

반응표면분석법을 이용한 백년초젤리 제조의 최적화

정현아* · 주나미**

부천대학 식품영양과*, 숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학전공**

(2005년 9월 26일 접수)

Optimization of Jelly Preparation from Nopal by Response Surface Methodology

Hyeun-A Jung* and Nami Joo**

Department of Food & Nutrition, Bucheon Collage*, Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University**

(Received September 26, 2005)

Abstract

To determine the optimum mixing conditions of nopal jelly, samples were prepared with various compounding ratios of gelatin(16, 18, 20, 22 and 24g), sucrose(100, 120, 140, 160 and 180g), Citric acid(2, 3, 4, 5 and 6) using a central composite design. Physical and sensory evaluations were performed and considered using a response surface methodology. The optimum mixing rates which meet sensory items is gelatin 20.19g, sucrose 141.52g and citric acid 4.04g.

Key Words : nopal, jelly, gelatin, sucrose, citric acid, response surface methodology

I. 서론

최근 소비자의 기호가 변화됨에 따라 식품의 조직감에 의한 제품의 품질관리 및 이와관련된 새로운 제품을 개발하기 위하여 식품의 물성학적 측면에 중점을 두어 견고성, 응집성, 점성 및 접착성 등 식품의 질감에 관심을 가지게 되었다¹⁾. 젤상 식품은 조직감이 대단히 중요하여 입안에서 느끼는 감촉이 식품의 맛에 큰 영향을 미치게 된다. 젤리는 서양 후식 중 하나로 과즙에 당과 겔화제를 혼합하여 농축, 성형하여 응고시킨 것으로, 사용되는 겔화제에 따라 펙틴젤리, 한천젤리, 젤라틴젤리, 전분젤리 등으로 구분된다. 식생활의 고급화, 다양화가 이루어짐에 따라 후식으로서 젤리의 소비가 늘고 있고, 제조원료도 훨씬 다양해져 유자와 키위등의 새로운 과실 및 이들의 착즙액을 이용한 젤리가 제조되고 있다^{2),3)}. 소비자들이 천연식품소재로 제조된 가공식품을 선호하는 추세여서 천연의 색소와 기능성을 포함한 백년초(nopal)의 천연색소 부여와 기능성성분을 강화하는 효과가 기대된다고 할 수 있겠다⁴⁾.

백년초(nopal)는 제주도 지정 기념물 제35호인 손바닥선인장(*Opuntia ficus indica* var. *saboten*)의 열매로, 변비치료, 이뇨효과, 장운동의 활성화 및 식욕증진의 목적으로 사용하여 왔다⁵⁾. 이러한 백년초(nopal)는 적색의 betanone색소를 함유하며 항산화⁶⁾, 항균효과^{5),7)}가 있으며, 백년초(nopal)로부터 분리된

pectin 성분은 콜레스테롤성분을 낮추는 효과⁸⁾등의 기능성을 갖고 있다. 손바닥 선인장의 적색열매인 백년초를 이용한 식품에 대한 연구를 살펴보면 분말을 첨가한 증편의 품질특성연구⁹⁾와 백년초 분말을 첨가한 국수 연구¹⁰⁾ 및 백년초가루 첨가 백설기의 품질특성¹¹⁾등의 논문이 있으나 아직 미비한 실정이다.

이에 본 연구는 젤리에 백년초가루를 첨가함으로써 천연색소의 부여와 기능성성분을 강화하고, 현재 백년초를 이용하고 있는 국한된 조리법에서 벗어나 서양에서 후식이나 간식으로 먹고 있는 젤리 조리법을 접목하여 백년초의 용도를 다양화하기 위한 방안으로 백년초를 첨가한 젤리를 개발하고자 백년초젤리의 제조조건에 따른 기계적 특성, 관능적 특성을 최적화하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

백년초젤리를 제조하는데 본 실험에서는 백년초가루(북제주군 농업기술센터), 젤라틴(Knox Co, U.S.A.), 설탕(백설당, 제일제당), 식용 구연산(신원산업, 충북음성), 정수된 물을 사용하였다.

2. 실험계획

각 재료의 증량은 젤리제조에 대한 선행연구^{12)~15)}와 식품가

공¹⁶⁾,¹⁷⁾의 젤리제조에 대한 젤라틴, 당, 산의 비율을 참고하여 결정하였다. 젤라틴(X₁), 설탕(X₂), 구연산(X₃)을 3개의 요인으로 설정하였다. 각 요인들의 수준은 -2, -1, 0, 1, 2의 5단계로 부호화하였고 실험값은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Variable and their levels for central composite design of nopal jelly

Variable	Symbol	Coded-variables				
		2	-1	0	1	2
Gelatin(g)	X ₁	16	18	20	22	24
Sucrose(g)	X ₂	100	120	140	160	180
Citric acid(g)	X ₃	2	3	4	5	6

3. 백년초젤리의 제조

백년초젤리의 제조는 젤리제조에 대한 선행연구^{12)~15), 18)~21)}를 참고하여 예비실험을 통해 제조하였으며 재료 및 분량은 <Table 2>와 같다. 기본 배합비율을 중심값으로 5수준이 되게 하고 3요인의 fractional factorial design에 의하여 16개 처리구를 조합하여 제조하였으며 제조방법은 다음과 같다.

