

방울토마토의 삼투건조시 품질의 변화와 공정의 최적화

윤경영 · 윤광섭* · 이광희** · 신승렬*** · 김광수†

영남대학교 식품영양학과
*대구호성가톨릭대학교 식품공학과
**대구전문대학 식품영양과
***경산대학교 생명자원과학부

Changes of Quality in the Osmotic Dehydration of Cherry-Tomatoes and Optimization for the Process

Kyung-Young Yoon, Kwang-Seob Youn*, Kwang-Hee Lee**, Seung-Ryeul Shin*** and Kwang-Soo Kim†

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu Hyosung, Kyungsan 712-702, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Daegu Junior College, Daegu 702-260, Korea

***Faculty of Life Science, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea

Abstract

This study was carried out to determine the effect of osmotic dehydration as pretreatment on the qualities of dried cherry-tomatoes. The weight reduction and solid gain in osmosed cherry-tomato were increased by increasing sugar concentration, immersion temperature and time; among three parameters, the immersion temperature affected more than sugar concentration and immersion time did. The moisture content was decreased as increasing sugar concentration, immersion temperature and time, and it was the lowest at the osmotic conditions of 70°C, 60°Brix and 11hr. To determine the optimum processing condition by RSM, the polynomial optimum models were established. The regression models was significant ($p < 0.05$). It was used contour plots to optimize osmotic dehydration. The optimum conditions for osmotic dehydration as pretreatments for drying of cherry-tomatoes were immersion temperature of 47~53°C, sugar concentration of 39~43°Brix, and immersion time of 7hr, in which process conditions were 78~86% moisture content, 8.5~10°Brix sugar content and 80~86% weight reduction.

Key words: RSM, osmotic dehydration, cherry-tomato

서 론

토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill.)는 가지과의 식물로서 비타민 A와 C, 무기질, 당 및 유기산의 함량이 높고, 독특한 풍미와 색소를 함유하고 있어 생식용 뿐만 아니라 음료와 조미료 등 가공품의 원료로 널리 이용되고 있으며, 그 소비량은 매년 증가추세에 있다(1,2). 또한 토마토는 혈관을 강화하고 혈압을 내리는 역할을 하기 때문에 고혈압에 좋은 식품이며(3), 유기산은 신진대사를 원활하게 하고(4), 다량의 비타민 C는 혈전 예방효과가 우수하며 특히 위궤양에 탁월한 효과를 나타낸다고 한다(5).

식품에 있어서 건조는 식품 중 수분을 제거하여 미생물 및 효소에 의한 부패나 변질을 방지하여 저장성이나 수송성을 부여함은 물론, 새로운 식품개발에 그 이용이 확대되고 있다. 건조방법으로는 전일건조를 비롯하여 열풍건조가 있으며, 최근들어 건조제품의 산업화로 인하여 동결건조, 진공건조, 마이크로파 및 원격외선 등 방법이 다양화되고 있지만 건조방법에 따른 여러가지 문제점이 대두되고 있다(6). 건조시 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 물이나 스팀을 이용한 블렌칭(7,8), 황화합물을 이용한 화학처리(9) 및 비타민 C, 구연산, 설탕이나 소금용액 등에 침지하

† To whom all correspondence should be addressed

는 삼투건조(10-12)와 같은 전처리 방법 등이 개발되어 그 이용성이 증대되고 있다. 삼투건조는 채소나 과일과 같은 식품을 고농도의 용액에 침지함으로써 식품 속에 존재하는 수분을 제거하는 과정으로(13), 열에 의한 색과 맛의 손상을 최소화시키고, 효소적 산화갈변에 의한 변색을 억제하여 sulfur dioxide와 같은 화학처리가 필요없으며, 신맛을 제거시키고 동시에 단맛을 증가시키거나 신맛과 단맛을 동시에 증가시킴으로써 기호성을 향상시킨다(14,15). 과채류의 동결(16), 진공(17) 그리고 열풍건조(11,18) 전처리로 또는 새로운 제품개발의 목적으로 삼투건조가 많이 이용되고 있으며, 이에 따른 건조 중 물질의 이동(19,20), 성분의 변화(15,21), 조직의 변화(22) 등에 관한 많은 연구가 보고되고 있다.

