

# 반응표면분석법을 이용한 노니젤리 제조의 최적화

박상현 · 주나미

숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학전공

## Optimization of Jelly with Addition of *Morinda Citrifolia*(Noni) by Response Surface Methodology

SangHyun Park, Nami Joo

Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University

### Abstract

To determine the optimal mixing conditions of Noni jelly, samples were prepared with various compounding ratios of Noni juice(120, 160, 200, 240 and 280 g), gelatin(12, 16, 20, 24 and 28 g) and sucrose(80, 100, 120, 140 and 160 g) using a central composite design. Physical and sensory evaluations were performed and the results analyzed using response surface methodology. The optimum mixing rate satisfying sensory items was Noni juice 192 g, gelatin 18.25 g and sucrose 135 g.

Key words : *Morinda citrifolia* (Noni), jelly, Response Surface Methodology

## 1. 서 론

*Morinda citrifolia*(Noni)는 역사적으로 2000년 전부터 화산성 토질의 폴리네시아 남태평양 군도, 타이티, 하와이, 말레이시아, 중국 등지에서 원주민들의 영양보충 및 민간요법의 전통 약품으로 사용되어 왔다. 지역에 따라 아파툴, 맹쿠도, 노노, 노니, 느하우라고도 명명되어 왔으며 노니라는 이름이 가장 널리 알려져 있다(Neil S 2000).

전통적으로 노니는 기근 때 영양을 보충하고 비타민 등의 공급원, 특히 기력 보강제로서 널리 사용되어 왔으나 노니 열매의 특유한 냄새 때문에 역겨운 식물로 까지 인정되어 폴리네시아에서 한때는 버림을 받은 적도 있었다. 그러나 노니의 효능이 남태평양에서 대륙

으로 전해지면서 열매를 엑기스로 추출하여 현대인의 스트레스 해소는 물론 건강 및 영양보조, 만병 통치약으로까지 각광을 받고 있는 실정이다(Yoo JS 등 2004). 특히 노니는 xeronine의 전구물질인 proxeronine을 다량 함유하고 있어 인체 내에서 생화학적 반응에 의해 생리 활성 물질인 xeronine을 만들기 때문에 인체 기능 조절을 가능하게 한다(Neil S 2000). 또한 노니 열매에서 엑기스를 추출하여 시험관에서의 세포 재생 능력 등을 측정 한 Yoo JS 등(2004)의 항암효과에 관한 연구 결과 암 세포 억제 효과, 세포재생 능력, 세포 손상 억제 효과가 있는 것으로 나타났다(Yoo JS 등 2004).

젤리는 서양 후식 중 하나로 과즙에 당과 겔화제를 혼합하여 농축, 성형하여 응고시킨 것으로 사용되는 겔화제에 따라 펙틴젤리, 한천젤리, 젤라틴젤리, 전분젤리 등으로 구분된다(Han HS 등 2004). 이처럼 사용하는 겔화제에 따라 물성이 달라지는데 펙틴, 한천젤리는 씹힘성은 있으나 잘 끊어지며, 젤라틴젤리는 펙틴젤리보다 씹힘성과 질감은 있으나 입안에서의 부드

Corresponding author: SangHyun Park, Sookmyung Women's University, 53-12, 2Ka, Chungpa-dong, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea  
Tel: 82-2-710-9471  
Fax: 82-2-710-9479  
E-mail : bluei7978@hanmail.net

러움은 떨어진다(Lee TW 등 1991).

우리나라에서 식품으로서의 노니는 노니원액의 형태로 판매되고 있으나 맛이나 향이 우리나라 사람들의 입맛에는 맞지 않아 기호성이 낮다. 이에 본 연구에서는 부드러운 감촉과 씹기 쉽고 삼키기 쉬운 텍스처로 기호도가 높은 젤리에 노니원액을 이용하여 노니젤리를 제조하여 관능적 특성을 반응표면분석법으로 모니터링함으로써 노니젤리의 최적제조조건에 관한 연구를 하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

노니젤리를 제조하는데 본 실험에서는 노니주스(Tahitian 100% pure NONI JUICE), 젤라틴(Knox Co, U.S.A.), 설탕(백설탕, 제일제당), 식용 구연산(신원산업, 충북음성), 정수된 물을 사용하였다.

### 2. 실험계획

각 재료의 증량은 젤리제조에 대한 선행연구(Heo HY 등 2004, Lee HO 등 1986, Park GS와 Park SY 1998)와 식품가공(송재철과 박현정 1995, 한명규 2002)의 젤리제조에 대한 젤라틴, 당, 산의 비율을 참고하여 예비실험 및 예비 관능평가를 실시한 후 노니젤리 배합비율의 한계구간을 결정하였다. 젤리화에 필요한 산은 0.27%가 최소한도이며, 0.5%가 넘으면 좋지 않아(한명규 2002) 기본 배합비율에 산의 첨가량을 다르게 하여 예비실험 및 예비 관능평가를 실시한 후 산의 비율을 0.3%로 결정하였다. 특히 노니원액에 유기산 함량이 적어 산을 0.3%로 고정시키고 노니주스( $X_1$ ), 젤라틴( $X_2$ ), 설탕( $X_3$ )을 3개의 요인으로 설정하였다. 각 요인들의 수준은 -2, -1, 0, 1, 2의 5단계로 부호화하였고 실험값은 Table 1과 같다.

### 3. 노니젤리의 제조

노니젤리의 제조는 과실젤리제조에 대한 선행연구(Choi JY 등 1994, Chun HJ 1995, Jeong HS와 Joo NM 2003, Paik JE 등 1996, Park GS와 Cho JW 1998, Park GS와 Park SY 1998)를 참고하여 예비실험을 통해 제조하였으며 재료 및 분량은 Table 1과 같다. 기본 배합비율을 중심값으로 5수준이 되게 하고 3요인의 fractional factorial design에 의하여 16개 처리구를 조합하여 각 시료마다 400 g씩 제조하였으며 제조방법은 다음과 같다.

