

## 순환형 감압건조에 의한 건조 김치의 품질 특성

서용창<sup>1</sup> · 최영범<sup>2</sup> · 고정림<sup>2</sup> · 이현용<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 생물의소재공학과, <sup>2</sup>농업회사법인(주)오제주, <sup>3</sup>서원대학교 식품공학과

### Quality Characteristics of dried *Kimchi* by Cyclic Low Pressure Drying

Yong Chang Seo<sup>1</sup>, Young Beom Choi<sup>2</sup>, Jung Rim Ko<sup>2</sup>, and Hyeon Yong Lee<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Biomaterials Engineering, Kangwon National University

<sup>2</sup>O'jeju Agro Food Tech Holdings, Inc.

<sup>3</sup>Department of Food Science and Engineering, Seowon University

#### Abstract

This study aimed to economically produce high quality of dried kimchi through a cyclic low pressure drying device in order to overcome the disadvantages of the conventional drying process. The moisture content of dried kimchi obtained from the cyclic low pressure drying process was found to be uniformly reduced according to drying time. Also, cyclic low pressure drying showed the shortest change and a stable reduction in drying rate. Further, cyclic low pressure drying did not markedly change pH, titratable acidity, or salt content. In addition cyclic low pressure drying compared with fresh kimchi showed the similar color values and maintained the flavor of the kimchi. In conclusion, cyclic low pressure drying resulted in superior rehydration and sensory scores.

**Key words:** cyclic low pressure drying, *kimchi*, quality characteristics

#### 서 론

김치는 주재료인 배추에 파, 마늘, 고추분, 무 및 젓갈 등을 부재료로 발효 시킨 전통 발효식품이다(Park et al., 1994). 김치는 발효 숙성 시 라이신, 트립토판, 루이신, 티로신 등 각종 유리 아미노산, 젖산, 피로글루탐산, 숙신산 등의 유기산, 당류, 에탄올, 메틸에틸케톤, 아세트알데하이드 등의 향기 성분 외에도 짠맛, 단맛, 신맛, 탄산미, 매운맛과 조직감 등이 잘 어우러져 독특한 풍미를 나타낸다(Hawer et al., 1988; Ha et al., 1989; Codex Alimentarius Commission, 2001; Hong, 2006). 이와 같은 김치는 최근 국제 규격인 CODEX 규격에 채택되어 우리나라가 김치의 종주국으로서 인정을 받고 있으며 일본의 쿡, 스페인의 올리브유, 그리스의 요구르트, 인도의 렌즈콩과 더불어 세계 5대 건강식품으로 선정되어 세계적 상품으로서 성공가능성이 매우 높은 식품 중의 하나라고 할 수 있다(Cho and Lee, 1979; Ryu et al., 1984). 또한 김치를 향산화 식품 및 다이어트 식품으로

로 인식하는 소비자가 많아 김치의 소비가 계속 증가하면서 한국의 고유 식품에서 세계의 식품으로 발전하고 있다(Cha et al., 2003). 이와 같이 최근 우리나라의 김치가 세계적 식품으로 부각되고 있는 것도 김치의 상품화가 중요하며 우리나라의 김치산업이 더욱 활성화되기 위해서는 규격화, 다양화 및 산업화로 전 세계인의 기호를 충족시킬 수 있는 김치 개발의 필요성이 높아지고 있다(Cha et al., 2003). 그러나 김치의 상품화에 대한 문제점으로 김치의 운송 및 보관 시 강한 향미로 인하여 거부감을 일으킬 수 있으며, 운송 중 시간이 길어짐에 따라 신선하지 못하거나 용기가 팽창하는 등의 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 김치의 맛, 향 색 및 섬유질이 그대로 살아있도록 하는 건조기술에 대한 연구가 진행되고 있다(Kim et al., 2005). 한편 종래 알려진 건조 기술로는 열풍 건조 및 동결 건조, 감압 건조 기술이 알려져 있다. 열풍 건조는 건조의 온도를 60°C 이상의 발생된 열을 송풍기를 통하여 열풍으로 건조를 하는 기술로 낮은 비용에 비하여 높은 온도에서 건조가 진행되기 때문에 복원성이 낮으며 영양 및 색상의 변화가 심하다는 단점이 있다(Choi, 2010). 동결 건조 기술은 열풍건조와 반대로 -35°C 이하의 낮은 온도로 동결시킨 후 건조기 내부를 진공 상태로 만들어 수분을 승화시키는 방법으로 복원성이 좋으며 영양 및 색상의 변화가 적다. 그러나 단점으로는 건조 비용이 높기 때문에 식품화를 위한

