

사과의 삼투압처리 후 열풍 및 동결건조에 따른 품질 특성

김기창[†] · 이선영 · 김경미 · 김 영 · 김진숙 · 김행란

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Quality Characteristics of Hot-Air and Freeze Dried Apples Slices after Osmotic Dehydration

Gi Chang Kim[†], Sun Young Lee, Kyung Mi Kim, Young Kim, Jin Sook Kim, and Haeng Ran Kim

Dept. of Agro-Food Resources, NAAS, RDA, Gyeonggi 441-707, Korea

Abstract

The aim of our study was to develop drying process of apple slice. Quality characteristics of apple slices dried by hot-air and freeze drying after osmotic dehydration was investigated in different sucrose solution (20, 40, 60°Brix) and steeping time (2, 4, 8 hours). The weight of apple slice before and after osmotic dehydration was measured for characteristic of mass transfer. Consequently, osmotic dehydration increases weight reduction, water loss and solid gain of apple slice as the concentration of the sucrose solution and steeping time increased. Moisture contents of apples slices dried hot-air and freeze were about 3 to 7%. Hunter color *L*, *a*, *b* value was lower than non-treatment to osmotic dehydration of apple slice. In hot-air drying, *L* value decreased as the concentration of the sucrose solution and steeping time increased. The hardness increased as the concentration of the sucrose solution and steeping time increased. Contents of monosaccharide (glucose, fructose) decrease by osmotic dehydration but sucrose increased. In comparison with hot-air drying, freeze drying was high in contents of free sugar.

Key words: apple slice, osmotic dehydration, hot-air drying, freeze drying

서 론

사과는 연평균 기온이 8~11°C의 서늘한 기후에 적당한 온대북부과수로 1890년경 선교사에 의해 국내에 도입된 장미과의 다년생 작물이다. 사과의 생산량은 전 세계 과실의 4위를 차지하고 있으며 국내에서는 45% 이상을 차지하고 있다(1). 또한, 사과는 vitamin C, 폴리페놀 등 다양한 기능성 성분도 함유하고 있어 심혈관 질환 및 암 등 성인병 예방에 효과가 있으며 사과껍질에 다량 함유되어있는 식이섬유는 장의 연동운동을 촉진하여 배변을 원활하게 해준다고 알려져 있다(2).

사과의 대부분은 과실자체로 소비되고 있으나 각종 음료, 잼, 건과, 분말, 통조림 등의 가공품과 일부 약품에도 이용되고 있으며, 높은 열량을 가지고 있어 보조식량으로도 이용이 가능하다(3). 외국의 경우 주로 미국, 오스트레일리아, 캐나다 등지에서 건조식품으로 이용되고 있으며 우리나라에서도 중소규모 업체단위에서 가공하여 판매하고 있다. 하지만 농산물시장의 개방과 열대과일의 수입 확대로 국내 사과의 수요가 점차 감소하고 있으며 생식용이 90%를 차지하여 매우 낮은 가공품 비율을 나타내고 있다. 따라서 사과 산업의

활성화를 위하여 다양한 사과가공품의 개발이 시급한 상황이다(4).

사과가공은 절단 후 열풍 건조하는 방법이 가장 일반적으로 쓰이고 있으나 오랜 건조시간과 일정 이상의 높은 온도를 필요로 하기 때문에 많은 영양성분의 손실과 변색 등의 품질 저하를 가져올 수 있다. 이에 따라 에너지소비를 감소하고 좋은 품질의 사과 건조제품을 생산하기 위하여 삼투압 전처리나 열풍을 대용한 동결건조의 방법들이 활용되고 있다. 삼투압처리는 과일과 채소 등의 고상식품을 높은 삼투압의 당과 염 용액에 침지하여 농축하는 유용한 기술로서 이때 식품과 용액 사이에 삼투압 효과로 인하여 용질의 확산, 용액속으로 수분 이동, 식품으로부터 용질 용출 등이 일어나게 된다(5). 이러한 삼투용액을 이용한 전처리는 건조식품을 제조하기 위한 열풍, 동결건조 등의 시간을 단축시켜 온도에 인한 품질 저하를 방지하거나 고비용의 전력소모를 절감시키는 효과가 있다(6). 따라서 본 연구는 사과를 이용하여 삼투압처리 시 당 용액의 농도 및 침지시간이 품질에 미치는 영향을 조사하고, 이어 삼투건조 후 열풍과 동결건조가 품질 특성에 미치는 영향을 비교해 보고자 하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: recall@korea.kr
Phone: 82-31-299-0472, Fax: 82-31-299-0454