물의 총량 중 2/3의 물에 백년초가루를 교반한 후 냄비에 넣고 70℃까지 가열하여 설탕을 가한 후 100℃가 될 때까지 끓여 주었다. 이 용액에 별도로 실온에서 나머지 물에 5분간 용해시킨 가루 젤라틴을 가하고 백년초가루와 설탕을 가한 용액과 젤라틴을 용해시킨 것이 완전히 섞이도록 일정 속도로 3분 동안 교반한 후 citric acid를 첨가하였으며 이 용액을 일정 용기에 넣어 실온에서 30분, 냉장고(4℃)에서 60분 동안 굳혔다.

<Table 2> Normal composition and increment of nopal jelly

Ingredient	Weight(g)	Increment(g)
Powder of nopal	4	0
Gelatin	20	±2
Sucrose	140	±20
Citric acid	4	±1
Water	400	0

4. 기계검사

1) 물성측정

백년초젤리를 원판형(직경 1.5cm)으로 찍어낸 다음 높이를 2cm로 일정하게 하여 Rheometer(Compac-100, Sun Sci. co., Ltd, Japan)에 지름이 9mm의 probe를 부착하였으며 Chart speed는 120mm/min, Table speed는 120mm/min, Maximun force는 2kg으로 물성을 측정하였다. 물성은 압착시험에 의해 측정하였으며 시료를 3회 반복 측정하여 평균값을 취하였고 각 시료에 대한 경도(Hardness), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Springiness), 검성(Gumminess)을 측정하였다.

2) 색도측정

백년초젤리의 색도는 색도계(Colorimetrymeter, CR-300, Minolta co., Ltd, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였

고 각 시료의 L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness) 값을 3회 측정하였으며, 이 때 표준백판(standard plate)의 L값은 97.26, a값은 -0.07, b값은 +1.86이었다.

5. 관능검사

숙명여자대학교 식품영양학과 대학원생 16명을 선정하여 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 16명의 관능검사원에게 각각 6개의 시료를 제시하여 전체적으로 16개의 시료에 대해 6반복의 값을 얻을 수 있도록 하는 균형불완전블록법(BIBD: Balanced Incomplete Block Design)으로 계획한 관능검사방법을 이용하여 실시하였다. 시료는 젤리의 중간부분을 일정한 크기(1.5cm×1.5cm×1.5cm)로 잘라 각각 흰 접시에 담아 물과 함께 실온에서 동시에 제시하고 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 생수로 입안을 행군 후 다른 시료를 평가하도록 하였다. 관능항목은 색(Color), 향(Flavor), 투명도(Clarify), 맛(Taste), 경도(Hardness), 탄력성(Elasticity), 전반적인 기호도(Overall quality)로 하고 7점 척도법으로 평가하며 기호도가 높을수록 7점에 가까운 점수를 주도록 하였다.

6. 통계처리

통계 package SAS(version 8.12)를 이용하여 젤라틴(X₁), 설탕(X₂), 구연산(X₃)의 배합성분을 각각 독립변수로 하고 실험 결과인 반응변수와의 관계를 2차 다항회귀식으로 구하였고 1차 선형효과, 2차 곡선효과 및 인자간 교호작용을 살펴보았으며 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면상태를 3차원 그래프와 등고선분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 정상점이 안정점일 경우에는 능선분석을 행하여 최적점을 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기계검사

<Table 3>은 16개의 실험처리구와 그에 따른 기계검사 결과를 나타낸 것이며 물성, 색도, 산도의 회귀분석한 결과는 <Table 4>에 나타내었다.

백년초젤리의 물성측정 결과로 경도(Hardness)에 관한 회귀식의 R²은 0.93로 유의수준 1% 이내에서 유의성이 인정되었으며, 검성(Gumminess)에 관한 회귀식의 R²은 0.96으로 유의수준 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. 회귀식을 살펴본 결과, 검성은 젤라틴의 영향을 가장 많이 받는 것을 알 수 있었고, 젤라틴의 함량이 많아질수록 검성이 커지는 것을 확인할 수 있었다.

백년초젤리의 색도측정 결과로 L값의 R²은 0.89로 나타났고 a값의 R²은 0.80로 나타났고 b값의 R²은 0.45로 유의적인 차이는 없었다.

