

원적외선건조와 원적외선-진공건조를 이용한 참나물의 품질변화 특성

이명기 · 김상헌* · 함승시 · 이상영 · 정차권** · 강일준** · 오덕환[†]

강원대학교 식품생명공학부

*강원대학교 농업공학부

**한림대학교 식품영양학과

The Effect of Far Infrared Ray-Vacuum Drying on the Quality Changes of *Pimpinella bracycarpa*

Myung-Kee Lee, Sang-Heon Kim*, Seung-Shi Ham, Sang-Young Lee,
Cha-Kweon Chung**, Il-Jun Kang** and Deog-Hwan Oh[†]

Division of Food and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

*Dept. of Agricultural Engineering, Kangweon National University, Chuncheon 200-701, Korea

**Dept. of Food Nutrition, Hallym University, Chuncheon 200-702, Korea

Abstract

This study was conducted to determine the effect of far infrared-vacuum drying on the quality changes of *Pimpinella bracycarpa*, such as drying efficiency (weight loss), color differences, browning degrees, rehydration and sensory evaluation. When *Pimpinella bracycarpa* was dried for designated time at 50°C, 60°C and 70°C, drying time of far infrared-vacuum drying was decreased more than 17% compared to that of infrared drying. The color changes increased as drying temperature increased and far infrared-vacuum drying made less color changes than infrared drying. Also, the total microbial counts and the number of yeast and mold were gradually reduced as drying temperature increased and drying time was longer, but there was no significant differences in microbial changes among drying methods. The rehydration rates of *Pimpinella bracycarpa* increased as drying temperature increased and was better at far infrared-vacuum drying than infrared drying. Also, according to the sensory evaluation after rehydration of *Pimpinella bracycarpa*, the higher scores were obtained at lower temperature and far infrared-vacuum drying, especially the color was obtained much higher score in the far infrared-vacuum drying than infrared drying. Thus, the results showed that drying efficiency and stability of rehydration and color changes was increased and the quality deterioration of *Pimpinella bracycarpa* could be minimized by using far infrared-vacuum drying.

Key words: *Pimpinella bracycarpa*, far infrared-vacuum drying, quality changes

서 론

산채류는 독특한 향과 맛을 즐기는 기호식품으로 주로 이용되어 왔는데, 최근에 산채류에 대한 기능성 효과가 밝혀지면서 건강 식품 또는 무공해 식품으로 인식됨과 더불어 고소득원으로 각광을 받으면서 수요와 공급이 증대되고 있다(1). 참나물은 예로부터 대표적인 산나물로 애용되어 왔는데, 상쾌하면서도 독특한 향기를 지니고 있으며, 비타민이나 철분, 칼슘 등이 많이 함유되어 있는 영양가 높은 건강식품으로 인식되고 있다(2). 그러나 이러한 산채류는 생산 시기가 매우 제한되어 있고 수분함량이 높아 저장성에 한계가 있기 때문에 한국에서는 전통적으로 건조시켜 묵나물로 이용하고 있다. 대부분의 농가에서는

참나물과 같은 산채류의 건조에 있어 천일건조나 열풍 건조를 이용하고 있다. 천일건조는 특별한 설비가 필요 없고 사용이 간편하며 경제적이라는 장점을 갖고 있다. 그러나 천일건조는 기후의 영향을 받게 되고 장기간의 건조 시간이 소요되므로 건조 도중에 산화 반응이나 광화학반응에 의해 제품의 색깔이 퇴색 또는 변색되거나 영양 성분이 파괴되는 등의 품질저하 현상이 현저하다(3,4). 열풍건조는 열풍으로 제품 전체를 가열하여야 하므로 열효율이 낮고, 가열로 인한 제품의 향기성분이나 비타민 또는 유용한 무기질 등이 파괴되어 많은 영양적 손실과 함께 수분손실에 기인된 수축현상, 표면경화, 낮은 복원력 등의 문제점이 있다(5). 최근 들어 자연 그대로의 맛과 향기를 유지하는 식품에 대한 관심이 높아짐에 따라 식품의