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 사과는 2010년 충주에서 수확한 직경 8~10 cm, 수분함량 81.3%의 후기 품종으로 5°C에서 냉장 보관하면서 칼과 절단기를 이용하여 3×3×0.3 cm로 절단한 후 실험에 사용하였다.

실험설계

삼투압 효과를 극대화할 수 있는 당 용액의 처리조건과 열풍과 동결건조가 최종 건조제품에 미치는 영향을 알아보기 위해 사과 슬라이스를 농도별, 침지시간별로 삼투압처리를 한 후 열풍과 동결건조방법을 각각 사용하여 건조하였다. 삼투압처리 후 물질이동 특성을 분석하였고 이후 열풍과 동결건조방법으로 건조한 후 수분함량, 색도, hardness 그리고 유리당(glucose, fructose, sucrose)을 분석하였다.

삼투압처리

절단한 사과를 20, 40, 60°Brix의 sucrose 용액에 1:10 (w/v) 비율로 침지한 후 30°C로 조정된 shaking incubator (VS-8480S, VISION, Bucheon, Korea)에서 100 rpm의 속도로 2, 4, 8시간 동안 침지시켰다. 삼투압처리 한 사과는 여과지에 흡수시켜 표면에 부착된 sucrose를 제거하였다.

열풍 및 동결건조

삼투압처리를 거친 시료는 열풍건조기(DF-13501, DOORI, Incheon, Korea)를 이용하여 70°C에서 3시간 동안 건조하여 시료를 준비하였으며, 동결건조는 동결건조기(PVTFD 10R, ILSHIN, Yangju, Korea)로 21시간 동안 건조시킨 후 비교분석하였다.

삼투압처리 시 물질이동 특성

삼투압처리 중 수분손실 및 용질의 이동은 시료 내부의 용질이 침지한 삼투압 용액에 대하여 확산작용이 일어나지 않고 삼투압 용액의 농도 또한 균일하다는 전제하에 구하였으며, 삼투압처리 시의 물질이동은 중량감소(weight reduction), 수분손실(water loss), 고형분 증가(solid gain)로 나타내었다(7).

$$\text{Weight reduction (\%)} = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100$$

$$\text{Water loss (\%)} = \frac{W_{w0} - W_w}{W_0} \times 100$$

$$\text{Solid gain (\%)} = \frac{W_s - W_{s0}}{W_0} \times 100$$

W_0 : initial weight of the sample (g)

W : weight of the sample at time (g)

W_{w0} : initial weight of water in the sample (g)

W_w : weight of water in the sample at time (g)

W_s : weight of soluble solids in the sample at time (g)

W_{s0} : initial weight of soluble solids in the sample (g)
삼투압 처리한 사과의 수분함량은 적외선 수분측정기 (FD-610, KETT, Tokyo, Japan)를 이용하여 105°C에서 측정하였고, 가용성 고형분은 사과를 착즙한 착즙액의 당도를 굴절당도계(PR-101a, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 구하였다.