따라서 본 연구는 기호성 높은 건조 방울토마토 가공 식품을 개발하고자 본건조에 앞서 건조에 따른 문제점을 보완하고 여러가지 잇점을 줄 수 있는 삼투건조를 전처리로 이용하여 삼투건조 중 침지온도, 당농도, 침지 시간에 따른 내부물질 이동과 물리적 변화를 조사하여 이에 따른 삼투건조 조건을 최적화하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

방울토마토는 경북 김천시에서 재배된 산체리엑스트라 품종으로 경산시장에서 구입하였으며, 끓는 물에 30초간 블렌칭하여 박피한 것을 시료로 사용하였다.

삼투건조

삼투건조는 설탕의 농도를 20, 40, 60°Brix로 조성한 후 시료와 용액의 담금비율을 1:3으로 하였고, 30, 50, 70°C에서 5, 8, 11시간 침지시켰다. 삼투건조된 방울토마토를 수초간 흐르는 물에 세척하고 시료표면에 부착된 당을 제거한 후 여과지를 이용하여 표면수분을 제거하여 분석 및 건조를 행하였다.

열풍건조

열풍건조는 삼투처리 또는 무처리 방울토마토를 이용하여 75°C에서 10시간 건조하여 시료로 하였다.

삼투건조의 최적화 실험계획

방울토마토를 건조하기 위한 전처리로써 최적 삼투 건조 조건을 얻고자 반응표면분석법을 이용하였으며, 이차식 형태의 반응모형을 결정하기 위해 중심합성계획법으로 실험을 설계하였다(23). 즉, Table 1과 같이 침

Table 1. Coding of levels of independent variables used in developing experimental data for optimization of the process for osmotic dehydration of cherry-tomatoes

Independent variables	Symbols		Levels	
	Uncoded	Coded	Uncoded	Coded
Immersion temperature (°C)	T	X1	30	-1
			50	0
			70	1
Immersion concentration (°Brix)	C	X2	20	-1
			40	0
			60	1
Immersion time(hr.)	t	X3	5	-1
			8	0
			11	1

지온도(X1), 당농도(X2), 침지시간(X3)을 독립변수로 하여 -1, 0, 1 세단계로 부호화하였으며, 2³개의 요인점과 6개의 축점, 그리고 두개의 중심점을 가지도록 설계하였다.

물질이동

삼투건조 중 수분과 용질의 이동은 시료내부의 용질이 삼투용액으로 확산이 일어나지 않으며 삼투용액비는 균일하다는 가정하에서 구하였다(24).

고형분증가율(%)=

$$\frac{\text{삼투후의 고형분량} - \text{초기 고형분량}}{\text{시료의 초기 중량}} \times 100$$

중량감소율(%)=

$$\frac{\text{시료의 초기 중량} - \text{삼투건조후의 중량}}{\text{시료의 초기 중량}} \times 100$$

수분함량

진공건조기를 이용하여 70°C, 25mmHg에서 24시간 건조시킨 후 감소된 수분량으로 나타내었으며, 방울토마토 생과의 수분 함량은 91.92%였다.

당농도 측정

시료 5g에 증류수 10ml를 가하여 시료 중의 가용성 당을 30°C에서 24시간 추출하였다. 이 추출액을 여과하여 얻은 여액을 굴절당도계로 측정하였다.

색도 측정

삼투건조된 방울토마토의 색도는 색차계(Model CR-

200, Minolta, Japan)를 사용하여 나타내었으며, 색차 ΔE 는 방울토마토 생과를 기준으로하여 아래식으로 나타내었다. 기준색도의 L, a, b값은 각각 97.89, -0.49, 1.96이었다.

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

결과 및 고찰

삼투건조에 따른 물질이동과 물리적 특성

삼투건조 중 물질이동의 특성은 중량 감소율(W.R.)과 고형분 증가율(S.G.)의 변화로 측정하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다. S.G.는 침지액의 당농도가 증가될수록 그 값이 커졌고 고농도(60°Brix)에서 침지시 저농도(20°Brix)에 비해 높은 증가율을 나타내었다. 일정농도에서는 온도가 상승할수록 높은 값을 나타내어, 온도와 농도가 동시에 증가할수록 높은 건조효과를 나타내는 것을 알 수 있었다. 고농도에서 침지했을 때가 저농도에서 침지했을 때에 비해 높은 증가율을 보인 것은 삼투압차, 침지시간에 따른 삼투압의 변화, 설탕의 흡착, 흡수에 의한 토마토 표면 및 내부의 수분이동 저해 등에 의한 것으로 보고되어 있다(17). 온도와 침지액의 당농도에 따른 S.G.의 증가율은 당농도에 비해 온도가 더 많은 영향을 주는 것으로 나타나, 침지온도가 당농도에 비해 큰 영향을 미치지 않는다는 Kim(18)의 보고와 온도와 당농도가 비슷한 영향을 끼친다는 Conway 등(20)의 보고와는 상이한 결과를 보였다. S.G.의 경우 70°C, 60