[†]To whom all correspondence should be addressed

보존을 위해 사용되는 열처리를 최소화하려는 연구가 폭넓게 이루어지고 있으며, 이에 따라 동결건조, 진공건조, 마이크로파 및 원격외선건조 등의 방법이 사용되고 있다(6). 진공건조 방식은 색조, 풍미, 복원성 등이 우수하며, 재료의 흡수율이 높을 때 낮은 온도에서 건조할 수 있는 특징이 있어 고품질 농산물을 건조하는데 많이 쓰이고 있다(7). 한편, 최근에는 농산물 등의 감율건조기간이 큰 제품을 건조하는데 원격외선을 이용하는 기술이 적용되고 있다. 원격외선 가열은 열원에서 나온 전자파가 공기와 같은 매체의 영향을 받지 않고, 피가열 물체에 직접 도달하여 피가열물체의 파장과 같은 원격외선 파장이 흡수된 후 열로 변화하여 스스로 내부온도를 상승시키기 때문에 건조시간의 단축은 물론 제품의 품질을 향상시킬 수 있다(8). 본 연구에서는 원격외선건조방법과 원격외선 건조기에 진공장치를 부착한 원격외선-진공건조기를 이용하여 참나물의 건조방법을 서로 비교함으로써 건조된 참나물의 품질특성을 평가 검토하였다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용된 참나물은 춘천 시내의 농산물 도매상가에서 구입하여 사용하였다.

실험장치 제작

원격외선 진공건조를 위한 장치는 다음 Fig. 1 과 같이 제작하였다.

제작된 장치의 건조로는 실린더 형태로 체적은 0.02 m³이다. 건조로 실린더 내를 진공상태로 유지하기 위해 진공 펌프와 연결할 수 있는 밸브가 건조로 실린더 통에 설치되어 있으며 건조로 내의 내용물을 원격외선으로 가열할 수 있도록 건조로 실린더 내벽을 원격외선 파장에서 복사율이 높은 재료로 코팅하였고, 건조로 실린더 외부

에 열선 코일을 장착하였다. 건조로 실린더 내의 압력은 진공계를 설치하여 측정하였으며 온도를 PID 제어에 의해 항상 일정하게 유지할 수 있도록 콘트롤 박스를 제작하여 사용하였다. 실험시 장치의 작동순서는 먼저 건조로의 개폐문을 열어 건조로 내에 건조물을 넣은 후 개폐문을 닫고 건조 온도를 제어 판넬에서 설정한 후 건조로의 공기 밸브와 진공 펌프의 공기 유입구를 연결한 다음 제어 판넬과 진공 펌프를 작동하였다. 건조로 내의 온도 및 압력은 외부에 설치되어 있는 압력 및 온도 게이지를 통하여 확인되며, 건조로 내의 온도는 온도 센서를 통해 입력되는 신호를 통하여 제어 판넬에서 자동으로 일정하게 유지하게 된다.

건조방법

본 실험에 사용된 진공건조기는 0.3 m³의 용량으로 수봉식 진공펌프, 건조실, 콘트롤 박스 및 주변기기로 구성되어 실험용 규모로 제작하였다. 원격외선 장치는 기존의 원격외선 히터를 개조하여 진공조에 투입하였으며 참나물의 건조는 50°C, 60°C 및 70°C에서 원격외선 건조 또는 원격외선-진공건조를 행하여 건조하였다. 건조시간은 건조시료의 중량변화가 거의 없는 시간을 건조 종점으로 하였다.

수분함량

건조하기 전에 50 g씩 시료를 취하여 미리 중량을 측정 한 후 건조방법과 건조온도에 따라 매시간마다 중량을 측정하여 건조 전의 시료무게에 대한 중량감소량을 백분율로 표시함으로써 수분함량의 변화를 조사하였다.

$$\text{수분(\%)} = \frac{\text{건조 전의 시료 무게} - \text{건조후의 시료 무게}}{\text{건조 전의 시료 무게}} \times 100$$

미생물검사

참나물을 10 g씩(수분함량에 의해 보정된 시료무게)