백년초젤리의 산도측정 결과로 pH값의 R²은 0.96로 유의수준 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. 회귀식을 살펴본 결과, 산도는 구연산의 영향을 가장 많이 받는 것을 알 수 있었고, 구연산의

<Table 3> Experimental combinations and data under various conditions of gelatin(X_1), sucrose(X_2), Citric acid(X_3) and their responses for physical properties

Treatment	Variable level ^{a)}			Response							
	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
1	-1	-1	-1	152.03	96.29	86.57	69.33	34.13	20.07	9.91	4.56
2	-1	-1	+1	123.54	83.83	80.28	51.97	33.71	14.17	13.53	3.99
3	-1	+1	-1	123.02	90.16	84.06	54.09	34.59	16.34	11.69	4.67
4	-1	+1	+1	94.31	96.73	85.51	44.49	36.95	10.52	16.62	3.87
5	+1	-1	-1	179.48	94.87	89.55	80.64	28.43	21.45	8.52	4.77
6	+1	-1	+1	157.41	91.95	85.92	72.64	28.76	15.39	9.51	3.88
7	+1	+1	-1	163.70	88.59	84.29	60.48	26.29	15.83	7.42	4.45
8	+1	+1	+1	149.67	88.04	82.61	64.27	29.10	20.67	4.03	3.78
9	0	0	0	145.51	88.23	85.71	63.52	34.09	17.01	7.40	4.23
10	0	0	0	141.47	88.60	82.86	62.02	31.43	11.65	7.17	4.24
11	-2	0	0	99.24	90.30	82.09	42.44	31.04	14.92	6.03	4.28
12	+2	0	0	179.87	79.57	78.57	70.82	34.15	15.82	12.10	4.22
13	0	-2	0	155.62	104.47	94.29	80.44	44.78	10.44	13.58	4.19
14	0	+2	0	129.17	90.08	84.06	56.75	41.57	12.64	7.23	4.20
15	0	0	-2	105.03	99.37	87.88	48.69	37.87	10.03	7.01	5.01
16	0	0	+2	86.11	86.97	78.26	36.53	43.26	7.87	11.21	3.01

a) Coded variables

X_1 : Gelatin X_2 : sucrose X_3 : Citric acid Y_1 : Hardness Y_2 : Cohesiveness Y_3 : Springiness
 Y_4 : Gumminess Y_5 : L(lightness) Y_6 : a(redness) Y_7 : b(yellowness) Y_8 : pH

<Table 4> Polynomial equations for physical properties calculated by RSM program for mixing of nopal jelly

Response	Polynomial equation ¹⁾	R ²²⁾	P-value
Hardness	$Y_1=175.573750-0.670625X_1-2.594687X_2+54.426250X_3-0.245937X_1^2+0.108500X_2X_1-0.000684X_2^2$ $+1.318750X_3X_1+0.048875X_3X_2-11.980000X_3^2$	0.93	0.0076*
Cohesiveness	$Y_2=106.014575+14.733125X_1-1.126125X_2-33.395000X_3-0.217500X_1^2-0.053000X_2X_1+0.005537X_2^2$ $+0.151250X_3X_1+0.133750X_3X_2+1.188750X_3^2$	0.80	0.1203
Springiness	$Y_3=-6.913750+14.910313X_1-0.474594X_2-7.298125X_3-0.247188X_1^2-0.035281X_2X_1+0.003056X_2^2$ $-0.029375X_3X_1+0.060562X_3X_2-0.303750X_3^2$	0.85	0.0686
Gumminess	$Y_4=18.821875+15.795313X_1-1.453219X_2-8.691875X_3-0.383750X_1^2-0.018156X_2X_1+0.003641X_2^2$ $+1.421875X_3X_1+0.122187X_3X_2-5.040000X_3^2$	0.96	0.0011*
L	$Y_5=171.709375+1.875625X_1-1.624500X_2-20.721250X_3-0.010313X_1^2-0.017187X_2X_1+0.006509X_2^2$ $+0.075000X_3X_1+0.032875X_3X_2+1.951250X_3^2$	0.52	0.6882
a	$Y_6=136.283750-7.866250X_1-0.236625X_2-13.051250X_3+0.065000X_1^2+0.022000X_2X_1-0.001744X_2^2$ $+0.656250X_3X_1+0.068625X_3X_2-1.345000X_3^2$	0.49	0.7389
b	$Y_7=-58.785625+2.980313X_1+0.201344X_2+13.633125X_3+0.111250X_1^2-0.035781X_2X_1+0.001950X_2^2$ $-0.684375X_3X_1-0.019187X_3X_2-0.456250X_3^2$	0.45	0.8009
pH	$Y_8=0.802500+0.179063X_1+0.0315940X_2+0.263125X_3+0.000937X_1^2-0.001281X_2X_1-0.000025000X_2^2$ $-0.011875X_3X_1-0.000062500X_3X_2-0.056250X_3^2$	0.96	0.0016*

1) X_1 :Gelatin X_2 :Sucrose X_3 : Citric acid2) R² is coefficient of determination

*p<0.01

함량이 많아질수록 산도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

2. 관능검사

16개의 백년초젤리에 대하여 7점 척도법으로 관능적 품질을 평가한 관능평점결과는 색 4.02~5.28, 향 3.01~6.01, 투명도 3.00~5.17, 맛 3.83~5.00, 단단한 정도 3.83~5.33, 탄력성

3.83~5.33, 전반적인 기호도 3.92~5.97로 전체적으로 13.00~6.01의 범위를 나타내었다(Table 5). 또한 백년초젤리의 관능검사 결과를 회귀분석한 결과는 7가지 관능항목 중 향, 탄력성, 전반적인 기호도에 관한 회귀식의 R²이 각각 0.93, 0.87, 0.95로 유의수준 5% 이내에서 유의성이 인정되었다(Table 6).