°Brix에서 11시간 침지했을 때 그 값이 가장 컸으며, 일정한 당농도 하에서는 온도에 따라 S.G.의 값에 큰 차이를 보였다. 또한 시간에 따른 변화는 온도에 비해 큰 영향을 주지 못하였다. 이것은 설탕분자가 건조 초기에 빠른 속도로 식품속으로 확산된 후 일정시간이 지나면 토마토 표면에 흡착됨으로써 물질의 이동을 저해하는 것으로 생각된다. W.R.의 변화는 삼투건조시 같은 당농도와 온도에서 시간이 길어짐에 따라 S.G.에 비해 높은 값을 나타내었다. 열풍건조 후 W.R.은 고온, 고농도에서 장시간 삼투처리한 구간에서 다소 낮은 값을 나타내었다. 삼투건조시 침지액의 당농도와 온도가 증가할수록 S.G.가 높게 나타난 것은 시간이 증가함에 따라 분자량이 큰 설탕분자가 세포막을 통해 쉽게 확산되지 못하여 토마토와 용액 사이의 삼투평형에 도달하기 위해 식품 속의 수분이 삼투용액으로 흐르기 때문이라고 보고된 바 있다(21).

삼투 및 열풍건조 방울토마토의 물리적 특성을 조사한 결과, 삼투건조 후 시간에 따른 수분 함량의 변화는 적는데 반해 침지온도의 증가에 따라 수분의 함량이 급속히 낮아졌으며, 침지온도 70, 80°C에서 건조효과는 크게 상승되었다. 침지액의 당농도에 의해서도 수분 함량이 영향을 받아 농도가 증가될수록 건조효과는 크게 나타났으며 저농도에 비해 고농도에서 삼투효과가 큰 것으로 나타났다. 70°C, 60°Brix에서 11시간 침지시 가장 적은 수분 함량을 나타내어 침지액의 당농도 및 온도의 상호작용에 의해 삼투효과가 증가되었다. 열풍건조 후 수분 함량의 변화는 일정치 않았고 각 구간마다 유

Table 2. Changes in the moisture content, solid gain, weight reduction and sugar content of osmotic and osmo-air dehydrated cherry-tomatoes

Temp. (°C)	Conc (°Brix)	Time (hr)	Moisture content(%)		Weight reduction(%)		Solid gain(%)	Sugar content (°Brix)		ΔE	
			O.D.	A.D.	O.D.	A.D.	O.D.	O.D.	A.D.	O.D.	A.D.
30	20	5	90.00	15.03	6.54	84.53	1.53	6.0	8.2	6.79	13.18
30	20	11	89.01	17.61	10.48	83.71	2.52	6.0	10.4	5.05	11.60
30	60	5	86.71	19.11	23.47	83.33	4.82	8.2	11.6	8.72	12.53
30	60	11	86.62	17.16	34.86	71.58	4.91	9.5	16.6	8.35	12.62
70	20	5	83.26	13.79	22.73	78.34	8.27	8.4	10.4	16.18	8.77
70	20	11	74.17	20.40	32.25	64.52	17.36	11.0	14.2	2.46	7.36
70	60	5	69.67	12.27	47.40	63.73	21.86	12.0	16.6	13.09	9.39
70	60	11	45.44	9.23	71.73	38.10	46.09	17.0	20.4	15.03	11.78
50	40	8	85.48	18.73	21.20	82.34	6.05	10.2	14.0	3.47	9.47
50	40	8	79.04	13.48	23.05	75.37	12.49	11.0	13.6	4.93	9.83
20	40	8	87.59	18.00	15.89	82.32	3.94	6.6	14.0	5.70	10.56
80	40	8	65.31	16.97	45.39	48.86	29.22	13.4	15.6	9.01	2.51
50	10	8	89.96	15.95	6.21	88.39	1.57	4.7	9.8	6.85	9.30
50	70	8	83.18	15.93	40.27	69.55	8.35	12.0	12.4	5.55	8.74
50	40	3.5	86.37	18.03	13.68	81.71	5.16	7.0	14.1	6.53	9.53
50	40	12.5	78.20	16.06	28.33	69.83	13.33	9.4	15.8	8.37	12.64

O.D. Osmotic dehydration, A.D. Osmo-air drying

사한 값을 보였다.