\*Corresponding author: Hyeon Yong Lee, Department of Food Science and Engineering, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea  
Tel: +82-43-299-8471; Fax: +82-43-299-8471

E-mail: hyeonl@seowon.ac.kr

Received August 6, 2013; revised October 4, 2013; accepted October 30, 2013

건조 기술로는 문제점을 가지고 있다(George and Datta, 2002). 또 다른 건조 기술인 감압 건조 기술은 60°C 이하의 온도와 대기압보다 낮은 기압으로 감압시켜 건조하는 기술로 열풍 건조보다는 식품의 복원성 및 품질 변화가 적으며 동결 건조보다는 적은 비용이 든다. 그러나 감압 건조 기술은 위와 같은 문제점들을 해결하기 위하여 본 연구에서는 순환형 감압 건조 기술을 적용하여 40°C 이하의 온도에서 건조시킴으로써 높은 온도로 건조 시 김치의 변형 및 영양소 파괴를 막고, 유산균이 사멸하는 문제점을 극복하여 발효 식품으로서의 효과를 유지하고, 800 hPa 이하의 기압에서 건조를 진행하여 건조 시간을 단축하여 생산효율을 향상시킬 수 있도록 하였으며, 이러한 감압 건조 기술의 특성을 연구하기 위하여 종래 건조 기술인 열풍 건조와 동결 건조의 비교를 통하여 각각의 건조 기술을 통해 건조한 김치의 특성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에서 사용된 김치는 농업회사법인 (주)오 제주에서 제조한된 표준화된 김치를 구입하여 건조 시료로 사용하였다.

### 건조 방법

본 연구에서 이용한 순환형 감압 건조와 비교를 위해 일반적으로 알려진 건조 방법인 열풍건조, 동결건조, 감압건조 방법을 이용하였다. 열풍건조는 열풍 건조기(C-DF2, Changsin Lab, Seoul, Korea)를 통하여 70°C에서 건조를 진행하였으며, 동결건조는 동결건조기(FDS, Ilshin Bio Base, Daejeon, Korea)를 통하여 진행하였다. 감압 건조는 감압 건조기(VS-1202V5, Vision Scientific, Bucheon, Korea)를 이용해 진행하였으며, 건조 기압은 900 hPa, 건조 온도는 60°C에서 건조를 진행하였다.

또한 본 연구의 건조 방법인 순환형 감압 건조는 감압 건조 장치(O'jeju Agro Food Tech Holdings, Inc., Jeju, Korea)를 이용해 진행하였으며, 건조 기압은 800 hPa, 건조 온도는 40°C에서 건조를 진행하였다.

### 순환형 감압 건조 장치

순환형 감압 건조 장치의 모식도는 Fig. 1에 나타내었다. 순환형 감압 건조 장치는 독립적으로 설치된 tray, vacuum blower, pressure sensor, temperature sensor, cooling fan, dryer filter로 구성되어 있다. Vacuum blower는 각각의 독립적으로 설치되어 있는 tray 마다 설치되어 있으며 건조기 내부 압력을 800 hPa 이하로 조절하여 수분을 제거하며, vacuum blower를 통해 흡수된 수분이 함유된 공기는 순환관의 dryer filter를 이용하여 수분을 제거한 후 온도·습도

