

건조방법에 따른 삼투처리 단호박의 품질 특성

홍주현¹ · 이원영^{2*}

¹경북대학교 식품공학과

²상주대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Osmotic Dehydrated Sweet Pumpkin by Different Drying Methods

Joo-Heon Hong¹ and Won-Young Lee^{2*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Dept. of Food Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

Abstract

This study was conducted to develop intermediate material for new processed food from sweet pumpkin. Osmotic dehydration was carried out as pretreatment before drying. After the sweet pumpkins were pretreated under optimized osmotic dehydration conditions, they were dried by three drying methods (hot air drying, vacuum drying and cold air drying). The moisture contents of dried sweet pumpkin products by osmosis treatment (sucrose) and hot air drying, vacuum drying, and cold air drying were 14.48, 14.09 and 13.87%, respectively. Cold air drying preserved more vitamin C content and showed lower color difference than hot air drying and vacuum drying. As a result of microscopic analysis, cold air dried sweet pumpkin was observed regular tissue, while hot air and vacuum dried sweet pumpkins were observed a cell collapse following the loss of water.

Key words: sweet pumpkin, osmotic dehydration, drying method, quality

서 론

단호박(*Cucurbita* spp.)은 박과에 속하는 1년생 덩굴성 초본으로 남아메리카 페루가 원산지인 서양계 호박이다. 당호박, 밤호박으로 불리우는 단호박은 무농약 식품으로 크기는 다소 작으나 기존의 호박과는 달리 당도, 비타민 및 무기질의 함량이 높고 맛이 독특하며 생산량의 많은 부분을 일본으로 수출하고 있다(1). 단호박의 수확시기는 6월말에서 8월 초순이며, 저장이 힘들고 또 오래 저장하면 당도가 떨어지므로 1년 내내 공급될 수 없는 문제점이 있어 2월부터 5월까지의 수입하여 유통시키고 있다. 특히, 단호박은 맛이 좋아 부식으로 많이 소비되고 있어, 단호박을 가공하여 저장성을 높이면 식품가공용 중간소재로의 이용을 늘릴 수 있을 것으로 고려되고 있다(2). 단호박은 성분의 대부분이 수분으로 이루어져 있어 미생물의 생육(3), 생화학적 변화(4), 화학반응(5) 등 식품변질의 요인과 밀접한 관련이 있으며, 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 건조가 많이 이용되고 있다. 식품에 있어서의 건조는 수분함량이 많은 식품에서 수분을 제거하여 미생물 및 효소에 의한 부패나 변질을 방지하여 저장성 및 수송성을 부여함은 물론 새로운 식품개발에 있어서도 그

이용성이 확대되었다. 식품에 이용되는 건조방법으로는 천일건조를 비롯하여 열풍건조가 있으며, 최근 들어 건조제품의 산업화로 인하여 동결건조, 진공건조, 마이크로파, 원적외선 및 냉풍건조 등 방법이 다양화 되어 이에 따른 여러 가지 제품이 개발되고 있다. 천일건조는 기후의 영향을 받으며 장기간의 건조시간이 필요하고 최종 수분함량의 조절이 어려운 문제점 뿐만 아니라 건조 도중에 산화반응이나 광화학 반응 등으로 인하여 제품의 색깔이 변색되거나 영양 성분이 파괴되어 경제적인 손실이 발생한다(6). 열풍건조는 건조시간이 빠르고 간편하며 경제적일 뿐만 아니라 신속하고 균일하게 건조가 이루어지지만, 수분손실에 기인된 수축현상, 빠른 건조에 의한 표면경화 현상, 건조물의 낮은 복원력, 갈색화 반응으로 인한 색상, 조직감, 맛 및 영양가 저하 등의 문제점이 따르고 있다(7). 동결건조는 건조된 제품의 질감, 향기 및 성분의 변화가 적고 건조식품의 재수화가 빨라 많이 사용되고 있으나 건조 시간이 느리고 비용이 많이 든다(8,9). 진공건조는 색조, 풍미, 보존성, 복원성 등이 우수하지만 동결건조와 마찬가지로 비용이 많이 드는 결점이 있으며, 냉풍건조는 냉풍, 제습을 이용한 건조방법으로 피건조물의 색상, 향이나 맛을 자연 그대로 유지시키는 장점이 있으나 건조시간이

*Corresponding author. E-mail: wylee@sangju.ac.kr
Phone: 82-54-530-5261, Fax: 82-54-530-5269

진 단점이 있다(10,11). 이와 같이 건조시 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 물이나 스팀을 이용한 블랜칭, sulfing agent를 이용한 화학처리 및 ascorbic acid, citric acid, 설탕이나 포도당 및 소금용액 등에 침지하는 삼투건조와 같은 전처리 방법 등이 개발되어 그 이용성이 증대되고 있다(12). 건조 전 처리로서 삼투건조를 이용한 연구로는 과일이나 채소에서 동결, 진공 및 열풍건조의 전처리로 혹은 새로운 제품개발의 목적으로 삼투건조가 많이 이용되고 있으며, 이에 따른 건조 중 물질의 이동, 성분의 변화, 조직의 변화 등에 관한 많은 연구가 보고되고 있다(13-15).

