

## 마스넥 제조를 위한 당절임 공정의 최적화

한주영 · 김남우\* · 황성희\*\* · 윤광섭\*\* · 신승렬

대구한의대학교 한방식품과학부, \*대구한의대학교 한방생명자원학과, \*\*대구가톨릭대학교 식품공학과

### Optimization for the Sugaring Process of Yam for Snack Food Using Response Surface Methodology

Ju-Young Han, Sung-Hee Hwang, Kwang-Sup Youn, Nam-Woo Kim and Seung-Ryeul Shin

Faculty of Herbal Food Science, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

\*Department of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

\*\*Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

#### Abstract

This study was conducted to optimize sugaring process of yam for development of new snack product and enhancement acceptability. Three variables by five level central composite design and response surface methodology were used to determine optimum conditions for sugaring time, temperature and concentration. Optimization of the process was conducted using the combination of the moisture content, solid content, color and rehydration ratio. The regression polynomial model was suitable ( $P>0.05$ ) model by Lack-of-Fit analysis with highly significant. To optimize the process, based on surface response and contour plots, superimposing the individual contour plots for the response variables. The optimum conditions for this process were 5.5 hours and 58% at 40°C under the optimum of restricted variables as moisture content was 66 to 70, solid content was 25 to 30%, L value was above 75, a value was -2.1 to -2.4, b value was above 5 and rehydration ratio was 200 to 250.

Key words : yam, sugaring, optimization, RSM, rehydration

## 서 론

마는 마(*Dioscorea batatas*)과에 속하는 다년생 덩굴초본으로 열대 및 아열대지방에 널리 분포하는 식량작물로서(1) 자양강장, 당뇨병, 폐결핵, 빈뇨 및 지사작용에 효과적인 것으로 알려져 있다(2). 마는 식용으로 하는 덩이뿌리의 내부가 유백색 또는 황갈색을 띠는 끈끈한 점질물을 다량 함유하고 있으며 이 점질물은 mannose가 80% 이상을 차지하는 glucomannan과 단백질로 이루어져 있다(3). 특히 수용성 식이섬유의 일종인 glucomannan은 콜레스테롤 저하에 효과적인 것으로 알려져 있다(4). 알칼리성 식품인 마는 여러 가지 소화효소가 함유되어 있어 고구마나 감자와 같은 다른 지하 괴근과는 달리 익히지 않고 섭취하여도 소화흡수가 용이하다(5).

생마는 저장 중 갈변이 심하고 부패가 급속히 진행되는 등 저장성이 극히 제한되어 있어서 수확기만 경과되면 생마에서 점질성을 이용한 식품을 제조하기가 어려운 실정이다.

따라서 마의 중요한 품질특성인 점질물 성분의 끈끈한 물성과 생마의 백색 내지는 연한 미색이 그대로 유지시키기 위해서 삼투건조를 이용할 수 있는데 삼투건조는 당류나 소금을 사용하여 삼투효과를 이용한 건조방법으로 열에 의한 색과 맛, 향기의 손상을 최소화하고 건조시 변색을 막아 줄뿐만 아니라 단맛을 증가시킬 수 있어 기호성을 향상시킬 수 있는 건조전처리방법이다. 삼투용액으로는 설탕이나 소금이 많이 이용되며 이외 과당이나 포도당, 유당 등도 이용되는데, 소금은 채소에 있어서는 우수한 삼투용액이나 식품에 짠맛을 부여하므로 과일의 이용에는 적합하지 못하다(6). 삼투 건조를 이용한 연구로는 green bean을 소금용액에 침지한 후 동결건조하여 온도에 따른 수분의 손실과 염의 흡수정도를 모델화하거나(7) 사과를 이용하여 진공건조 전처리로 삼투 건조를 행하였을 때 당과 유기산의 함량을 조사한 보고(8)가 있으며, 이 등(9)은 열풍건조 전 삼투건조를 행한 당근 후레이크가 무처리보다 품질이 향상됨을 보고하였다. 또한 이외에 사과와 당근의 삼투건조시 물질의 이동 특성에 관한 보고(10,11)가 있으며, 방울토마토, 키위, 바나나를 이용한 삼투 건조공정의 최적화에 관한 연구(12-14) 등이 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 마스넥을 제조하기 위하여 마를 건

