

## 키위의 건조특성에 미치는 삼투처리의 영향

윤광섭 · 홍주현\*

대구효성가톨릭대학교 식품공학과, \*태경농산(주)

### Effects of Osmotic Dehydration on Drying Characteristics of Kiwifruits

Kwang-Sup Youn and Joo-Hyeon Hong\*

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung  
\*TaeKyung Nong San Co., Ltd

#### Abstract

This study was conducted to minimize the deterioration of dried kiwifruit quality. Osmotic dehydration was carried out as pretreatment before drying. After the kiwifruits were pretreated under optimized osmotic dehydration conditions, they were dried by three drying methods(hot air drying, vacuum drying, freeze drying). Hot air drying and vacuum drying were superior to freeze drying in the drying speed. But vacuum and freeze drying preserved more vitamin C than hot air drying. Also, osmotic dehydrated kiwifruit kept better quality than nontreated kiwifruit. Diffusion coefficient which describes moisture transfer, was high in drying process pretreated with osmosis. The changes of vitamin-C followed the second-order reaction rate equation with high  $R^2$ , respectively.

**Key words :** kiwifruit, drying method, osmotic dehydration

#### 서 론

양다래(Kiwi fruit : *Actinidia deliciosa planch.*)는 온대성 낙엽과수로서 Abbott, Allison, Bruno, Hayward, Monty 등 5가지의 품종이 있으며, 현재 우리나라에서 재배되고 있는 품종은 Hayward로 과실의 크기가 크고 저장성이 뛰어나며 맛과 향기가 다른 품종들에 비해서 우수하다(1). 키위는 vitamin C 함량이 많아 (80~120mg/100g) 하루 한 개의 섭취로도 일일 요구량을 충족시킬 수 있으며, 특히 단백질 분해효소가 들어 있어 육류 요리에 첨가하면 빛깔과 향기가 좋아지며 육류 과다섭취로 일어나는 여러 가지 질병을 예방할 수가 있다(2). Climacteric fruit인 키위는 후숙에

따른 당의 증가로 단맛이 증가하지만 starch의 분해에 의한 조직의 연화로 상품가치 하락의 염려가 있다.

건조는 수분함량이 많은 식품에서 수분을 제거함으로써 미생물 및 효소에 의한 부패나 변질을 방지하여 저장성이나 수송성을 부여함은 물론 새로운 식품개발에 있어서도 그 이용성이 확대되고 있다. 그러나 건조시 품질의 열화가 수반하게 되는데 이러한 품질 변화를 방지하기 위하여 블랜칭이나 아황산처리, 산이나 당, 염용액 등에 침지하는 전처리 방법 등이 개발되어 그 이용성이 증대되고 있다(3). 건조 전처리 방법으로 채택할 수 있는 삼투건조는 Ponting 등에 의해 개발된 방법이며 이것은 과일이나 채소에 당류나 소금을 사용하여 삼투압 효과를 이용한 건조 방법으로 열에 의한 색과 맛, 향기의 손상을 최소화하고 건조시 변색을 막아 이산화황과 같은 화학처리의 대체 효과가 있으며, 신맛의 제거 및 단맛을 증가

Corresponding author : Kwang-Sup Youn, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, Kyungsan 712-702, Korea

시킬 수 있어 기호성을 향상시킬 수 있는 건조방법이다(4). 과일이나 채소에 있어 동결, 진공 그리고 열풍건조의 전처리로 혹은 새로운 제품개발의 목적으로 삼투건조가 많이 이용되고 있으며, 이에 따른 건조중 물질의 이동, 성분의 변화, 조직의 변화 등에 관한 많은 연구가 보고되고 있다(5-7).

따라서 본 연구는 산업적으로 많이 사용되고 있는 열풍, 진공, 동결건조에 앞서 건조시 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 삼투공정을 전처리로 이용하여 키위의 건조특성을 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 키위는 전남 고흥군에서 재배된 Hayward 품종으로 0.5cm 두께의 cylinder 형태로 하여 무게는 8~10g되게 절단하여 사용하였다.

### 삼투건조

삼투건조시 agent로 sucrose를 이용하여 전보(8)에서 얻어진 최적삼투조건인 37℃, 55 Bx에서 1.5시간 처리한 후 건조를 행하였다.

### 건조

열풍건조는 hot air dry oven(C-DM3, Jeil Tech., Korea)을 이용하여 65℃에서 최적삼투 조건에서 처리한 것과 무처리한 키위를 건조하였다. 진공건조는 vacuum dry oven(OVL-570, Gallen Kamp Co., England)을 이용하여 60℃, 70mmHg에서 건조를 행하였다. 동결건조는 deep freezer를 이용하여 -55℃에서 24시간 동안 동결시킨 후 동결건조기(T.D 5070 RR, Ilshin Lab Co., Korea)를 사용하여 10 microns Hg에서 건조하였다.