건조사과의 이화학적 특성

건조한 사과의 수분은 적외선 수분측정기(FD-610, KETT)를 이용하여 105°C에서 20분간 측정하였으며, 색도는 색차계(Color i7, X-RITE, Grand Rapids, MI, USA)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)의 값을 측정하였다. 그리고 조직감은 Texture analyzer (TA.XT Plus, STABLE MICRO SYSTEM, Godalming, UK)를 사용하여 직경 25 mm ball probe로 1.0 mm/sec의 test speed에서 probe가 시료를 3 mm 통과할 때까지 측정하였고 최고 피크점을 기준으로 경도(hardness)를 구하였다.

건조사과의 유리당 분석

삼투압처리를 거쳐 열풍 및 동결건조 한 시료 10 g을 증류수로 100 mL 정용한 다음 30°C shaking incubator에서 2시간 동안 진탕하였다. 이후 10,000 rpm에서 30분간 원심분리 (HIMAX CR 21G II, HITACHI, Tokyo, Japan)한 다음 상층액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 Refractive Index Detector가 장착된 HPLC(Agilent 1200 series, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)에 20 µL씩 주입하였다. Column은 carbohydrate column(4.6×150 mm, ZORBAX, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 35°C를 유지하였다. 이동상 용매는 acetonitrile : H₂O = 75:25(v:v), 유속 1.4 mL/min으로 흘려보냈으며 표준품은 fructose, glucose, sucrose (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 검량선을 작성한 후 피크면적에서 산출하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며 결과는 SAS (SAS 9.1, Cary, NC, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하고 Duncan's multiple range test와 t-test로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

삼투압처리 시 물질이동 특성

삼투압용액의 농도, 침지시간별 중량감소(weight reduction), 수분손실(water loss), 고형분 증가(solid gain)를 측정 한 결과는 Fig. 1과 같다. 사과의 중량감소(weight reduction)는 20°Brix 용액에서 10.8±0.8~14.3±1.9%, 40°Brix 용액에서는 30.0±1.2~32.4±0.6%, 60°Brix에서 39.6±3.0~47.5±2.6%로 침지용액의 농도가 증가함에 따라 중량감소가 컸지만 침지시간은 크게 영향을 미치지 않았다. 삼투압처

리로 사과와 중량감소를 본 Mandala 등(7)과 Choi 등(8)은 침지용액의 농도가 침지시간보다 중량감소에 더 큰 영향을 미친다고 보고하여 본 연구와 유사하였다. 또한 Yoon과 Choi (3)도 저농도보다 고농도에서 삼투효과가 커 많은 양의 중량 감소가 이루어진다고 보고하였다. 수분손실(water loss)의 경우 20°Brix는 0.8±0.2~3.4±0.4%를 보였고, 40°Brix는 12.1±0.7~19.1±2.6%, 60°Brix는 15.1±1.9~30.3±1.3%로 나타나 중량감소와는 다르게 침지용액의 농도와 침지시간이 증가할수록 수분손실도 증가하였다(Fig. 1). Amami 등(9)은 45, 55, 65°Brix의 당 용액에서 사과의 수분손실은 침지 시간과 농도가 증가할수록 수분손실이 증가한다 하였고, Uddin 등(10)은 침지용액의 농도와 시간이 삼투압처리의 수분손실에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이라고 보고한 바

있다. 고형분 증가(solid gain)는 20°Brix에서 1.5±0.8~3.4±0.4%, 40°Brix 용액에서는 48.4±2.3~135.1±6.8%, 60°Brix에서는 114.4±6.6~183.4±0.4%로 나타나 수분손실과 마찬가지로 침지용액의 농도와 시간이 증가함에 따라 시료의 고형분도 증가하는 경향을 보였다(Fig. 1). Khin 등(11)은 삼투압처리에 의한 수분손실은 사과 내부의 고형분의 증가를 이끈다고 보고하였고 이는 수분과 고형분 사이의 chemical potential 차이 때문이라고 밝혔다. 또한 삼투압처리에서 중량감소는 수분손실과 고형분 증가의 조합에 영향을 받지만 특히 수분손실에 크게 기인한 것으로 보고되었다(12).