삼투건조 제품의 장점 중 하나는 과일의 풍미를 유지 하는 것인데, Wientjes(25)는 당이 진공건조 중 휘발성 향기성분의 손실을 방지한다고 하였으며, Dixon과 Jen (15)은 삼투건조한 사과는 산 함량에 대한 당 함량의 비율이 증가하기 때문에 우수한 풍미를 가진다고 보고하였다. 삼투건조 후 당농도는 침지온도와 침지액의 당 농도 및 시간이 증가함에 따라 증가하였다. 열풍건조한 방울토마토의 당농도는 삼투건조 후와 비슷한 경향을 나타내었으며, 수분손실에 의한 당의 농축으로 다소 높 게 나타났다.

각 처리구에 대한 L, a, b값과 ΔE값의 변화는 삼투 건조 후 각 처리구에 있어서 뚜렷한 차이는 보이지 않 았으나 생과(L 33.16, a 16.00, b 16.29)에 비해 L값과 a 값이 높게 나타났으며 b값은 감소하는 경향을 나타냈 다. 고온(70°C), 고농도(60°Brix)에서 L값과 a값이 다 소 높게 나타나 고온에서 L값은 감소하고 a값은 증가 한다는 윤(26)의 보고와는 다른 결과를 나타내었다 열 풍건조 후는 생과에 비해 L값은 감소하였고, a값은 크 게 증가하여 색도가 증가해졌음을 알 수 있었는데 이것 은 열풍건조시 온도에 의한 당의 갈변에 기인된 것으로 사료된다. ΔE는 삼투처리 후 건조효과가 큰 것일수록

값의 차이가 커 처리도에 따른 색상의 변화도 커짐을 커짐을 보였다. 30°C에서 삼투처리한 방울토마토와 80 °C에서 삼투처리 후 열풍건조한 방울토마토의 색차가 낮은 값을 나타내었다.

반응표면분석에 의한 삼투건조의 최적화

방울토마토에 대한 삼투건조의 최적 조건을 찾기 위 하여 각 실험치를 이용하여 반응표면분석법에 의해 수립된 2차식형태의 모델식 계수값들을 Table 3에 나타 내었다. 최적 삼투건조 조건을 얻기위해 침지온도(X1), 침지액의 당 농도(X2), 침지시간(X3)을 요인변수로, 삼 투건조 후 수분 함량(Y1), 중량 감소율(Y2), 당농도(Y3), 고형분 증가율(Y4)과 열풍건조 후 수분 함량(Y5), 중량 감소율(Y6), 그리고 당농도(Y7)를 반응변수로 하였다. 삼투건조 후 회귀식의 R²는 Y1, Y2, Y3, Y4 각각 0.9633, 0.9780, 0.9595, 0.9623이었고, 유의성은 각각 0.0012, 0.0003, 0.0016, 0.0013으로 1%이내의 유의수준을 나타 내어 각 처리구에 대한 실험결과에서 높은 유의성이 인 정되었다. 그러나 열풍건조 후 R²는 Y5, Y6, Y7 각각 0.6398, 0.9825, 0.7592로 Y6은 1%이내의 유의성을 보 인 반면, Y5와 Y7은 유의성이 없는 것으로 나타났다(p > 0.1). 이로써 삼투처리 후 제품의 품질에 많은 영향을

Table 3. Polynomial equations calculated by RSM program during osmotic dehydration and osmo-air dehydration