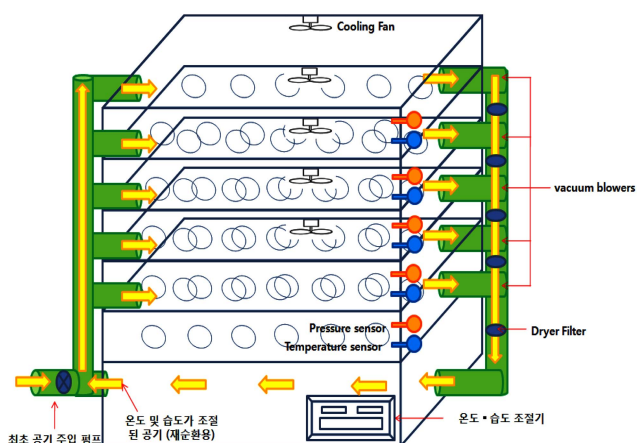


Fig. 1. Schematic diagram of cyclic low pressure drying experimental apparatus.

조절기를 통해 온도 및 습도를 조절하여 낮은 온도와 습도의 공기를 재사용함으로써 감압 속도 및 건조 시간을 단축시킬 수 있도록 하였다. 건조기 내부의 온도는 cooling fan을 통해 40°C 이하의 온도로 조절할 수 있도록 하였다. 각각의 tray의 기압과 온도는 pressure sensor와 temperature sensor를 통하여 일정하게 유지할 수 있도록 제어하였다.

### 건조 수율 및 건조 속도, 함수율 측정

각 건조 방법별 건조 김치의 수율을 측정하기 위하여 건조 전 김치의 무게와 건조 후 김치의 무게를 측정하여 아래와 같은 식을 이용해 수율을 측정하였다. 또한 건조한 건조 김치의 건조 속도 및 시간별 함수율을 측정하기 위하여 시간별로 건조 시료를 채취하였으며 AOAC 수분 측정법을 이용하여 수분함량을 측정하였다(AOAC, 1990).

$$\text{건조 수율} = \frac{\text{건조 후 김치 무게 (g)}}{\text{건조 전 김치 무게 (g)}} \times 100 (\%)$$

### pH, 적정산도 및 염도 측정

건조 김치의 경우 pH는 각 건조 방법별로 건조한 건조 시료를 pH meter(Corning pH meter 340, Corning, New York, NY, USA)를 이용하여 측정하였으며, 적정 산도는 건조 시료 1 g을 취해 20 mL로 희석한 후, 10 mL를 취해 pH가 8.3이 되는데 필요한 0.01 N NaOH의 소비량을 측정하여 계산하였다. 염도는 산도 측정과 동일한 방법으로 시료를 제조하여 10 mL를 취해 Mohr 방법으로 분석하였다(Park, 2003).

### 색도 측정

건조 방법에 따라 건조된 김치를 100 mesh 정도의 크기로 분쇄하여 색차계(Konica Minolta, CM-3600d, Minolta

Co., Ltd., Osaka, Japan)로 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)으로 측정하여 건조 방법별 김치의 색상 변화를 비교하였다(Hutchings, 1994).

**휘발성 성분의 측정**

김치의 향 성분을 분석하기 위해서 휘발성 향기 성분의 추출시 일반적으로 널리 이용되는 Likens-Nickerson 장치(simultaneous steam distillation and solvent extraction apparatus, SDE, Kontes CO., Vineland, USA)를 이용하여 분석하였다. 각각의 건조 기술을 통해 건조한 김치 200 g에 증류수 200 mL를 혼합하여 heating mantle에 가한 후 120~150°C의 온도로 3시간 동안 가열하여 esters 50 mL에 향기 성분을 추출한 후 추출된 esters를 수분제거 paper에 걸러낸 후 질소로 0.1 mL까지 농축한다. esters와 함께 농축한 시료 0.5 µg을 sandwich 기법으로 주입한 다음 gas chromatography에 injection 하여 분석하였다(Ahn, 2000).

**관능적 특성 평가**

건조 김치의 관능 평가는 Kim 등(Kim et al., 2008)의 방법을 이용하여 실시하였다. 즉, 건조 시료 100 g을 일정크기로 잘라 흰 용기에 담아 제공하였다. 관능 검사 방법은 김치의 색(color), 조직감(texture), 맛(taste), 향(flavor), 종합적 기호도(overall acceptability)에 대하여 식별능력이 우수한 패널 20 명을 대상으로 7 점 척도법으로 실시하였다.