Corresponding author : Seung-Ryeul Shin, Faculty of Herbal Food Science, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea  
E-mail : shinsr@dhu.ac.kr

조하기 앞서 건조시 발생하는 문제점을 보완하고 기호도를 증가시킬 수 있는 방안으로 당절입공정을 실시하고 공정의 최적 조건을 반응표면분석기법의 최적화를 통하여 얻고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

마는 경북 경산지역에서 재배한 장마(*Dioscorea batatas* DECNE)를 구입하여 선별하고 박피한 후 cylinder 형태 (0.4-0.5 cm 두께)로 절단한 후 당용액과 1:3의 비율로 침지하여 당절입 공정을 실시하였다.

### 당절입 공정 조건

당절입시 침지온도는 20, 30, 40, 50, 60℃로 하고 침지농도는 30, 40, 50, 60, 70%로, 침지시간은 3, 4, 5, 6, 7시간 처리해 당절입 공정을 수행하였다.

### 수분함량

당처리 한 마의 수분 함량은 적외선 수분측정기(HG53, Mettler Toledo, U.S.A.)를 이용하여 105℃에서 더 이상 무게 변화가 없을 때까지 건조하여 측정하였다.

### 당농도 및 색도

당농도는 굴절당도계(N-1E, Atago, Japan)로, 색도는 색차계(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 측정하였으며 이것을 Hunter 값 즉, 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)은 기기의 manual에 따라 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값은 각각 94.6, 0.3129 및 0.3200 이었다.

### 고형분 증가율

고형분 측정은 당절입 전 후의 중량에 수분함량을 뺀 것으로 하였으며, 고형분 증가율은 당절입 전 후의 고형분의 비를 %로 표시하였다.

### 재수화율

재흡수율은 건조한 마를 상온에서 30분간 침지한 후 증가된 수분량으로 표시하였다.

### 당절입 공정의 최적화 실험계획

반응표면분석법을 이용하여 당절입 공정의 최적화를 실시하였다. 즉, 당절입시 침지시간(immersion time ;  $X_1$ ) 와 침지온도(immersion temperature ;  $X_2$ ) 그리고 당농도(salt concentration ;

$X_3$ )를 요인변수로 하여 Table 1과 같이 -2, -1, 0, +1, +2 의 다섯 단계로 부호화하였다. 또 삼투건조 후 품질특성에 관련된 반응변수( $Y_n$ )로는 수분함량, 고형분 함량, 색도 그리고 재수화율 등을 고려하였으며 3개의 요인변수를 5수준으로 하는 중심합성계획법에 의하여 실험영역을 설계하여 16개의 선정된 조건에서 실험을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 당절입 공정조건에 따른 종속변수의 변화

각 독립변수의 변화에 따른 종속변수의 영향을 알아보고자 침지온도를 중심으로 고정하고 침지시간과 당농도의 변화에 따른 각 종속변수의 변화정도를 그림으로 나타내었다. 수분함량의 변화(Fig. 1(A))를 먼저 보면 일정한 침지시간을 경계로 하여(약 침지 5시간) 당농도가 높아질수록 수분함량이 낮아졌으나 경계점 이후의 영역에서는 반대경향이 있으며 침지온도의 영향도 경계점 이전의 시간에서는 고온에서의 처리가 낮은 수분함량을 보여 삼투효과가 우수함을 보였지만 경계점 이후에서는 그 영향이 반대로 나타났다. 이는 당근의 삼투건조시 침지 온도, 농도, 및 시간이 증가함에 따라 수분이 감소한다는 윤 등(15)의 보고와 상이한 결과를 나타내었다. 침지시간의 증가에 따라서는 저온에서는 시간의 경과에 따라 낮은 수분함량을 나타내었으나, 고온으로 높아질수록 침지시간의 증가에 따라 수분함량이 높은 것으로 나타났다.

당절입 후 고형분 농도의 변화(Fig. 1(B))를 보면 당농도가 증가할수록 당도가 증가하였는데 그 효과는 고온에서의 처리가 더욱 큰 것으로 나타났는데 이는 홍 등(13)이 키위의 삼투건조시 보고한 실험결과와 유사하였다. 즉, 키위의 삼투건조시 온도와 농도가 증가할수록 그리고 침지시간의 증가에 따라서는 저온에서는 시간이 증가함에 따라 증가하였으나 고농도에서는 시간의 증가에 따라 증가함을 보이지 않았다. 침지온도에 따라서는 일정경계를 중심으로 하여 침지온도의 영향이 반대로 나타났지만 대체적으로 고온에서 처리가 더 높은 당도를 보였다.

