

반사 및 분산 기능을 가진 원적외선-진공 건조에 의한 건조복원식품의 품질변화

이진원 · 성기석* · †박장우**

한경대학교 식품생물공학과, * (주) 진주물산,
**한경대학교 식품생물공학과 및 식품생물산업연구소

The Effect of Far Infrared Ray-Vacuum Drying Having Reflection and Dispersion Functions on the Quality Changes of Dried-Rehydrated Food

Jin-Won Lee, Ki-Seok Sung* and †Jang-Woo Park**

Dept. of Food & Biotechnology, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

*Jin-Ju Products Co., Ltd., Anseong 456-749, Korea

**Dept. of Food & Biotechnology and Food and Bio-Industrial Research Center, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

Abstract

The objective of this work was to study the effect of far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions(RD-FRVD) and hot air drying(HAD) on the quality changes of dried vegetable flakes. HAD was regarded as a control. Browning degrees, color value, titratable acidity and pH value were measured as chemical evaluations. Rehydration and electron micrographs were investigated as physical evaluation. Microbial cells were counted. The color value and browning degrees were increased in both RD-FRVE and HAD. In case of degree of those changes, RD-FRVD made less changes than HAD. Especially, green bean sprout had no differences in color value and browning degrees between raw material and dried-rehydrated material. There were no significance differences in titratable acidity and pH value between raw material and dried-rehydrated material. The total microbial counts were gradually reduced in RD-FRVD. The rehydration rates of dried vegetable flakes were typically increased in RD-FRVD. Also, these results were investigated electron micrographs evaluation. Therefore, these results showed that the quality of dried-rehydrated vegetable flakes was typically enhanced by using RD-FRVD.

Key words: far infrared ray-vacuum drying, reflection-plate, dispersion-fan, vegetable flake, rehydration

서 론

최근 국민 식생활 패턴의 변화에 따라서 가공식품·패스트푸드 등 라면을 비롯한 간편 조리 식품 및 즉석식품에 대한 의존도가 크게 증가하면서 부재료로 첨가되는 건조 채소류의 이용이 늘고 있다. 일반적으로 가장 많이 이용되는 건조 채소류 중에는 인스턴트 라면, 즉석국 등과 같은 식품 제조

시 반드시 첨가되는 별첨 스프(건더기 스프) 즉, 고추, 당근, 대파, 마늘, 무순 및 숙주 등이 있다. 채소류는 열량원의 기능보다는 색과 맛을 즐기는 기호성 식품 또는 비타민, 무기질 및 식이섬유 등이 풍부한 식품으로 이용되고 있다(Lee 등 2000). 그러나 대부분의 채소류들은 수분 함량이 높은 식재료로 가공 식품의 저장 안정성을 고려하지 않을 수가 없다. 즉, 수분 함량이 높은 채소류와 같은 식재료는 미생물의 의한 변

† Corresponding author: Jang-Woo Park, Dept. of Food & Biotechnology, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea. Tel: +82-31-670-5157, Fax: +82-31-677-0990, E-mail: jangwoo_park@hknu.ac.kr

패가 발생하기 쉬우며, 갈변 현상 및 색소의 산화 등 품질변화에 대한 안정성이 문제점으로 대두되고 있다(Youn 등 1997). 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 라면 및 즉석국 등 즉석 식품에 첨가되는 별첨스프(건더기 스프)를 제조할 경우, 대부분 건조방식을 이용하여 제품을 생산하고 있다. 현재 수분함량이 높은 다양한 채소류 매트릭스를 건조하는 방법으로는 열풍건조, 진공 동결건조 방식이 주로 이용되고 있지만, 건조 공정 중 건조조건에 의하여 많은 물리화학적 변화에 의한 품질이 감소되게 된다(Lee 등 2003). 대표적으로 물리적인 변화로는 수축, 표면경화, 재수화 효율 감소 및 휘발성분 손실 등이 있으며, 화학적인 변화로는 갈변 현상, 영양성분 손실 및 산화 등의 문제를 발생시키게 된다(Youn 등 1996). 또한, 건조 방법 중 열풍건조의 경우, 식품 원료의 외부로부터 내부로 열 전달에 의하여 건조시키므로 내부까지 완전하게 건조되기까지 많은 시간이 소요되고 있어서 그에 따른 에너지 소비의 증가 및 열에 의한 퇴색, 이취가 발생하는 동시에 식품 조직의 변화는 물론 신선도 감소 등에 따른 품질저하 현상을 나타내기도 한다(Lee 등 2003; Youn 등 1996). 한편, 동결 건조 방식은 식품을 급속 동결시킨 후 진공압력을 낮추어 수분을 증발시켜 제거하는 방법으로 지방의 산화 방지와 단백질의 응고를 방지할 수 있어서 신선도를 유지할 수 있는 장점을 갖고 있으나, 값이 비싸고 복잡하며 수분 제거 속도가 느리다는 것과 다양한 식품의 매트릭스에 대한 제한성 및 건조 후 빛에 매우 불안정한 단점이 있다(Ha 등 2001; Lee 등 1998; Kim 등 2007). 따라서 최근 들어 자연 그대로의 맛과 향을 유지하면서 영양성분에 대한 관심이 높아짐에 따라서 채소류뿐만 아니라, 다양한 식품 보존을 위해 사용되는 건조 방법 즉, 열처리를 이용한 건조 방법을 최소화하면서 본래의 품질을 유지하려는 연구가 폭넓게 이루어지고 있다. 이에 따라서 최근에는 채소류를 비롯한 다양한 농산물 등 수분함량이 높은 식재료에 원적외선을 이용하여 건조하는 기술이 적용되고 있다(Francis 등 1999; Jee 등 1999; Kim 등 2009). 원적외선 가열은 전자파가 열원에서 나와 공기에 영향을 받지 않고 피가열 물체에 직접 도달하여 원적외선 파장이 흡수된 다음 열로 변화하기 때문에 건조 대상에 대한 내부 온도를 스스로 상승시켜 건조시간 단축은 물론 제품의 품질을 보존·향상시킬 수 있다(Kim 등 1996). 그러나, 이와 같은 원적외선 건조방법을 이용할 경우, 빛과 같이 직진 특성을 갖는 원적외선 파장은 일정한 방향성을 갖고 건조물에 조사되는 만큼 건조물 일부에만 집중되는 경향이 있으므로 균일한 건조상태를 이루는데 문제점이 발생할 수 있다(Li 등 2009). 따라서 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 원적외선 건조기에 건조 대상물의 수송을 위한 진공상태를 유지할 수 있는 건조실과 건조 대상물을 건조시키기 위한 원적외선