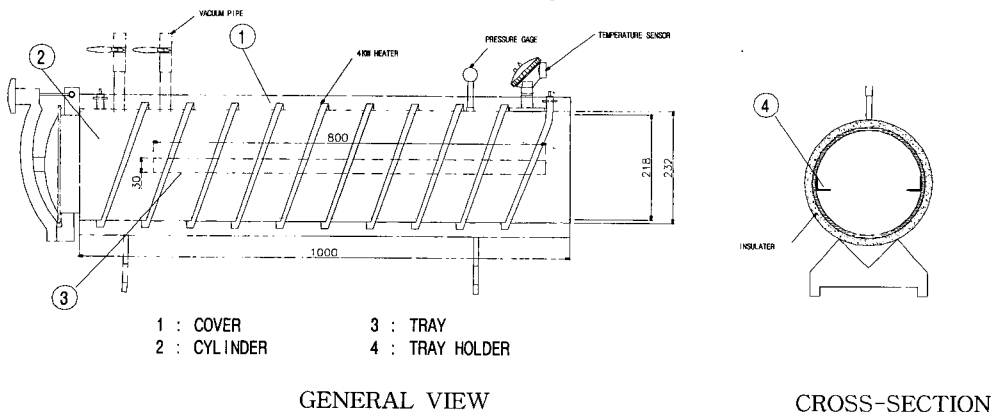


Fig. 1. Schematic drawing of the infrared vacuum dryer.

취하여 멸균된 stomacher bag에 넣은 다음 살균된 0.1% 펙톤수로 10배 희석하여 homogenizer로 3분간 균질화시켰다. 총균수는 plate count agar에, 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar에 희석된 균질액을 0.1 mL씩 분주한 다음 도말하여 incubator에서 배양하였다. 일반 세균은 35°C에서 2일간, 효모 및 곰팡이는 25°C에서 3일간 각각 배양하여 생성된 colony들을 계수하였다

색도변화

건조시료의 표면색도는 Chroma meter CR310(Minolta, Co., Ltd., Japan)를 이용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness) 및 ΔE로 나타내었으며, 각각의 시료표면 3곳을 3회 반복하여 측정하였다. 여기서 ΔE는 초기 값에 대한 색차로 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

갈변도

수분함량에 의해 보정된 건물 5 g을 분쇄하여 40 mL의 증류수를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10 mL를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후 여과지(Whatman 541)로 여과하여 spectrophotometer(Spectronic 20, Milton Roy Co., USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

수화복원성

건조시료를 100°C의 증류수에 10분간 완전히 침지한 후 꺼내어 시료의 표면수를 제거하고 무게를 측정하였으며 재수화 특성(9)은 다음의 식에 의하여 계산하였다.

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

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

관능검사

10명의 대학원생을 관능검사 요원으로 선발하여 건조방법과 건조온도를 달리한 시료에 대해 재수화 후의 외관과 색깔 및 종합적인 기호도에 대해 '대단히 나쁘다'는 1점, '대단히 좋다'를 5점으로 하는 5점 채점법에 의해 관능검사를 실시하였다.

결과 및 고찰

중량감소

Fig. 1에서 실험실규모로 제작한 원적외선-진공건조

기와 원적외선 건조기를 사용하여 건조시킨 참나물의 중량변화를 Fig. 2에 나타내었다. 건조온도를 50°C, 60°C 및 70°C로 하여 원적외선 건조를 하였을 때 건조시간은 각각 12, 8 및 6시간이 소요되었으나, 원적외선진공건조의 경우에는 각각 10, 7 및 5시간이 소요되어 건조시간을 약 17% 단축시킬 수 있었다. 건조온도가 높아질수록 건조초기에 많은 수분감소가 이루어졌으며, 원적외선-진공건조가 원적외선 건조보다 초기 건조속도가 빨랐다. 이것은 진공건조의 경우에 건조기내의 초기 상대습도가 급격히 감소하기 때문이라고 사료된다(10). 50°C에서 건조할 경우 건조방법에 따라 시료간의 수분함량의 변화가 큰 차이를 보였으며 50°C에서 건조한 원적외선-진공건조한 참나물이 60°C에서 원적외선 건조한 참나물의 수분함량과 비슷한 경향을 나타내었다. 그러나, Youn과 Choi(11)가 건조온도가 높아질수록 상대습도에 대한 영향은 감소된다고 보고한 것과 같이, 건조온도가 증가될수록 건조방법에 따른 시료의 건조속도는 큰 차이를 나타내지 않았다. Ko 등(12)은 분말 표고버섯의 건조에서 진공건조한 시료가 열풍건조한 시료보다 초기 건조속도가 빠르기 때문에 수축현상이 적게 나타났으며 공극률도 높았다고 보고하였다. 즉, 원적외선-진공건조는 원적외선 건조보다 낮은 온도에서 상대습도를 낮추어 건조시간을 단축시킴으로써 보다 낮은 온도에서 기존방법과 동일한 건조효율을 가져다 주어 열에 의한 건조제품의 품질저하를 줄일 수 있었다.