건조사과의 품질 특성

삼투압처리 후 70°C에서 3시간 열풍건조 한 사과의 수분함량은 3.1±1.3~6.0±2.4%, -40°C에서 21시간 동결건조 한 사과는 3.0±1.8~7.0±1.8%였으며, 40°Brix 용액 침지 후 동결건조에서 가장 낮은 수분함량을 보였다. 그리고 열풍건조에서 삼투처리 유무에 따른 수분함량은 유의적 차이를 나타내지 않았다(Table 1). Choi 등(8)은 열풍건조로 사과 실험 시료를 건조하였을 때, 최종 수분함량이 0.2 g water/g dry solid가 될 때까지 2.76~3.33시간이 소요되었으며 그 이후 더 이상의 수분제거가 어렵다고 보고한 바로 미루어 본 연구의 열풍건조 조건인 3시간도 수분이 거의 제거되어 삼투압 전처리의 수분제거는 불필요하다고 판단된다.

삼투압처리 후 열풍 및 동결 건조한 사과의 색도를 나타낸 결과(Table 2), 열풍건조의 경우 삼투압처리를 하지 않은 대조구보다 삼투압처리 후 열풍건조 한 시료가 더 낮은 L, a, b값을 보였다. 즉 열풍건조 전 삼투압 전처리는 열풍의 고온으로 인한 갈변을 억제하는 것으로 보인다. 동결건조에서도 삼투압처리 후 a value가 낮아지는 경향을 보여 삼투압처리가 건조 후 갈변을 억제하는 경향을 보였다. 또한 열풍건조의 경우 60°Brix에 침지한 경우 가장 낮은 L value를 보여, 삼투용액의 농도와 침지시간이 증가할수록 L value가 낮아

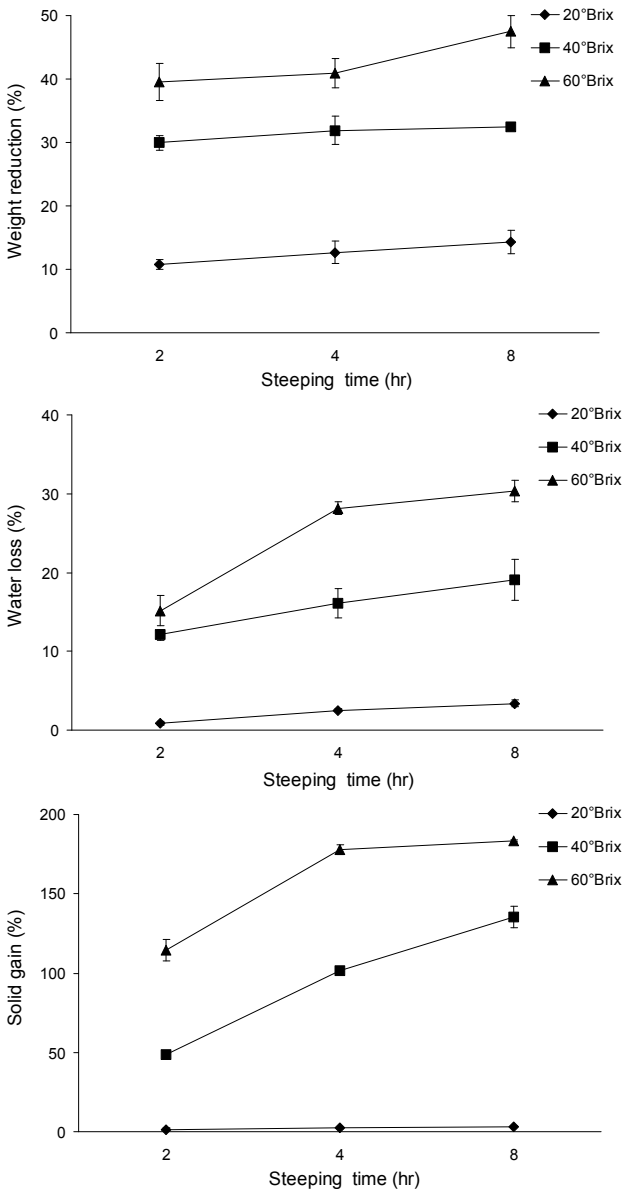


Fig. 1. Weight reduction, water loss and solid gain of osmotically dehydrated apple slices at different steeping times.