히터 및 건조 대상물을 지지한 회전 가능한 회전판을 건조실 아래 부분에 설치하였다. 또한, 원적외선의 산란을 유도하기 위한 건조실 내면의 반사판 및 반사판을 부착하여 건조 대상물의 균일한 건조에 미치는 영향을 알아보았으며, 이와 같은 원적외선-진공 건조기를 이용한 경우 스프 및 즉석국 원료로 사용되는 채소류 건조 시 나타나는 품질변화를 비교·검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 채소류[청고추(Korean green pepper), 청피망(green pepper), 숙주(green bean sprout), 양송이버섯(bottom mushroom) 및 청경채(bok choy)]는 대형소매점(이마트, 경기도 안성시)에서 구입하여 사용하였다.

2. 실험장치 제작

원적외선 진공건조를 위한 장치는 Fig. 1과 같이 제작하여 실험에 이용하였다. 제작된 장치의 건조기 내부에 원적외선 히터를 장착하고, Fig. 1(b)의 그림에서 보여지는 것과 같이 건

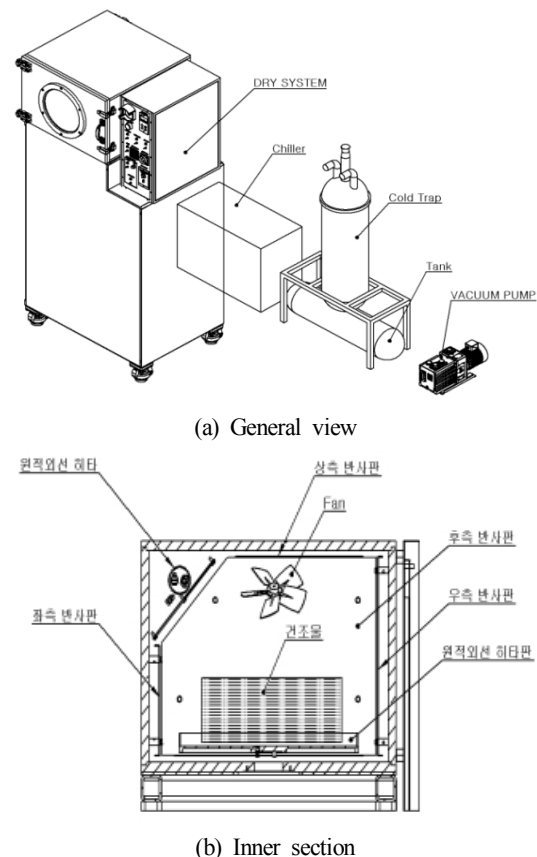


Fig. 1. Schematic drawing of the RD-FRVD.

조기 내부 좌측, 우측 및 후측에 stainless 재질의 반사판을 장착하여 원적외선에서 조사된 빛을 반사시키는 작용을 하여 건조시키고자 하는 식품에 대한 에너지 효율을 증가시켜 건조 속도를 빠르게 증가시킬 수 있도록 하였다. 또한, 건조기 내부에 회전식 fan을 부착하여 에너지를 균일하게 이용하여 건조 온도를 유지하게 하였다.