Response	Polynomial model equation	R ²	Significance
Moisture content (%)	Y1=36.4339+1.5929X1+0.3990X2+0.8505X3 -0.0107X1 ² -0.0115X1X2+0.0022X2 ² -0.0112X1X2 -0.0049X2X3-0.0031X3 ²	0.9633	0.0012
Weight reduction (%)	Y2=51.2908-1.4463X1-0.5832X2-0.7335X2 +0.0142X1 ² +0.0071X1X2+0.0060X2 ² +0.0064X1X3 +0.0077X2X3-0.0044X3 ²	0.9780	0.0003
Sugar content (°Brix)	Y3=3.7457-0.1070X1+0.0740X2+0.0502X3 +0.0007X1 ² +0.0012X1X2-0.0011X2 ² +0.0022X1X2 +0.0013X1X3-0.0016X3 ²	0.9595	0.0016
Solid Gain (%)	Y4=55.0961-1.5929X1-0.3990X2-0.8505X3 +0.0107X1 ² +0.0115X1X2-0.0022X2 ² +0.0112X1X3 -0.0049X2X3+0.0031X3 ²	0.9623	0.0013
Moisture content (%)	Y5=8.0440-0.0835X1+0.2536X2-0.7174X3 -0.0011X1 ² +0.0009X1X2-0.0030X2 ² +0.0008X1X2 -0.0058X2X3+0.0566X3 ²	0.6398	0.4335
Weight reduction (%)	Y6=27.5188+1.8133X1+0.5189X2+0.9492X3 -0.0153X1 ² -0.0087X1X2-0.0005X2 ² -0.0093X1X2 -0.0079X2X3-0.0050X3 ²	0.9825	0.0001
Sugar content (°Brix)	Y7=29.9126-0.0589X1-0.2552X2-3.2056X3 -0.0014X1 ² -0.0015X1X2+0.0014X2 ² +0.0051X1X3 -0.0114X2X3-0.1627X3 ²	0.7592	0.1891

X1=(temp.-50)/20, X2=(conc -40)/20, X3=(time-8)/3

O.D. Osmotic dehydration, A.D. Osmo-air drying

Table 4. Analysis of variance showing effects of independent variables as linear or quadratic terms and interaction (cross product) effects on response variables

Source	DF	Osmotic dehydration								Osmo-air drying					
		M.C.		W.R.		S.C.		S.G.		M.C.		W.R.		S.C.	
		S.S.	P>F	S.S.	P>F	S.S.	P>F	S.S.	P>F	S.S.	P>F	S.S.	P>F	S.S.	P>F
Model	9	1712.51	0.0012	4419.38	0.0003	147.81	0.0016	1709.54	0.0013	1374.17	0.4335	2807.76	0.0001	94.47	0.1891
Linear	3	1445.31	0.0002	4001.82	0.0000	134.44	0.8727	1442.62	0.0002	1048.71	0.4883	2260.36	0.0000	15.28	0.4473
Quadratic	3	105.79	0.1027	247.54	0.0548	4.79	0.0311	106.82	0.1053	287.75	0.1340	296.54	0.0062	34.54	0.1766
Cross product	3	161.41	0.0463	170.02	0.0931	8.57	0.0557	160.09	0.0494	37.71	0.0176	250.87	0.0093	44.65	0.1182
Residual	6	65.32		99.25		6.24		66.92		773.59		49.90		29.96	
Lack of fit	5	62.94	0.3179	97.54	0.2210	5.92	0.3746	64.54	0.3143	766.33	0.1647	25.61	0.9187	29.88	0.0876
Pure error	1	2.37		1.71		0.32		2.38		7.26		34.29		0.08	
Variability explained(R ²)		0.9633		0.9780		0.9595		0.9623		0.6398		0.9825		0.7592	

DF: Degree of freedom

M.C.: Moisture content, W.R.: Weight reduction, S.C.: Sugar content, S.G.: Solid gain

S.S.: Sum of squares, P>F: Prob.>F

끼친다고 판단되면서 유의성이 높은 것으로 나타난 반응변수, 즉 삼투건조 후 수분 함량과 방울토마토의 당농도, 그리고 열풍건조 후 중량 감소율을 품질평가 기준으로 하였다. 수립된 회귀식에 대하여 분산분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. F검정 결과 반응변수 대부분이 추정된 회귀식에 유의성이 있었으나(p<0.05) 열풍건조 후 수분 함량과 당농도에 대하여는 유의성이 없었다. 이차모델식에 대한 적합성 검어 분석결과 반응변수 모두 유의성이 없어(p>0.05) 반응표면 모형이 통계적으로 유의하다고 할 수 있었다. 따라서 본 삼투건조에서는 종속변수를 수분 함량, 시료의 당농도, 중량 감소율로 하고 독립변수를 온도, 농도, 시간으로 하였을 때 그 변화