미생물의 변화

참나물을 원적외선-진공건조기 및 원적외선 건조기를 사용하여 건조하는 동안에 미생물의 사멸효과를 측정하여 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 건조 전에는 참나물의 총균수와 효모 및 곰팡이의 수가 각각 약 7~8 log CFU/g 정도 존재하였으나 건조 후에는 건조온도가 높을수록 그리고 건조시간이 길어질수록 감소하였으나 건조방법에는 큰

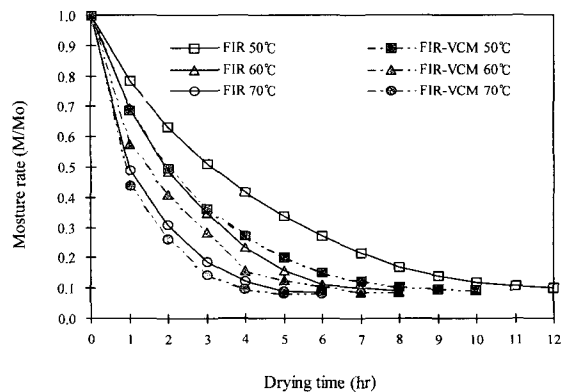


Fig. 2. Changes in weight of *Pimpinella bracycarpa* during drying at different temperatures and drying methods. FIR: far infrared ray drying, FIR-VCM: far infrared ray-vacuum drying.

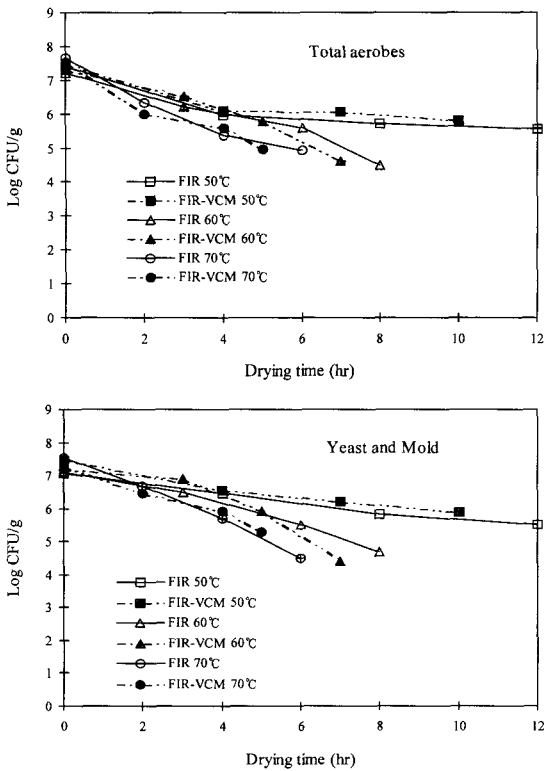


Fig. 3. Changes in microbial counts of *Pimpinella bracycarpa* during drying at different temperatures and drying methods. FIR: far infrared ray drying, FIR-VCM: far infrared ray-vacuum drying.

영향을 받지 않았다. 50°C에서 8시간 동안 건조하였을 때 원적외선-진공건조 및 원적외선 건조 모두 총균수는 약 1.2 log CFU/g 감소하였으나 60°C에서는 약 3 log CFU/g 정도 감소된 것으로 보아 건조하는 동안 총균수는 건조방법에는 별영향을 받지 않았으며 온도가 증가할

수록 사멸효과가 더 큰 것으로 나타났다. 한편, 효모 및 곰팡이의 경우, 전반적으로 총균수의 경우와 비슷한 경향을 나타내었으며 70°C 건조시에 총균수에 비하여 사멸효과가 약간 증가하는 경향을 나타냈다. 본 연구 결과, 건조 종료 후에도 많은 수의 미생물이 사멸되지 않고 잔존하고 있는 것으로 보아 건조제품의 장기간 저장을 위해서는 한계수분 함량이하로 수분을 유지하는 것이 무엇보다도 중요하겠으며(13), 건조 전에 참나물의 세척이나 다른 방법을 통하여 초기 균수를 줄임으로서 건조효율을 높이는 것이 매우 중요하다고 사료된다.