3. 건조 방법

본 실험에 사용된 각각의 시료 즉, 청고추는 1/4형, 청피망은 일정한 크기(가로 2 cm×세로 2 cm)로 절단하였으며, 숙주 및 청경채는 전체 모양 그대로 사용하고 양송이버섯의 경우는 1/2형으로 절단하였다. 반사 및 분산 기능을 가진 원적외선-진공건조기(Far Infrared Ray-Vacuum Drying Having Reflection and Dispersion Functions, RD-FRVD, Dry test system, Je-il vacuum Co., LTD., Korea) 및 열풍건조기(Hot Air Drying, HAD, SFC-101, Shin Saeng Instrument Co., Korea)의 온도를 60°C로 조절하였으며, 건조 시간은 건조 시료의 중량 변화가 거의 없는 시간을 건조 종점으로 하였다. 건조된 시료(청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채)를 분쇄기(GM-200, Retsch, Germany)로 분쇄한 후, 용기에 밀봉하여 저장 중 수분 흡수 및 빛에 대한 산화 변화를 억제하기 위하여 시료가 담긴 용기를 은박지로 포장하여 보관하면서 시료로 사용하였다.

4. 갈변도 측정

건조하여 분쇄한 각각의 시료 2 g을 40 mL의 증류수를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10 mL를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후, 여과하여 spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다.

5. 색도 측정

건조 시료의 표면 색도는 색차계(CR 300 Chroma Meter, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L=100(white), a=-80(greenness)에서 a=100(redness) 및 b=-80(blueness)에서 b=70(yellowness)값을 3회 측정하고 평균값을 구하였다.

6. 적정산도 측정

건조한 시료 5 g을 증류수 50 mL에 넣고 원심분리 (Rotina 420, Hettich, Germany, 2400 rpm, 10 min)하여 분리된 상층액 10 mL에 1%-phenolphthalein 지시약을 1~2방울 첨가하여 0.1 N NaOH 용액을 가하여 측정하였다. 이 때, 소비된 0.1 N NaOH 용액의 양(mL)을 아래의 식에 적용하여 3회 반복 산도를 계산하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{0.1 \times V \times F}{S} \times 100$$

V: 0.1 N NaOH 용액의 적정량(mL)

F: 0.1 N NaOH 용액의 역가

S: 시료 채취량(mL)

7. pH 측정

건조한 시료 5 g을 증류수 50 mL에 넣고 원심분리(Rotina 420, Hettich, Germany, 3000 rpm, 10 min)하여 분리된 상층액을 채취하여 pH meter(HM-30V, Toa, Kobe, Japan)로 3회 측정하고 평균값을 구하였다.

8. 미생물 측정

각각의 시료에 대한 총균수 변화를 측정하기 위하여 건조된 시료 1 g을 멸균수 9 mL와 혼합한 후 희석하여 각각의 희석액 1 mL를 취하여 PCA(plate count agar, Difco) 배지에 도말하고, 37°C에서 48시간 동안 배양하여 총균수를 측정하였다.

9. 수화복원성 측정

건조 시료를 100°C 증류수에 10분 동안 완전히 침지시킨 후, 시료의 표면수를 제거한 후 다음 식에 의하여 무게를 측정하였다(Youn 등 1997).

$$\text{Rehydration ratio} = \frac{\text{재수화 후의 시료 무게}}{\text{건조 전의 시료 무게}}$$

$$\text{Moisture gain (g water/g solid)} = \frac{\text{재수화 후의 시료 무게} - \text{건조 후의 시료 무게}}{\text{건조 후의 시료 무게}}$$

10. 전자현미경 관찰

건조 전, 원적외선-진공건조 및 열풍건조시킨 시료와 재수화 과정을 거친 시료를 일정 크기(가로 0.5 cm×세로 0.5 cm)로 절단하여 전자현미경(Scanning electron microscope, S-3500N, Hitachi)을 이용하여 건조 전·후 및 수화복원성에 대한 관찰을 하였다.

11. 통계처리

SAS(Statistical Analysis System) 통계 Package(SAS Institute, 1998)를 사용하여 각각의 분석 데이터를 통계분석하였으며, Duncan 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 갈변도 측정

RD-FRVD와 HAD를 이용하여 청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채를 건조하여 갈변도를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 일반적으로 대부분의 채소류는 건조과정 중 열에 의해 조직의 변화 및 변색 현상이 나타나게 된다. 건조 온도가 과하게 되면 비효소적인 갈변 반응에 의해 건조 채소의 품질이 저하된다. 건조 중의 갈변은 수분 함량과도 관계를 갖고 있으므로 건조 후 수분 함량이 낮은 채소류일 경우 그 정도가 가장 심하게 나타난다. 본 실험 결과에서도 청고추 및 청피망의 경우, 갈변도를 나타내는 흡광도 값이 다른 시료에 비하여 높