**통계분석**

통계분석은 Statistical Package for Social Sciences (SPSS, 10.0)를 이용하여 One Way ANOVA 분석을 하였으며, 건조 시료간의 유의성은 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$  수준에서 비교하였다.

**결과 및 고찰**

**건조 김치의 시간 별 함수율**

건조 방법 별 건조 김치의 시간 별 함수율을 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. 측정 결과 건조 전 약 85%의 함수율이 시간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 그 중 순환형 감압 건조의 김치의 수분함량이 다른 건조 방법에 비하여 빠르게 감소하는 것으로 나타났으며, 10시간 후의 함수율은 10% 이하의 함수율을 나타내 가장 짧은 건조 시간을 나타내었다. 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 순환형 건조 장치의 수분이 제거된 공기를 재사용함으로써 건조 시간에 따른 수분함량 감소가 동결 건조와 열풍 건조에 비하여 효율적으로 이루어 졌다고 생각된다. 또한 수분이 급격히 감소하지 않고 시간 별로 일정하게 수분이 감소하는 것으로 보아 안정적으로 수분이 증발한 것으로 이러한 감소 경향은 건조 과정에 있어 다른 건조 시료에 비해

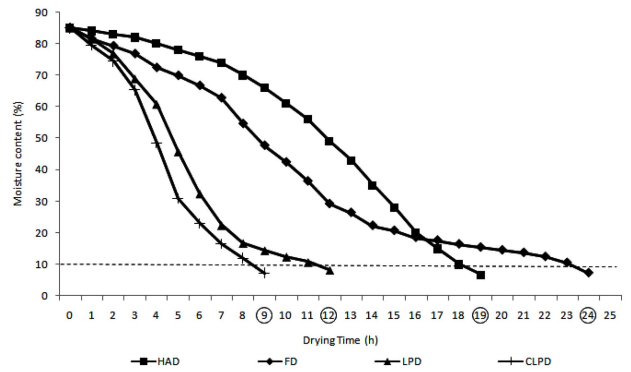


Fig. 2. Moisture content of Kimchi according to different drying processes at various drying time (HAD: Hot air drying, FD: Freeze drying, LPD: Low pressure drying, CLPD: Cyclic low pressure drying).

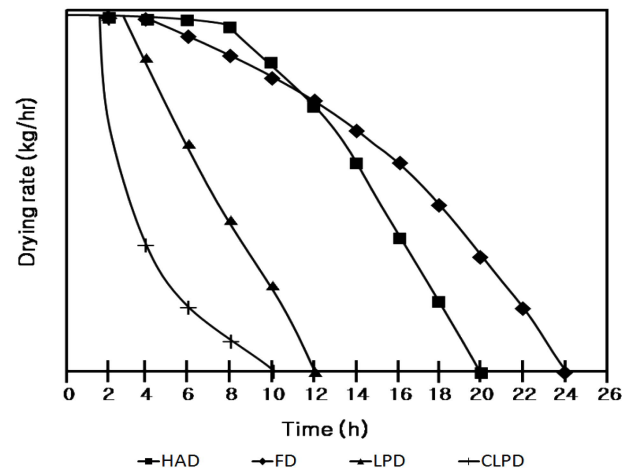


Fig. 3. Change of equilibrium drying rate period in drying Kimchi by different drying processes (HAD: Hot air drying, FD: Freeze drying, LPD: Low pressure drying, CLPD: Cyclic low pressure drying).

김치의 변형이 적을 것으로 생각된다.