이에 본 연구에서는 단호박을 이용하여 새로운 가공식품의 중간소재로 개발하고자 산업적으로 많이 사용되고 있는 열풍, 진공건조와 새로운 건조방법의 적용의 일환으로 선정된 냉풍건조에 앞서 건조시 발생하는 문제점을 보완하기 위해 여러 가지 잇점을 줄 수 있는 삼투건조를 전처리로 행하고 각각 열풍, 진공, 냉풍건조한 후 품질특성을 비교 평가하여 가장 적합한 건조방법을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 단호박은 경북북부 지역에서 재배된 것으로 일반 채재시장에서 구입했으며, 2.5×2.5×0.5 cm 크기의 slab 형태로 무게가 1.7±0.1 g이 되게 절단하여 사용하였다.

삼투건조

삼투건조시 agent로 glucose와 sucrose를 이용하여 23°C, 52°Brix, 80분의 조건하에서 삼투처리한 후 수 초간 세척하여 시료 표면에 부착된 당을 제거하고 건조하였다.

열풍건조

열풍건조는 hot air dry oven(Model EDO-L, Dae Rim Instrument Co., Tokyo, Japan)에 삼투 건조 처리한 단호박을 65°C에서 12시간 건조하였다.

진공건조

진공건조는 진공건조기(VOC-300SD, Rikakikai Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 60°C, 70 mmHg에서 삼투 건조 처리한 단호박을 12시간 건조하였다.

냉풍건조

냉풍건조를 위하여 Fig. 1과 같은 냉풍건조장치를 제작하였으며 상단에 blower와 하단에 suction fan을 달아 하강냉풍을 형성하도록 하였으며 이때 냉풍의 속도는 3 m/sec 정도로 건조하였다. 냉풍의 온도는 10°C로 설정하여 삼투 처리한 단호박을 3일간 건조하였다.

수분함량

대류형 열풍건조기(Model. EDO-L Dae rim Instrument Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 105°C에서 항량이 될 때까지

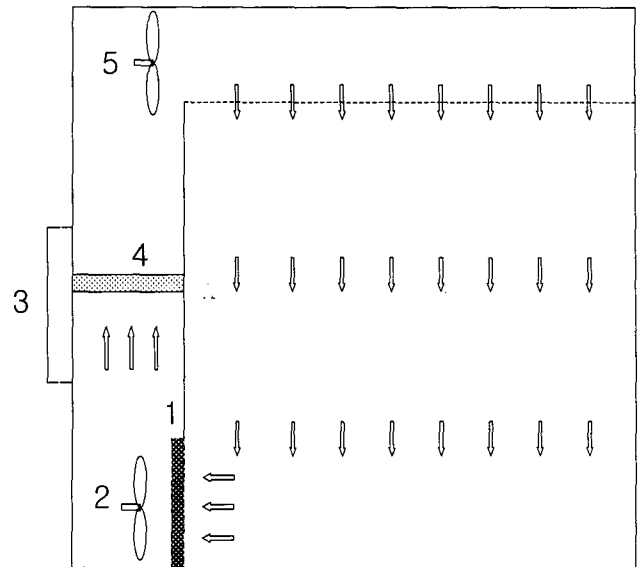


Fig. 1. Schematic diagram of cold air drying apparatus. 1. dehumidifier, 2. suction fan, 3. control box, 4. heater, 5. blower.

건조하여 수분함량으로 결정하였고 대조구의 수분함량은 80.33%였다.

비타민 C 함량

비타민 C 함량은 각 시료 일정량에 5% metaphosphoric acid 용액을 가하여 마쇄한 후 같은 용액으로 100 mL가 되게 정용한 다음 원심 분리한 것을 측정용 시료로 하여 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 비색법을 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 비타민 C(ascorbic acid)의 검량선에 의해 정량하였다.

색도측정

색도의 측정은 색차계(CR-200, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 측정하였고, 전반적인 색차 ΔE는 아래 식으로 나타내었다. 이때 standard plate의 L, a, b값은 각각 97.22, -0.02, 1.95이었다.

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

표면구조

삼투처리 후 다양한 건조방법에 따라 건조된 단호박의 표면구조를 관찰하기 위해 각 시료에 gold ion coating한 후 주사전자현미경(scanning electron microscope: S-4300, Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다.