물의 총량 중 1/2의 물을 냄비에 넣고 70℃까지 가열하여 노니주스와 설탕을 동시에 가한 후 100℃가 될 때까지 끓여준다. 이 용액에 별도로 실온에서 나머지 물에 5분간 용해시킨 가루 젤라틴을 가한다. 노니주스와 설탕을 가한 용액과 젤라틴을 용해시킨 것이 완전히 섞이도록 일정 속도로 3분 동안 교반한 후 citric acid를 첨가한다. 이 용액을 일정 용기에 넣어 실온에서 30분, 냉장고(4℃)에서 30분 동안 굳힌다.

### 4. 기계검사

#### 1) 물성측정

노니젤리를 원판형(직경 1.5 cm)으로 찍어낸 다음 높이를 2 cm로 일정하게 하여 Rheometer (Compac-100, Sun Sci. co., Ltd, Japan)에 지름이 9mm의 probe를 부착하여 물성을 측정하였다. 물성은 압착시험에 의해 측정하였으며 시료를 3회 반복 측정하여 평균값을 취하였고 각 시료에 대한 경도(Hardness), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Springiness), 검성(Gumminess)을

Table 2. Operating conditions of Rheometer

Instrument	Rheometer
Sample height	20 mm
Probe Diameter	9 mm
Chart Speed	120 mm/min
Table Speed	120 mm.min
Maximum Force	2 kg

Table 1. Variable and their levels for central composite design of Noni jelly

Variable	Symbol	Increment(g)	Coded-variables				
			-2	-1	0	1	2
Noni juice(g)	$X_1$	±40	120	160	200	240	280
Gelatin(g)	$X_2$	±4	12	16	20	24	28
Sucrose(g)	$X_3$	±20	80	100	120	140	160
Citric acid	-	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Water	-	rest	rest	rest	rest	rest	rest

측정하였으며 측정조건은 Table 2와 같다.

2) 색도측정

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

관능검사는 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(1.5×1.5×1.5 cm)로 잘라 각각 흰 접시에 담아 물과 함께 실온에서 동시에 제시하고 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 생수로 입안을 헹군 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 노니주스(X<sub>1</sub>), 젤라틴(X<sub>2</sub>), 설탕(X<sub>3</sub>)의 배합성분을 각각 독립변수로 하고 실험결과인 반응변수와의 관계를 2차 다항회귀식으로 구하였고 1차 선형효과, 2차 곡선효과 및 인자간 교호작용을 살펴보았으며 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면상태를 3차원 그래프와 등고선분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 정상점이 안장점일 경우에는 능선분석을 행하여 최적점을 구하였다. 그리고 기계검사와 관능검사 결과 사이의 상관관계는 Pearson's correlation에 의해 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기계검사

Table 3은 16개의 실험처리구와 그에 따른 기계검사 결과를 나타낸 것이다.

Table 3. Experimental combinations and data under various conditions of Noni juice(X<sub>1</sub>), gelatin(X<sub>2</sub>), sucrose(X<sub>3</sub>) and their responses for physical properties of Noni jelly

Treatment	Variable level <sup>a)</sup>			Response						
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>
1	-1	-1	-1	142.10	86.30	82.21	60.41	23.72	8.02	3.54
2	-1	-1	+1	94.04	89.49	81.06	42.65	23.45	5.90	5.90
3	-1	+1	-1	210.05	92.44	87.46	93.38	24.57	13.30	6.93
4	-1	+1	+1	186.25	93.80	88.84	86.06	24.09	13.26	6.48
5	+1	-1	-1	125.50	90.95	85.10	54.97	22.62	3.33	1.43
6	+1	-1	+1	113.83	91.50	82.42	52.34	22.47	3.72	1.49
7	+1	+1	-1	237.91	94.76	88.46	110.47	22.03	2.36	1.08
8	+1	+1	+1	177.33	91.03	87.13	79.45	22.70	2.28	0.80
9	0	0	0	136.29	91.75	85.12	60.70	23.67	8.52	3.45
10	0	0	0	136.00	91.67	85.51	60.78	22.94	6.39	2.70
11	-2	0	0	163.37	93.62	87.50	75.53	28.67	16.02	11.14
12	+2	0	0	169.50	94.33	85.32	78.51	23.43	6.63	2.36
13	0	-2	0	70.05	88.10	77.83	28.61	23.91	10.19	4.58
14	0	+2	0	226.95	95.55	88.46	103.43	22.64	5.66	1.99
15	0	0	-2	136.10	90.73	85.23	60.73	20.91	6.70	2.83
16	0	0	+2	118.94	92.90	92.90	54.20	23.00	7.44	2.94

<sup>a)</sup> Coded variables

X<sub>1</sub> : Noni juice X<sub>2</sub> : Gelatin X<sub>3</sub> : Sucrose

Y<sub>1</sub> : Hardness Y<sub>2</sub> : Cohesiveness Y<sub>3</sub> : Springiness Y<sub>4</sub> : Gumminess Y<sub>5</sub> : L(lightness) Y<sub>6</sub> : a(redness) Y<sub>7</sub> : b(yellowness)

1) 물성

노니주스, 젤라틴, 설탕 3개의 요인이 노니젤리의 물성측정 결과에 미치는 영향을 회귀분석한 결과는 Table 4에 나타내었다.

경도(Hardness)에 관한 회귀식의 R<sup>2</sup>은 0.92로 유의수준 1% 이내에서 유의성이 인정되었으며 젤라틴이 경도에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났고 젤라틴의 함량이 많아질수록 경도가 강해지는 것을 확인할 수 있었다. 경도의 최적점을 나타내는 노니젤리의 재료함량은 노니주스, 젤라틴, 설탕 함량이 각각 225.48 g, 14.05 g, 153.17 g이었다(Table 5).

응집성(Cohesiveness)에 관한 회귀식의 R<sup>2</sup>은 0.92이었고 유의수준 5% 이내에서 유의성이 인정되었다. 회귀분석결과, 응집성은 젤라틴의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났고 각 재료의 함량이 높아질수록 응집성도 커지는 것을 알 수 있었다. 응집성에 관한 최적점

은 노니주스 226.98 g, 젤라틴 18.88 g, 설탕 150.84 g으로 나타났다(Table 5).