**건조 김치의 건조 속도**

건조 방법 별 건조 김치의 drying rate을 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 측정 결과 모든 건조 김치에서 시간이 경과할수록 수분 함량이 감소하며 건조 속도가 감소하는 경향을 나타내었다. 열풍 건조의 경우 8시간까지 높은 건조 속도로 건조가 진행되다 8시간 이후 급격히 건조 속도가 감소하는 것을 알 수 있으며, 동결건조의 경우 5시간 이후 건조 속도가 감소하기 시작하였으며 열풍건조와 비슷한 감소폭을 나타내었다. 감압건조 또한 3시간 이후 건조 속도가 감소하는 경향을 나타내었으며 동결건조와 비슷한 감소폭을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이에 비하여 순환형 감압 건조에서는 2시간 이후 drying rate가 감소하였으며 다른

**Table 1. Comparison of the drying time, drying yields and moisture content of Kimchi according to different drying processes.**

Drying method	Drying time (hrs)	Drying yields (% w/w)	Moisture content (%)
HAD <sup>1)</sup>	19.1	16.5	6.70
FD <sup>2)</sup>	24.2	19.1	7.27
LPD <sup>3)</sup>	12.3	17.9	8.16
CLPD <sup>4)</sup>	9.4	18.6	7.16

<sup>1)</sup>HAD: Hot air drying<sup>2)</sup>FD: Freeze drying<sup>3)</sup>LPD: Low pressure drying<sup>4)</sup>CLPD: Cyclic low pressure drying

건조 방법에 비하여 감소 경향이 서서히 감소하는 것을 알 수 있었다. 순환형 감압건조 김치의 경우 건조 속도의 변화폭이 가장 적은 것으로 이러한 결과는 시간과 수분함량의 변화에 따른 김치의 건조가 안정적으로 일어나 건조 후 김치의 복원성 및 품질이 가장 우수할 것으로 사료된다.

#### 건조 김치의 건조시간, 건조수율 및 수분함량

Table 1은 건조 방법 별 건조 김치의 건조시간, 건조수율 및 수분 함량을 나타낸 표이다. 먼저 건조 시간을 측정 한 결과 동결건조가 가장 길었으며, 열풍건조, 감압건조, 순환형 감압건조 순으로 건조시간이 길게 측정되었으며, 순환형 감압건조는 동결건조에 비해서 약 13시간, 열풍건조에 비하여 약 15시간 정도 시간이 단축되었다. 건조 수율은 세 공정 모두 비슷한 17~19%의 수율을 나타내었다. 이에 따른 건조 후 수분함량은 약 6~8%로 세 공정 모두 10% 이하의 수분함량을 나타내었다. 이러한 결과는 건조 수율과 수분함량에 있어서는 4 가지 공정 모두 비슷한 수치를 나타내었으나, 건조 시간 대비 수율을 비교하였을 때 순환형 감압 건조 공정이 효율이 높은 것으로 생각된다.

#### pH, 적정산도 및 염도

건조 방법 별 김치의 pH, 산도 및 염도를 측정하여 Table 2에 나타내었다. 일반 건조 전 김치의 적정 pH는 5.5, 적정 산도 0.5% 및 0.8%의 염도로서 숙성 정도를 나타내었다. 이에 따른 건조 방법 별 김치의 숙성 정도를 측정한 결과 열풍 건조에서는 산도 및 염도가 각각 약 0.4%와 1% 정도 증가하였으며, 동결 건조의 경우 pH가 1 정도 증가한 것으로 나타났다. 이에 비하여 감압 건조의 경우 대조군으로 측정한 건조 전 김치와 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과로 미루어 보아 열풍건조는 높은 온도의 영향으로 인해 수분이 급격히 손실되어 젖산균 등의 균체가 손상되어 산도와 염도가 증가한 것으로 사료되며, 동결 건조는 24시간 이상의 장시간의 건조로 인하여 휘발성 유기산의 일부가 손실되었기 때문이라고 사료된다(Ko and

**Table 2. Changes of pH, titratable acidity, salt content in kimchi according to different drying processes.**

Fresh kimchi	pH	5.5
	Acidity (% w/w)	0.5
	Salt (% w/w)	3.51
HAD <sup>1)</sup>	pH	5.3
	Acidity (% w/w)	0.94
	Salt (% w/w)	4.42
FD <sup>2)</sup>	pH	6.3
	Acidity (% w/w)	0.55
	Salt (% w/w)	3.78
LPD <sup>3)</sup>	pH	5.9
	Acidity (% w/w)	0.64
	Salt (% w/w)	3.84
CLPD <sup>4)</sup>	pH	5.6
	Acidity (% w/w)	0.58
	Salt (% w/w)	3.62