<Table 5> Experimental combinations and data under various conditions of Gelatin(X₁), Sucrose(X₂), Citric acid(X₃) and their responses for sensory properties

Treatment	Variable level ^{a)}			Response						
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
1	-1	-1	-1	4.33	4.22	4.00	4.17	4.67	3.83	4.12
2	-1	-1	+1	4.56	4.45	3.33	4.33	4.17	4.33	4.00
3	-1	+1	-1	4.63	4.78	4.17	4.00	4.83	5.33	4.34
4	-1	+1	+1	4.59	4.89	4.83	3.83	4.17	4.67	4.54
5	+1	-1	-1	4.55	3.77	3.00	3.83	3.83	4.17	4.61
6	+1	-1	+1	4.57	4.01	3.17	4.33	4.33	5.00	4.72
7	+1	+1	-1	4.34	4.55	3.1	3.83	4.17	4.17	4.65
8	+1	+1	+1	4.67	4.87	4.17	4.67	4.33	3.67	4.89
9	0	0	0	5.28	6.01	4.50	4.83	5.33	5.33	5.88
10	0	0	0	5.34	5.99	5.17	5.00	5.00	4.50	5.97
11	-2	0	0	5.11	5.24	4.83	4.67	4.33	5.67	3.89
12	+2	0	0	5.22	4.87	4.33	4.50	4.67	4.00	3.79
13	0	-2	0	4.98	3.01	3.33	4.50	4.17	3.83	3.99
14	0	+2	0	5.01	4.22	4.67	4.83	4.50	4.83	4.11
15	0	0	-2	4.02	4.55	4.00	4.33	4.33	3.83	3.92
16	0	0	+2	5.01	4.01	4.00	4.33	5.00	3.83	3.99

a) Coded variables

X₁ : Gelatin X₂ : Sucrose X₃ : Citric acid Y₁ : Color Y₂ : Flavor Y₃ : Clarity
 Y₄ : Taste Y₅ : Hardness Y₆ : Elasticity Y₇ : Overall quality

<Table 6> Polynomial equations for sensory properties calculated by RSM program for mixing of nopal jelly

Response	Polynomial equation ¹⁾	R ²²⁾	P-value
Color	$Y_1 = -9.399375 + 0.522500X_1 + 0.082500X_2 + 1.512500X_3 - 0.009063X_1^2 - 0.001375X_2X_1 - 0.0000197X_2^2 + 0.010000X_3X_1 + 0.000250X_3X_2 - 0.198750X_3^2$	0.54	0.6766
Flavor	$Y_2 = -48.302500 + 1.968750X_1 + 0.394188X_2 + 3.188750X_3 - 0.059063X_1^2 + 0.002000X_2X_1 - 0.001491X_2^2 + 0.013750X_3X_1 - 0.000250X_3X_2 - 0.430000X_3^2$	0.93	0.0074**
Clarity	$Y_3 = -6.618125 + 0.452913X_1 + 0.143031X_2 - 1.766875X_3 - 0.015938X_1^2 - 0.001781X_2X_1 - 0.0000522X_2^2 + 0.078125X_3X_1 + 0.013938X_3X_2 - 0.208750X_3^2$	0.69	0.3252
Taste	$Y_4 = 6.164375 - 0.045313X_1 - 0.018594X_2 - 0.443125X_3 - 0.020625X_1^2 + 0.003156X_2X_1 - 0.000156X_2^2 + 0.084375X_3X_1 + 0.000062500X_3X_2 - 0.146250X_3^2$	0.39	0.8764
Hardness	$Y_5 = -15.284375 + 1.113125X_1 + 0.150125X_2 - 0.7850003 - 0.041563X_1^2 + 0.000562X_2X_1 - 0.000519X_2^2 + 0.113750X_3X_1 - 0.003125X_3X_2 + 0.000313X_3^2$	0.58	0.5627
Elasticity	$Y_6 = -40.968750 + 1.324063X_1 + 0.370594X_2 + 3.746875X_3 - 0.005000X_1^2 - 0.009906X_2X_1 - 0.000366X_2^2 + 0.030625X_3X_1 - 0.015563X_3X_2 - 0.271250X_3^2$	0.87	0.0452*
Overall Quality	$Y_7 = -80.631250 + 5.437813X_1 + 0.355031X_2 + 3.244375X_3 - 0.130313X_1^2 - 0.001719X_2X_1 - 0.001172X_2^2 - 0.016875X_3X_1 + 0.002812X_3X_2 - 0.492500X_3^2$	0.95	0.0027**