당절입한 마의 L 값은(Fig. (C)) 당농도가 증가함에 따라 증가하였으며 침지시간의 증가에 따라서는도 증가하는 경향으로 나타났으나 침지온도에 대하여는 일정 침지시간을 경계로 하여 적은 침지시간에서는 고온에서 처리가 밝기를 높게 하였으나 일정 침지시간 이후에서는 오히려 저온에서의 처리가 더 높은 L값을 가지는 것으로 나타났다. Fig. 1(D)에서 나타낸 a값은 당농도가 증가함에 따라 약간 감소하는 경향을 보였고 침지시간의 증가에 따라서는 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 침지온도에 따라서는 온도가 증가함에 따라 낮은 값을 나타내었으나 각 독립변수의 변화에 따라 그 변

화정도가 크지 않아 a값에 미치는 독립변수의 영향은 미미하였다. 당절임한 마의 b값의 변화(Fig. 1(E))를 살펴보면 각 독립변수가 미치는 영향이 당도의 변화와 유사하였으며, 저온처리에 있어서는 당농도가 낮을수록 침지시간이 길어질수록 증가하였으나 40℃와 50℃의 고온에서의 처리에서는 당농도가 감소할수록 낮아지는 경향을 보이고 침지시간의 경과에 따라서도 증가 후 감소하였다. 온도의 영향은 일정 시간과 농도를 경계로 하여 고온에서 처리가 높은 값을 가졌으나 경계이후의 영역에서는 반대경향으로 오히려 낮은 온도에서의 처리가 낮은 값을 보였다. 이는 고온, 고농도에서 L값과 a값이 높게 나타난다는 윤 등의 연구(12)와는 다른 결과를 나타내었다.

마의 재수화 효율은(Fig. 1(F)) 40℃와 50℃의 고온 영역에서는 당농도가 증가하면 감소하였으나 저온처리에서는 당농도의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 침지시간의 증가에 대해서는 대체적으로 증가하는 경향을 보였으며 침지 온도의 변화에 대해서는 일정 경계의 농도와 시간을 기준으로 하여 기준 영역 이상에서는 저온처리에서의 재수화율이 높았으나 기준 영역아래에서는 고온에서의 처리가 높은 값을 나타내었으나 대체적으로 저온처리가 높은 재수화성을 보이는 것으로 나타났다.

반응표면분석에 의한 당절임 공정의 최적화

건조마를 제조하기 위한 전 단계로 마의 당절임 공정을 최적화하기 위하여 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 얻은 실험 조건을 Table 1에 나타내었다. 독립변수로 침지시간은 3시간에서 7시간까지, 침지온도는 20℃에서 60℃까지, 침지 당농도는 30%에서 70%까지로 각 처리조건을 -2, -1, 0, 1, 2로 다섯 단계로 부호화하였다.

Table 1. Levels of independent variables in experimental design for sugar- immersion process of yam

X <sub>i</sub> Independent variables	Level				
	-2	-1	0	1	2
X <sub>1</sub> Time(hrs)	3	4	5	6	7
X <sub>2</sub> Temperature(℃)	20	30	40	50	60
X <sub>3</sub> Concentration(%)	30	40	50	60	70