건조속도

삼투처리후 건조방법별 건조속도 상수는 아래의 식을 이용하여 구하였다(16). 즉, 건조속도를 구하기 위하여 식(1)을 이용하여 수분함량을 건량기준으로 나타내었고 주어진 건조 조건에서 평형수분함량 X_e 를 흡습곡선으로부터 결정하고, 자유수함량 X 를 식(2)를 이용하여 구하였으며 건조속도상

수 R은 식(3)을 이용하여 나타내었다.

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \quad (1)$$

여기에서, W: 건조 고체와 총 수분을 합한 습한 고체의 무게(kg)

W_s : 수분을 제외한 고형분의 무게(kg)

$$X = X_t - X_c \quad (2)$$

여기에서, X_c : 평형수분함량(kg equilibrium moisture/kg dry solid)

$$R = \frac{-L_s}{A} \frac{dX}{dt} \quad (3)$$

여기에서, R: 건조율(kg $H_2O/hr \cdot m^2$)

Ls: 건조물의 무게(kg)

A: 시료 표면적(m^2)

결과 및 고찰

수분과 비타민 C 함량

침지용액인 glucose와 sucrose를 이용하여 최적처리 조건에서 삼투처리한 단호박을 각각 열풍, 진공, 냉풍건조한 후의 수분과 비타민 C의 함량을 Table 1에 나타내었다. 삼투처리된 단호박의 수분함량은 80.38%이었으며, 삼투처리 후 수분함량은 sucrose의 경우 62.54%, glucose의 경우는 55.23%로 생과에 비해 각각 22%, 31% 정도의 수분감소가 일어났으며, glucose가 sucrose에 비해 삼투건조 효과가 높았다. 열풍, 진공, 냉풍건조후의 수분함량은 sucrose로 삼투처리한 경우가 모든 건조방법에서 glucose 처리구보다 낮았으며, sucrose로 삼투처리 후 냉풍건조한 구간이 13.87%로 가장 낮았다. 이와 같이 건조 후 수분함량이 13.87~16.59%로 높은 이유는 과육 내에 침투한 당의 코팅효과로 인하여 수분의 증발이 방해받았기 때문으로 생각되며, glucose가 sucrose보다 수분함량이 높은 것은 분자량이 작은 glucose의 삼투효과가 sucrose보다 높아 당의 코팅효과가 빠르게 진행된 까닭이라고 사료된다. Kim과 Toledo(17)는 식품을 당 용액에 침지하였을 때 당이 식품 속으로 침투되거나 표면의 당 코팅으로 인하

여 건조속도를 저하시킨다고 보고하였는데 본 실험결과와 유사하였다.

비타민 C함량은 fresh 상태에서 62.24 mg/100 g이었으며 glucose 및 sucrose를 이용한 삼투건조 후의 함량은 각각 50.38 mg/100 g과 43.04 mg/100 g으로 나타나 glucose의 비타민 C 잔존율이 sucrose보다 우수함을 알 수 있었다. Youn 등(18)은 사과와 삼투건조시 고농도의 당이 보호작용을 하여 비타민 C의 손실을 적게 한다고 보고하였는데 삼투효과가 비교적 우수한 glucose가 비타민 C의 손실을 적게 하는 것임을 확인하였다. 건조방법에 따른 비타민 C의 함량은 glucose로 삼투처리 후 냉풍건조한 경우가 35.69 mg/100 g으로 가장 높았으며 sucrose로 삼투처리 후 열풍건조한 경우가 21.63 mg/100 g으로 가장 낮은 값을 나타내었다.

색도 변화

삼투처리 후 열풍, 진공, 냉풍건조한 단호박의 색도변화를 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness) 그리고 전반적인 색차로 나타내었다. Table 2에서 보는 바와 같이 명도를 나타내는 L값은 생단호박과 비교하여 삼투처리시 약간의 증가가 있음을 보여주었고 삼투처리 후 열풍, 진공건조에서는 감소되는 경향이었으며 냉풍건조에서는 비교적 생단호박과 유사하였다. 적색도를 나타내는 a값은 열풍건조를 제외한 각 건조방법에서 생단호박에 비해 높은 값을 나타내었으며, 황색도를 나타내는 b값은 삼투처리 후 냉풍건조한 경우 약간의 증가가 발견되었다. 전반적으로 침지용액에 따른 L, a, b값은 유사한 경향이었으며, 냉풍건조에서 색도변화가 가장 작게 일어나 생단호박의 색상과 유사하였다. ΔE 값을 살펴보면 삼투처리 후 열풍건조를 행한 처리구의 변화가 가장 크게 나타나, 열에 의한 손실로 인해 열풍건조에서 많은 변화가 일어난다는 Yang과 Atallah(19)의 보고와 유사하였다. 그리고, glucose를 이용한 삼투처리가 sucrose 처리구보다 건조 후 ΔE 값의 변화가 비교적 작은 것으로 나타나 건조 단호박 제조를 위한 효과적인 삼투용액임을 확인하였다.