정도를 반응표면으로 나타내었다. 반응변수의 제한치는 수분 함량 75~80%, 방울토마토의 당농도 8~11°Brix, 중량 감소율 72~85%로 설정하였으며, 이때 수분 함량은 어느 영역에서나 만족함을 나타내었다. 온도와 농도를 함수로 하여 각 반응변수들의 제한조건을 만족하는 영역을 나타낸 결과, 적정 온도와 농도가 45°C, 36°Brix 부근으로 나타났다. 온도와 시간을 함수로 하였을 경우 위와 같은 제한조건을 만족하는 지역을 나타낸 결과, 최적 구간은 온도 31~42°C, 5.5~8시간으로 다소 넓은 범위로 나타났다. 농도와 시간을 요인변수로 두었을 때, 중량 감소율의 제한 조건은 65% 이상, 당농도와 수분 함량은 동일한 경우, 농도 19~22°Brix, 침지시간 5.5~6시간으로 나타났다. 반응변수에 따른 온도와 시간은 중첩되는 부분이 있었으나 농도에 있어서 큰 차이를 보여 세가지 실험변수 중 가장 영향이 적은 것으로 판단되는 시간을 고정하고 온도와 농도에 대한 최적 조건을 찾자 시도하였다. 반응표면분석 결과, 7시간 침지했을 때 각 실험치에 대한 제한범위와의 표준편차가 최소값을 나타내었다. 따라서 침지시간을 7시간으로 고정한 후 온도와 시간만을 변수로 하여 반응표면분석을 행한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 각 실험치의 제한범위를 수분 함량 78~86%, 당농도 8.5~10°Brix, 중량 감소율 80~86%로 주었으며, 그 결과 온도가 47~53°C로 농도가 39~43°Brix로 나타났다. 따라서 건조방울토마토 제조를 위한 삼투처리의 최적 조건은 50°C, 40°Brix, 7시간으로 결정할 수 있었다.

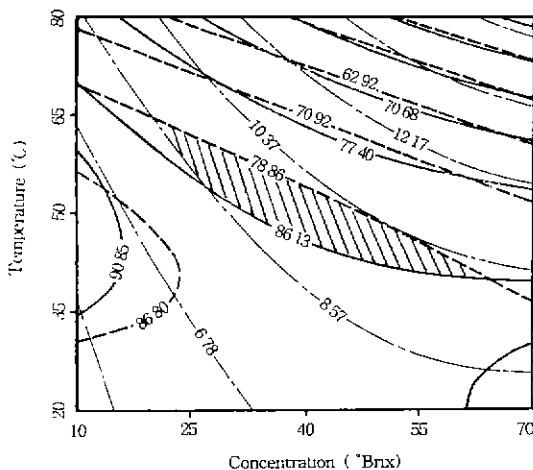


Fig. 1. Contour plots for temperature and concentration during osmotic dehydration in cherry-tomatoes under moisture content 78~86%, sugar content 8.5~10°Brix and weight reduction 80~86% at 7hrs. — Moisture content(%), - - - Sugar content(°Brix), - · - · - Weight reduction(%)

요 약

삼투건조시 중량 감소율과 고형분 증가율은 침지온

도, 농도, 시간이 증가할수록 그 값이 증가하였으며, 온도가 농도 및 시간에 비해 많은 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 수분 함량은 온도, 시간, 농도가 증가할수록 감소하였으며, 70°C, 60°Brix에서 11시간 침지시 가장 적은 수분 함량을 보여 온도, 시간, 농도가 증가할수록 높은 건조 효율을 나타내었다. 당농도는 삼투건조 후 침지온도와 농도 및 시간이 증가함에 따라 증가하였으며, 열풍건조의 경우에도 삼투건조와 비슷한 경향을 나타내었다. 반응표면분석법에 의해 수립된 2차식 형태의 모델식을 수립하였으며 회귀식에 대하여 분산분석한 결과 반응변수 대부분이 추정된 회귀식에서 유의성을 나타내었다. 또한 적합성 결여 분석결과 반응표면 모형이 통계적으로 유의하다고 할 수 있었다. 최적 삼투건조 조건을 얻기위해 침지온도, 설탕농도, 침지시간을 요인변수로 하고 삼투건조 후 수분 함량, 당농도 및 열풍건조 후 중량 감소율을 반응변수로 하였을 때 각 반응변수들의 제한조건을 만족하는 영역은 온도, 농도, 시간 각각 47~53°C, 39~43°Brix, 7시간으로 결정할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1997년 영남대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 이루어진 연구결과로 이에 감사를 드립니다.