탄력성(Springiness)에 관한 회귀식의 R<sup>2</sup>은 0.82로 유의수준 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. 탄력성도 응집성과 같이 젤라틴의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났고 그 다음은 설탕, 노니주스 순이었다. 젤라틴의 함량이 증가할수록 탄력성도 커지는 것으로 나타났다. 탄력성의 최적점을 나타내는 노니젤리의 재료함량은 노니주스 256.15 g, 젤라틴 25.89 g, 설탕 112.60 g이었다(Table 5).

검성(Gumminess)에 관한 회귀식의 R<sup>2</sup>은 0.93으로 유의수준 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. 회귀식을 살펴본 결과, 검성도 다른 물성측정 값과 같이 젤라틴의 영향을 가장 많이 받는 것을 알 수 있었고, 젤라틴의 함량이 많아질수록 검성이 커지는 것을 확인할 수 있었다. 검성에 관한 최적점은 노니주스 229.04 g, 젤

Table 4. Polynomial equations for physical properties calculated by RSM program for mixing of Noni jelly

Response	Polynomial equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup> <sup>2)</sup>	P-value
Hardness	$Y_1=141.563125-2.078172X_1+4.593281X_2+1.518656X_3+0.004733X_1^2+0.012305X_2X_1+0.193047X_2^2-0.000061X_3X_1-0.038516X_3X_2-0.005391X_3^2$	0.92	0.009**
Cohesiveness	$Y_2=19.396250+0.126391X_1+2.632969X_2+0.434594X_3+0.000354X_1^2-0.005555X_2X_1+0.001797X_2^2-0.001208X_3X_1-0.009547X_3X_2+0.000065X_3^2$	0.92	0.01*
Springiness	$Y_3=77.855625+0.087281X_1+2.065625X_2-0.515125X_3+0.000171X_1^2-0.003875X_2X_1-0.033906X_2^2-0.000663X_3X_1+0.006063X_3X_2+0.002344X_3^2$	0.82	0.002**
Gumminess	$Y_4=13.804375-0.192234X_1+3.914531X_2+1.092219X_3+0.002544X_1^2+0.004867X_2X_1+0.082500X_2^2-0.001339X_3X_1-0.028047X_3X_2-0.002031X_3^2$	0.93	0.008**
L	$Y_5=33.285000-0.192234X_1+0.171406X_2+0.156094X_3+0.000429X_1^2-0.001445X_2X_1-0.000469X_2^2+0.000198X_3X_1+0.000953X_3X_2-0.000844X_3^2$	0.89	0.03*
a	$Y_7=13.061250-0.127359X_1+1.774219X_2-0.070906X_3+0.000605X_1^2-0.011758X_2X_1+0.007344X_2^2+0.000386X_3X_1+0.002516X_3X_2-0.000241X_3^2$	0.80	0.12
b	$Y_6=-4.653750-0.164922X_1+1.228906X_2+0.291344X_3+0.000574X_1^2-0.002820X_2X_1+0.003281X_2^2-0.000552X_3X_1-0.007109X_3X_2-0.000119X_3^2$	0.95	0.003**

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>: Noni juice X<sub>2</sub>: Gelatin X<sub>3</sub>: Sucrose

<sup>2)</sup> R<sup>2</sup> is coefficient of determination

\* p<0.05 \*\* p<0.01

Table 5. Predicted level of optimum preparation conditions for maximized physical properties of Noni jelly by ridge analysis and superimposing of their response surfaces

Preparation condition	Level for maximum response						
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>
Noni juice(g)	225.48	226.98	256.15	229.04	195.13	162.43	237.44
Gelatin(g)	14.05	18.88	25.89	1.10	6.29	6.41	19.33
Sucrose(g)	153.17	150.84	112.60	185.78	114.62	16.47	96.51
Morphology	S.P. <sup>1)</sup>	S.P.	S.P.	S.P.	S.P.	S.P.	S.P.

<sup>1)</sup> S.P. : Saddle point

Y<sub>1</sub> : Hardness Y<sub>2</sub> : Cohesiveness Y<sub>3</sub> : Springiness Y<sub>4</sub> : Gumminess Y<sub>5</sub> : L(lightness) Y<sub>6</sub> : a(redness) Y<sub>7</sub> : b(yellowness)

라틴 1.10 g, 설탕 185.78 g이었다(Table 5).

물성측정 결과, 네 항목에서 모두 노니주스가 물성에 많은 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 이는 젤라틴젤리의 물성에 과즙함량에 따른 차이는 없었다는 Lee TW 등(1991)의 결과와 유사한 경향을 보였다.

2) 색도

노니젤리의 색도측정 결과를 회귀분석한 결과는 Table 4에 제시하였다. L값의 R<sup>2</sup>은 0.89로 나타났고 p값은 0.03으로 유의수준 5% 이내에서 유의성이 인정되었다. a값의 R<sup>2</sup>은 0.80로 유의적인 차이는 없었으며, b값의 R<sup>2</sup>은 0.95로 높게 나타났고 p값은 0.003으로 유의수준 1% 이내에서 유의성이 인정되었다.

L값은 3개의 요인 중 노니주스의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났고 노니주스의 함량이 많을수록 어두워지는 경향을 보였다. 노니젤리의 L값에 관한 최적점은 노니주스 195.13 g, 젤라틴 6.29 g, 설탕 114.62 g으로 나타났(Table 5).

b값은 젤라틴의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타났고 그 다음은 설탕, 노니주스 순이었으며 노니젤리는 젤라틴, 설탕의 함량이 많을수록, 노니주스의 함량이 적을수록 황색이 진해지는 경향을 보였다. b값의

최적점을 나타내는 노니젤리의 재료함량은 노니주스 237.44 g, 젤라틴 19.33 g, 설탕 96.51 g으로 나타났(Table 5).

2. 관능검사

16개의 노니젤리에 대하여 7점 척도법으로 관능적 품질을 평가한 결과는 Table 6과 같다. 관능평점은 색 1.95~6.30, 향 2.00~5.95, 투명도 2.20~6.17, 맛 2.85~6.10, 경도 2.83~5.50, 탄력성 2.83~5.33, 전반적인 기호도 2.17~5.67로 전체적으로 1.95~6.30 범위를 나타내었다. 또한 노니젤리의 관능검사 결과를 회귀분석한 결과는 Table 7에 나타내었는데 7가지 관능항목 중 색, 투명도, 맛, 전반적인 기호도에 관한 회귀식의 R<sup>2</sup>이 각각 0.89, 0.86, 0.86, 0.87로 유의수준 5% 이내에서 유의성이 인정되었다.