표면구조

삼투처리 후 건조방법에 따라 건조된 단호박을 주사전자 현미경을 이용하여 500배로 관찰한 결과를 Fig. 2에 나타내

Table 1. The moisture and vitamin C content of fresh and osmotic dehydrated sweet pumpkin with various drying methods

Sample ¹⁾	Moisture content (%)		Vitamin C content (mg/100 g, dry solid)	
	Glucose	Sucrose	Glucose	Sucrose
Fresh	80.38 ± 2.47 ^{2)a3)}		62.24 ± 2.69 ^a	
O.D.	55.23 ± 1.72 ^b	62.54 ± 2.21 ^b	45.38 ± 2.19 ^b	43.04 ± 2.05 ^b
O-H.D.	16.59 ± 1.28 ^c	14.48 ± 1.17 ^c	23.87 ± 1.81 ^c	21.63 ± 1.45 ^e
O-V.D.	14.94 ± 1.14 ^c	14.09 ± 0.91 ^c	28.74 ± 1.67 ^d	25.45 ± 1.83 ^d
O-C.D.	14.04 ± 1.22 ^c	13.87 ± 1.03 ^c	35.69 ± 2.43 ^c	32.14 ± 2.14 ^c

¹⁾O.D.: osmotic dehydration, O-H.D.: hot air drying after osmotic dehydration, O-V.D.: vacuum drying after osmotic dehydration, O-C.D.: cool air drying after osmotic dehydration.

²⁾Values are mean ± SD (n=3).

³⁾Duncan's multiple range test with column (p<0.05). Means with the same letter are not significantly different.

Table 2. L, a, b values and ΔE of osmotic dehydrated sweet pumpkin with various drying methods

Sample ¹⁾	Color value							
	Glucose				Sucrose			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
Fresh	66.95 ± 3.61 ^{2)lab3)}	13.34 ± 0.78 ^c	57.26 ± 3.13 ^b	-	66.95 ± 3.76 ^{ab}	13.34 ± 1.05 ^b	57.26 ± 2.92 ^b	-
O.D.	71.33 ± 3.74 ^a	22.12 ± 1.87 ^a	65.89 ± 3.08 ^a	13.07	72.61 ± 3.11 ^a	17.50 ± 1.10 ^a	68.12 ± 2.25 ^a	12.92
O-H.D.	58.92 ± 3.36 ^c	9.78 ± 0.72 ^d	27.64 ± 1.54 ^d	30.89	51.51 ± 3.28 ^c	11.07 ± 1.16 ^c	32.54 ± 2.21 ^d	29.23
O-V.D.	58.53 ± 3.18 ^c	16.98 ± 1.33 ^b	44.80 ± 2.06 ^c	15.47	68.62 ± 3.37 ^{ab}	16.01 ± 1.44 ^a	37.53 ± 2.17 ^c	19.98
O-C.D.	63.11 ± 3.12 ^{bc}	17.09 ± 0.97 ^b	60.42 ± 2.69 ^b	6.23	63.37 ± 3.62 ^b	18.12 ± 1.23 ^a	65.65 ± 3.39 ^a	10.30

¹⁾O.D.: osmotic dehydration, O-H.D.: hot air drying after osmotic dehydration, O-V.D.: vacuum drying after osmotic dehydration, O-C.D.: cool air drying after osmotic dehydration.

²⁾Values are mean ± SD (n=3).

³⁾Duncan's multiple range test with column (p<0.05). Means with the same letter are not significantly different.

