jeong SJ, Jun KY, Kang TH, Ko EB, Kim YC (1999) Flavonoids from the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Korean J Pharmacogn* 30: 84-97.
- Joung HS (2004) Quality of characteristics of paeksulgis added powder of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 93-98.
- Kim HU (2004) Effect of prickly pear (fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) added on fermentation of Nabak Kimchi. *Culinary Soc Korea* 29: 21-49.
- Kim JA, Yoon HS (2002) A survey on middle school student' preference for Kimchi in Masan and Changwon city. *J Korean Diet Assoc* 8: 289-300.
- Kim JY, Park EY, Kim YS (2006) Characterization of volatile compounds in low-temperature and long-term fermented baechu Kimchi. *Korean J Food Culture* 21: 319-324.
- Ko YT, Hwang JK, Baik IH (2004) Effects of Jeotkal addition on quality of Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 36: 123-128.
- Ko YT, Lee SH (2007) Quality characteristics of Kimchi added with green tea powder. *J Korean Soc Appl Biol Chem*

- 50: 281-286.
- Kossori RL, Villaume C, Boustani E, Sauvaire Y, Mejean L (1998) Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus-indica* sp.). *Plant Foods Hum Nutr* 52: 263-270.
- Lee JS, Lee DS, Kim H, Jang SM, Choi HG, Cho SY, Cha YJ, Lee EH (1997) Flavor compounds in commercial Toha-jeot. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 222-229.
- Lee SH, Cho YS, Choi SH (2000) Dyeing of wool fabric by the pigment extracted from *Opuntia ficus-indica*. *J Korean Soc Dyers and Finishers* 18: 8-14.
- Lee SH, Choi JS, Park KN, Im YS, Choi WJ (2002) Effects of *Prunus mume* Sie. extract on growth of lactic acid bacteria isolated from Kimchi and preservation of Kimchi. *Korean Soc Food Preserv* 9: 292-297.
- Lee YS, Sohn HS, Rho JO (2011) Changes in the quality of Baechu Kimchi added with Backryeoncho (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 59-70.
- Moon SW, Shin HK, Gi GE (2003) Effects of xylitol and grapefruit seed extract on sensory value and fermentation of Baechu Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 35: 246-253.
- Paik JE, Lee HS, Rhee HS (2006) Quality changes of cucumber Kimchi prepared with different minor ingredients during fermentation. *Korean J Food Nutr* 4: 473-481.
- Park EH, Kahng JH, Lee SH, Shin KH (2001) An anti-inflammatory principle from cactus. *Fitoterapia* 72: 288-290.
- Park WP, Park KK, Cheong YJ, Lee IS (2002) Effect of calcium powder addition on the quality characteristics of Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 428-432.
- Ryu JY, Lee HS, Rhee HS (1984) Changes of organic acids and volatile flavor compounds in Kimchi fermented with different ingredients. *Korean J Food Sci Technol* 16: 169-174.
- Seo HY, Lee HC, Kim YS, Choi IW, Park YK, Shin DB, Kim KS, Choi HD (2008) Characteristics of volatile flavor compounds of fuji apples by different extraction methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1615-1621.
- Seo WH (2008) Formation mechanism and dynamics of aroma-active compounds in Baechu Kimchi. *Ph D Dissertation*. Dankook University, Seoul. p 10.
- Shin DH, Lee YW (2005) Quality characteristics of bread added with prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) powder. *Korean J Food & Nutr* 18: 341-348.
- Yang ES (2006) Quality characteristics of Chungkukjang-Kimchi and its acceptability in school food service. *MS Thesis* Chonbuk National University, Jeonju. pp 17-18.
- Yoo MJ, Kim YS, Shin DH (2006) Antibacterial effects of natural essential oils from various spices against *Vibrio* species and their volatile constituents. *Korean J Food Sci Technol* 38: 438-443.
- Yoon JS, Rhee HS (1977) A study on the volatile flavor components in Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 9: 116-122.
- Yoon MK, Kwon MK, Lee SM, Kim JW, Cho MS, Jong ML, Kim YS (2008) Characterization of volatile components according to fermentation periods in gamdongchotmoo Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 40: 497-502.

---

접 수: 2012년 4월 30일  
 최종수정: 2012년 7월 24일  
 채 택: 2012년 8월 22일