색도 변화

Fig. 4는 원적외선-진공건조기 및 원적외선 건조기를 사용하여 참나물을 건조하는 동안에 나타나는 색도변화를 측정된 결과이다. 참나물의 밝기를 나타내는 L값의 경우 50°C에서 원적외선-진공건조된 시료가 원적외선건조 시료보다 오히려 더 낮았으나 60°C와 70°C의 건조온도에서는 원적외선건조보다 더 높은 L값을 나타내었다. 참나물과 같이 수분함량이 높은 제품은 건조온도가 높을수록 건조초기에 발생하는 수분의 양이 많게 된다. 원적외선건조시에는 건조기의 개폐기를 열어 자연스러운 공기순환에 의존하였으나 원적외선-진공건조시에는 진공펌프를 통한 공기흡입으로 건조실 내부가 진공상태로 되기까지는 약간의 시간이 필요한데, 밀폐된 건조실내에서의 높은 상대습도는 건조초기에 건조물의 색도변화에 부정적인 영향을 주는 것(12)으로 사료된다. a값은 건조온도가 높을수록 건조 3시간 이내에 색도 변화가 가장 심하였으나 3시간 이후부터는 색도 변화가 완만하게 증가되는 양상을 나타내었다. b값은 L값과 유사한 경향을 띄었으며 건조시간이 길어질수록 감소하였다. 동일한 건조온도에서 a값과 b값은 원적외선-진공건조가 원적외선 건조보

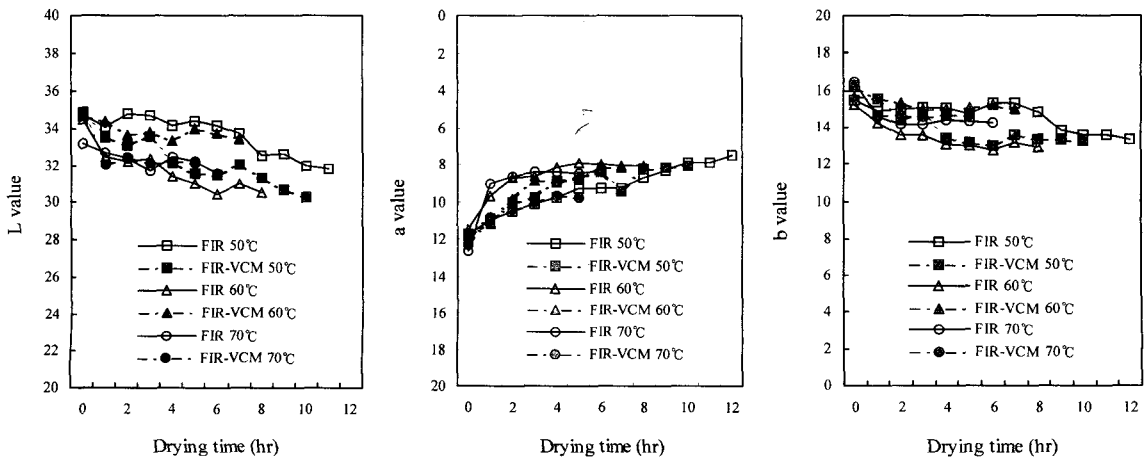


Fig. 4. Changes in color values of *Pimpinella bracycarpa* during drying at different temperatures and drying methods. FIR: far infrared ray drying, FIR-VCM: far infrared ray-vacuum drying.

다 대체로 낮은 변화율을 보였다(Fig. 3). 특히, b값은 원적외선-진공건조시 원적외선 건조보다 그 변화율이 두드러지게 둔화되는 것을 알 수 있었다. 본 연구 결과, 건조온도가 높을수록 건조물의 색이나 수축정도가 심함을 알 수 있었고, 건조시간이 경과됨에 따라 L값과 b값이 감소되고 a값이 증가되었다. 이는 다른 식품이나 산채류의 가운시 일어나는 Maillard 반응과 같은 비효소적 갈변반응에 기인하는 것으로 사료된다(14). 그러나 전체적으로 건조방법이나 건조온도에 따른 각각의 건조된 참나물의 전반적인 색차(ΔE)는 미미하였다(Table 1). 이는 원적외선 건조기를 사용하여 나물취(취나물)를 건조하는 경우 건조온도가 70°C이하일 때 최종 건조물의 색도 값에 미치는 영향은 큰 차이가 없었다는 강 등(15)의 보고와 유사하였다.

