

## 김치 감압건조 시 향기성분의 변화 및 $\beta$ -cyclodextrin의 향기성분 포집효과

엄현주 · 유기선 · 임창연 · 주성조<sup>1</sup> · 한진희<sup>1</sup> · 김청<sup>2</sup> · 윤향식<sup>3</sup> · 한남수\*

충북대학교 식품공학과, <sup>1</sup>(주)삼아벤처, <sup>2</sup>중국 연변대학농학원 식품과학과, <sup>3</sup>충청북도농업기술원

### Changes of Aroma Compounds during Kimchi Powder Production and Encapsulation Effect of $\beta$ -Cyclodextrin

Hyun-Ju Eom, Ki-Seon Yoo, Chang Youn Yim, Seoungjo Joo<sup>1</sup>, Jinhee Han<sup>1</sup>, Qing Jin<sup>2</sup>, Hyang-Sik Yoon<sup>3</sup>, and Nam Soo Han\*

Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Research Center for Bioresource and Health

<sup>1</sup>Sama Venture Inc

<sup>2</sup>Department of Food Science, Agricultural College of Yanbian University

<sup>3</sup>Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Services

#### Abstract

The aim of this study was to investigate the change of volatile aroma compounds in kimchi during fermentation, before and after drying process. Also, the encapsulation effect of cyclodextrin on volatiles during the drying process was examined. GC-MS was used for detection and identification of volatile compounds. During kimchi fermentation, in the early stage, dimethyl sulfide, carbon disulfide were detected as major compounds and after 7 days several sulfur compounds, dimethyl disulfide, methyl 2-propenyl disulfide, allyl methyl sulfide, and di-2-propenyl disulfide became the major volatiles. After vacuum-drying, the kimchi powder lost 11 compounds but still retained 13 volatiles of which major compounds were dimethyl sulfide, acetaldehyde and methanethiol. In order to keep volatiles in kimchi powder along with the drying process, 0.25-1.0% cyclodextrin was added in kimchi and dried-kimchi was prepared by using vacuum dryer. Cyclodextrin acted as an encapsulation agent for aroma compounds and it resulted in less loss of volatiles during drying process. Addition of cyclodextrin will permit industry-scale production of dried-kimchi powder with less loss of aroma compounds.

**Key words:** aroma, kimchi, seasoning powder, drying

김치 맛에 대한 소비자들의 높은 선호도로 인해 최근 여러 식품가공업체는 김치를 가공식품에 첨가하여 다양한 김치가공식품(김치라면, 김치햄버거, 김치스낵, 김치소스 등)을 출시하고 있다. 김치가 함유된 가공식품을 제조하기 위해서 김치를 건조시킨 분말에 향미의 향상을 위한 향신야채 및 조미료 등을 함께 혼합하여 분말화한 제품이 다양하게 이용되고 있다. 이에 따라, 김치의 가공제품으로의 적용에 대한 연구가 중요한 산업화 과제로 간주되고 있는데, 가공제품을 위한 연구로서 건조 김치를 이용하여 김치의 스테이크 소스 제조(Cho et al., 2002) 그리고 김치분말 첨

가 스낵 제조(Cho et al., 2004)와 같은 응용 연구 사례가 있다.

김치의 향미를 구성하는 성분은 원재료인 배추와 부재료인 다양한 채소, 향신료(마늘, 생강, 고추, 짓갈)에 발효과정에서 생성되는 젖산을 포함한 각종 유기산이 어우러져 김치 특유의 깊고 다양한 맛을 낸다. 하지만, 김치분말조미료를 제조하기 위한 건조과정에서 중요한 유기산과 휘발성 향기성분이 다수 소실되는 문제점을 안고 있어 건조공정에 대한 관심이 동시에 증가하고 있다. 김치의 휘발성 향기성분에 관한 연구로는 김치의 휘발성 향미성분(Yoon & Rhee, 1977), 재료 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미 성분 변화(Ryu et al., 1984)와 같은 보고들이 있으며, 건조과정 중 야채 향기성분의 손실을 억제하기 위해 건조방법이 미치는 영향에 대한 연구(Lee & Cho, 1996), 고전압 펄스 자기장을 이용한 액상 김치 소스의 살균 및 저장(Shin & Shin, 2006) 등이 보고되었으나, 김치 건조 공정