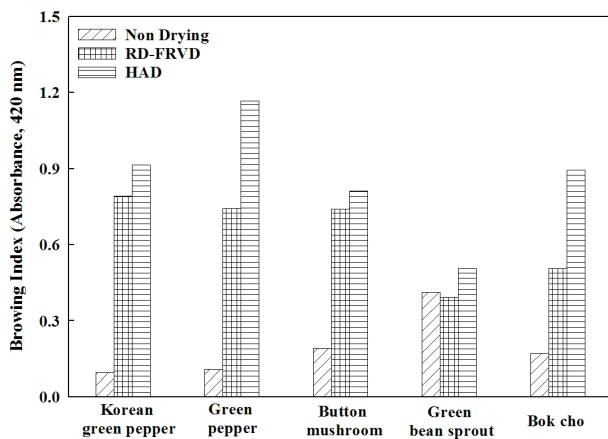


Fig. 2. Changes in browning degree of dried vegetable flakes by different drying methods. RD-FRVD: far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions, HAD: hot air drying.

게 나타났으며, 수분함량이 가장 낮은 숙주의 경우 건조 후 갈변의 정도를 나타내는 흡광도값이 가장 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 Youn 등(1997)이 연구한 채소류 건조에 따른 갈변 현상이 수분 함량과 관계가 있다는 보고와 일치하였다. 또한, RD-FRVD를 이용한 건조 방법이 HAD를 이용한 경우보다 채소류의 갈변에 영향을 덜 미치는 것으로 나타났다. 동일 온도(60°C)에서 건조를 한 경우, RD-FRVD를 이용한 경우 건조시간의 단축 및 원적외선 건조기 내부에 장착된 반사판 및 반사편이 건조하는데 사용되는 열원인 빛과의 접촉을 건조 대상물과 균일하게 접촉할 수 있게 함으로써 HAD에 비하여 갈변 정도가 둔화될 수 있는 요소로 작용된 것으로 판단되었다. 또한, 채소류의 갈변도는 색도 변화와도 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, RD-FRVD로 건조한 경우보다 HAD를 이용하여 채소를 건조한 경우 a(redness) 및 b(yellowness) 값이 조금 높은 것으로 나타났다.

2. 색도 변화

RD-FRVD와 HAD를 이용하여 청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채를 건조하여 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 채소류의 명도 즉 밝기를 나타내는 L값의 경우 RD-FRVD 및 HAD를 이용한 경우, 모든 시료에 대하여 높게 나타났으며, 특히, 양송이 버섯의 경우 건조를 하지 않은 경우보다도 명도가 증가하는 경향을 나타내었다. 또한, 갈변도 측정 결과에서도 언급한 것과 같이 건조과정 중 열에 의해 변색 현상이 나타남에 따라서 b값의 변화가 크게 나타났다. 그러나, RD-FRVD를 이용한 경우, HAD로 건조한 경우보다 b값의 변화가 둔화되는 결과가 나타났다. 이와 같은 결과는 RD-FRVD의 경우 건조기 내부에서 자연스럽게 공기가 순환되면서 건조 온도 도달 시간이 빠르게 진행되는 것이 영향을 미친 것으로

Table 1. Changes in color values of dried vegetable flakes by different drying methods

Sample	Color values								
	L			a			b		
	Non drying	RD-FRVD	HAD	Non drying	RD-FRVD	HAD	Non drying	RD-FRVD	HAD
Korean green pepper	30.24±0.01 ⁽²⁾	52.37±0.22 ^b	54.67±0.21 ^a	-12.85±0.05 ^c	-10.49±0.03 ^a	-10.75±0.06 ^b	24.45±0.03 ^c	28.28±0.08 ^a	28.83±0.08 ^b
Green pepper	35.56±0.01 ^c	46.22±0.07 ^a	37.69±0.18 ^b	-12.98±0.05 ^c	-9.43±0.03 ^b	-0.38±0.03 ^a	21.16±0.14 ^c	27.62±0.05 ^a	24.00±0.05 ^b
Botton mushroom	31.69±0.15 ^c	71.47±0.23 ^a	49.57±0.04 ^b	3.27±0.08 ^b	1.72±0.01 ^c	3.96±0.04 ^a	12.98±0.04 ^c	16.43±0.08 ^a	14.04±0.03 ^b
Green bean sprout	49.30±0.04 ^c	55.45±0.23 ^b	58.64±0.58 ^a	0.58±0.04 ^c	3.28±0.04 ^b	5.81±0.01 ^a	19.73±0.01 ^c	22.22±0.04 ^b	25.56±0.04 ^a
Bok choy	33.61±0.06 ^c	53.99±0.06 ^a	52.95±0.09 ^b	-14.38±0.18 ^b	-14.55±0.04 ^b	-6.62±0.01 ^a	22.66±0.04 ^c	26.54±0.04 ^b	28.12±0.03 ^a

RD-FRVD: far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions, HAD: hot air drying,

²⁾ a~c Means±S.D.(n=3), Superscriptive letter in a row indicate significance at $p < 0.05$ by Duncan's multiple comparison.