갈변도

원적외선-진공건조기 및 원적외선 건조기를 사용하여 시간별로 참나물을 건조하는 동안 시료에 대한 갈변도를 나타낸 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 대부분의 산채류는 건조과정 중 열에 의해 조직의 변화나 변색이 일어나게 된다. 건조온도가 너무 높으면 비효소적 갈변반응에 의해 건조 산채류의 품질이 저하되게 된다. 건조중의 갈변은 건조 후기에 시료의 수분함량이 낮을 때 가장 심하다는 Youn(16)의 보고와 같이, 본 연구에서도 건조온도를 높일수록 O.D.값이 증가되었다. 갈변도는 색도변화와 유사한 경향을 보여 원적외선 건조보다는 원적외선-진공건조시 건조시간의 단축으로 갈변 정도를 다소 둔화되는 것으로 나타났다. 50°C에서 원적외선으로 건조한 참나물이 원적외선-진공건조를 행한 참나물이 보다 높은 흡광도를 보이는 것은 건조 초기에 가열에 의해 발생한 수증기의 영향(12)으로 판단되며, 이는 건조실의 통풍이 원활히 이루어지지 않았기 때문인 것으로 생각된다. 본 연구 결과 Fig. 4에 나타난 바와 같이 건조 중 참나물의 갈변은 건조방법보다는 건조온도에 의해 보다 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.

수화복원성

원적외선-진공건조기 및 원적외선 건조기를 사용하여 시간별로 참나물을 건조한 후 건조된 시료에 대한 수화복

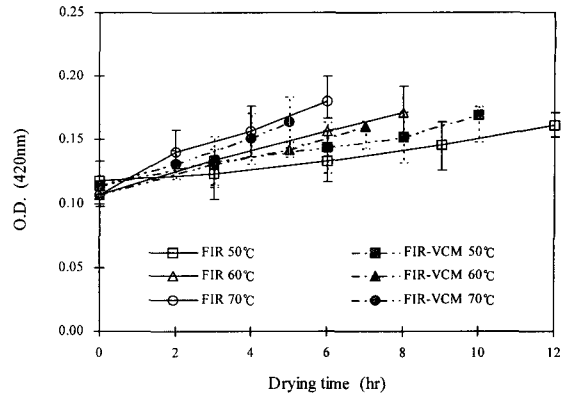


Fig. 5. Changes in browning degree of *Pimpinella bracycarpa* during drying at different temperatures and drying methods. FIR: far infrared ray drying, FIR-VCM: far infrared ray-vacuum drying.

원성을 측정할 결과는 Table 2와 같다. 전반적으로 원적외선-진공건조한 참나물이 원적외선 건조한 참나물보다 재수화율과 복원성이 높았으며, 건조온도가 높아짐에 따라 재수화 특성도 높게 나타났다. 이것은 건조온도가 높아짐에 따라 건조가 활발히 이루어지며 재수화성이 우수함을 보여준다. 이러한 결과는 Youn과 Choi(11)가 고온과 낮은 상대습도에서 건조한 것이 대체적으로 복원률과 재수화성이 높다고 보고한 것과 일치한다. 그러나 Hwang과 Rhimn(17)은 채소류를 열풍건조로 건조하였을 때 낮은 온도에서 건조한 것이 더 높은 복원률을 보인다고 한 것과는 차이를 나타내었는데 이러한 차이는 건조시료나 건조방법에 따라 조직 변화나 갈변 정도 등이 다르며 또 본 연구에서는 건조온도가 높을수록 건조시간이 단축되어 열에 의한 손상을 덜 받았기 때문으로 생각된다. 한편, 건조 채소류의 품질은 조직감이나 향기, 색깔뿐만 아니라 원래 상태에 근접할 수 있는 재수화 능력과도 밀접한 관계가 있다. 건조에 의한 일부 변화는 비가역적이지만 특히 손상된 조직들은 원상태로 복구될 수 없으며 조직 내의 용질들이 용출되게 된다. 따라서 산채류의 건조에 있어서 수화복원성은 건조방법이나 건조온도의 영향을 받게 된다.