1) 색(Color)

Fig. 1은 노니젤리의 색에서 노니주스, 젤라틴, 설탕 함량에 따른 교호작용을 3차원 그래프로 나타낸 것으로 노니주스와 젤라틴, 노니주스와 설탕 사이에서는 정상점이 최대점을, 젤라틴과 설탕 사이에서는 정상점이 안장점을 나타내었다. 색의 기호도에는 젤라틴의

Table 6. Experimental combinations and data under various conditions of Noni juice(X<sub>1</sub>), gelatin(X<sub>2</sub>), sucrose(X<sub>3</sub>) and their responses for sensory properties of Noni jelly

Treatment	Variable level <sup>a)</sup>			Response						
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>
1	-1	-1	-1	3.33	3.67	4.50	4.00	4.33	4.67	4.67
2	-1	-1	+1	3.50	4.00	4.33	4.33	5.25	4.67	4.50
3	-1	+1	-1	3.53	4.50	4.67	3.50	3.50	3.67	3.33
4	-1	+1	+1	3.67	4.83	4.33	4.33	4.33	4.00	4.33
5	+1	-1	-1	3.33	3.50	3.17	3.50	4.50	4.83	4.00
6	+1	-1	+1	3.50	3.00	3.00	4.33	4.83	5.33	4.33
7	+1	+1	-1	3.23	3.00	3.33	3.00	3.00	3.67	2.17
8	+1	+1	+1	3.23	3.88	3.67	3.17	4.00	3.83	2.50
9	0	0	0	6.30	5.33	6.17	6.10	4.67	4.67	5.17
10	0	0	0	5.80	5.95	5.98	5.93	4.83	4.83	5.67
11	-2	0	0	1.95	2.00	2.20	2.85	5.33	5.17	2.50
12	+2	0	0	2.00	2.67	2.30	3.00	5.33	4.67	2.67
13	0	-2	0	3.95	4.33	4.17	3.33	2.83	2.83	3.50
14	0	+2	0	3.83	4.17	4.83	3.67	2.83	3.33	2.67
15	0	0	-2	4.00	3.50	4.83	4.10	5.50	4.50	4.50
16	0	0	+2	4.83	4.83	4.67	4.10	5.00	4.83	4.80

<sup>a)</sup> Coded variables

X<sub>1</sub> : Noni juice    X<sub>2</sub> : Gelatin    X<sub>3</sub> : Sucrose  
 Y<sub>1</sub> : Color        Y<sub>2</sub> : Flavor        Y<sub>3</sub> : Clarity        Y<sub>4</sub> : Taste        Y<sub>5</sub> : Hardness        Y<sub>6</sub> : Elasticity        Y<sub>7</sub> : Overall quality

영향이 가장 큰 것으로 나타났으며 젤라틴 함량이 중심점에 가까울수록 색의 관능평점 점수가 높았다. 색에서 최대의 관능평점을 나타내는 노니젤리의 재료함량은 노니주스, 젤라틴, 설탕의 함량이 각각 199.19 g, 19.94 g, 123.29 g이었다(Table 8).

2) 향(Flavor)

노니젤리의 향에서 노니주스, 젤라틴, 설탕 함량에 따른 교호작용의 3차원 그래프는 Fig. 2에 제시하였다. 노니주스와 젤라틴, 노니주스와 설탕 사이에서는 정상점이 최대점을, 젤라틴과 설탕 사이에서는 안장점을

Table 7. Polynomial equations for sensory properties calculated by RSM program for mixing of Noni jelly

Response	Polynomial equation <sup>1)</sup>	R <sup>22)</sup>	P-value
Color	$Y_1 = -52.082500 + 0.267875X_1 + 1.499375X_2 + 0.262563X_3 - 0.000637X_1^2 - 0.000578X_2X_1 - 0.033750X_2^2 - 0.000021X_3X_1 - 0.000312X_3X_2 - 0.001022X_3^2$	0.89	0.02*
Flavor	$Y_2 = -38.216250 + 0.228250X_1 + 0.836875X_2 + 0.198438X_3 - 0.000516X_1^2 - 0.001000X_2X_1 - 0.021719X_2^2 - 0.000043X_3X_1 + 0.002156X_3X_2 - 0.000922X_3^2$	0.81	0.09
Clarity	$Y_3 = -51.025000 + 0.211344X_1 + 1.760000X_2 + 0.164813X_3 - 0.000598X_1^2 + 0.000516X_2X_1 - 0.024609X_2^2 + 0.000106X_3X_1 + 0.000531X_3X_2 - 0.000828X_3^2$	0.86	0.04*
Taste	$Y_4 = 20.887500 - 0.060344X_1 + 0.42813X_2 + 0.3040001X_3 - 0.0004835X_1^2 - 0.000906X_2X_1 - 0.039297X_2^2 - 0.000025X_3X_1 - 0.000250X_3X_2 - 0.001197X_3^2$	0.86	0.04*
Hardness	$Y_5 = 0.333750 - 0.021X_1 + 1.118125X_2 - 0.0735X_3 + 0.00009X_1^2 - 0.000453X_2X_1 - 0.03X_2^2 - 0.000065X_3X_1 + 0.000906X_3X_2 + 0.000313X_3^2$	0.78	0.15
Elasticity	$Y_6 = -6.762500 - 0.001891X_1 + 1.1482X_2 + 0.007906X_3 + 0.000026X_1^2 - 0.000773X_2X_1 - 0.026094X_2^2 + 0.000051X_3X_1 - 0.000015X_3X_2 + 0.000053X_3^2$	0.72	0.25
Overall Quality	$Y_7 = -34.453125 + 0.208516X_1 + 1.469219X_2 + 0.090781X_3 - 0.000443X_1^2 - 0.00168X_2X_1 - 0.036484X_2^2 - 0.000026X_3X_1 + 0.001828X_3X_2 - 0.000481X_3^2$	0.87	0.04*

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>: Noni juice X<sub>2</sub>: Gelatin X<sub>3</sub>: sucrose

<sup>2)</sup> R<sup>2</sup> is coefficient of determination

\* p<0.05

Table 8. Predicted level of optimum preparation conditions for maximized sensory properties of Noni jelly by ridge analysis and superimposing of their response surfaces

Preparation condition	Level for maximum response						
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>
Noni juice(g)	199.19	195.15	194.33	197.17	203.27	169.44	196.10
Gelatin(g)	19.94	21.11	20.66	19.73	18.79	19.45	18.74
Sucrose(g)	123.29	127.69	118.60	122.88	111.70	153.78	124.50
Morphology	Max. <sup>1)</sup>	Max.	Max.	Max.	S.P. <sup>2)</sup>	S.P.	Max.