<sup>1)</sup>HAD: Hot air drying<sup>2)</sup>FD: Freeze drying<sup>3)</sup>LPD: Low pressure drying<sup>4)</sup>CLPD: Cyclic low pressure drying**Table 3. Hunter's color values of kimchi according to different drying processes.**

	Hunter's color value		
	L	a	b
Fresh kimchi	68.58	20.21	45.35
HAD <sup>1)</sup>	64.34	18.60	47.29
FD <sup>2)</sup>	65.23	18.26	45.15
LPD <sup>3)</sup>	66.89	19.47	46.57
CLPD <sup>4)</sup>	67.59	19.54	45.72

<sup>1)</sup>HAD: Hot air drying<sup>2)</sup>FD: Freeze drying<sup>3)</sup>LPD: Low pressure drying<sup>4)</sup>CLPD: Cyclic low pressure drying

Lee, 1999). 이에 비해 감압 건조와 순환형 감압건조의 경우 건조 전의 김치의 수치와 비슷한 것으로 보아 건조 과정에 있어 김치의 물리적 손실이 없는 것으로 김치의 특성 변화 없이 안정적으로 건조가 되었다고 생각된다.

#### 색도

색도는 외관상의 품질을 판정하는데 중요한 요인 중의 하나인데, 건조방법에 따른 색도를 보면 명도(L)는 순환형 감압건조 시 67.59로 가장 높고, 열풍 건조와 동결 건조 시 64.34와 65.23으로 큰 차이는 없었다. 적색도(a)는 순환형 감압건조에서 19.54로 가장 높은 수치를 나타내었으며 동결건조 시 18.26으로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 황색도(b)는 열풍건조 > 감압건조 > 순환형 감압건조 > 동결건조 순으로 측정 되었다. 건조 방법 별 김치는 육안으로 결과를 비교하였을 때 색도의 차이가 일치하는 것으로 나타

**Table 4. Changes of volatile compounds of kimchi according to different drying processes.**

Volatile compounds	Fresh kimchi	HAD <sup>1)</sup>	FD <sup>2)</sup>	LPD <sup>3)</sup>	CLPD <sup>4)</sup>
Ethanol	1539	1757	1701	1701	1757
Acetic acid	0	0	0	0	0
1-propene-3-methylthio	917	907	919	928	946
Disulfide dimethyl	4520	4541	4532	4570	4594
Disulfide methylpropyl	416	436	424	447	456
Methyl propenyl disulfide	631	624	635	643	647

<sup>1)</sup>HAD: Hot air drying<sup>2)</sup>FD: Freeze drying<sup>3)</sup>LPD: Low pressure drying<sup>4)</sup>CLPD: Cyclic low pressure drying

났으며 높은 적색도와 낮은 황색도를 나타낸 순환형 감압 건조 김치가 가장 안정적으로 건조되어 품질이 우수할 것으로 사료되며 앞서 실행한 pH, 적정산도 및 염도의 결과와 마찬가지로 순환형 감압 건조를 통해 건조한 김치가 가장 우수하고 안정적인 건조 방법인 것으로 사료된다.

#### 휘발성 성분 분석

건조 방법 별 김치의 휘발성성분을 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 분석 결과, 주요 휘발성 성분인 methylallyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl disulfide 등의 황화물과 ethanol 및 acetic acid 등의 성분에서 건조 전 김치와 건조 후 김치의 차이는 크게 나지 않았다. 그 중 건조 과정을 통해 ethanol과 1-propene-3-methylthio, disulfide dimethyl, disulfide methylpropyl 등의 성분이 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 건조 과정을 통하여 수분의 손실로 인하여 건조 전 김치에 비하여 휘발성 성분들의 향 발현을 증가시켜 건조 전에 비하여 풍미가 증가된 것으로 사료된다(Kim and Kim, 1980; Cha et al., 1988).