판단되었으며(Ko 등 1999), 원적외선-진공 건조기 내부에 반사판 및 반사팬을 장착함으로 건조과정 중 열원으로 이용되는 빛이 균일하게 건조 대상물에 접촉하여 색의 변화에도 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한, 채소류의 색의 변화 중 특히 b값의 변화는 갈변 현상에 의하여 나타나는 경향과 관계가 있는 것을 다시 확인할 수 있었으며, 건조 방법에 따른 색도 변화에 의한 건조 채소류의 품질 저하 현상을 보완할 수 있을 것으로 생각되었다.

3. 적정산도 변화

RD-FRVD 및 HAD를 이용하여 청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채를 건조하여 적정산도 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 모든 시료구에 비하여 건조를 하기 전보다는 건조 후 산도측정 결과, 모두 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 숙주의 경우 HAD를 이용하여 건조한 결과, 건조를 하지 않을 때보다 약 3배 정도 증가하였다. 이러한 결과는 숙주의 수분 함량이 다른 시료에 비하여 낮기 때문에 건조되는 과정에서 수분함량이 빠르게 감소되면서 열에 의한 화학적 변화에 의해 산도가 빠르게 증가한 것으로 생각된다. 또한, 청경채의 경우 RD-FRVD를 이용한 경우와 HAD를 이용하여 건조한 경우 산도 변화가 유사하게 나타났는데, 이러한 현상은 숙주 및 청고추 등 다른 시료에 비하여 표면적이 넓은 상태로 건조가 이루어졌기 때문에 두 가지 건조방법에 있어서 열전달 속도가 크게 다르지 않고, 이에 따라서 열에 대한 화학적 변화가 유사하게 나타난 것으로 판단된다. 또한, 산도 변화는 Fig. 4에 나타난 pH 변화와도 유사한 결과를 나타내었다. pH측정 결과, 수분함량이 가장 낮은 숙주의 경우는 건조한 후

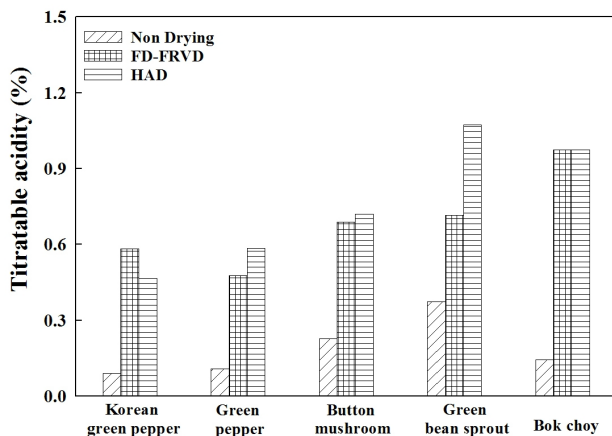


Fig. 3. Changes in titratable acidity of dried vegetable flakes by different drying methods. RD-FRVD: far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions, HAD: hot air drying.

pH가 증가하여 산도가 증가에 영향을 미친 것으로 나타났다.

4. pH 변화

RD-FRVD 및 HAD를 이용하여 청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채를 건조하여 pH 변화를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 모든 시료구에서 건조를 하기 전보다는 건조 후 pH 측정 결과는 모두 감소하는 것으로 나타났다. 특히, HAD를 이용하여 건조한 경우, 그 감소 정도는 크게 나타났다. 그러나, 숙주의 경우 건조 후 pH가 건조 전보다 증가하는 경향을 나타내면서 다른 시료와는 반대되는 현상을 나타내었다. 이러한 결과는 산도 측정 결과, 숙주의 경우 가장 높게 나타난 것에 영향을 미친 것으로 생각되며, 다른 시료에 비하여 수분 함량이 낮은 숙주의 경우 건조되면서 수분 함량이 급격하게 더 낮아지면서 pH가 증가하고, 이에 따라서 산도가 증가한 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 Jung 등(2003)이 채소류의 경우, 수분함량에 따라서 건조 과정 중 pH 변화에 영향을 미칠 수 있다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 그러나, HAD를 이용한 경우보다는 RD-FRVD를 이용한 경우 pH, 산도, 색도 및 갈변도의 변화가 둔화되는 것으로 나타났으므로 건조 방법에 따른 건조 채소류의 품질저하 현상을 보완할 수 있을 것으로 생각되었다.