1) X₁ : Gelatin X₂ : Sucrose X₃ : Citric acid

2) R² is coefficient of determination

* p<0.05 ** p<0.01

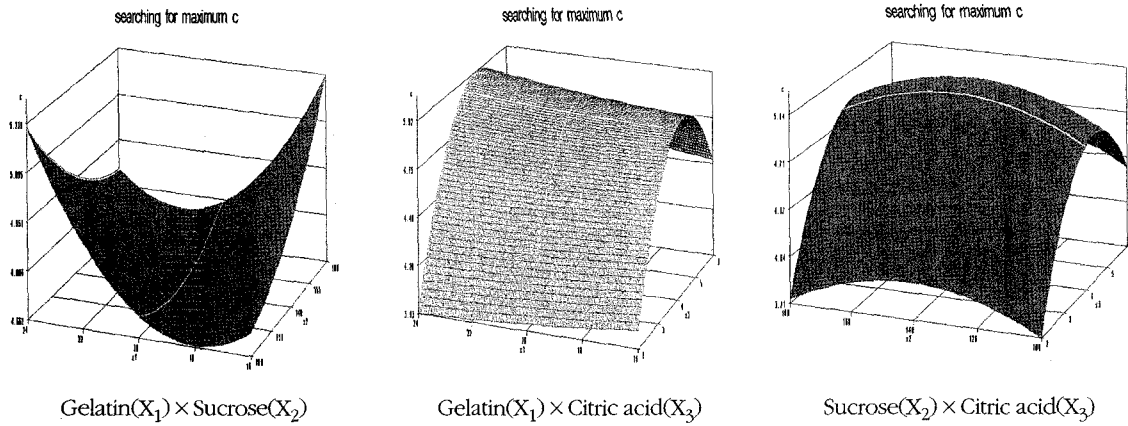
1) 색(Color)

백년초젤리의 색에서 젤라틴, 설탕, 구연산 함량에 따른 교호작용을 3차원 그래프는 (Fig. 1)에 제시하였다. 젤라틴과 설탕 사이에서는 정상점이 최소점을, 젤라틴과 구연산 사이에서는 최대값을, 설탕과 구연산 사이에서는 안장점을 나타내었다.

색에서 최대의 관능평점을 나타내는 백년초젤리의 재료함량은 젤라틴, 설탕, 구연산의 함량은 각각 20.62g, 140.33g, 4.41g이었다(Table 7).

2) 향(Flavor)

백년초젤리의 향에서 젤라틴, 설탕, 구연산 함량에 따른 교호작용의 3차원 그래프는 (Fig. 2)에 제시하였다. 젤라틴과 설탕, 설탕과 구연산 사이에서는 정상점이 최대점을 젤라틴과 구연산 사이에서는 안장점을 나타내었다. 백년초젤리의 향의 기호도는 설탕의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 향에서 최대의 관능평점을 나타내는 백년초젤리의 재료함량은 젤라틴, 설탕, 구연산이 각각 19.58g, 145.03g, 3.98g이었다(Table 7).



<Fig. 1> Response surface for color of nopal jelly

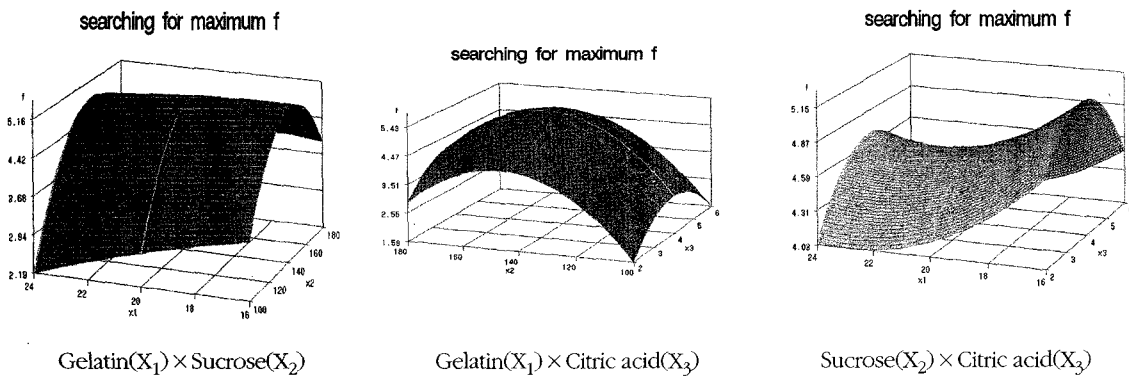
<Table 7> Predicted level of optimum preparation conditions for maximized sensory properties of nopal jelly by ridge analysis and superimposing of their response surfaces

Preparation condition	Level for maximum response ³⁾						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇
Gelatin(g)	20.62	19.58	15.07	22.76	20.18	16.92	20.19
Sucrose(g)	140.33	145.03	166.84	162.34	142.81	163.88	141.53
Citric acid(g)	4.41	3.98	4.16	4.93	4.26	3.55	4.04
Morphology	Max. ¹⁾	Max.	Max.	S.P.2	Max.	S.P.	Max.