Corresponding author: Nam Soo Han, Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

Tel: +82-43-261-2567; Fax: +82-43-271-4412

E-mail: namsoo@cbnu.ac.kr

Received February 10, 2009; revised April 28, 2009; accepted August 3, 2009

에서의 향기성분 변화 및 건조보존제의 효과에 대한 연구는 아직 수행되지 않았다.

Cyclodextrin은 전분과 당전이효소(EC 2.4.1.19 cyclodextrin glycosyltransferase, CGTase)가 작용하면 생성되는데, 6-8개의 포도당이  $\alpha$ -1,4 glucoside 결합으로 연결된 환상의 도넛모양을 한 비환원성 말토올리고당이다(Biwer et al., 2002). 이 도넛 구조 내부와 외부의 수산기 배열 차이에 의해 내부는 소수성(hydrophobic)을, 외부는 친수성(hydrophilic)을 각각 나타낸다. 본 구조적 특성은 환상고리형의 올리고당 내부에 소수성의 유기화합물을 포집하는 특성을 나타내는데, 이는 마늘유 향미의 저장기간 중 안정화(Song et al., 1993), 식품 및 약품 저장 중 이취 제거(Song et al., 1997; Szejtli & Szenté, 2005), 감귤 음료제조 시 naringin의 쓴맛 제거(Woo & Ha, 1997), 광분해성 물질의 보호, 색택의 개선, 난용성 물질의 유화작용 등의 다양한 이화학적 목적으로 이용되어, 앞으로 식품에의 응용 범위가 점차 확대될 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 식품가공업체에서 분말조미료를 제조하기 위해 보편적으로 이용되는 감압건조공정에서 김치조미료 건조 전후 시료의 향기성분을 정량하여 건조과정에서 소실되는 향기성분을 분석하였고, 향기성분의 포집효과가 알려진  $\beta$ -cyclodextrin을 0.25-1% 농도로 김치에 첨가하여 향기성분의 소실을 억제하고자 실험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 김치제조

실험에 사용된 배추, 무 및 부재료(쪽파, 마늘, 생강)는 지역의 마트에서 구입하였으며 소금은 88% 정제염을 사용하였다. 김치 제조에 사용된 주원료 및 부원료의 조성은 배추 500 g, 무 65 g, 고춧가루 17.5 g, 파 10 g, 마늘 7 g, 생강 3 g, 소금 11 g, 젓갈 6.5 g, 및 당 5 g의 무게비율을 따랐다. 배추를 적당한 크기로 잘라 15% 소금물에 4시간 동안 담가 절임을 하였으며 수돗물로 3회 세척한 다음 한 시간간량 물을 빼주고 미리 준비한 부재료와 버무렸다. 제조한 김치는 20°C에서 발효하였다.

### 건조공정

발효 7일째의 김치시료 5 kg을 (주)삼아벤처에서 가동 중인 감압건조 장치를 이용하여 내부온도 55°C에서 75 mmHG로 감압조건하에서 건조하였다. 향기성분의 포집효과를 조사하기 위해 Sigma사(St. Louis, USA) 제품의  $\beta$ -cyclodextrin을 0.25-1% 농도로 발효 김치에 첨가 후 건조하였다.