5. 미생물 변화

RD-FRVD 및 HAD를 이용하여 청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채를 건조하여 미생물 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 모든 시료구에서 건조를 하기 전보다는 건조 후 총균수가 모두 감소되었다. 특히, 청고추, 청피망 및 청경

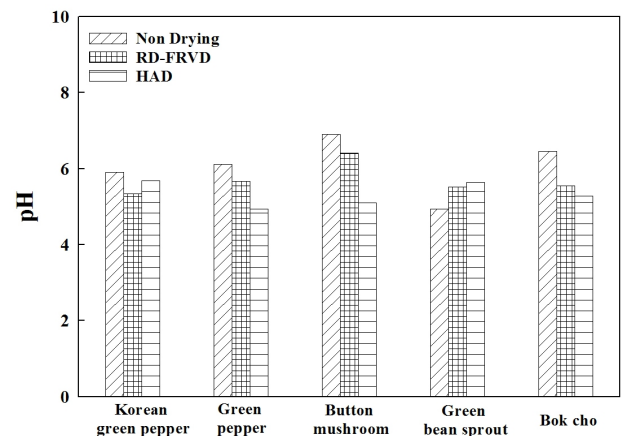


Fig. 4. Changes in pH values of dried vegetable flakes by different drying methods. RD-FRVD: far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions, HAD: hot air drying.

Table 2. Changes in microbial counts of dried vegetable flakes by different drying methods

Sample	Microbial cell counts(CFU/g)		
	Non drying	RD-FRVD	HAD
Korean green pepper	2.0×10^4	0	0
Green peppre	1.8×10^4	0	0
Button mushroom	2.4×10^5	6.2×10^2	6.2×10^2
Green bean sprout	3.3×10^5	4.0×10^2	3.2×10^3
Bok choy	4.1×10^4	0	0

RD-FRVD: far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions, HAD: hot air drying.

채의 경우 건조를 한 후 총균수가 검출되지 않았다. 또한, 양송이 및 숙주의 경우에도 최고 3 log CFU/g 정도 감소되는 현상을 나타내었다. 이와 같은 결과, 수분함량이 건조에 따른 미생물 변화에도 영향을 미치는 요소로 작용될 수 있는 것으로 생각되었다. 즉, HAD보다는 RD-FRVD를 이용한 경우 건조 속도도 빠르며, 건조 상태 또한 양호한 것으로 나타났다기 때문이다. 그러나, RD-FRVD를 이용하여 건조한 경우에도 미생물 생육에 대한 완전한 억제이 이루어지지 않았다는 점에서 채소 건조 제품에 있어서 저장성을 고려할 경우 일정 수분 즉, 저장을 위한 수분 한계 수준을 유지할 수 있는 건조방법을 선택하는 것이 중요함을 알 수 있었으며, 건조 후 미생물 균수를 줄이기 위해서는 초기 세척방법이 중요함을 알 수 있었다(Francis 등 1999; Kang 등 2007). 즉, 양송이 및 숙주의 경우, 건조 전 초기 균수가 다른 시료에 비해 높게 나타나서 건조 후 초기 균수에도 영향을 미친 것으로 판단되었다.

6. 수화복원성 측정

RD-FRVD 및 HAD를 이용하여 청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채를 건조하여 수화복원성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. HAD를 이용한 경우보다 RD-FRVD를 이용하여 시료를 건조한 후 건조된 시료에 대하여 수화복원성을 측정한 결과, 전반적으로 재수화율과 복원성이 높게 나타났다. 특히, 양송이 버섯과 숙주의 경우 재수화율에 있어서 RD-FRVD를 이용한 경우에 비해서 HAD를 이용하여 건조한 경우, 복원되는 정도가 거의 없는 것으로 나타났다. 즉, HAD를 이용하여 건조된 양송이 버섯 및 숙주의 경우, 전자현미경 관찰 결과에서 나타내고 있는 것처럼 조직 자체에 함유된 수분이 완전히 제거되어 손상된 경우 다시 수분을 공급을 하여도 조직 자체의 재생이 불가능한 것으로 판단되었으며, 이러한 결과로 재수화율에 대한 결과 역시 영향을 받은 것으로 생각된다. 또한, 재수화율 및 복원성이 다른 시료에 비하여 좋은 청고추

Table 3. Rehydrated ratio and moisture gain values of dried vegetable flakes by different drying methods

Drying method	Sample	Rehydration ratio	Moisture gain
	Korean green pepper	0.387 ± 0.042	4.281 ± 0.141
	Green pepper	0.211 ± 0.007	2.795 ± 0.067
HAD	Botton mushroom	0.294 ± 0.048	-0.214 ± 0.010
	Green bean sprouts	0.371 ± 0.017	-0.087 ± 0.003
	Bok choy	0.276 ± 0.009	7.228 ± 0.176
	Korean green pepper	0.445 ± 0.022	4.545 ± 0.477
	Green pepper	0.250 ± 0.020	3.212 ± 0.261
	RD-FRVD	Botton mushroom	0.322 ± 0.014
	Green bean sprouts	0.417 ± 0.034	5.192 ± 0.442
	Bok choy	0.369 ± 0.004	8.563 ± 0.375

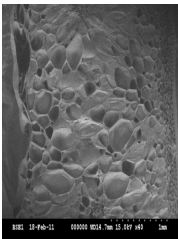
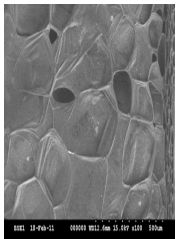