#### 관능적 품질

건조 방법 별 김치의 관능적 품질을 비교한 결과를 Table 5에 나타내었다. 열풍건조의 경우 색, 조직, 맛, 향 및 종합적 기호도 모두 전반적으로 감소하였으며 색과 조직에 대해 두드러진 감소가 나타났다. 이에 반해 동결 건조의 경우 색에 있어서 더 연해진 결과가 나왔으며 이러한 색이 연해진 이유는 고춧가루의 붉은 색깔이 공기 중의 산소에 의한 탈색 반응으로 인하여 흐려졌을 것으로 사료된다(Ko et al., 2001). 또한 조직감과 맛에 있어서 약간의 감소가 있었으나 이러한 이유는 동결 건조 과정에 있어 승화된 수분이 관능적 테스트를 진행할 때 수분 흡수가 이루어지지 않았기 때문일 것으로 사료된다. 이에 반하여 순환형 감압 건조의 김치는 4 가지 건조 방법 중 가장 우수한 관능적 품질을 나타내었다. 이러한 이유는 건조 온도가 식품의 변형이 최소한

**Table 5. Comparison of Sensory scores of kimchi according to different drying processes.**

Sample	Color	Texture	Taste	Flavor	Overall Acceptance
Fresh kimchi	6.8	6.7	6.8	6.6	6.7
HAD <sup>1)</sup>	5.7	4.6	5.3	5.4	5.5
FD <sup>2)</sup>	5.3	5.2	5.7	5.9	5.7
LPD <sup>3)</sup>	6.1	5.5	6.1	6.2	6.0
CLPD <sup>4)</sup>	6.4	6.1	6.3	6.4	6.3

<sup>1)</sup>HAD: Hot air drying<sup>2)</sup>FD: Freeze drying<sup>3)</sup>LPD: Low pressure drying<sup>4)</sup>CLPD: Cyclic low pressure drying

으로 가도록 하는 40°C에서 이루어 졌으며 건조 시간 또한 12 시간으로 가장 짧은 시간에 건조가 되어 열풍건조와 동결건조에서 일어난 타색이나 수분 흡수의 영향이 적게 미쳤을 것으로 사료된다(Ko and Lee, 2004). 그러므로 이러한 감압 건조 기술을 이용하여 김치를 건조하여 이용한다면 향후 김치를 상품화하는데 있어 다양한 식품에 활용하는데 큰 가능성이 있을 것으로 기대된다.

## 요 약

본 연구는 순환형 감압 건조 장치를 제작하여 이를 통해 건조한 김치의 품질 변화를 연구하였다. 종래 건조 기술인 열풍 건조 방법은 60°C 이상의 열풍에 노출시키는 방법으로 40°C 이상의 높은 온도로 높아지면 식품에 함유되어 있는 성분들이 파괴되거나 변형되어 품질이 저하되고, 외형상의 변형을 일으켜 소비자들에게 거부감을 가질 수 있다. 동결 건조 방법은 -50°C 이하의 온도와 진공 상태에서 건조하는 방법으로 열풍 건조의 문제점인 식품의 변형 및 영양소의 파괴를 막을 수 있지만, 24시간 이상의 건조 시간 및 높은 비용으로 생산 효율이 나쁘다는 문제가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 순환형 감압 건조 장치를 제작하여 본 연구에 적용하였다. 건조 시간 별 함수율에서는 순환형 감압 건조의 건조 속도가 10시간으로 가장 짧았으며, 함수율도 시간 별로 일정하게 감소하여 가장 효율적인 건조방법으로 나타났다. drying rate 또한 순환형 감압 건조의 변화 폭이 가장 짧고 안정적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이에 따른 건조 수율 또한 가장 높게 나타났다. pH, 적정산도 및 염도 측정은 순환형 감압 건조 김치가 일반 건조 전 김치와 비교하여 비슷한 수치를 보여 특성 변화 없이 안정적으로 건조가 되었다. 건조 김치의 색도는 순환형 감압 건조 김치의 적색도가 일반 건조 전 김치와 가장 비슷한 수치를 나타내어 pH, 적정산도 및 염도의 결과와 함께 가장 안정적으로 건조된 것을 알 수 있었다. 또한 향기 성분의 분석에서도 건조 전 김치의 황화