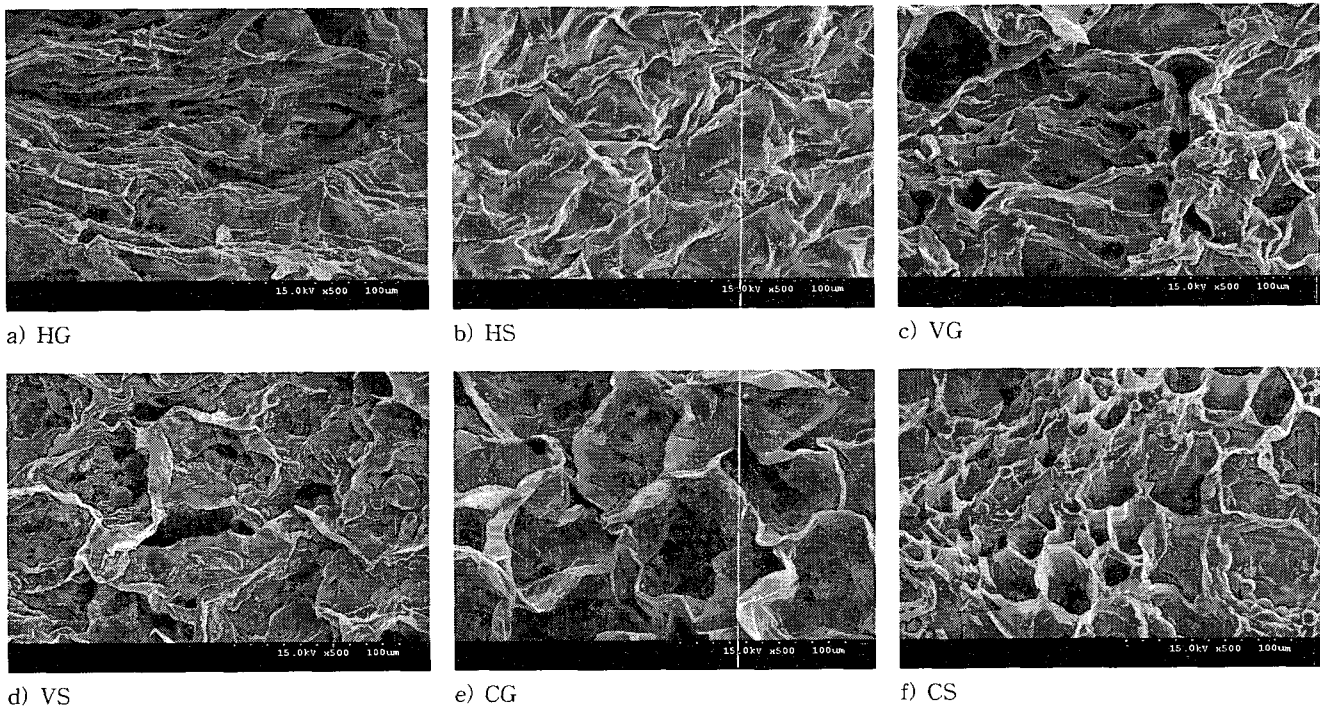


Fig. 2. Scanning electron micrographs of dried sweet pumpkins prepared by osmotic dehydration and drying methods ($\times 500$). HG: hot air drying after osmotic dehydration (glucose), HS: hot air drying after osmotic dehydration (sucrose), VG: vacuum drying after osmotic dehydration (glucose), VS: vacuum drying after osmotic dehydration (sucrose), CG: cold air drying after osmotic dehydration (glucose), CS: cold air drying after osmotic dehydration (sucrose).

었다. 건조 단호박의 표면구조는 삼투용액과 건조방법에 따라 상이하였는데, 삼투처리 후 냉풍건조된 단호박을 제외하고 열풍 및 진공건조된 단호박의 조직 손상이 크게 나타났다. Saurel 등(20)은 삼투처리시 세포벽의 수축이 일어나며 이것은 세포내의 수분손실에 기인한다고 보고하였다. 열풍건조된 단호박의 경우 삼투용액의 종류에 상관없이 세포조직의 손상이 심하였으며 세포전체에 주름이 관찰되었는데, 이러한 현상은 높은 온도에서 장시간 침지시 수분손실에 의한 원형질분리와 함께 열풍에 의해 조직의 손상이 증가된 것으로 나타나 Yoon 등(21)의 연구 결과와 유사한 경향이었다. 진공건조된 단호박은 세포조직의 손상은 나타났으나 주름은 관찰할 수 없었고 열풍건조에 비해 세포의 붕괴현상이 덜 진행됨을 확인하였으며, glucose로 삼투 처리된 단호박의 조직

이 sucrose로 삼투처리된 단호박의 조직보다 양호하였는데, 이는 삼투처리시 glucose가 sucrose보다 당의 코팅효과가 우수하여 세포조직을 더 잘 보호하기 때문이라고 사료된다. 냉풍건조의 경우 열풍, 진공건조된 단호박과 비교시 세포의 형태를 뚜렷하게 관찰할 수 있었으며 세포의 모양이 균일하게 유지되고 있음을 확인하였다. 또한, glucose로 삼투처리 후 냉풍건조된 단호박이 sucrose로 처리한 단호박보다 세포조직이 치밀하고 덜 손상되었음을 알 수 있었다.

건조방법 및 건조시간에 따른 수분과 비타민 C 함량의 변화

삼투처리 후 건조방법 및 건조시간에 따른 단호박의 수분 함량 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 삼투처리 후 열풍건조와