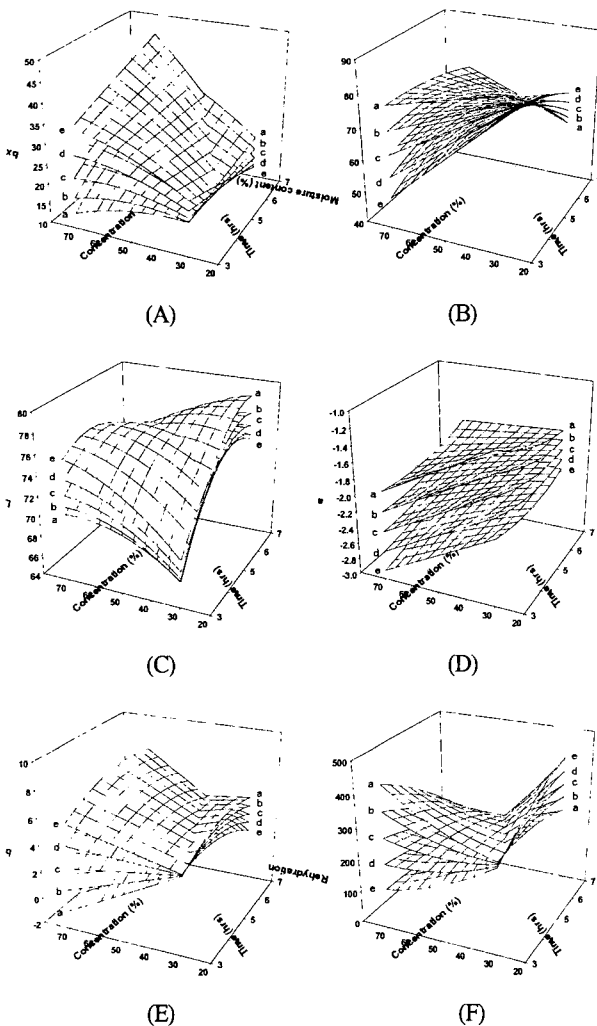


Fig. 1. Response surface on moisture content, soluble solid, L, a, b values and rehydration ratio for sugar immersion process of Yam with salt concentration and time by immersion temperature(a: 20℃, b: 30℃, c: 40℃, d: 50℃, e: 60℃).

Table 2. Experimental data for sugar immersion of yam for different coded values of treatment conditions

No	Time	Temp	Conc	Moisture content(%)	Soluble solid(%)	L	a	b	Rehydration Ratio(%)
1	6	50	60	65.24	32.00	77.35	-1.64	+7.90	77.79
2	4	50	40	64.50	26.00	76.74	-1.73	+7.16	151.59
3	6	50	60	71.76	20.60	77.09	-1.61	+6.81	176.22
4	4	50	40	73.29	20.20	73.45	-1.6	+5.69	166.30
5	6	30	60	73.10	28.40	77.70	-1.61	+7.38	135.18
6	4	30	40	73.30	19.40	75.05	-1.65	+4.67	228.41
7	6	30	60	70.84	21.20	77.95	-1.65	+6.55	129.22
8	4	30	40	79.60	17.00	73.07	-1.49	+6.00	195.64
9	5	40	50	65.05	26.00	75.7	-1.72	+6.47	121.45
10	5	40	50	70.00	26.40	76.03	-1.70	+6.35	150.04
11	5	60	50	64.016	29.20	76.53	-1.62	+6.43	90.50
12	5	20	50	72.39	26.20	76.61	-1.58	+6.19	181.10
13	5	40	70	63.41	30.80	74.90	-1.79	+7.73	70.61
14	5	40	30	71.48	18.40	74.55	-1.56	+5.38	241.39
15	7	40	50	59.13	27.20	72.78	-1.69	+6.68	102.85
16	3	40	50	72.58	25.00	72.32	-1.54	+4.35	125.05

마의 당절임공정시 실험계획법에 의해 수행된 16개 구간에서의 실험결과를 Table 2에 나타내었으며 침지시간과 온

도, 농도의 조합에 따라 당 절임 후 마의 수분함량과 고형분 농도, 색도와 그리고 재수화율에 대하여 측정값을 나타내었는데 그 경향은 앞에서 이미 살펴 본 바와 같았다. 당절임 공정의 최적조건을 찾기 위하여 Table 2의 실험결과를 이용하여 반응표면분석법에 의해 수립된 2차식의 회귀모형에 적합하여 얻은 회귀계수값들을 Table 3에 나타내었다. 주어진 종속변수에 대하여 얻어진 각 독립변수들인 침지시간과, 온도, 당농도의 계수값들을 회귀식에 대입함으로써 주어진 실험구간내에서의 예측값을 구할 수 있으며 또한 종속변수 값의 변화정도도 예측할 수 있을 것으로 생각된다(13).