Table 1. Moisture content of apple slices dried by hot-air and freeze drying after osmotic dehydration at different steeping times (Unit: %)

°Brix	Hour	Moisture content		t-value
		Hot-air	Freeze	
0	0	5.0±1.5	6.4±2.3 ^{ab1)}	1.15
	2	6.0±2.4	7.0±1.8 ^a	0.81
	4	3.3±1.8	4.5±2.9 ^{abcd}	0.80
20	8	4.2±1.2	5.5±2.4 ^{abcd}	0.59
	2	3.0±1.5	3.6±0.9 ^{cd}	0.96
	4	3.7±2.3	3.0±1.8 ^d	-0.54
40	8	3.3±2.3	3.5±1.6 ^{cd}	0.13
	2	5.8±1.1	4.0±1.5 ^{bcd}	-2.09
	4	3.1±1.3	6.1±1.1 ^{abc}	3.97 ^{**}
60	8	5.8±1.8	4.1±1.4 ^{bcd}	-1.72
	F-value		1.61	2.74 [*]

¹⁾Means with different letters are significantly different among hours and °Brix by Duncan's multiple range test at p<0.05. *p<0.05, **p<0.01.

Table 2. Color of apple slices dried by hot-air and freeze drying after osmotic dehydration at different steeping times

°Brix	Hour	L			a			b		
		Hot air	Freeze	t-value	Hot air	Freeze	t-value	Hot air	Freeze	t-value
0	0	80.8±0.1 ^{a1)}	87.8±2.1 ^{bc}	-9.86 ^{***}	15.2±2.1 ^a	2.9±0.4 ^{bc}	18.52 ^{***}	47.3±2.2 ^a	26.8±1.5 ^{abc}	24.16 ^{***}
	2	73.5±1.2 ^b	89.6±0.9 ^a	-34.59 ^{***}	12.7±1.0 ^{bc}	1.8±0.5 ^{def}	30.96 ^{***}	38.5±2.6 ^e	26.2±1.0 ^{abc}	13.98 ^{***}
	4	74.3±3.9 ^b	89.5±0.5 ^a	-12.36 ^{***}	12.8±1.1 ^{bc}	1.5±0.9 ^{def}	24.96 ^{***}	38.1±1.9 ^e	26.9±1.3 ^{abc}	15.70 ^{***}
20	8	70.1±1.4 ^c	89.3±1.1 ^{ab}	-35.44 ^{***}	12.1±0.6 ^c	1.9±0.6 ^{de}	38.39 ^{***}	39.7±1.2 ^e	25.4±1.5 ^{bc}	23.57 ^{***}
	2	71.1±1.5 ^c	86.0±1.6 ^d	-21.77 ^{***}	13.6±1.0 ^b	3.4±0.8 ^b	25.96 ^{***}	43.5±5.6 ^b	27.5±2.1 ^{ab}	8.44 ^{***}
	4	70.5±1.6 ^c	83.0±3.6 ^e	-10.00 ^{***}	12.8±1.5 ^{bc}	5.6±2.3 ^a	8.32 ^{***}	40.5±2.4 ^{cd}	27.7±3.7 ^a	9.16 ^{***}
40	8	68.0±1.4 ^d	85.8±1.5 ^d	-27.53 ^{***}	12.4±1.0 ^{bc}	2.9±0.8 ^{bc}	23.80 ^{***}	43.9±1.5 ^b	28.4±2.7 ^a	15.99 ^{***}
	2	66.3±2.1 ^{de}	88.8±1.1 ^{abc}	-30.54 ^{***}	12.7±1.5 ^{bc}	1.0±0.6 ^{ef}	23.09 ^{***}	40.5±3.5 ^{cd}	24.7±2.2 ^{cd}	12.16 ^{***}
	4	65.7±2.2 ^e	87.2±1.6 ^{cd}	-24.73 ^{***}	13.1±1.8 ^{bc}	2.3±1.1 ^{cd}	16.38 ^{***}	42.8±2.6 ^{bc}	22.6±2.5 ^c	17.56 ^{***}
60	8	65.8±1.9 ^e	88.8±0.9 ^{abc}	-35.22 ^{***}	12.5±0.6 ^{bc}	0.8±0.5 ^f	45.89 ^{***}	43.6±1.6 ^b	23.2±2.3 ^{de}	21.14 ^{***}
	F-value	58.46 ^{***}	15.32 ^{***}		4.52 ^{***}	19.41 ^{***}		11.97 ^{***}	7.48 ^{***}	