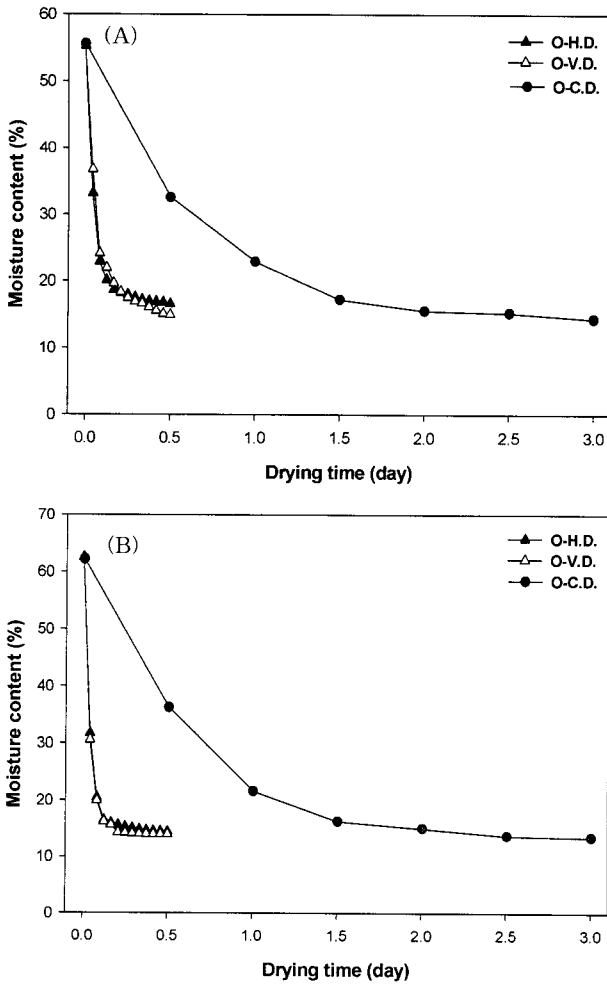


Fig. 3. Changes of moisture content in dried sweet pumpkin with drying time and drying methods after osmotic dehydration ((A) glucose, (B) sucrose). O-H.D.: hot air drying after osmotic dehydration, O-V.D.: vacuum drying after osmotic dehydration, O-C.D.: cold air drying after osmotic dehydration.

진공건조를 한 경우 건조 후 3시간까지는 빠르게 수분함량이 감소하였지만, 9시간 이후로는 수분함량의 변화가 거의 없는 것으로 나타나 사실상 건조가 완료되었음을 보여주었다. 냉풍건조의 경우 1일 까지는 급격한 수분함량의 감소가 일어났으나 1.5일 이후부터는 수분함량이 완만하게 감소되었으며, 2일 이후에는 수분함량의 변화가 없는 것으로 나타났다. 열풍 및 진공건조공정이 냉풍건조에 비해 건조효율이 좋았으며, 냉풍건조는 다른 건조방법에 비해 서서히 건조가 진행됨을 확인하였다. 삼투용액별로는 거의 비슷한 경향을 나타내었으며, glucose로 당침한 처리구가 sucrose 처리구보다 건조 시간에 따른 수분함량이 높음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Lericci 등(22)이 보고한 것처럼 삼투처리시 당이 표면에 남아 있어 건조를 지연시켰기 때문으로 사료된다.

Fig. 4는 건조 방법 및 시간에 따른 비타민 C 함량의 변화를 나타낸 것으로 열풍건조와 진공건조는 건조 후 2시간까지 급격한 감소를 보이다가 2시간 이후부터는 완만하게 감소하

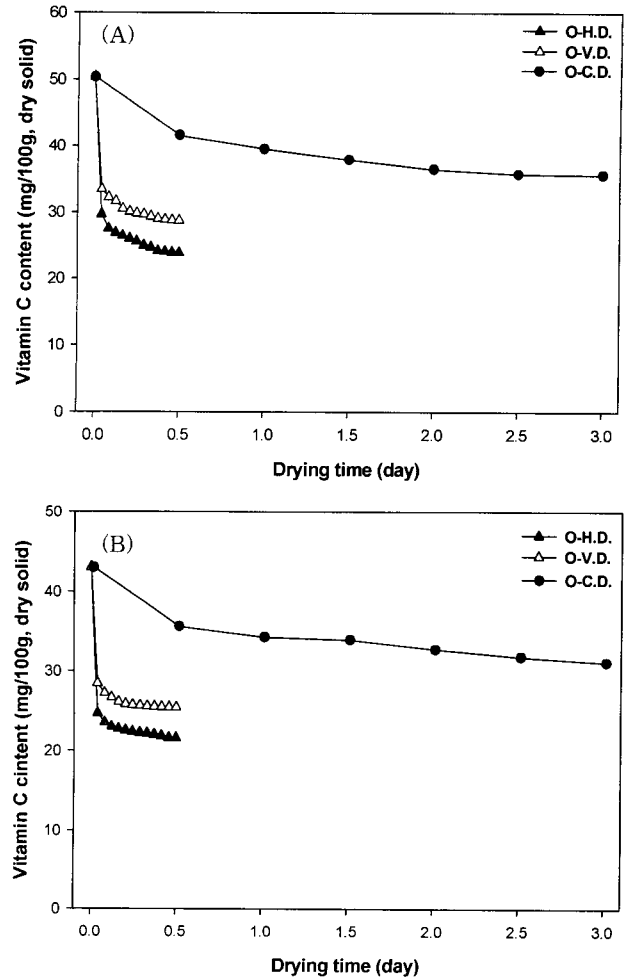


Fig. 4. Changes of vitamin C content in dried sweet pumpkin with drying time and drying methods after osmotic dehydration ((A) glucose, (B) sucrose). O-H.D.: hot air drying after osmotic dehydration, O-V.D.: vacuum drying after osmotic dehydration, O-C.D.: cold air drying after osmotic dehydration.