### Headspace 향기성분 추출

향기성분 추출을 위하여 시료는 생김치와 건조김치를 각각 5 g씩을 headspace용 20 mL vial에 담아 headspace autosampler(Agilent 7694E Headspace sampler, USA)로 추출하였다. Headspace 추출 조건은 생김치의 경우 60°C에서

**Table 1. Time course of volatile concentrations during kimchi fermentation**

RT	Volatile compounds	2nd day		3rd day		4th day		6th day		7th day	
		Peak area	Peak area(%)								
1.44	Methanethiol	-	-	-	-	-	-	2.63	2.89	0.66	1.27
1.46	Ethanol	12.09	85.87	15.96	37.76	29.57	24.71	30.83	34.00	11.00	21.18
1.58	Dimethyl sulfide	4.30	3.06	-	-	-	-	1.41	1.59	0.88	1.70
1.632	Carbon disulfide	0.81	5.74	1.04	2.45	0.66	0.55	0.47	0.55	0.49	0.86
1.66	1-Propanol	0.19	1.36	0.31	0.74	-	-	0.45	0.47	0.35	0.67
1.85	Acetic acid	0.56	3.97	0.95	2.24	4.58	3.83	3.53	3.97	6.58	12.66
2.35	Cyclohex-1,4,5-triol-3-one	-	-	-	-	0.44	0.37	0.11	0.18	0.36	0.70
2.45	Allyl methyl sulfide	-	-	-	-	8.98	7.50	6.34	6.99	2.87	5.53
3.05	Dimethyl disulfide	-	-	15.22	36.00	40.52	33.87	27.70	30.65	12.50	24.06
8.56	Methyl-2-propenyl disulfide	-	-	6.97	16.49	25.26	21.12	13.15	14.57	11.00	21.16
9.56	Methyl-propyl disulfide	-	-	0.03	0.07	0.26	0.22	0.04	0.09	0.06	0.12
10.13	Methyl-trans-propenyl-disulfide	-	-	-	-	1.17	0.99	0.04	0.09	0.30	0.59
11.70	Dimethyl trisulfide	-	-	0.45	1.07	1.48	1.24	1.03	1.11	0.82	1.60
15.32	Di-2-propenyl disulfide	-	-	1.20	2.83	5.72	4.78	2.14	2.36	3.35	6.44
15.66	2-Propenyl propyl disulfide	-	-	0.04	0.10	0.26	0.22	0.03	0.05	0.14	0.27
15.98	Dipropyl disulfide	-	-	0.03	0.07	0.07	0.06	0.03	0.06	0.07	0.15
16.63	Methyl-2-propenyl trisulfide	-	-	0.06	0.15	0.06	0.54	0.36	0.37	0.52	1.02

(Unit: peak area $\times 10^5$ )

\* -: non-detected.

30분간 평형화시켰으며, 김치분말의 경우는 80°C에서 30분간 평형화시킨 후 GC-MS의 상부공간에 향기성분 추출분획 1mL을 1분 동안 주입하였으며 이때 injection loop의 온도는 90°C이었으며 temperature transfer line의 온도는 100°C로 하였다. 정성 분석을 위한 표준물질은 4-methyl-2-pentanol을 사용하였다.

### GC-MS 분석

추출한 향기성분은 GC-MS를 이용하여 정량분석 하였다. GC-MS는 Hewlette-Packard사의 HP-6890N/5973(Hewlette-Packard Co., PA, USA)을 사용하였고, 컬럼은 HP-5MS (Agilent Technologies, 30 m×0.25 mm×0.25 m film thickness)를 사용하였다. 오븐 온도는 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 3°C로 220°C까지 상승시켰으며 이 온도에서 20분간 유지하였다. 주입구의 온도는 250°C로 하였으며 carrier 가스는 헬륨을 사용하였으며 컬럼 유속은 1 mL/min로 하였다. 화합물의 동정은 GC-MS로 얻은 mass spectrum을 Willy 275L data base를 이용하여 동정하였다.