<sup>1)</sup> Max. : Maximum

<sup>2)</sup> S.P. : Saddle point

Y<sub>1</sub> : Color Y<sub>2</sub> : Flavor Y<sub>3</sub> : Clarity Y<sub>4</sub> : Taste Y<sub>5</sub> : Hardness Y<sub>6</sub> : Elasticity Y<sub>7</sub> : Overall quality

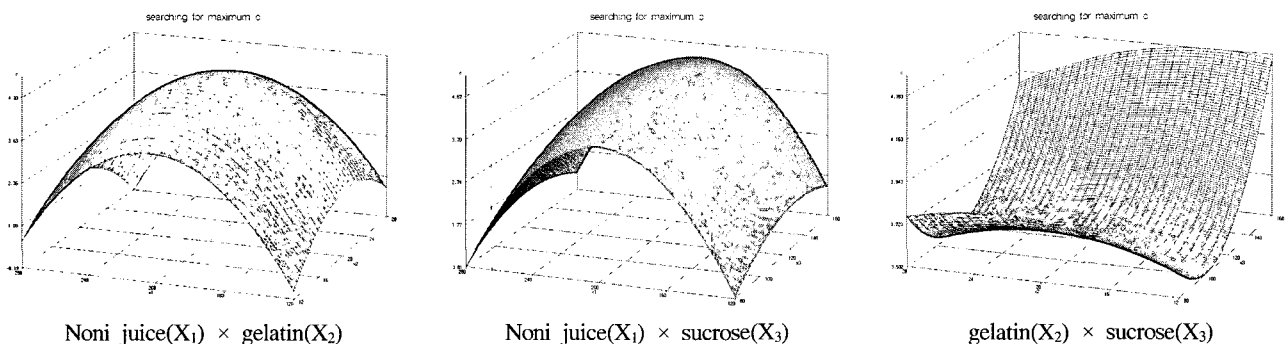


Fig. 1. Response surface for color of Noni jelly

나타내었다. 향의 기호도는 노니주스의 영향보다 젤라틴의 영향이 더 큰 것으로 나타나 젤리제조시 겔화제의 종류가 품질에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 향에서 최대의 관능평점을 나타내는 노니젤리의 재료함량은 노니주스, 젤라틴, 설탕이 각각 195.15 g, 21.11 g, 127.69 g이었다.

젤라틴, 노니주스와 설탕 사이에서는 정상점이 최대점을, 젤라틴과 설탕 사이에서는 정상점이 최저점을 나타내었다. 노니젤리의 투명도에 대한 기호도는 젤라틴의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며 투명도의 최대 관능평점을 나타내는 노니젤리의 재료함량은 노니주스 194.33 g, 젤라틴 20.66 g, 설탕 118.60 g이었다.

3) 투명도(Clarify)

Fig. 3은 노니젤리의 투명도에서 세 요인에 따른 교호작용을 3차원 그래프로 나타낸 것으로 노니주스와

4) 맛(Taste)