¹⁾ Max. : Maximum

²⁾ S.P. : Saddle point

³⁾ Y₁ : Color Y₂ : Flavor Y₃ : Clarity Y₄ : Taste Y₅ : Hardness Y₆ : Elasticity Y₇ : Overall quality



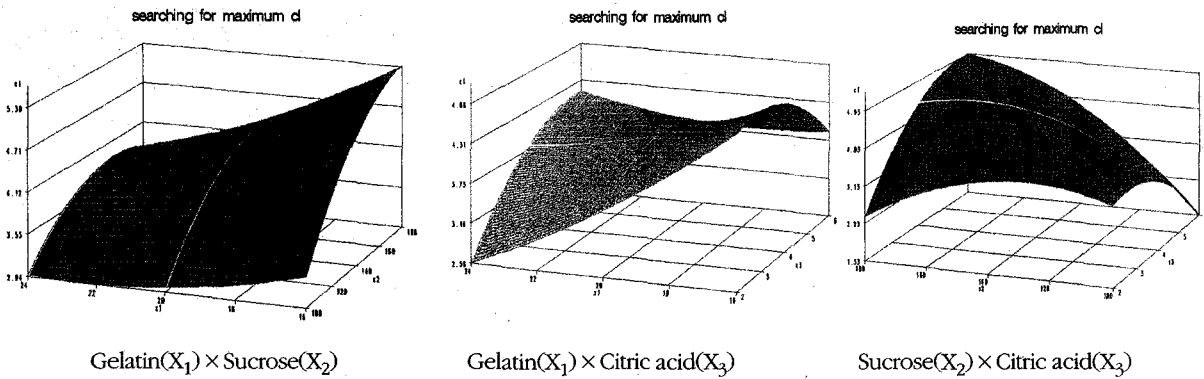
<Fig. 2> Response surface for flavor of nopal jelly

3) 투명도(Clarity)

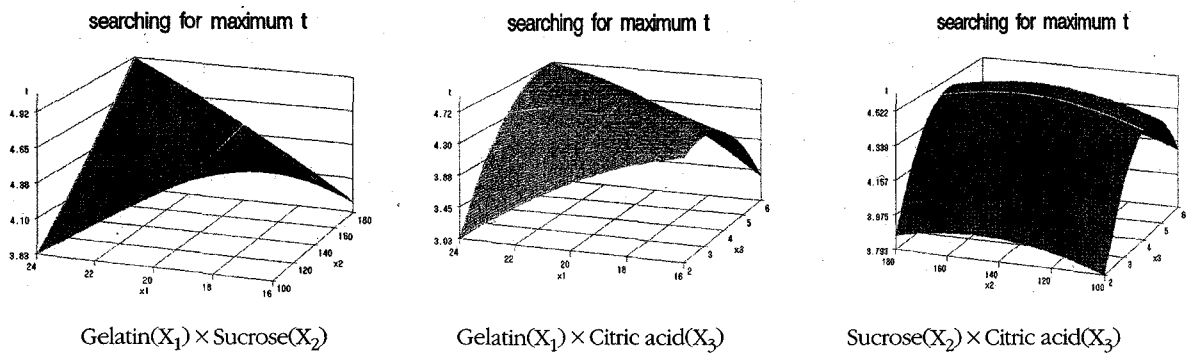
<Fig. 3>은 백년초젤리의 투명도에서 세 요인에 따른 교호작용을 3차원 그래프로 나타낸 것으로 젤라틴과 설탕, 젤라틴과 구연산 사이에서는 정상점이 안장점을, 설탕과 구연산 사이에서는 최대점을 나타내었다. 백년초젤리의 투명도에 대한 기호도는 설탕의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 투명도의 최대 관능평점을 나타내는 백년초젤리의 재료함량은 젤라틴, 설탕, 구연산이 각각 15.07g, 166.84g, 4.16g이었다(Table 7).

4) 맛(Taste)

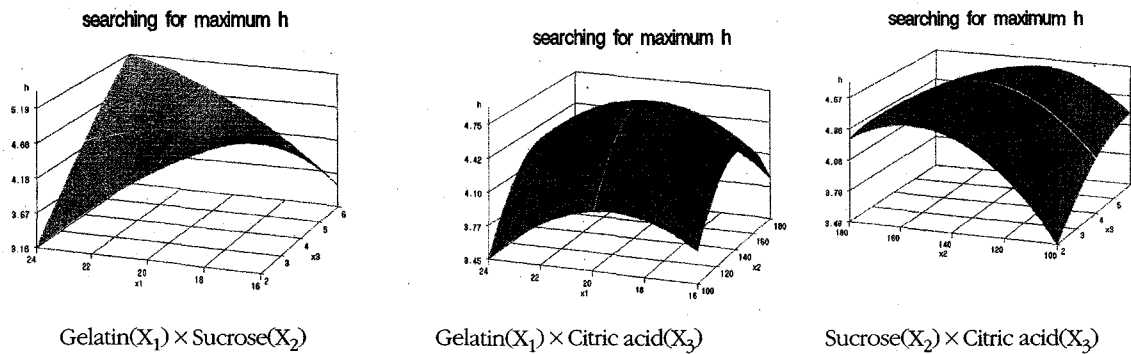
<Fig. 4>는 백년초젤리의 맛에서 세 요인에 따른 교호작용을 3차원 그래프로 나타낸 것으로 젤라틴과 설탕, 젤라틴과 구연산 사이에서는 정상점이 안장점을, 설탕과 구연산 사이에서는 최대점을 나타내었다. 맛에 대한 기호도는 구연산의 영향이 가장 큰 것으로 나타났고, 맛에서 최대의 관능평점을 나타내는 백년초젤리의 재료함량은 젤라틴, 설탕, 구연산이 각각 22.76g, 162.34g, 4.93g이었다(Table 7).