## 결과 및 고찰

### 김치발효 중 향기성분 변화

제조하고자 하는 김치건조분말에 가급적 많은 김치 발효 향기성분을 잔류시키고자 일반적인 온도보다 높은 온도인 20에서 7일간 김치발효를 진행하였다. Table 1은 생성되는 휘발성 향기성분을 GC-MS를 이용하여 측정된 결과로서, 주된 휘발성 성분들은 예측한 바와 같이 주로 마늘, 생강, 파 등이 첨가된 향신료에 의해 생성된 황화합물이 대부분이었다. 발효 초기(2일경과)에는 적은 종류의 향기성분이 검출되었는데 이들은 ethanol, dimethyl sulfide, carbon disulfide, 1-propanol, acetic acid이었고, ethanol과 acetic acid는 발효가 진행되면서 함량이 점차 증가한 반면 나머지 성분은 일정한 수준을 유지하거나 감소하였다. 발효 3일째부터 위 5종 화합물 이외에도 12종의 향기성분이 추가로 생성되기 시작하여 발효가 진행되면서 그 상대적 함량이 증가하였다. 이들은 ester류, aldehyde류, alcohol류 외에 대부분 함황화합물류이었다. 일반적으로 알코올과 유기산은 발효과정에서 미생물의 대사 작용으로 생성되는 반면, 향신채소에 함유된 각종 황화합물들은 식물조직의 연화, 분해와 함께 휘발이 촉진되어 검출량이 증가하는 것으로 판단되었다. 발효 7일째에 가장 많이 검출된 향기성분으로는 dimethyl disulfide와 methyl 2-propenyl disulfide이었으며 주로 마늘과 양파에 함유된 성분들이었고 역시 높은 함량을 보인 ethanol과 acetic acid는 미생물에 의해 생성된 발효산물들이었다.

Methyl allyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl disulfide, methyl allyl trisulfide와 같은 휘발성 황화합물들은 양파

(Park et al., 2001; Kim et al., 2005)와 마늘(Jung et al., 2001)의 주요 향기성분으로 이 황화합물들은 마늘의 총 향기성분의 98%를 차지하는 주요 성분으로 알려졌다. Methanethiol과 dimethyl sulfide는 역시 배추에서 생성되는 대표적인 향기성분이다. Methanethiol은 methyl mercaptan으로도 알려져 있으며 배추가 저장 중에 생성되는 냄새로써 본 실험에서도 발효초기에는 검출되지 않다가 발효가 진행되면서 6일째부터 생성되었다. 김치발효의 진행과 함께 김치 주재료 조직내부의 향기성분이 서서히 방출됨을 알 수 있다. 반면 dimethyl sulfide는 발효가 가장 왕성하게 진행되는 기간 중에 그 함량이 점차 감소되었다.

### 건조 전후 향기성분 비교

7일간 발효된 김치를 세절 후 감압건조 장치를 이용하여 건조시켜 분말로 만들고 잔류하는 향기성분을 분석하여 건조 전 김치시료의 성분들과 비교하였다(Table 2). 건조된 김치분말에는 본래 김치에 존재하던 ethanol, carbon disulfide, 1-propanol, cyclohex-1,4,5-triol-3-one, allyl methyl sulfide, methyl propyl disulfide, methyl-trans-propenyl-disulfide, di-2-propenyl disulfide, 2-propenyl propyl disulfide, dipropyl disulfide, methyl 2-propenyl trisulfide와 같은 성분들이 더 이상 검출되지 않았다. 본 화

**Table 2. Comparison of volatile compounds in kimchi and dried-kimchi**

RT	Volatile compounds	Kimchi	Dried-kimchi
1.40	Acetaldehyde	-	3.41
1.44	Methanethiol	0.66	1.87
1.46	Ethanol	11.00	-
1.58	Dimethyl sulfide	0.88	6.24
1.62	Carbon disulfide	0.45	-
1.63	Monoethyl carbonotrithioate	-	0.10
1.66	1-Propanol	0.35	-
1.67	n-Butanal	-	0.88
1.85	Acetic acid	6.58	4.31
2.11	3-Methyl-butanal	-	1.30
2.18	2-Methyl-butanal	-	0.76
2.35	Cyclohex-1,4,5-triol-3-one	0.36	-
2.45	Allyl methyl sulfide	2.87	-
3.05	Dimethyl disulfide	12.51	0.06
3.82	1,3-Butanediol	-	0.10
8.56	Methyl-2-propenyl disulfide	11.00	0.01
9.56	Methyl-propyl disulfide	0.06	-
10.13	Methyl-trans-propenyl-disulfide	0.31	-
11.70	Dimethyl trisulfide	0.83	0.00
15.32	Di-2-propenyl disulfide	3.35	-
15.33	Diallyl disulfide	-	0.04
15.66	2-Propenyl propyl disulfide	0.14	-
15.98	Dipropyl disulfide	0.08	-
16.63	Methyl-2-propenyl trisulfide	0.53	-