¹⁾Means with different letters are significantly different among hours and °Brix by Duncan's multiple range test at p<0.001. ***p<0.001.

지는 반면 동결건조에서 L value는 삼투용액의 농도와 침지 시간에 큰 영향을 받지 않는 것으로 보였다. 그리고 열풍과 동결건조의 색도를 비교 시 열풍건조의 L value가 더 낮고 a, b value는 더 높은 것으로 보아 열풍건조 시 건조제품의 갈변이 더 진행됨을 알 수 있었다. 결론적으로 삼투압 전처리를 거친 후 동결건조 하는 방법이 갈변을 가장 억제하는 것으로 보였다.

Hardness의 경우 Table 3에서와 같이 열풍과 동결건조 모두 삼투압처리의 농도와 시간이 증가할수록 전반적으로 높아지는 경향을 보였고, 삼투압처리 40°Brix 이상부터 유의적으로 증가하였다. 그리고 열풍과 동결건조간의 hardness는 유의적 차이를 보이지 않았다.

건조사과의 유리당 함량

기호성에 영향을 주는 단맛과 연관이 있는 유리당의 조성을 삼투압처리, 건조방법별로 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 삼투압처리 후 열풍 및 동결건조 한 시료는 삼투압처리를 하지 않은 시료보다 glucose와 fructose 함량은 더 낮고 sucrose 함량은 더 높은 경향을 보였다. 삼투용액의 농도가

Table 3. Hardness of apple slices dried by hot-air and freeze drying after osmotic dehydration at different steeping times (Unit: g)

°Brix	Hour	Hardness		
		Hot air	Freeze	t-value
0	0	202.72±86.8 ^{d1)}	250.32±66.0 ^{cd}	1.69
	2	177.80±54.6 ^d	219.25±54.7 ^d	2.08*
	4	234.84±47.2 ^d	239.46±56.9 ^{cd}	0.24
20	8	300.47±72.2 ^{cd}	242.70±89.6 ^{cd}	-1.95
	2	323.48±110.7 ^{bcd}	322.83±108.0 ^{bc}	-0.02
	4	338.72±139.8 ^{bcd}	352.30±99.4 ^{ab}	0.31
40	8	437.06±248.8 ^{bc}	378.92±123.3 ^{ab}	-0.81
	2	450.74±152.3 ^{bc}	330.03±120.7 ^{bc}	-2.41*
	4	487.29±308.5 ^b	397.50±176.3 ^{ab}	-0.98
60	8	761.56±465.7 ^a	430.26±195.6 ^a	-2.54*
	F-value	10.04 ^{***}	6.00 ^{***}	

¹⁾Means with letters are significantly different among hours and °Brix by Duncan's multiple range test at p<0.001. *p<0.05, ***p<0.001.