**Table 3. Regression coefficients of second order polynomials<sup>a)</sup> representing relationships between indicated response variables(Yn) and independent variables of time(i or j=1), temperature(i or j=2) and sugar concentration(i or j=3)**

Coefficients	Moisture content(%)	Soluble solid(%)	L	a	b	Rehydration Ratio(%)
$\beta_{k0}$	119.942	26.225	25.301	1.296	5.168	39.925
$\beta_{k1}$	-8.969	-1.350	14.009	-0.546	2.436	58.938
$\beta_{k2}$	-0.197	-0.233	-0.045	-0.034	-0.062	1.684
$\beta_{k3}$	-0.315	-0.308	0.560	-0.030	-0.258	6.838
$\beta_{k11}$	-0.418	-0.025	-0.829	0.024	-0.224	-5.449
$\beta_{k12}$	0.102	-0.085	-0.041	0.003	-0.018	1.197
$\beta_{k13}$	0.136	0.130	-0.066	0.004	0.022	-1.382
$\beta_{k22}$	0.002	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000
$\beta_{k23}$	-0.014	0.010	0.002	0.000	0.004	-0.190
$\beta_{k33}$	-0.0002	-0.004	-0.003	0.000	0.000	0.051

$$^a) Y_n = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \beta_{ij} X_i X_j + \epsilon$$

각 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었는데 침지시간은 b값에 대하여, 당농도는 고형분 농도와 a값에 대하여 5% 이내의 유의성을 나타내었으며 침지온도는 종속변수에 대하여 유의성 있는 영향을 미치지 못하였다. 따라서 마의 당절임공정시 침지온도를 중심점으로 고정하고서 목적변수인 침지시간과 당농도의 최적조건으로 찾을 수 있었다.

**Table 4. Analysis of variance showing significance of effects of processing variables on moisture content, solid content, color and rehydration ratio for time, temperature and concentration of yam immersion process**

Process variables	DF	F- Ratio					Rehydration Ratio(%)
		Moisture content(%)	Soluble solid(%)	L	a	b	
Time(hrs)	4	1.524	1.510	2.788	4.295	5.395*	1.205
Temperature (°C)	4	1.631	1.019	0.246	2.845	1.574	1.510
Concentration (%)	4	1.517	5.179*	0.798	6.198*	3.231	2.467

\*Significant at 5%

각 종속변수에 대하여 수립된 회귀식의 결정계수와 정상점에서의 조건과 정상점의 형태를 Table 5에 나타내었다. 마의 당절임 후 당도와 색도인 a, b 값에 대하여는 10%이내에서 유의성이 인정되었으며 그 외 수분함량과 L값, 재수화율에 대하여는 결정계수가 0.7 정도로 나타내었고 그 외 반응변수에 대하여는 낮은 적합도를 보였다. 각 종속변수의 정상점에서의 독립변수 조건과 정상점의 형태를 나타내었는데 모든 변수가 안장점을 나타내어 제어변수로 선정된 변수들에 대하여 능선분석을 실시하여 실험구간내에서 최대점을 나타내는 최적점을 다시 구하였다(16). 마의 당절임 공정의 최적 조건을 구하고자 비교적 높은 결정계수값을 가지며 당절임한 마의 품질 특성에 영향이 있을 것으로 판단되는 수분함량, 고형분 농도, L, a, b 값과 재수화율을 최종 제한요소로 하여 당절임 공정의 최적조건을 얻었다.

**Table 5. Predicted levels of process variables yielding optimum response of moisture content, solid content, color and rehydration ratio for time, temperature and concentration of yam immersion process**

Process variables	Levels for optimum response					Rehydration Ratio(%)
	Moisture content(%)	Soluble solid(%)	L	a	b	
Time(hrs)	9.66 (4.59)	2.29 (5.97)	5.34 (5.82)	6.72 (3.57)	7.51 (5.71)	3.94 (5.37)
Temperature (°C)	68.38 (53.29)	23.36 (48.96)	40.83 (22.43)	34.03 (30.95)	13.90 (49.73)	25.23 (46.35)
Concentration (%)	74.28 (64.36)	26.54 (65.05)	52.95 (45.10)	37.85 (39.29)	52.44 (65.95)	33.47 (31.41)
R-square	0.7355	0.8249	0.7217	0.8730	0.8602	0.7477
Significance	0.2329	0.0873	0.2600	0.0388	0.0500	0.2101
Predicted value	58.17 (60.34)	17.88 (33.84)	76.62 (77.79)	-1.68 (-1.44)	7.11 (8.57)	290.97 (328.70)
Morphology	S.P. (Min)	S.P. (Max)	S.P. (Max)	S.P. (Max)	S.P. (Max)	S.P. (Max)