(Unit: peak area×10<sup>5</sup>)

합물들은 전반적으로 휘발성이 강한 물질들로서 감압건조 과정에서 대부분 휘발되어 손실된 것으로 보인다. 건조 후에도 검출되는 다른 화합물들도 대부분 그 함량이 감소되는 경향을 나타내어, 김치의 향기성분들은 건조 후 대부분 감소하는 것으로 판단된다. 하지만, 건조 김치에서 새로운 향기 성분들이 검출되었는데, 이들은 acetaldehyde, monoethyl carbonotrithioate, *n*-butanal, 3-methyl butanal, 2-methyl butanal, 1,3-butanediol, diallyl disulfide와 같은 화합물들이었다. 이들 aldehyde, acid, alcohol 화합물은 가열처리된 김치나 건조 김치분말에서 특이적으로 나타나는 향기의 원인으로 추정되며 감압건조기에서 건조효율을 높이기 위해 가온하는 과정에서 김치에 존재하던 화합물 사이의 반응에 의해 생성되는 것으로 생각된다. 특히, 알데히드 화합물인 3-methyl butanal과 2-methyl butanal은 찻잎을 발효 후 솥에서 건조시킨 반 발효차에서 공통적으로 생성되고 녹차보다 함량이 훨씬 많은 것으로 보고되어(Choi, 2001), 채소나 식물이 고온처리 될 때 생성되는 화합물로 보인다. 역시 마늘을 고온에서 가열하였을 때 2-methyl butanal이 새롭게 생성되었다고 Jung et al.의 연구(2001)에서도 이 사실을 이미 보고하고 있다.

### β-Cyclodextrin의 향기 포집 효과

감압건조 장치는 대부분의 식품가공업체에서 식품소재를 대규모로 건조하기 위해 흔히 사용하는 단위조작장치이다. 하지만, 앞에서 실시한 김치와 건조 김치의 향기성분의 비교 결과는 김치의 상당수의 향기 성분이 감압건조과정에서 손실되는 사실을 보여준다. 따라서 향기포집효과가 탁월하여 우수한 건조보조제로 간주되는 β-cyclodextrin을 김치에 0.25-1%를 첨가하고 건조하여 김치의 향기성분 조성에 미치는 영향을 분석하였다. Table 3에 제시된 것과 같이 대

조구인 건조 김치분말에 비해 cyclodextrin을 첨가한 김치액의 경우 acetaldehyde, methanethiol, dimethyl sulfide, acetic acid, dimethyl disulfide, methyl-2-propenyl disulfide, dimethyl trisulfide, diallyl disulfide와 같은 향기성분의 함량이 증가한 결과를 보였다. 1%의 사이클로덱스트린을 첨가한 경우 위 화합물의 함량이 대조구에 비해 평균 3.1배 증가한 것으로 나타나 건조 김치분말의 향기 강도가 대폭 증가하였음을 알 수 있다. 하지만, 건조 후 분말 김치에서 새롭게 나타나는 화합물인 monoethyl carbonotrithioate, *n*-butanal, 3-methyl-butanal, 2-methyl-butanal, 1,3-butanediol 경우는 사이클로덱스트린의 함량이 증가하면서 생성량이 반대로 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 대조구인 김치 발효액에 이미 들어 있던 향기성분들이 β-cyclodextrin과 포집되어 건조공정의 높은 온도에서 일어나는 신규 화합물 생성 반응을 억제하는 것으로 생각되었다. 본 결과를 통하여 β-cyclodextrin의 특이적인 소수성 화합물 결합 효과는 건조김치 제조공정에서 향기성분을 포집하여 휘발로 인한 손실을 막을 뿐만 아니라 건조과정에서 생성되는 가열취의 생성을 억제하는 효과가 동시에 있음을 알 수 있다.