문헌

- 1 學英社編輯局 · 園藝大百科 學英社, p.944(1975)
- 2 문광덕, 이철현, 김종국, 손태화 : Polyethylene film 포장 및 CO₂ 처리에 의한 토마토 과실의 저장. 한국식품과학회지, 24, 603(1992)
- 3 유태중 : 식품카르텔. 박영사, p.113(1976)
- 4 허봉수 : 밥으로 병을 고친다. 동아일보사, p.194(1996)
- 5 최병남 : 피를 맑게 하는 건강장수민 청산, p.200(1994)
- 6 정문철 · 건조식품의 시장동향과 급후의 전망. 식품기술, 5, 80(1992)
- 7 Baloch, A. K., Buckle, K. A. and Edwards, R. A. : Effects of processing variable on the quality of dehydrated carrot. I. Leaching losses and carotenoid content. *J. Food Technol.*, 12, 285(1977)
- 8 Odland, D. and Eheart, M. S. : Ascorbic acid, mineral and quality retention in frozen broccoli blanched in water, steam and ammonia-steam. *J. Food Sci.*, 40, 1004(1975)
- 9 Langdon, T. T. : Preventing of browning in fresh pre-

- pared potatoes without the use of sulfiting agents. *Food Technol.*, 41, 64(1987)
- 10 Ponting, J. D., Watters, G. G., Forrey, R. D., Jackson, R. and Stanley, W. L. : Osmotic dehydration of fruits. *J. Food Sci.*, 20, 1265(1966)
- 11 이병우, 신진진, 김명환, 최춘연 : 열풍건조 전 전처리 방법이 당근 후레이크의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21, 430(1989)
- 12 Dixon, G. M., Jen, J. J. and Paynter, V. A. : Tasty apple slices result from combined osmotic-dehydration and vacuum-drying process *Food Prod Dev.*, 10, 60(1976)
- 13 Lenart, A. and Flink, J. M. : Osmotic concentration of potato. I. Criteria for the end-point of the osmosis process. *J. Food Technol.*, 19, 45(1984)
- 14 Farkas, D. F. and Lazar, M. E. : Osmotic dehydration of apple pieces. Effect of temperature and surup concentration on rate. *Food Technol.* 23, 688(1969)
- 15 Dixon, G. M. and Jen, J. J. : Changes of sugar and apple slices *J. Food Sci.*, 42, 1126(1977)
- 16 Biswal, R. N., Bozorgmehr, O. K., Tompkind, F. D. and Liu, X. : Osmotic concentration of green bean prior to freezing *J. Food Sci.* 56, 1008(1991)
- 17 김명환 : 당근 삼투압 건조시 물질 이동과 갈색화 반응에 미치는 효과. 한국식품과학회지, 21, 307(1989)
- 18 Kim, M. H. : Mass transfer and optimum processing condition for osmotic concentration of potatoes prior to air dehydration. *Korean J Food Sci. Technol.*, 22, 497(1990)
- 19 Mauro, M. A. and Menegalli, F. C. : Evaluation of diffusion coefficients in osmotic concentration of bananas (*Musa Cavendish Lambert*). *Inter. J Food Sci Technol.*, 30, 199(1995)
- 20 Conway, J., Castagne, F., Picard, G. and Vovan, X. : Mass transfer consideration in the osmotic dehydration of apples. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 16, 25(1983)
- 21 Islam, M. N. and Flink, J. N. : Dehydration of potato : II Osmotic concentration and its effect on air drying behavior. *J. Food Technol.*, 17, 387(1982)
- 22 Saurel, R., Raoult-Wack, A. L., Rios, G. and Guilbert, S. : Mass transfer phenomena during osmotic dehydration of apple II Frozen plant tissue. *Inter. J. Food Sci. Technol.*, 29, 543(1994)
- 23 성내경 · SAS/STAT-회귀분석, 자유아카데미, p.201(1994)
- 24 Bolin, H. R., Huxsoll, C. C., Jackson, R. and NG, K. C. : Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality *J. Food Sci.*, 48, 202(1983)
- 25 Wentjes, A. G. : The influence of sugar concentrations of the vapor pressure of food odor volatiles in aqueous solution. *J Food Sci.*, 33, 1(1968)
- 26 윤광섭 반응표면분석법에 의한 당근의 삼투 및 열풍건조공정의 최적화. 경북대학교 박사학위논문(1994)

(1997년 7월 9일 접수)