맛에 대한 기호도는 젤라틴의 영향이 가장 큰 것으로 나타났고 그 다음은 설탕, 노니주스 순이었다. 맛의

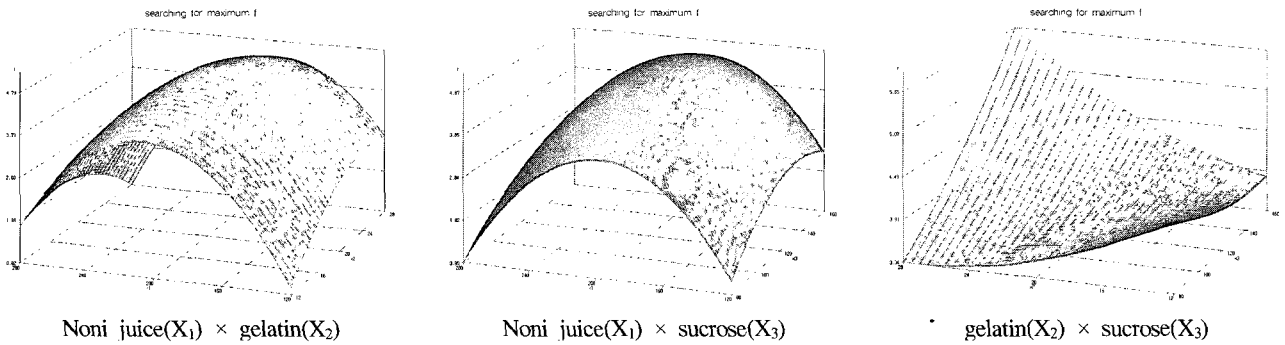


Fig. 2. Response surface for flavor of Noni jelly

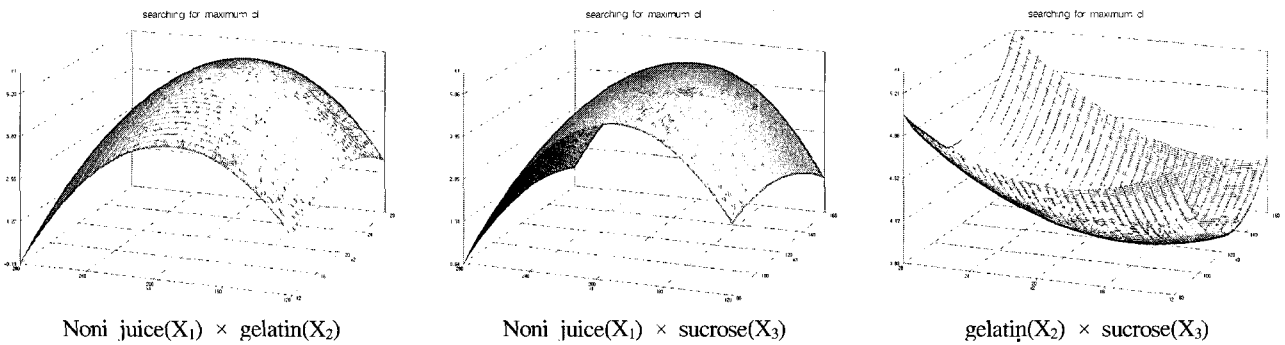


Fig. 3. Response surface for clarity of Noni jelly

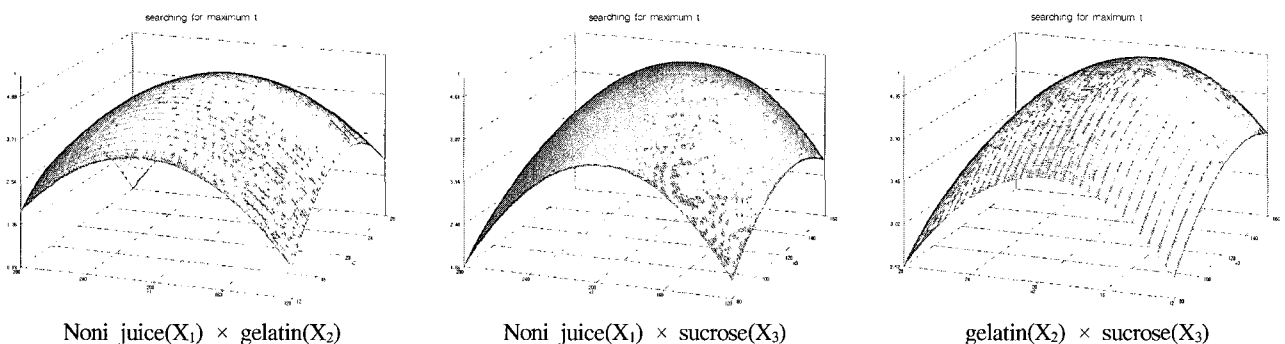


Fig. 4. Response surface for taste of Noni jelly

세 요인에 따른 교호작용은 Fig. 4에 3차원 그래프로 제시하였으며 세 그래프 모두 정상점이 최대점으로 나타났다. 맛에서 최대의 관능평점을 나타내는 노니젤리의 재료함량은 노니주스, 젤라틴, 설탕이 각각 197.17 g, 19.73 g, 122.88 g이었다.

#### 5) 경도(Hardness)

경도는 세 요인 중 젤라틴의 영향이 가장 큰 것으로 나타났고 젤라틴의 함량이 중심점에 가까울수록 경도의 관능평점이 높은 것으로 나타났고 젤라틴의 함량이 너무 적거나 너무 많으면 오히려 경도에 대한 기호도가 떨어지는 것으로 관찰되었다. 이로써 Chun HJ (1995)의 카라기난을 첨가한 오미자젤리에 관한 연구에서와 같이 젤리가 단단할수록 좋은 기호를 보이는 것은 아님을 확인할 수 있었다(Chun HJ 1995).

#### 6) 탄력성(Elasticity)

탄력성은 세 요인 중 젤라틴의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며 젤라틴의 함량이 중심점에 가까울수록 탄력성에 대한 기호도가 높게 나타났다.

#### 7) 전반적인 기호도(Overall quality)

노니젤리의 전반적인 기호도에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 젤라틴이었고 그 다음은 설탕, 노니주스의 순으로 나타났으며 젤라틴의 함량이 많아질수록 전반적인 기호도의 관능평점은 낮아지는 것을 알 수 있었다. 반면, 설탕은 그 함량이 많아질수록 전반적인 기호도의 관능평점점수가 높아졌다. 이는 Choi JY 등(1994)의 펙틴을 이용한 포도젤리에서 설탕의 함량이 적을수록 기호도가 증가하였다는 결과(Choi JY 등 1994)와, Heo HY 등(2004)의 녹차가루를 첨가한 젤리의 관능검사 결과 설탕의 양이 너무 많거나 적으면 오히려 단맛에 대한 기호도가 떨어진다는 연구결과(Heo HY 등 2004)와는 다른 결과였다. 이러한 결과의 원인은 젤리 제조시 첨가되는 과즙의 종류에 따른 것으로 사료된다. 전반적인 기호도에서 최대의 관능평점을 나타내는 재료함량은 노니주스 196.10 g, 젤라틴 18.74 g, 설탕 124.50 g이었다.