<Fig. 3> Response surface for clarity of nopal jelly



<Fig. 4> Response surface for taste of nopal jelly



<Fig. 5> Response surface for hardness of nopal jelly

5) 경도(Hardness)

백년초젤리의 경도에서 젤라틴, 설탕, 구연산 함량에 따른 교호작용의 3차원 그래프는 <Fig. 5>에 제시하였다. 경도는 세 요인 중 젤라틴의 영향이 가장 큰 것으로 나타났고 젤라틴과 설탕, 설탕과 구연산의 정상점이 최대점을, 젤라틴과 구연산 사이에서는 정상점이 안장점을 나타내었다. 경도에서 최대의 관능평점을 나타내는 백년초젤리의 재료함량은 젤라틴, 설탕, 구연산이 각각 20.18g, 142.81g, 4.26g이었다(Table 7).

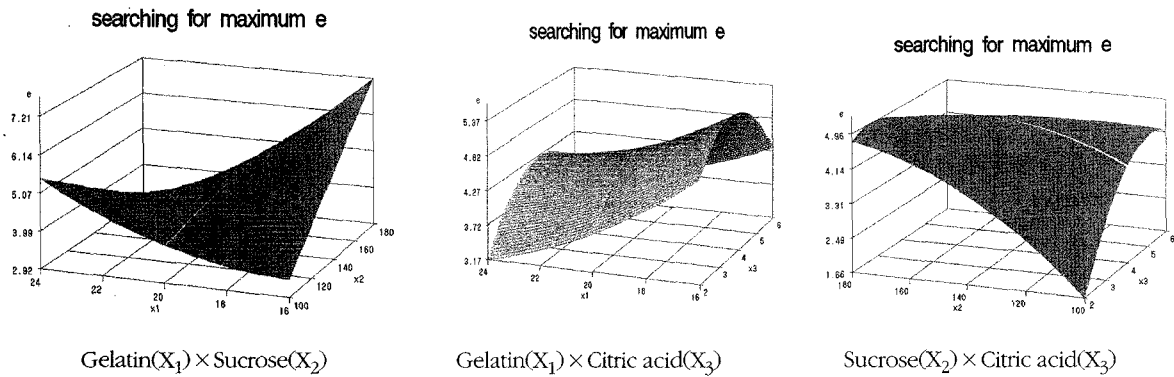
6) 탄력성(Elasticity)

<Fig. 6>은 백년초젤리의 탄력성에서 세 요인에 따른 교호작

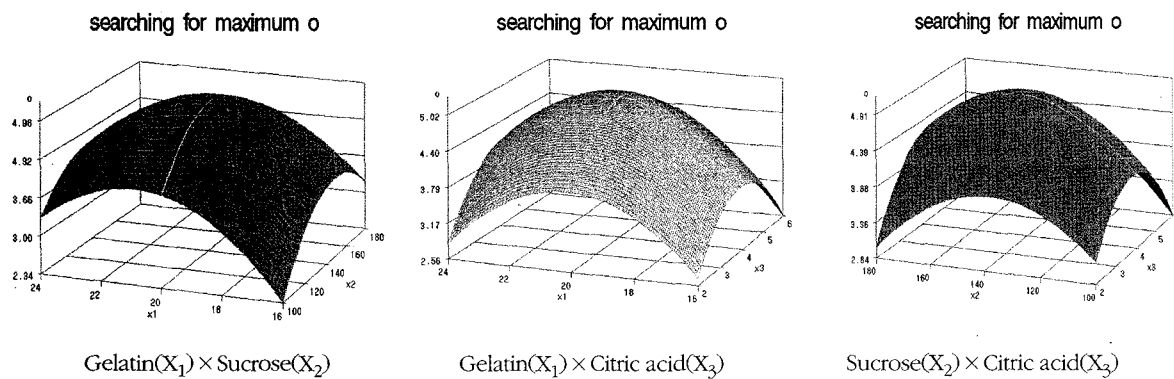
용을 3차원 그래프로 나타낸 것으로 젤라틴과 설탕, 젤라틴과 구연산 사이에서는 정상점이 안장점을, 설탕과 구연산 사이에서는 최대점을 나타내었다. 백년초젤리의 탄력성에 대한 기호도는 설탕의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 젤라틴, 구연산 순으로 나타났다. 탄력성에서 최대의 관능평점을 나타내는 백년초젤리의 재료함량은 젤라틴, 설탕, 구연산이 각각 16.92g, 163.88g, 3.53g이었다(Table 7).

7) 전반적인 기호도(Overall quality)

백년초젤리의 전반적인 기호도에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 젤라틴이었고 그 다음은 구연산, 설탕의 순으로 나타났으



<Fig. 6> Response surface for elasticity of nopal jelly



<Fig. 7> Response surface for overall quality of nopal jelly

며 젤라틴의 함량이 너무 적거나 너무 많으면 오히려 기호도가 떨어지는 것으로 관찰되었다. 이로써 카라기난을 첨가한 오미자젤리에 관한 연구¹⁹⁾에서와 같이 젤리가 단단할수록 좋은 기호를 보이는 것은 아님을 확인할 수 있었다. 또한, 설탕은 그 함량이 너무 적거나 너무 많으면 기호도가 떨어지는 것으로 관찰되었다. 이는 녹차가루를 첨가한 젤리의 관능검사 결과 설탕의 양이 너무 많거나 적으면 오히려 단맛에 대한 기호도가 떨어진다는 연구결과¹²⁾를 확인할 수 있었다. 전반적인 기호도에서 최대의 관능평점을 나타내는 재료함량은 젤라틴 20.19g, 설탕 141.53g, 구연산 4.04g이었다(Table 7).