는 것으로 나타났으며, 냉풍건조는 12시간 이후부터는 완만한 감소를 보였고, 건조 3일 간 뚜렷한 감소가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 삼투처리동안 비타민 C의 손실은 있지만, 삼투 후 건조처리 중에는 당이 보호작용을 하여 비타민 C의 손실을 최소화한다는 Flink(23)의 보고와 유사하였다. 따라서, 건조효율에서는 진공건조공정이 가장 우수하였으나, 영양성분의 보존적인 측면에서는 냉풍건조를 효과적임을 확인하였다.

건조속도

삼투처리 후 건조방법에 따른 단호박의 건조속도를 Table 3에 나타내었다. 삼투처리한 단호박을 진공건조 및 열풍건조를 행한 경우 고온에서 건조가 진행됨으로 인해 수분함량의 변화가 심하여 1시간 간격으로 수분함량을 측정하였고, 냉풍건조는 12시간 단위로 측정하여 건조속도를 구하였다. 건조방법에 따른 건조속도를 살펴보면, 건조초기에는 열풍건조

Table 3. Drying rate depending on time with drying methods

(kg H₂O/hr · m²)

Drying time (hour)	Hot air drying		Vacuum drying		Drying time (day)	Cool air drying	
	Glucose	Sucrose	Glucose	Sucrose		Glucose	Sucrose
1	0.4321	0.4312	0.4223	0.4289	0.5	0.4946	0.5021
2	0.1203	0.1423	0.1056	0.1328	1.0	0.1528	0.1863
3	0.0376	0.0459	0.0369	0.0536	1.5	0.0425	0.0523
4	0.0289	0.0213	0.0105	0.0412	2.0	0.0106	0.0204
5	0.0169	0.0106	0.0076	0.0217	2.5	0.0037	0.0079
6	0.0087	0.0083	0.0052	0.0105	3.0	0.0009	0.0010
7	0.0049	0.0035	0.0058	0.0079	-	-	-
8	0.0053	0.0032	0.0025	0.0065	-	-	-
9	0.0025	0.0024	0.0032	0.0042	-	-	-
10	0.0020	0.0015	0.0017	0.0017	-	-	-
11	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	-	-	-
12	0.0009	0.0007	0.0008	0.0008	-	-	-

의 건조속도가 진공건조에 비해 빠르게 진행되었으나 건조 시간이 증가할수록 진공건조를 행한 처리구의 건조속도가 증가함을 확인할 수 있었다. 이러한 현상은 열풍건조의 경우 건조가 진행될수록 시료 표면적의 수축으로 건조속도에 영향을 미친다고 알려져 있다(24). 냉풍건조의 경우 건조 후 1일 까지 급격하게 건조가 진행되었으나 1.5일 이후부터는 완만하게 진행되었다. 삼투용액에 따른 건조방법별 건조속도는 sucrose로 삼투처리한 단호박의 건조속도가 glucose 처리구 보다 빨랐는데, 이는 glucose 처리구의 경우 쉽게 조직에 침투하여 건조가 지연된 까닭이다.

요 약

단호박을 이용하여 새로운 가공제품을 개발하고자 여러 가지 잇점을 줄 수 있는 삼투건조를 최적조건에서 처리하고 산업적으로 많이 사용되고 있는 열풍, 진공건조와 새로운 건조방법의 적용을 위해 선정한 냉풍건조를 행한 후 품질특성을 비교 평가하였다. 삼투처리 후 열풍, 진공, 냉풍건조된 단호박의 수분함량은 sucrose로 삼투처리한 경우가 모든 건조방법에서 glucose 처리구보다 낮았으며, 건조방법에 따른 비타민 C의 함량은 glucose로 삼투처리 후 냉풍건조한 경우가 35.69 mg/100 g으로 가장 높게 측정되었다. 전반적으로 침지용액에 따른 L, a, b값은 유사한 경향이었으며, 냉풍건조가 색도변화가 가장 작게 일어나 생단호박의 색상과 유사하였다. 건조 단호박의 표면구조는 삼투용액과 건조방법에 따라 상이하였는데, 삼투처리 후 냉풍건조된 단호박을 제외하고 열풍 및 진공건조된 단호박의 조직 손상이 크게 나타났다. 건조방법 및 건조시간에 따른 수분함량과 비타민 C 함량을 살펴보면 수분함량의 경우 건조효율을 고려할 때 sucrose로 삼투처리 후 진공건조한 단호박이 가장 우수하였으나, 비타민 C 함량에서는 glucose로 삼투처리 후 냉풍건조한 단호박이 가장 양호하였다. 삼투용액에 따른 건조방법별 건조속도는 sucrose로 삼투처리한 단호박의 건조속도가 glucose 처리구보다 빠름을 알 수 있었다.