### 수분함량

진공건조기(OVL-570, Gallen Kamp Co., England)를 이용하여 70℃, 70 mm Hg에서 24시간 건조시켜 수분함량으로 결정하였다.

### Vitamin C 정량

Vitamin C 함량은 각 시료 일정량에 5% meta-phosphoric acid 용액을 가하여 마쇄한 후 같은 용액으로 100ml가 되게 정용한 다음 원심분리한 것을 측정용 시료로 하여 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 비색

법으로 540nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.

### 확산계수

건조시 물질이동은 비정상 상태에서의 확산방정식으로 해석할 수 있는데 실측치와 예측치간의 차이의 제곱의 합이 최소화하도록 basic 언어로 program을 작성하여 각 건조방법에 따른 수분과 vitamin C의 변화에 따른 확산 계수를 결정하였다.

### 품질변화특성

품질의 변화특성은 반응속도론적으로 결정하고자 vitamin C 함량의 변화를 각각 0차, 1차, 2차 반응속도식에 적합시켜 해석하였다.

## 결과 및 고찰

### 건조 중의 품질의 변화

건조방법과 건조시간에 따른 수분함량의 변화는 Fig. 1, 2와 같았다. Fig. 1은 전처리 없이 열풍, 진공, 동결건조시 수분함량의 변화를 나타낸 것으로 건조 6시간까지는 진공건조가 가장 빠른 수분함량의 감소를 보였으나 6시간 이후부터는 열풍건조의 건조효율이 우수하였다. 건조 9시간이 경과하고서는 세 가지 건조방법 모두 수분함량의 변화가 거의 없는 것으로 나타나 사실상 건조가 완료되었음을 보여주었다. 전

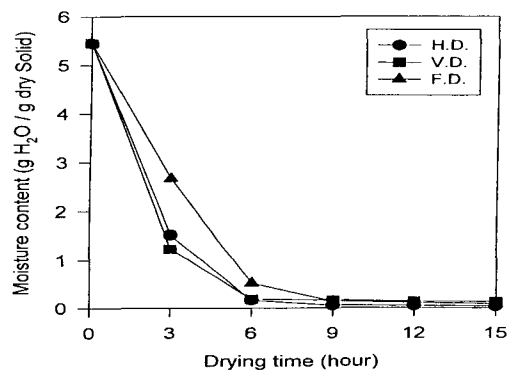


Fig. 1. Drying curves of nontreated kiwifruits by various drying methods.

H.D: hot air drying with nontreatment.  
V.D: vacuum drying with nontreatment.  
F.D: freeze drying with nontreatment.

보(8)에서 얻어진 최적조건에서 삼투처리한 후 각각의 건조방법에 따른 수분함량의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 수분함량은 진공건조의 경우 무처리와 동

일하게 건조후 3시간까지 급속한 감소를 보였지만, 6시간 이후부터는 모든 건조처리구에서 약간씩 감소가 계속되어 무처리구 보다 건조시간이 늦어짐을 보여주었다. 이러한 결과는 Kim 등(9)이 보고한 것처럼 삼투처리시 당이 표면에 남아 있어 건조를 지연시키기 때문에 사료되며, 삼투처리구의 경우 진공건조가 가장 효율적인 건조방법이라고 할 수 있었다.

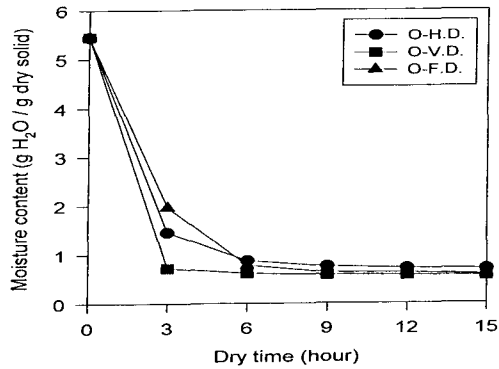


Fig. 2. Drying curves of osmotic-treated kiwifruits by various drying methods.  
O-H.D: hot air drying after osmotic-nontreatment.  
O-V.D: vacuum drying after osmotic-nontreatment.  
O-F.D: freeze drying after osmotic-nontreatment.