IV. 요약 및 결론

백년초젤리의 가장 우수한 배합조건을 설정하고자 중심합성 계획법에 의해 젤라틴, 설탕, 구연산의 함량을 달리한 시료를 제조하여 백년초젤리의 기계검사와 관능평가를 실시, 반응표면 분석법으로 모니터링하였다. 기계검사에서는 경도, 점성, 산도에서 유의수준 5%이내에서 유의성이 인정되었고 젤라틴의 영향이 큰 것으로 나타났다.

관능검사의 각 평가항목은 젤라틴의 함량에 영향을 많이 받으며, 설탕, 구연산 순으로 나타났다. 관능평가 항목 중 유의적으로 나타난 향, 탄력성, 전반적인 기호도를 모두 충족시키는

최적의 배합비율은 젤라틴 20.19g, 설탕 141.53g, 구연산 4.04g으로 나타났다.

■ 참고문헌

- 1) Nishinari K. food Gel. J Home Economics Jap 47: 1231-1235, 1995
- 2) Kim IC. Manufacture of citron jelly using the citron-extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28: 396-402, 1999
- 3) Yoon HS, Oh MS. Quality characteristic of mixed polysaccharide gels with various kiwifruit contents. Kor J Soc Food Cookery Sci. 19: 511-520, 2003
- 4) Son MJ, Whang K, Lee SP. Development of jelly Fortified with Lactic Acid Fermented Prickly Pear Extract. J Korean Soc Food Sci Nutr. 34(3): 408-413, 2005
- 5) Femadex, ML, Trejo A. prickly pear(*Opuntia* sp.) pectin alters hepatic cholesterol metabolism without affecting cholesterol absorption in Guinea pigs fed a hypercholesteremic diet. J Nutr 124: 817-824, 1994
- 6) Chung, HJ. Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia Ficus indica* var. *Saboten* power. Korea J Soc Food Sci, 16: 160-166, 2000
- 7) Lee, HJ. A study on antiulcer effects of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water immersion

- stress in rats. Seoul national master degree thesis, 1998
- 8) Seo. KI, Yang, KH, Shim, KH. Antimicrobial and antioxidative activities of Opuntia Ficus indica var. Saboten Extracts. Korean J Postharvest SCI Technol. 6(3): 355-359, 1999
 - 9) Kim KS, and Lee So, The quality and storage Characteristics of Jeung-Pyun prepared with Opuntia Ficus indica var. Saboten power. Korea J Soc Food and Cookert Sci. 18(2): 179-184, 2002
 - 10) Chong HS, Park CS. Quality of Noodle added power of Opuntia Ficus indica var. Saboten. Korean J Postharvest Sci. 10(2): 200-205, 2003
 - 11) Joung HS, Quality of Characteristics of Paeksulgis Added Power Of Opuntia Ficus indica var. Saboten, KoeranJ. Soc Food Cookery Sci. 20(6): 94-98, 2004
 - 12) Heo HY, Joo NM, Han YS. Optimization of jelly with addition of green tea powder using a response surface methodology. Korean J Food Cookery Sci. 20(1): 112-118, 2004.
 - 13) Lee HO, Sung HS, Suh KB. The effect of ingredients on the hardness of ginseng jelly by response surface methodology. Korean J Food SCI Technol. 18(4): 259-263, 1986.
 - 14) Park GS, Cho JW. The effects of addition of agar on the texture characteristics of peach jelly. korean J Food & Nutr. 11(1): 61-67, 1998.
 - 15) Park GS, Park SY. Sensory and physicochemical properties of peach jelly added with various sugars. HSJAS. 6(2): 329-335, 1998.
 - 16) 송재철, 박현정. 식품물성학. 울산대학교 출판부. 울산. pp501-519, 1995.
 - 17) 한명규. (최신)식품가공학. 형설출판사. 서울. pp194-198, 2002.
 - 18) Choi JY, Song ES, Chung HK. A study of textural properties and preferences of fruit pectin jelly. Korean J. Dietary Culture 9(3): 259-266, 1994.
 - 19) Chun HJ. Influence of carrageenan addition on the rheological properites of Omija extract jelly. Korean J Soc Food Sci 11(1): 33-36, 1995.
 - 20) Jeong HS, Joo NM. Optimization of rheological properties for the processing of omijapyun(omiga jelly) by response surface methodology. Korean J Food Cookery Sci. 19(4): 429-439, 2003.
 - 21) Paik JE, Joo NM, Sim YJ, Chun HJ. Studies on making jelly and mold salad with grape extract. Korean J Soc Food Sci. 12(3): 291-294, 1996.