문 헌

1. Wils RBH, Lim JSK, Greenfield H. 1987. Composition of Australian, 39 vegetable fruits. *Food Technol Australia* 39: 488-498.
2. Heo SJ, Kim JH, Kim JK, Moon KD. 1998. Processing of purees from pumpkin and sweet-pumpkin. *Korean J Post-harvest Sci Technol* 5: 172-176.
3. Pedrosa JF, Casali VWD, Cheng SS, Chitarra MIF, Carvalho VD. 1983. Changes in composition of squashes and pumpkins during storage. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 18: 29-35.
4. Akhmedov O. 1982. Pumpkin storage. *Kartofel'i Ovoshchi* 9: 34-39.
5. Korhec G, Veljkovic S, Vucetic J. 1982. Nutritive and dietetic value of pumpkin (*Cucurbita pepo L.*) and the possibilities of its use by the food industry. *Hrana Ishrana* 23: 19-26.
6. Smogyi LP, Luh BS. 1983. Vegetable dehydration. In *Commercial fruit processing*. 2nd ed. Luh BS, Woodroof JG, eds. AVI Pub Co., Westport. p 387-473.
7. Holdsworth SD. 1971. Dehydration of food products. *J Food Technol* 6: 331-336.
8. Labelle RL, Moyer JC. 1966. Dehydrofreezing red tart cherries. *Food Technol* 20: 1345-1351.
9. Litvin S, Mannheim CH, Miltz J. 1998. Dehydration of carrots by a combination of freeze-drying, microwave heating and vacuum drying. *J Food Eng* 36: 103-111.
10. Christopher GJ. 1997. *Industrial drying of food*. Blackie Academic & Professional, New York. p 1-6.
11. Yang ST. 1997. Preparation of seasoned and semi-dried horse mackerel by cold air drying and quality of its product during partially frozen storage. *Korean J Food Sci Technol* 29: 925-931.
12. Ponting JD, Watters GG, Forrey RR, Jackson R, Stanley WR. 1966. Osmotic dehydration of fruits. *Food Technol* 20: 1365-1368.
13. Kim MH. 1990. Mass transfer and optimum processing condition for osmotic concentration of potatoes prior to air dehydration (in Korean). *Korean J Food Sci Technol* 22: 497-502.
14. Dixon GM, Jen JJ. 1977. Changes of sugars and acids of osmotic-dried apple slices. *J Food Sci* 42: 1126-1127.
15. Lee BW, Shin GJ, Kim MH, Choi CU. 1989. Effects of pre-treatment before air drying on the quality of carrot flake (in Korean). *Korean J Food Sci Technol* 21: 430-434.
16. Heldman DR, Singh RP. 1981. *Food process engineering*. The AVI Publishing Co., Inc., Connecticut, USA. p 261-278.

17. Kim MM, Toledo RT. 1987. Effect of osmotic dehydration and high temperature fluidized bed drying on properties of dehydrated rabbiteye blueberries. *J Food Sci* 52: 980-984.
18. Youn KS, Lee JH, Choi YH. 1996. Changes of free sugar and organic acid in the osmotic dehydration process of apples. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1095-1103.
19. Yang CST, Atallah WA. 1985. Effect of four drying methods on the quality of intermediate moisture low bush blueberries. *J Food Sci* 50: 1233-1237.
20. Saurel R, Raoult WAL, Rios G, Guilbert S. 1994. Mass transfer phenomena during osmotic dehydration of apple. I. Fresh plant tissue. *Inter J Food Sci Technol* 29: 531-542.
21. Yoon KY, Kim MH, Lee KH, Shin SR, Kim KS. 1999. Development and quality of dried dried cherry-tomatoes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1283-1287.
22. Leric CR, Dinnavaria G, Rosa MD, Bartducci L. 1985. Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. *J Food Sci* 50: 1217-1219.
23. Flink JM. 1980. Dehydrated carrot slices: Influence of osmotic concentration on drying behavior and product quality. In *Food process engineering*. Applied Sci Publishers Ltd, London. p 412-418.
24. Cho DJ, Hur JW, Lee MK. 1989. Drying and shrinking rate equation of root vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 21: 212-217.

(2004년 6월 24일 접수; 2004년 10월 27일 채택)