건조방법과 처리시간에 따른 vitamin C의 함량변화를 살펴보면 Fig. 3은 전처리 없이 건조한 경우로 vitamin C의 함량은 동결 및 진공건조시 완만한 감소를 보인 반면 열풍건조에서는 급격하게 줄어들어 건조효율은 우수하지만 영양성분 보존에는 효율적이지

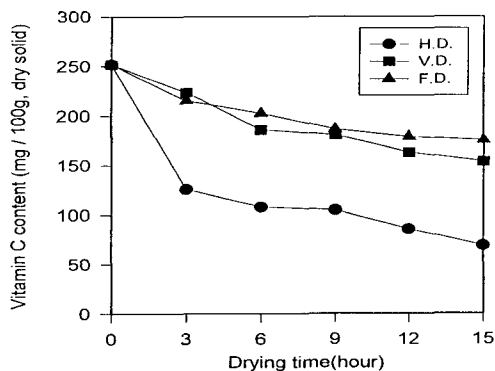


Fig. 3. Changes of vitamin C contents in nontreated kiwifruit by drying various methods.  
H.D: hot air drying with nontreatment.  
V.D: vacuum drying with nontreatment.  
F.D: freeze drying with nontreatment.

못함을 보여주었다. Fig. 4는 삼투처리후 각각의 건조방법에 따라 처리한 것으로 건조후 3시간 동안에 vitamin C 함량의 급격한 감소가 있었으나 3시간 이후 부터는 손실이 많지 않았다. 이러한 결과는 비록 삼투처리동안 vitamin C의 손실은 있지만, 삼투처리 후 건조처리 중에는 당이 보호작용을 하여 vitamin C의 손실을 최소화한다는 Islam 등(5)의 보고와 유사하였다. 각 건조방법을 비교해 본 결과, 진공건조가 건조효율 측면이나 영양성분의 보존에 가장 적합한 건조방법이라 할 수 있다.

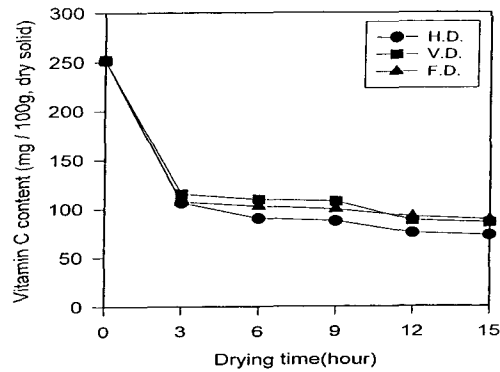


Fig. 4. Changes of vitamin C contents in osmotic-treated kiwifruits by various drying methods.  
O-H.D: hot air drying after osmotic-nontreatment.  
O-V.D: vacuum drying after osmotic-nontreatment.  
O-F.D: freeze drying after osmotic-nontreatment.

수분이동특성

일반적으로 건조식품의 수분이동특성은 확산계수로 설명할 수 있다. 건조과정 동안 키위의 수분이동을 확산에 의한 것으로 보고 각 건조방법에 따른 확산 계수를 구하였다. 확산계수는 Fick의 제2법칙으로부터 얻어진 식을 이용하여(10) Table 1에 나타내었다.

Table 1. Diffusion coefficient of kiwifruits during drying process by different drying methods

Drying Method	Da (mm <sup>2</sup> /hr)
A.D.	0.089
V.D.	0.088
F.D.	0.069
O-A.D.	0.111
O-V.D.	0.127
O-F.D.	0.111

전처리를 하지 않은 경우 수분의 확산정도는 열풍건

조가 가장 빠른 것으로 나타나고 그 다음이 진공, 동결의 순이었지만 삼투처리한 후에는 진공건조가 가장 빠르고 동결, 열풍건조의 순이었다. 세 가지 건조 방법 모두 삼투처리로 빠른 건조 양상을 보여 삼투처리가 효과적인 전처리 방법임을 확인 할 수 있었다.

#### 품질변화 특성

품질변화특성을 반응속도론적으로 model화하기 위하여 vitamin C의 함량 변화를 각각 0차, 1차, 2차반응 속도식에 상사시켜 반응속도 상수를 결정하였다. 회귀분석을 실시하여 얻은 반응속도상수와 결정계수 값을 비교해 본 결과 vitamin C의 변화는 열풍, 진공, 동결건조 모두 대체적으로 2차 반응속도식이 높은 결정계수 값을 가져 품질변화예측 모델식으로 가장 적합한 것으로 나타났다. 이 등(11)이 무건조시 품질변화인자로 선택한 vitamin C의 파괴속도는 1차반응속도로 나타낼 수 있었다고 보고하였는데 본 연구에서도 열풍건조의 경우에는 1차반응속도식이 적합도가 가장 높은 것으로 나타나 일치된 결과를 보였다. 반응속도식에 상사시켜 얻은 속도상수를 Table 2에 나타내었는데 전처리에 관계없이 열풍건조가 가장 큰 값을 가져 품질변화가 많음을 알 수 있으며 그 다음이 진공, 동결건조의 순인 것으로 나타났다.