물과 ethanol 및 acetic acid 등의 성분함량과 비슷한 수치를 나타내어 순환형 감압 건조 과정에 있어 김치의 품질을 유지하였다. 관능 평가의 경우 색과 Texture에서 감압 건조 김치가 가장 우수한 것으로 나타났다. 따라서 순환형 감압 건조 방법을 이용하여 김치 등의 식품을 건조하는 것이 가장 안정적이고 우수한 건조 방법으로 나타났다. 이러한 건조 김치의 품질 평가를 통하여 순환형 감압 건조 김치가 가장 안정적이고 효율적인 건조 방법이라는 것을 알 수 있었으며 이러한 건조 방법을 이용하여 김치를 상품화 한다면 기능성 식품으로 다양한 식품으로 활용하는데 가능성이 큰 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 2011년도 농림축산식품부 한식현지화상품개발 사업의 연구비 지원에 의해 얻은 결과이므로 이에 감사 드립니다.

## 참고문헌

- Ahn DU. 2002. Production of volatiles from amino acid homopolymers by irradiation. *J. Food Sci.* 67: 2565-2570.
- AOAC Official Methods of Analysis, 15th ed. 1990. Moisture in dried fruits. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- Cha YJ, Kim H, Cadwallader KR. 1988. Aroma-active compounds in kimchi during fermentation. *J. Agric. Food Chem.* 46: 1944-1953.
- Cha YJ, Lee YM, Joung YJ, Joung EJ, Kim SJ, Park SY, Yun SS, Kim EJ. 2003. A nationwide survey on the preference characteristics of minor ingredients for winter *Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 32: 555-561.
- Cho Y, Lee HS. 1979. A study on flavorful taste components in kimchi on free amino acids. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11: 26-31.
- Choi YB. 2010. The Manufacturing Method of Dried Kimchi by Using Reduced Pressure Drying. Korea Patent. 1020100077718.
- Codex Alimentarius Commission. 2001. Distribution of the report of the 20th session of the codex committee on processed fruits and vegetables. Geneva, Switzerland. p. 32.
- George JP, Datta AK. 2002. Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slices. *J. Food Eng.* 25: 89-93.
- Ha JH, Hawer WD, Kim YJ, Nam YJ. 1989. Change of free sugars in kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 633-638.
- Hawer WD, Ha JH, Seog HM, Nam YJ, Shin DW. 1988. Change in the taste and flavor compounds of kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 511-517.
- Hong SP. 2006. Strategy for the globalization of Korean traditional foods. *J. Foodservice Ind. Man. Res.* 2: 149-157.
- Hutchings JS. 1994. Instrumental Specification. Blackie Academic & Professional, Bedford, UK. P.217.
- Kim JH, Park JG, Lee JW, Kim WG, Chung YJ, Byun MW. 2008. The combined effect of N<sub>2</sub>-packaging, heating and gamma irradiation on the shelf-stability of Kimchi, Korean fermented vegetable. *Food Control.* 19: 56-61.
- Kim JK, Kim CS. 1980. The taste components of ordinary Korean sauce. *J. Korean Agric. Chem.* 23: 89-105.
- Kim KH, Kang JK, Park HW. 2005. Quality maintenance of minimally processed chinese cabbage for Kimchi preparation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 218-223.
- Ko YT, Kang JH, Kim TE. 2001. Quality of freeze dried Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 100-106.
- Ko YT, Lee EJ. 1999. Freeze drying of lactic acid bacteria fermented food prepared from egg white powder and casein supplemented with growth stimulating agent. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1337-1344.
- Ko YT, Lee JY. 2004. Quality characteristics of Kimchi prepared with different part of chinese cabbage and its quality change by freeze-drying. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 784-789.
- Park WS. 2003. Improvement of salting process for whole cabbage kimchi. Research Report, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi, Korea.
- Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ. 1994. Kimchi preparation with brined Chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 231-238.
- Ryu JY, Lee HS, Lee HS. 1984. Changes of organic acids and volatile components in kimchi fermented with different ingredients. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 169-174.