### 3. 기계검사와 관능검사 간의 상관관계

기계검사 결과와 관능검사 결과의 Pearson's

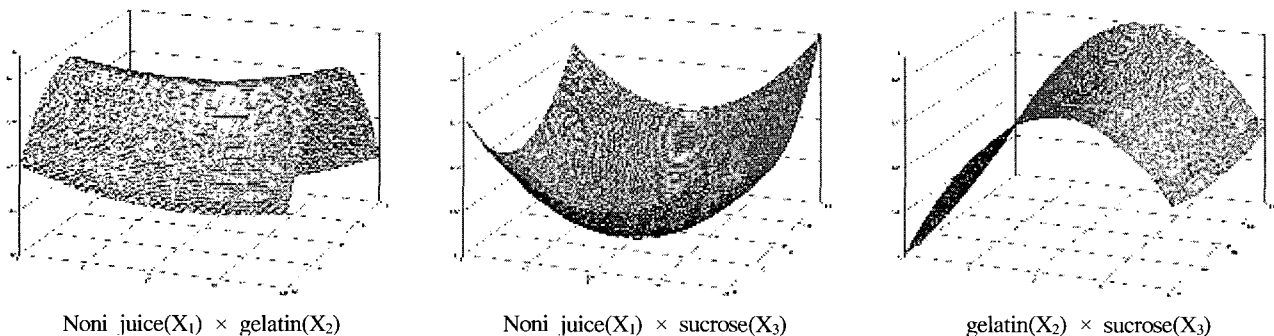


Fig. 5. Response surface for hardness of Noni jelly

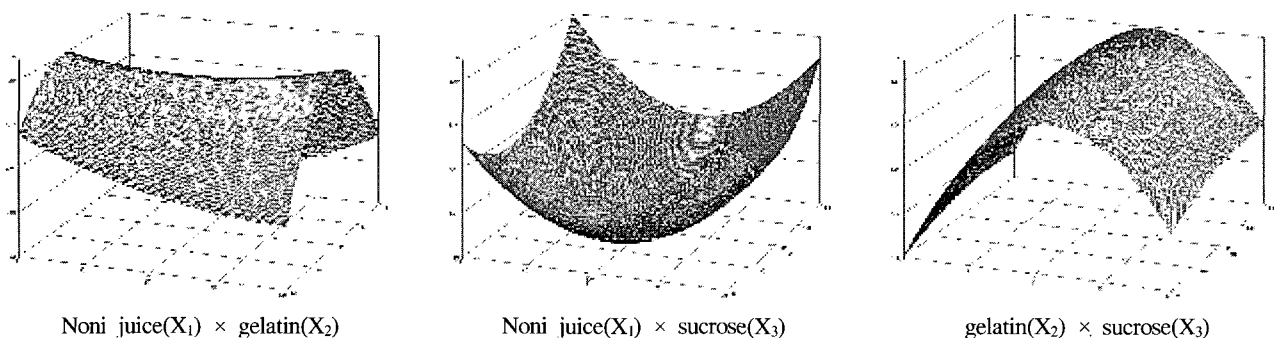


Fig. 6. Response surface for elasticity of Noni jelly



correlation에 의한 상관관계는 Table 9와 같다. 경도(-0.589)와 검성(-0.597)은 전반적인 기호도와 유의적인 부의 상관관계를 보였으며(p<0.05) 이는 경도와 검성이 높을수록 전반적인 기호도는 낮게 나타나는 것으로 해석할 수 있겠다. 또한 이러한 결과는 기계검사의 경도와 검성에서 젤라틴이 유의적으로 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타난 결과뿐만 아니라 관능검사의 전반적인 기호도에서 젤라틴의 함량이 많아질수록 관능평점이 낮아지는 것으로 나타난 결과와 일관된다고 볼 수 있겠다. 기계검사 결과 사이에서도 유의적인 상관관계가 존재하였는데 경도는 응집성, 탄력성, 검성과 정의 상관관계를, 응집성은 탄력성, 검성과 정의 상관관계를, 탄력성은 검성과 정의 상관관계를, L값은 a, b와 정의 상관관계를, a값은 b값과 정의 상관관계를 보였다. 또한 관능검사 결과 사이에서 특히 전반적인 기

호도는 색, 향, 투명도, 맛과 유의적인 양의 상관관계를 보였는데(p<0.01) 노니젤리의 기호도는 젤리의 특성인 경도와 탄력성보다 색, 향, 투명도, 맛이 중요 요인으로 작용함을 알 수 있었다. 이는 노니의 독특한 맛과 향, 노니주스 자체의 독특한 색 때문인 것으로 사료된다.

#### 4. 노니젤리의 관능적 최적화

노니젤리의 관능적 최적점을 구하기 위해 관능평가 항목 중 유의적이었던 색, 투명도, 맛, 전반적인 기호도에 대한 노니주스(X<sub>1</sub>)×젤라틴(X<sub>2</sub>), 노니주스(X<sub>1</sub>)×설탕(X<sub>3</sub>), 젤라틴(X<sub>2</sub>)×설탕(X<sub>3</sub>)의 등고선 그래프를 교집합 형태로 나타내어 Fig. 8에 제시하였다. 그 결과 색과 전반적인 기호도에서 노니주스(X<sub>2</sub>)×설탕(X<sub>3</sub>) 등고선도를 제외한 모든 그래프에서 최적 배합비 부분이 공통되었

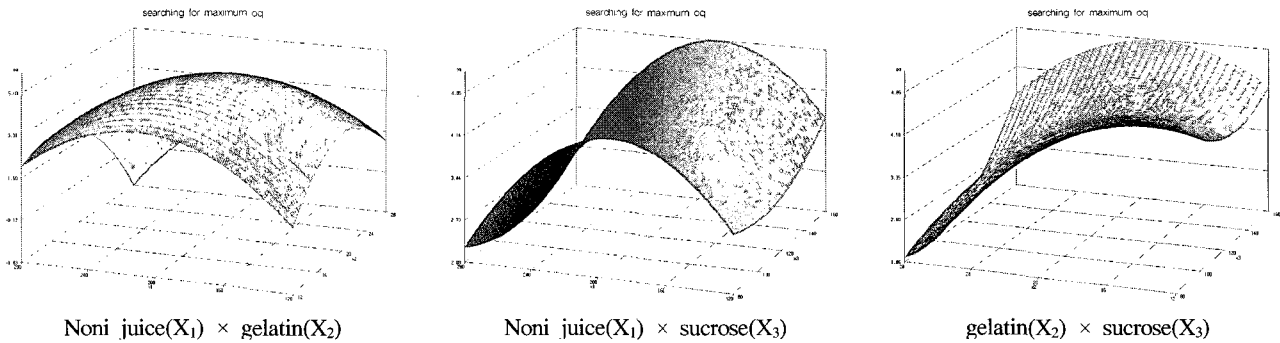


Fig. 7. Response surface for overall quality of Noni jelly

Table 9. The correlation coefficients between physical properties and sensory properties of Noni jelly