Table 2. Calculated kinetic parameters of vitamin-C in drying process using reaction rate

	Zero-order				First-order <sup>21</sup>				Second-order <sup>21</sup>			
	CA0	k	R	P/F	lnCA0	k	R <sup>2</sup>	P/F	1/CA0	k	R <sup>2</sup>	P/F
O.D.	199.96	-0.0980	0.8193	0.0110	5.3983	-0.0005	0.8250	0.0120	0.0050	0.00003	0.8306	0.0120
H.D.	210.84	-7.0660	0.9229	0.0023	5.4970	-0.0623	0.9902	0.0001	0.0021	0.000620	0.9687	0.0004
V.D.	257.23	-4.1264	0.8511	0.0088	5.5637	-0.0198	0.8950	0.0043	0.0037	0.000097	0.9293	0.0019
F.D.	240.54	-2.7930	0.8881	0.0165	5.4859	-0.0128	0.8998	0.0139	0.0041	0.000089	0.9108	0.0166
O.H.D.	131.69	-2.5376	0.6484	0.0530	4.8821	-0.0236	0.7065	0.0361	0.0075	0.000225	0.7666	0.0235
O.V.D.	136.05	-1.9668	0.8475	0.0092	4.9268	-0.0177	0.8622	0.0075	0.0071	0.000161	0.8769	0.0069
O.F.D.	127.94	-1.6123	0.9308	0.0079	4.8578	-0.0143	0.9274	0.0065	0.0077	0.000130	0.9236	0.0092

<sup>11</sup> CA = CA0 - kt.

<sup>21</sup> lnCA = lnCA0 - kt.

<sup>31</sup> 1/CA = 1/CA0 + kt.

#### 요 약

본 연구는 키위를 이용하여 새로운 가공식품을 개발하고자 삼투건조로 전처리하여 열풍, 진공, 동결건조한 후 삼투처리 유무에 따라 각각의 품질특성을 비교 평가하였다. 수분함량은 무처리 및 삼투처리한 키위를 열풍, 진공, 동결건조하였을 때 무처리가 삼투처리한 경우 보다 낮았다. 건조방법에 따른 vitamin

C의 함량은 무처리보다 삼투처리가 낮았으며 건조시간에 따른 vitamin C의 함량변화는 동결, 진공건조시 완만한 감소를 보이는 반면 열풍건조한 경우는 많은 감소를 보였다. 수분의 이동을 나타내는 확산속도는 무처리의 경우 열풍건조가 가장 빨랐으나 삼투처리 후에는 진공건조가 가장 빠르게 나타났다. 세 가지 건조방법 모두 삼투처리가 빠른 건조 양상을 보여 효과적인 전처리 방법임을 확인 할 수 있었다. 품질변화 특성은 열풍, 진공, 동결건조 모두 2차 반응속도식이 품질변화예측 모델식으로 적합한 것으로 나타났다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

#### 참고문헌

1. 김정민, 고영수 (1997) 저장온도에 따른 한국산 양다래의 화학적 성분의 변화. 한국식품과학회지, **29**, 618-622
2. 김지관 (1985) 키위 과일나무 재배법. 이화출판사, 서울
3. 윤광섭 (1998) 건조전처리로서 삼투건조의 이용. 농산물저장유통학회지, **5**, 305-314
4. Ponting, J.D., Watters, G.G., Forrey, R., Jackson, R. and Stanley, W.L. (1966) Osmotic dehydration of fruits. *Food Technol.*, **20**, 1365-1368
5. Islam, M.N. and Flink, J.N. (1982) Dehydration of potato. II. Osmotic concentration and its effect on air drying behaviour. *J. Food Technol.*, **17**, 387-398
6. Yang, C.S.T. and Atallah, W.A. (1985) Effect of four drying methods on the quality of intermediate moisture lowbush blueberries. *J. Food Sci.*, **50**, 1233-1237
7. Wilson, A.M., Work, T.M., and Bushway, A.A. (1981) HPLC determination of fructose, glucose, and sucrose in potatoes. *J. Food Sci.*, **46**, 300-301
8. 윤광섭, 홍주현, 최용희 (1998) 건조키위 제조를 위한 삼투건조공정의 최적화. 한국식품과학회지, **30**, 348-355
9. Kim, M.H. and Toledo, R.T. (1987) Effect of osmotic dehydration and high temperature fluidized bed drying on properties of dehydrated rabbiteye blueberries. *J. Food Sci.*, **52**, 980-984

10. Vaccarezza, L.M. and Chirife, J. (1978) On the application of Fick's law for the kinetic analysis of air drying of foods. *J. Food Sci.*, **43**, 236-238
11. 이동선, 변유량 (1988) 식품건조공정 최적화에서 적용을 위한 품질변화 kinetics 결정. 한국식품과학회지, **20**, 272-279.
- 
- (1999년 6월 10일 접수)