<sup>a)</sup> S.P.=Saddle Point

**최적조건 선정**

마의 당절임시 침지시간과 온도와 당농도에 따른 각 변수들의 반응표면은 정확하게 일치하지 않으므로 적절한 제한조건을 필요로 하게 된다(17). 주어진 실험조건내에서 예비실험을 통해 얻어진 결과를 바탕으로 제한영역을 설정하고, 각 조건이 일치하는 지역을 중첩되는 contour map으로 구하고자 하였다. 따라서 당절임 공정에서는 종속변수를 수분함량, 당도, L, a, b 값 그리고 재수화율을 제한요소로 하고 독립변수를 침지시간, 온도, 염농도로 하였다.

반응 변수에 대하여 각 조건이 일치하지 않으므로 세 가지의 실험변수 중 가장 영향이 적은 것으로(Table 4) 나타난 침지온도를 고정한 다음, 침지시간과 당농도에 대한 최적조건을 찾고자 하였다. 침지온도를 40°C로 고정하고 침지시간

과 당농도만을 변수로 하여 제한변수를 중첩하여 얻은 등고 선도를 Fig. 2에 나타내었다. 제한조건으로 수분함량을 66-70%, 당도를 25-30%, L값이 75이상, a값은 -2.1~2.4, b값은 5 이상 그리고 재수화율 200-250을 제한 조건으로 하는 영역을 그림에 표시하였으며 이때의 조건으로 침지시간은 5.2-5.9 시간 당농도는 56-61%로 나타났다. 따라서 마의 당 절임 공정시 침지온도를 염온도를 40℃로 고정하고서 얻은 조건으로 5.5일, 60%로 결정할 수 있었으며 이와 같은 결과를 Table 6에 나타내었다.

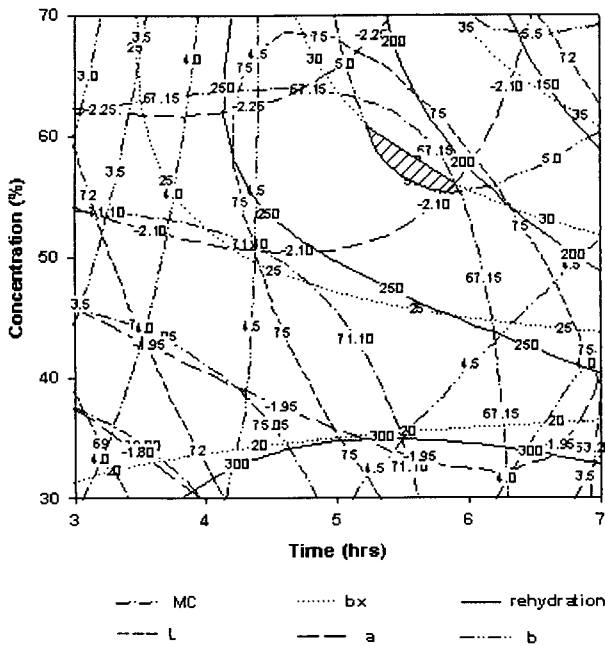


Fig. 2. Contour plots on sugar concentration and time for sugar immersion process of Yam under MC is 66~70%, soluble solid is 25~30, L>75, a -2.1~-2.2, b>5 and rehydration ratio is 200~250 at 40℃ immersion temperature.

Table 6. Optimum sugar immersion conditions for maximum responses of moisture content, solid content, color and rehydration ratio of Yam by superimposing their contour maps

Salt-immersion condition	Range of optimum condition	Optimum condition
Time(hours)	5.2-5.9	5.5
Concentration(%)	56-61	58
Temperature(℃)	40	40