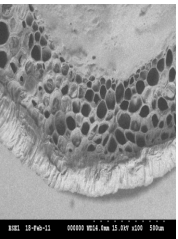

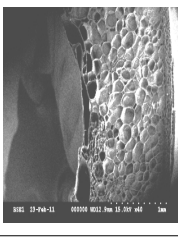
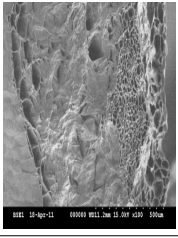
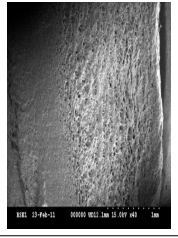
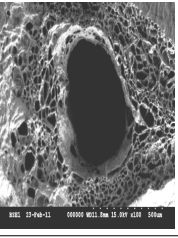
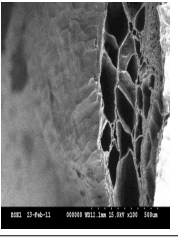

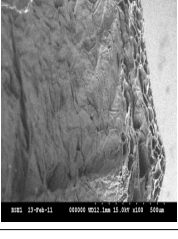
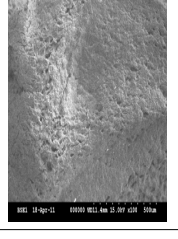
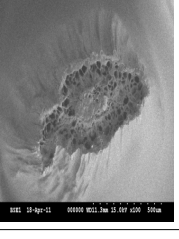
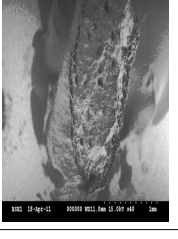
RD-FRVD: far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions, HAD: hot air drying.

및 청경채의 경우, 역시 HAD를 이용한 경우보다 RD-FRVD를 이용하여 건조한 경우가 높게 나타났다. 한편, 건조 채소류의 품질 즉, 색깔, 향기 및 조직감에 대해서도 재수화되는 정도와 관계가 있을 것으로 판단되었으며, 이러한 결과는 RD-FRVD로 건조한 모든 시료의 경우 색도(b value, 황색도) 및 갈변도가 낮게 나타난 결과와의 관계를 비교한 결과를 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 채소류의 조직 상태 및 수분함량에 대하여 건조온도, 건조방법 및 건조시간이 영향을 미치며, 결국 이러한 영향 요인들은 채소류 건조 식품의 품질 변화에 중요하다는 보고와 일치하였다(Youn 등 1996; Kim 등 2007).

7. 전자현미경 관찰

RD-FRVD 및 HAD를 이용하여 청고추, 청피망, 숙주, 양송이버섯 및 청경채를 건조하여 전자현미경으로 조직의 변화 정도를 관찰한 결과는 Table 4와 같다. 모든 시료구에 대해서 HAD를 이용하여 건조한 경우와 RD-FRVD로 건조한 경우를 비교한 결과, 채소류의 조직 손상에 대한 차이를 알 수 있었다. 즉, Table 4에서 보면 HAD로 건조했을 때는 건조하지 않은 건조하지 않은 상태에 비하여 조직이 서로 밀착 즉, 채소류의 조직을 이루고 있는 세포벽이 분리되거나 부서져서 형태가 불규칙적으로 나타나 있는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나, RD-FRVD를 이용하여 건조한 경우, 모든 시료구에 대해서 세포벽 분리 및 파괴로 인한 세포 형태의 변화가 raw 상태와 비교했을 때 큰 차이를 나타내지는 않았다. 특히, 숙주의 경우 원재료의 수분함량이 다른 시료에 비하여 낮아서 건조에 대한 품질 변화가 영향을 크게 받았으나, 전자현미경을 통하여 조직의 미세 구조를 살펴본 경우, RD-FRVD를 이용하여

Table 4. Electron micrographs of rehydrated vegetables flakes by different drying methods

Drying method	Samples				
	Korean green pepper	Green pepper	Botton mushroom	Green bean sprout	Bok choy
Non drying					
RD -FRVD					
HAD					

RD-FRVD: far infrared ray-vacuum drying having reflection and dispersion functions, HAD: hot air drying.

건조한 경우 세포 조직의 손상에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다(Lee 등 2002; Kim 등 2003). 이러한 결과는 수분함량이 적은 채소류의 경우 RD-FRVD를 이용하여 건조하는 경우 세포벽 파괴가 완화될 수 있으며, 건조 후에도 비교적 일정한 세포 형태를 유지할 수 있으므로 품질 변화를 최소화할 수 있을 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 Lee 등(2003)의 연구에서 보고된 건조 방법 즉, 건조하는 과정에서 이용되는 열의 전달 방법에 따라서 채소류 조직 세포의 파괴 정도가 차이가 있다는 결과와도 유사하였다.