높아질수록 glucose와 fructose 함량은 줄어들었으며, 이와 반대로 sucrose 함량은 증가하였다. 그리고 삼투압 전처리

Table 4. Free sugar contents of apple slices dried by hot-air and freeze drying after osmotic dehydration at different steeping times (Unit: g% dry basis)

°Brix	Hour	Fructose			Sucrose			Glucose		
		Hot air	Freeze	t-value	Hot air	Freeze	t-value	Hot air	Freeze	t-value
0	0	25.70±0.4 ^{a1)}	28.59±0.2 ^a	10.80 ^{***}	17.45±0.8 ^f	22.04±0.7 ^c	7.36 ^{**}	6.03±0.5	6.75±0.9 ^{ab}	1.17
	2	19.67±0.6 ^c	24.11±0.4 ^c	9.79 ^{***}	24.64±1.9 ^d	28.87±0.3 ^d	3.79*	5.22±1.0	6.01±0.3 ^{ab}	1.33
	4	23.40±0.6 ^b	26.69±0.9 ^b	5.17 ^{**}	26.27±1.4 ^d	32.10±2.3 ^c	3.78*	5.04±0.7	6.98±0.8 ^a	3.05*
20	8	18.35±0.5 ^d	25.68±0.7 ^b	14.46 ^{***}	21.59±0.8 ^e	30.63±0.8 ^c	13.84 ^{***}	4.94±0.5	7.16±0.6 ^a	4.61*
	2	17.66±1.2 ^{de}	19.85±1.3 ^d	2.13	34.66±0.6 ^{bc}	31.47±0.8 ^c	-5.49 ^{**}	5.03±0.4	4.09±0.7 ^{cd}	-1.97
	4	14.66±0.9 ^f	20.07±0.5 ^d	9.08 ^{***}	35.03±1.9 ^b	42.92±0.6 ^b	6.91 ^{**}	4.16±0.6	6.14±1.0 ^{ab}	2.92*
40	8	14.13±0.5 ^f	18.43±0.8 ^c	8.39 ^{**}	41.28±1.0 ^a	42.74±0.6 ^b	2.19	5.14±0.4	4.62±0.5 ^{cd}	-1.44
	2	14.34±1.0 ^f	16.69±1.0 ^f	2.86*	39.42±0.8 ^a	43.16±1.3 ^b	4.33*	4.54±0.9	4.47±0.8 ^{cd}	-0.10
	4	14.26±0.9 ^f	17.89±0.7 ^{ef}	5.72 ^{**}	32.88±0.7 ^c	42.90±0.1 ^b	24.03 ^{***}	4.06±0.8	5.45±1.0 ^{bc}	1.93
60	8	16.42±0.1 ^e	14.66±0.8 ^g	-3.90	35.44±0.8 ^b	46.33±0.9 ^a	15.69 ^{***}	5.25±1.3	3.95±0.4 ^d	-1.64
	F-value	89.09 ^{***}	107.06 ^{***}		139.01 ^{***}	197.94 ^{***}		1.69	7.88 ^{***}	

¹⁾Means with different letters are significantly different among hours and °Brix by Duncan's multiple range test at p<0.001. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

를 하지 않은 대조구와 비교 시 처리 후 유리당 함량이 증가하였으며 이는 삼투압 처리 시 설탕용액에서 유입되는 것으로 추정된다. 또한 열풍건조 및 동결건조 모두 삼투압 용액의 농도와 침지시간이 증가할수록 glucose와 fructose 함량이 낮게 나타나 삼투효과가 커짐을 알 수 있었다. Lenart (13)는 삼투건조 후 단당류는 감소되고 sucrose와 다당류는 증가한다고 보고하였는데 본 실험과 이와 유사한 경향을 보였다. 그리고 동결건조가 열풍건조보다 더 높은 유리당 함량을 보여, 동결건조가 건조 중 유리당의 보존에 더 유리하며 단맛도 높을 것으로 예상된다.