### 요 약

대부분의 마는 건조분말제품으로 가공되고 있는데, 마를

다양한 가공품으로 개발하기 위한 방법의 하나로 삼투건조라는 전처리를 행하여 건조에 의한 품질손상을 억제하고 단맛으로 기호성을 높인 건조 마 제품을 얻을 수 있는 당절임 공정의 최적화를 시도하여 최적조건을 얻고자 하였다. 침지시간을 3-7시간, 온도는 20-60℃, 당농도는 30-70%로 하는 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 최적화하였다. 이때의 종속변수로는 침지 후 수분함량, 당도, 색도, 그리고 동결건조 후의 수분함량과 재수화율로 하여 분석한 결과 동결건조 후 수분함량에 대해서는 유의성이 없었다. 세 가지의 공정 변수 중 온도의 영향이 가장 적어 온도를 중심으로 고정한 후 침지시간과 당농도의 최적조건을 찾은 결과, 수분함량을 66-70%, 당도를 25-30%, L 75이상, a -2.1~-2.4, b를 5이상 그리고 재수화율을 200-250을 제한 조건으로 하는 영역은 5.2-5.9시간, 56-61%로 나타났다.

### 참고문헌

- Purseglove, J.W. (1972) Dioscoreaceae. In "Tropical crops monocotyledons" Longman, I. (ed.), London, pp.97
- Lee, I.S., Chung, S.Y., Shim, C.S. and Koo, S.J. (1995) Inhibitory effect of yam (*Dioscorea batatas* DECENE) extracts on the mutagenicity, Korean J. Soc. Food Sci. 11, 351-355
- Hinohara K and Tatsuyous K. (1990) Chemical composition of mucilage of chinese yam. Nippon Shokuhin Gogyo Gakkaish, 37, 48-51
- Arvill A, Bodin L. (1995) Effect of short-term ingestion of konjac glucomannan on serum cholesterol in healthy men. Am J. Clin. Nutr., 61, 585-589
- Lee, B.Y., Park, D.J., Ku, K.H., Kim, H.K. and Mok, C.K. (1994) Mucilage separation of Korean yam using microparticulation/Air classification process. Korean J. Food Sci. Technol. 26, 596-602
- Flink, J.M. (1980) Dehydrated carrot slices : Influence of osmotic concentration on drying behavior and product quality. In Food Process Engineering, Academic Press., London, p.412
- Biswal, R.N., Bozorgmehr, O.K., Tompkind, F.D. and Liu, X. (1991) Osmotic concentration of green bean prior to freezing. J. Food Sci., 56, 1008-1012
- Dixon, G.M. and Jen, J.J. (1977) Changes of sugars and acids of osmotic-dried apple slices. J. Food Sci., 42, 1126-1127
- Lee, B.W., Shin, G.J., Kim, M.H. and Choi, C.U. (1989) Effect of pretreatment before air drying on the quality of

- carrot flake, Korean J. Food Sci. Technol., 21, 430-434
10. Youn, K.S. and Choi, Y.H. (1996) Mass Transfer characteristics during the osmotic dehydration process of apples, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 25, 824-830
  11. Youn, K.S. and Choi, Y.H. (1995) Mass Transfer characteristics in the osmotic ehydration process of carrots, Korean J. Food Sci. Technol., 27, 387-393
  12. Yoon, K.Y., Youn, K.S., Lee, K.H., Shin. S.R. and Kim, K.S. (1997) Changes of qality in the osmotic dehydration of cherry-tmatoes and optimization for the process, J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 866-871
  13. Hong, J.H., Youn K.S. and Choi, Y.H. (1998) Optimization for the process of osmotic dehydration for the manufacturing of dried kiwifruit, Korean J. Food sci. Technol.. 30. 348-355
  14. Youn, K.S., Chang, K.S. and Choi, Y.H. (1999) Optimization of osmotic dehydration for the manufacturing of dried banana, Korean J. Postharvest Sci. Technol., 6, 55-60
  15. Youn, K.S. and Choi, Y.H. (1997) Optimization for the process of osmotic dehydration of carrots using respose surface methodology, Food Engineering Progress, 1, 35-41
  16. Sung, N.K. (2000) SAS/STAT-Regression analysis, Jayu Academy Press, Scoul, pp256
  17. Kim, S.D., Ku, Y.S., Lee, I.Z., Park, I.K. and Youn K.S. (2001) Optimization for hot water extraction condition of *Liriope spicata* tuber using response surface methodology, Korean J. Postharvest Sci. Technol., 8, 157-163
- 
- (접수 2003년 4월 20일, 채택 2003년 7월 18일)