건조공정에서의 향기성분 손실은, 급속동결로 식물조직의 파괴를 막는 동결건조기술(freeze-drying technology)에 의해 최소한으로 감소시킬 수 있어 최근 그 산업적 이용이 확대되고 있다. 하지만, 동결건조 양파의 향기성분 분석(Kim et al., 2005) 결과에 따르면, 생양파의 주요 성분인 1-propanethiol과 dipropyl trisulfide, methyl propyl trisulfide, methyl propyl disulfide가 동결건조 후 대부분 감소되었고, methyl allyl sulfide 이외의 3종 황화합물과 propanol 외 2종의 알코올이 전부 손실되어 향기성분 손실은 여전히 건조공정의 공통적인 문제점으로 파악된다. 본 실험에서는 시설과 운전 면에서 비용이 저렴하고 대량운전

Table 3. Volatile compounds of dried-kimchi including various concentrations of cyclodextrin

RT	Volatile compounds	Dried-kimchi (no CD)	Dried-kimchi + 0.25% CD	Dried-kimchi + 0.5% CD	Dried-kimchi + 1.0% CD
1.40	Aetaldehyde	2.59	2.11	3.01	4.00
1.44	Methanethiol	1.31	0.73	1.36	1.77
1.58	Dimethyl sulfide	5.68	6.40	9.64	10.56
1.63	Monoethyl carbonotrithioate	0.24	0.35	0.18	0.08
1.67	<i>n</i> -Butanal	0.93	0.66	0.95	1.11
1.85	Acetic acid	0.77	2.13	3.90	4.92
2.11	3-Methyl-butanal	1.28	0.74	0.98	1.09
2.18	2-Methyl-butanal	0.84	0.61	0.85	1.00
2.35	Cyclohex-1,4,5-triol-3-one	-	0.03	0.01	-
3.05	Dimethyl disulfide	0.16	0.06	0.14	0.59
3.82	1,3-Butanediol	0.47	0.06	0.03	0.04
8.56	Methyl-2-propenyl disulfide	-	0.01	0.17	0.48
11.70	Dimethyl trisulfide	0.01	0.01	0.03	0.06
15.32	Diallyl disulfide	0.01	0.02	0.02	0.04

(Unit: peak area×10<sup>5</sup>)

이 가능하여 보편적으로 식품가공업체에서 사용하는 감압 건조기(vacuum drying)를 이용하여 cyclodextrin의 첨가 효과를 조사하였다. 본 실험결과 1%  $\beta$ -cyclodextrin의 첨가는 건조공정에서 김치의 향기성분을 포집하여 약 3배의 향기 성분 잔존율을 나타내었는데, 본 cyclodextrin의 효과는 동결건조공정에 적용하여도 동일한 결과를 나타낼 것으로 판단되어 그 적용범위는 다양한 건조공정에 보편적으로 적용할 수 있다고 본다.

일반적으로 건조과정에서는 피 건조물을 피복하거나 건조적성을 향상시키기 위해 건조보조제를 첨가하여 건조하는데, 주로 텍스트린과 검류 등의 다당류가 많이 사용된다 (Mok & Lee, 2005). 본 실험에서 건조보조제로 사용한 cyclodextrin은 베타( $\beta$ )형으로 포도당 잔기가 7개로 구성되며 잔기가 6개인 알파( $\alpha$ )형이나 8개인 감마( $\gamma$ )형에 비해 상대적으로 용해도가 낮아(실온에서 약 2%) 식품첨가물로 사용상 제한점으로 작용하나, 베타형만이 사용이 허가되어 있으며 상대적으로 알파와 베타에 비해 가격이 저렴한 장점이 있다. Cyclodextrin은 식품가공과 저장 중에 특정 화합물의 포집효과로 인해 다양한 효과를 기대할 수 있는데 본 연구에서 확인된 것과 같이 장차 건조가공식품에서도 향기성분의 포집 목적으로 그 사용이 확대될 것으로 예상된다.