요 약

본 연구는 삼투압 전처리와 열풍, 동결건조의 방법이 최종 제품의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 농도(20, 40, 60°Brix)와 시간별(2, 4, 8시간)로 삼투압처리를 하여 물질이동 특성을 조사하고, 이후 열풍과 동결 건조방법을 거쳐 최종 시료의 품질 특성을 분석하였다. 삼투압 처리 중 시료의 중량감소, 수분손실, 고형분 증가는 삼투압농도와 침지시간이 증가함에 따라 상승하는 경향을 보였으며 삼투처리의 농도가 가장 큰 요인으로 고려된다. 최종 건조를 거친 시료의 수분함량은 40°Brix 당 용액 침지 후 동결건조에서 가장 낮은 수분함량을 보였으며, 열풍건조에서 삼투건조 처리의 유무, 농도, 시간은 최종 수분함량에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보였다. 시료의 변색에 미치는 영향에 있어서는 삼투압처리의 L, a, b값이 처리를 하지 않은 것보다 낮은 값을 보여 삼투압처리가 갈변을 억제하는 것으로 보였고, 열풍건조에서는 삼투압처리의 농도와 침지시간이 증가할수록 L값이 감소하였다. 경도(hardness)의 경우 열풍 건조와 동결건조 모두 삼투압처리 당 용액의 농도와 침지시간이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 유리당의 함량에 있어서는 삼투용액의 농도와 침지시간이 증가할수록 glucose와 fructose 함량은 증가하고 sucrose 함량은 감소하는 경향을 보여 당 용액의 농도와 침지시간의 증가가 삼투효과를 높이는 것을 알 수 있었다. 또한 삼투압처리 후 동결건조의 방법이 열풍건조보다 더 높은 유리당의 함량을 보여 동결건조의 방법이 최종 제품의 단맛을 증가시켜 기호성을 높일 것으로 예상된다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 기관고유사업(과제번호 PJ007818)에 의해 지원된 것이며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Lee JH. 2000. Antioxidative activity and related compound of apple pomace. *Korean J Food Sci Technol* 32: 908-913.
2. Park MK. 2009. Extraction of polyphenols from apple peel using cellulase and pectinase and estimation of antioxidant activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 535-540.
3. Yoon KS, Choi YH. 1996. Mass transfer characteristics during the osmotic dehydration process of apples. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 824-830.
4. Huh MY. 2010. Recognition and importance-satisfaction of apple processed products. *Korean J Food Culture* 25: 1-8.
5. Lazarides HN, Katsanidis E, Nickolaidis A. 1955. Mass transfer during osmotic pre-concentration aiming at minimal solid uptake. *J Food Eng* 25: 151-166.
6. Kim MH. 1990. Osmotic concentration of apples and its effect on browning reaction during air dehydration. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 121-126.
7. Mandala IG, Anagnostaras EF, Oikonomou CK. 2005. Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics. *J Food Eng* 69: 307-316.
8. Choi HD, Lee HC, Kim YS, Choi IW, Park YK, Seog HM. 2008. Effect of combined osmotic dehydration and hot-air drying on the quality of dried apple products. *Korean J Food Sci Technol* 40: 36-41.
9. Amami E, Vorobiev E, Kechaou N. 2006. Modelling of mass transfer during osmotic dehydration of apple tissue pre-treated by pulsed electric field. *LWT* 39: 1014-1021.
10. Uddin BM, Ainsworth P, Ibanoglu S. 2004. Evaluation of mass exchange during osmotic dehydration of carrots using response surface methodology. *J Food Eng* 65: 473-477.
11. Khin MM, Zhou W, Yeo SY. 2007. Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. *J Food Eng* 81: 514-522.
12. Nieto AB, Salvatori DM, Castro MA, Alzamora SM. 2004. Structural changes in apple tissue during glucose and sucrose osmotic dehydration: shrinkage, porosity, density and microscopic features. *J Food Eng* 61: 269-278.
13. Lenart A. 1993. Minimal processing of food and process optimization: An interface osmotic dehydration of fruits before drying. CRC Press Inc, Boca Raton, FL, USA p 87.

(2011년 2월 21일 접수; 2011년 5월 13일 채택)