관능검사

건조 산채류는 일반적으로 사용하기 전에 일정시간 물에 침지하여 수화복원시킨 후에 조리를 하므로 원적외선

Table 1. Changes in color values of dried *Pimpinella bracycarpa* by different drying methods

Drying method	Temp. (°C/drying time)	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Far infrared ray drying	50 (12 h)	3.19	4.29	2.17	5.77
	60 (8 h)	3.94	3.41	2.31	5.70
	70 (6 h)	2.74	4.29	2.23	5.56
Far infrared ray-vacuum drying	50 (10 h)	3.48	3.75	2.37	5.64
	60 (7 h)	2.32	3.87	1.47	4.58
	70 (5 h)	2.73	2.51	1.58	4.03

Table 2. Physical properties in rehydrated *Pimpinella bracycarpa* after drying at different temperatures and drying methods¹⁾

Drying method	Temp. (°C)	Rehydration ratio	Moisture gain
Far infrared ray drying	50	0.672±0.028	7.136±0.286
	60	0.744±0.013	7.558±0.125
	70	0.748±0.018	7.654±0.171
Far infrared ray-vacuum drying	50	0.720±0.026	7.308±0.253
	60	0.786±0.018	7.813±0.164
	70	0.811±0.015	8.345±0.109

¹⁾Drying time: far-infrared drying were dried at 50, 60 and 70°C for 12, 8 and 6 hr, respectively. Far-infrared+vacuum drying were dried at 50, 60 and 70°C for 10, 7, 5 hr, respectively.

Table 3. Sensory scores of rehydrated *Pimpinella bracycarpa* using various temperature and drying methods¹⁾ based on 5-point scale (1=dislike extremely, 5=like extremely)

	Temp. (°C)	Appearance	Color	Acceptability
Far infrared ray drying	50	3.0	2.9	3.2
	60	2.9	2.8	3.1
	70	2.7	1.9	2.5
Far infrared ray-vacuum drying	50	3.6	4.4	3.9
	60	3.4	4.0	3.8
	70	2.9	3.7	3.0

¹⁾Drying time: far-infrared drying were dried at 50, 60 and 70°C for 12, 8 and 6 hr, respectively. Far-infrared+vacuum drying were dried at 50, 60 and 70°C for 10, 7, 5 hr, respectively.

건조 또는 원적외선-진공건조를 사용하여 건조된 참나물을 100°C 10분간 재수화하여 10명의 숙달된 관능검사 요원을 선발하여 건조방법과 건조온도를 달리한 참나물의 관능적 품질을 조사한 결과를 Table 3에 나타내었다. 전반적으로 건조온도가 낮을수록 그리고 원적외선건조보다는 원적외선진공건조를 행한 참나물이 더 높은 관능 점수를 얻었다. 특히 색도면에서는 원적외선 건조시보다 원적외선-진공건조를 행한 경우에 훨씬 좋은 점수를 얻어, 원적외선-진공건조가 건조도중 참나물의 퇴색 또는 변색으로 인한 품질저하를 줄이고, 형태를 적절하게 유지하면서도 많은 건조가 이루어져 소비자의 기호에도 좋은 영향을 줄 것으로 기대된다. 이러한 결과는 같은 온도에서 건조할 경우 원적외선-진공건조가 원적외선 건조에 비하여 건조속도가 훨씬 빠르기 때문에 열에 의한 손상을 덜 받기 때문인 것으로 생각된다.