요 약

가공식품 제조 시 건더기 스프 및 조미 식품에 사용되고 채소류를 건조기 내부 반사 분산 기능을 가진 원적외선-진공 건조기와 열풍건조기를 이용하여 건조할 경우, 건조 조건에 따른 갈변도, 색도, 산도 및 pH 변화와 같은 이화학적 특성을 살펴보았으며, 수화복원성 및 전자현미경 관찰과 같은 물리적 특성을 알아보았다. 또한 총균수 측정에 따른 미생물학적 특성에 대한 건조 채소류들의 품질 변화를 알아보았다. 그 결과, 채소 원재료의 품질 저하 요소인 색의 변화 및 갈변도의

경우 RD-FRVD를 이용한 경우, HAD를 이용한 경우보다 색 및 갈변 현상이 적게 나타났다. 특히, 숙주의 경우에는 건조 전 상태와 갈변 정도가 크게 다르지 않게 나타났다. 산도 및 pH 측정 결과는 채소류의 수분함량 및 건조방법에 따라서 건조 전 상태보다 감소하는 경향을 나타내었으나 큰 유의차는 나타나지 않았다. 또한, 저장성을 위한 미생물 사멸 효과 역시 RD-FRVD를 이용하여 건조한 경우 총균수 사멸 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구를 기초로 더 많은 건조 방법을 이용하여 원재료 채소 건조 시 품질저하 현상을 최소화시킬 수 있는 건조방법에 대한 연구가 더욱 필요하며, 미생물에 대한 저장 안전성 및 영양성분 손실 최소화를 동시에 나타낼 수 있는 경제성 있는 건조방법이 건조 채소식품 이용이 급격히 증가하고 있는 현 식품 업체에 반드시 필요한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 논문은 2010년 6월부터 2012년 5월까지 중소기업청 ‘산학연협력 기업부설연구소 지원사업’의 지원 사업비로 이루어진 결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Bae DH, Choi YH, Youn KS. 1997. Effect of pretreatments on the drying characteristics of dried vegetables. *Korean J Food Technol* 29:292-301
- Cho KH, Cho YK, Han CS, Kim YH, Oh SG. 1996. Development of far infrared dryer for agricultural products. *RDA J Agric Sci* 38:806-811
- Cho SC, Han CS, Kim CF, Li H, Lee HC, Park JS. 2007. Drying characteristics of oak mushroom using stationary far-infrared dryer. *J of Biosystems Engineering* 32:6-12
- Cho SC, Han CS, Kwang TH, Li H, Ning XF. 2009. Far infrared rays drying characteristics of tissue cultured mountain ginseng roots. *J of Biosystems Engineering* 34:175-182
- Choe EO, Lee KS, Lee SH, Lee HG, Park KH. 2003. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 35:1086-1092
- Choi YH, Ha YS, Ko JW, Lee WY, Lee JH. 1999. Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder using different drying methods. *Korean J Food Technol* 31:128-137
- Choi YH, Youn KS. 1996. Drying characteristics of osmotically pre-treated carrots. *Korean J Food Sci Technol* 28:1126-1134
- Chung CK, Ham SS, Kang IJ, Kim SH, Lee MK, Lee SY, Oh DH. 2000. The effect of far infrared ray-vacuum drying on the quality changes of *Pimoinella bracycarpa*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:561-567
- Chung HS, Choi MS, Jeong YJ, Kim KY, Kwon JH, Lee SW, Lee CM, Moon KD, Shin JK, Yoon SR. 2007. Quality and functional properties of red ginseng prepared with different steaming time and drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 39:494-499
- Chung SK, Choi JU, Jee JH, Lee HD. 1999. Changes in color value and chemical components of hoelen by various drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 31:575-580
- Francis GA, O'Beirue D, Thomas C. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int J Food Sci Technol* 33:1-22
- Ha YS, Lee JH, Park JW. 2001. Physical characteristics of mushroom (*Agaricus bisporus*) as influenced by different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 33:245-251
- Jung BM. 2003. Physicochemical characteristics of freeze dried soybean paste block with sea mustard. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19:318-323
- Kang NS, Kim JH, Kim JK. 2007. Modification of quality characteristics of onion powder by hot-air, vacuum and freeze drying methods. *Korean J Food Preserv* 14:61-66
- Kim HJ, Lee JH. 2009. Physicochemical properties of *Salicornia herbacea* powder as influenced by drying methods. *Food Engineering Progress* 13:105-109
- Kim HK, Lee BY. 1998. Quality properties of Korean yam by various drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 30:877-882
- Kim JM, Kim Ko, Lee YC. 2003. Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of ginkgo nut powder. *Korean J Food Sci Technol* 35:393-398
- Ko YT, Kang JH. 2002. Effects of freeze-drying time on quality of freeze-dried Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 34:91-95
- Lee JW, Lee HG, Yang CB. 2002. Quality properties of green onion by various drying methods. *J Korean Living Sci Res* 20:149-156
- SAS Institute. 1998. SAS/STAT User Guide, release 6.30 edition. Washington, D.C, USA

접 수 : 2012년 7월 26일
 최종수정 : 2012년 8월 16일
 채 택 : 2012년 8월 20일