## 요 약

본 연구는 김치건조분말을 제조하는 과정에서 김치의 발효과정과 건조 전후에서 나타나는 향기성분의 변화를 조사하고,  $\beta$ -cyclodextrin의 첨가로 인한 향기성분 포집효과를 검증하고자 GC-MS를 이용하여 분석실험을 실시하였다. 김치를 제조하여 20°C에서 발효시켰을 때, 초기 2일째는 dimethyl sulfide와 carbon disulfide가 생성되었고, 7일이 경과하였을 때, dimethyl disulfide, methyl 2-propenyl disulfide, allyl methyl sulfide, and di-2-propenyl disulfide의 황화합물이 주된 향기성분으로 검출되었다. 본 김치시료를 감압건조 하였을 때, 11개 화합물이 검출되지 않았고 dimethyl sulfide, acetaldehyde and methanethiol을 주로 포함하는 13개 화합물이 잔류하였다. 건조공정 중에서 김치 향기성분의 손실을 최소화하고자 0.25-1.0% 농도의  $\beta$ -cyclodextrin을 건조보조제로 첨가하였을 때, 향기성분의 포집효과에 의해 건조 김치분말에 잔류하는 향기성분의 함량이 평균 3% 증가하였다. 본 연구결과로 볼 때 cyclodextrin은 건조 김치분말 제조공정뿐만 아니라 건조식품제조에서 건조보조제로 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 보인다.

## 감사의 글

이 논문은 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 얻은 결과로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Biwer A, Antranikian G, Heinzle E. 2002. Enzymatic production of cyclodextrins. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 59: 609-617.
- Cho YB, Park WP, Jung EJ, Lee MJ, Lee YB. 2002. Analysis of volatile compounds in kimchi-flavored steak sauce. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 351-455.
- Cho YB, Park WP, Hur MS, Lee YB. 2004. Effect of adding freeze-dried kimchi powder on flavor and taste of kimchi snacks. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 919-923.
- Choi SH. 2001. Volatile aroma components of Korean semi-fermented teas. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 529-533.
- Jung EJ, Kim JP, Cho JE, Lee JW, Lee YB, Kim WJ. 2001. Effect of extraction solvent on volatile compounds of garlic oleoresin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 1033-1037.
- Kim JH, Seo HY, No KM, Han BJ, Lee SJ, Seo YS, Kim KS. 2005. Changes of volatile odor components in onion freeze-drying. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 230-235.
- Korea Alcohol Liquor Industry Association. *Alcoholic Beverages Statistical Data.* 2004.
- Park ER, Ko CN, Kim SH, Kim KS. 2001. Analysis of volatile organic components from fresh and decayed onions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 1011-1020.
- Ryu JY, Lee HS, Rhee HS. 1984. Changes of organic acids and volatile flavor compounds in kimchis fermented with different ingredients. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 169-174.
- Shin JK, Shin HH. 2006. Sterilization and storage of liquid kimchi sauce by high voltage pulsed electric fields. *Food Engineering Progress* 10: 262-268.
- Song JC, Park HJ, Shin WC. 1997. Changes of takju qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 895-900.
- Song SH, Lee HJ, Chang SJ, Woo GJ. 1993. Microencapsulation of garlic oil with  $\beta$ -cyclodextrin. *Food Sci. Biotechnol.* 2: 132-135.
- Szejtli J, Szente L. 2005. Elimination of bitter, disgusting tastes of drugs and foods by cyclodextrins. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 61: 115-125.
- Woo GJ, Ha SM. 1997. Debittering of citrus products using cyclodextrin polymer and ultrafiltration process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 302-308.
- Yoon JS, Rhee HS. 1977. A study on the volatile flavor components in kimchis. *Korean J. Food Sci. Technol.* 9: 2.