요 약

참나물을 원적외선 건조기와 원적외선-진공건조기를 사용하여 건조할 때 건조조건에 따른 건조속도, 색도, 미생물 변화, 갈변도, 수화복원성 및 관능검사 등 건조참나물의 품질변화에 미치는 영향을 조사하였다. 참나물의 건조속도는 건조온도를 50°C, 60°C 및 70°C로 하여 원적외선-진공건조를 하였을 때는 원적외선 건조한 경우보다

건조시간이 약 17% 이상 단축되었다. 색도변화는 건조온도가 높을수록 증가되었으며 원적외선진공건조가 원적외선보다 그 변화율이 작았다. 건조시간에 따른 참나물의 미생물변화는 건조온도가 높을수록 그리고 건조시간이 길어질수록 감소하였으나 건조방법에는 큰 영향을 받지 않았다. 건조방법과 건조온도에 따른 참나물의 수화복원성은 원적외선-진공건조 시료가 원적외선 건조시료보다 재수화 특성값이 높았으며, 특히 건조온도가 높을수록 복원률이 우수하였다. 재수화 후의 관능적 품질은 낮은 온도에서 그리고 원적외선 건조 참나물보다 원적외선-진공건조 참나물이 높은 점수를 얻었으며, 특히 관능적 색도면에서는 원적외선 건조보다 원적외선-진공건조를 행한 경우에 훨씬 좋은 점수를 나타내었다. 따라서 원적외선-진공건조를 사용할 경우 원적외선 단독보다는 건조효율이 증대되며, 복원성과 색도의 안전성을 증진시킴으로써 참나물의 품질저하를 최소화할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 '95년도 교육부 학술연구조성비(농학-98-10)에 의하여 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 최영전: 산나물재배와 이용법. 오성출판사 (1991)
2. 홍정기, 함승시, 박철호, 장광진, 김원배: 산채생산 이용학. 도서출판 진솔 (1999)
3. Holdsworth, S.D.: Dehydration of food products. *J. Food Technol.*, **6**, 331-336 (1971)
4. 조임식, 노재관, 박종상: 구기자의 품질향상 연구 - 구기자의 건조방법이 품질에 미치는 영향. 농촌진흥원 시험연구보고서, p.797-803 (1997)
5. Kozempel, J.F., Sullivan, J.C., Craig, J.R. and Konstance, K.P.: A research note-Explosion puffing of fruits and vegetables. *J. Food Sci.*, **54**, 772-775 (1989)
6. Kim, Y.H., Cho, K.H., Oh, S.G., Cho, Y.K. and Han, C.S.: Development of far infrared dryer for agricultural products. *RDA J. Agric. Sci.*, **38**, 806-811 (1996)
7. Youn, K.S. and Cho, Y.H.: The quality characteristics of dried kiwifruit using different drying methods. *Food Engineering Progress*, **2**, 49-54 (1998)
8. 한중수, 연광식, 조성찬, 최태섭, 伊藤和彦: 원적외선건조

- 에 관한 연구-당근의 건조 특성 분석. 농촌에너지 연구 보고논문집, **10**, 65-76 (1994)
9. Youn, K.S., Bae, D.H. and Choi, Y.H. : Effect of pre-treatments on the drying characteristics of dried vegetables. *Korean J. Food Technol.*, **29**, 292-301 (1997)
 10. Cho, D.J., Hur, J.W. and Kim, H.Y. : Influencing factors in drying and shrinking characteristics of root vegetables. *Korean J. Food Technol.*, **21**, 203-211 (1989)
 11. Youn, K.S. and Choi, Y.H. : Drying characteristics of osmotically pre-treated carrots. *Korean J. Food Technol.*, **28**, 1126-1134 (1996)
 12. Ko, J.W., Lee, W.Y., Lee, J.H., Ha, Y.S. and Choi, Y.H. : Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder using different drying methods. *Korean J. Food Technol.*, **31**, 128-137 (1999)
 13. Francis, G.A., Thomas, C. and O'Beirue, D. : The micro-biological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **33**, 1-22 (1999)
 14. Jee, J.H., Lee, H.D., Chung, S.K. and Choi, J.U. : Changes in color value and chemical components of Hoelen by various drying methods. *Korean J. Food Technol.*, **31**, 575-580 (1999)
 15. 강위수, 이귀현, 강화석 : 고랭지 산채류 및 약용작물 건조 기술 개발. 특성화대학 강원도비 연구과제 결과보고서, p.131-198 (1998)
 16. Youn, K.S. : Utilization of osmotic dehydration as pre-treatment prior to drying. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, **5**, 305-314 (1998)
 17. Hwang, K.T. and Rhimn, J.W. : Effect of various pre-treatment and drying methods. *Korean J. Food Technol.*, **26**, 805-813 (1994)

(2000년 4월 21일 접수)