Item	Hard-ness	Cohesive-ness	Springi-ness	Gummi-ness	Color value L	Color value a	Color value b	Color	Flavor	Clarity	Taste	Hardness (sensory)	Elasticity	Overall quality
Hardness	1.000													
Cohesiveness	0.696**	1.000												
Springiness	0.627**	0.730**	1.000											
Gumminess	0.997**	0.736**	0.644**	1.000										
Color value L	0.020	0.080	0.036	0.027	1.000									
Color value a	0.015	0.047	0.075	0.011	0.791**	1.000								
Color value b	-0.041	0.012	-0.003	-0.034	0.872**	0.908**	1.000							
Color	-0.261	-0.137	0.045	-0.274	-0.342	-0.100	-0.253	1.000						
Flavor	-0.151	-0.128	0.093	-0.172	-0.249	0.055	-0.126	0.871**	1.000					
Clarity	-0.105	-0.209	0.027	-0.135	-0.314	0.034	-0.121	0.901**	0.894**	1.000				
Taste	-0.318	-0.176	-0.086	-0.321	-0.216	-0.025	-0.113	0.877**	0.752**	0.796**	1.000			
Hardness(sensory)	-0.414	-0.089	0.030	-0.383	0.127	0.089	0.202	-0.029	-0.163	-0.119	0.283	1.000		
Elasticity	-0.330	-0.060	0.068	-0.303	0.156	-0.039	0.088	0.006	-0.211	-0.173	0.327	0.868**	1.000	
Overall quality	-0.589*	-0.455	-0.182	-0.597*	-0.231	0.029	-0.052	0.736**	0.654**	0.674**	0.863**	0.442	0.450	1.000

\*p<0.05, \*\*p<0.01

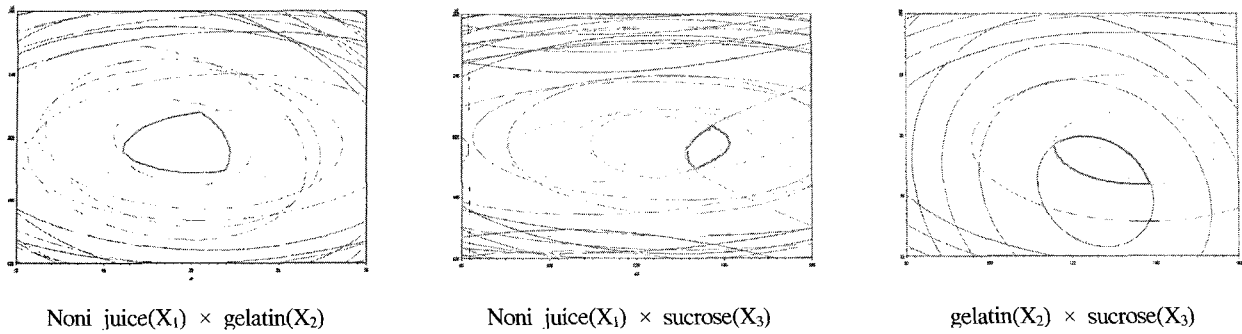


Fig. 8. Sensory optimization of Noni jelly

으며 이 교집합으로 최적 배합비를 산출할 수 있었다. 노니주스와 젤라틴의 작용에서 노니주스는 180~218 g, 젤라틴은 16.5~21.5 g의 범위에서, 노니주스와 설탕의 작용에서 노니주스는 180~204 g, 설탕은 132~141 g의 범위에서, 젤라틴과 설탕의 작용에서 젤라틴은 16.4~20 g, 설탕은 116~138 g에서 최적 배합임을 관찰할 수 있었다. 이와 같이 설정된 각 요인의 배합구간을 모두 충족시키는 범위는 노니주스는 180~204 g, 젤라틴은 16.5~20 g, 설탕은 132~138 g이었다. 이를 토대로 유의적으로 나타난 네 개의 관능항목을 모두 충족시키는 요인의 범위 중 중앙에 위치한 값을 산출하였으며 그 값이 노니주스는 192 g, 젤라틴은 18.25 g, 설탕은 135 g으로 노니젤리의 관능적 최적점을 구할 수 있었다. 젤라틴은 중심점에 근접한 값이고 노니주스는 중심점보다 낮은 값, 설탕은 중심점보다 높은 값으로 나타났는데 이는 설탕의 단맛이 노니주스의 특유의 맛을 상쇄시켜줄 수 있기 때문인 것으로 사료된다.

#### IV. 요약 및 결론

노니젤리의 가장 우수한 배합조건을 설정하고자 중심합성계획법에 의해 노니주스, 젤라틴, 설탕의 함량을 달리한 시료를 제조하여 노니젤리의 기계검사와 관능평가를 실시, 반응표면분석법으로 모니터링하였다.

기계검사에서는 젤라틴의 함량이 증가할수록 경도, 응집성, 탄력성, 검성이 증가하는 것으로 나타났다.

관능검사의 각 평가항목은 젤라틴의 함량에 가장 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 노니주스의 특이한 맛과 향으로 젤리의 품질에 노니주스가 가장 많은 영향을 줄 것으로 예상하였으나 젤리는 젤라틴의 영향을

많이 받는다는 것을 확인할 수 있었다.

기계검사 결과와 관능검사 결과의 Pearson's correlation에 의한 상관관계 분석 결과 경도와 검성은 전반적인 기호도와 유의적인 부의 상관관계를 보였으며( $p < 0.05$ ) 이는 경도와 검성이 높을수록 전반적인 기호도는 낮다는 것을 알 수 있었다.

관능평가 항목 중 유의적으로 나타난 색, 투명도, 맛, 전반적인 기호도를 모두 충족시키는 최적의 배합 비율은 노니주스 192 g, 젤라틴 18.25 g, 설탕 135 g으로, 젤라틴은 중심점에 근접한 값이고 노니주스는 중심점보다 낮은 값, 설탕은 중심점보다 높은 값으로 나타났는데 이는 설탕의 단맛이 노니주스의 특유의 맛을 상쇄시켜주기 때문인 것으로 사료된다.

본 연구를 토대로 겔화제의 종류에 따른 노니젤리의 품질특성, 당의 종류에 따른 노니젤리의 품질특성 등에 대한 연구를 계속 수행하여 더욱 향상된 품질의 노니젤리를 개발하고자 한다.

#### 참고문헌

- 송재철, 박현정. 1995. 식품물성학. 울산대학교 출판부. 울산. pp501-519
- 한명규. 2002. (최신)식품가공학. 형설출판사. 서울. pp194-198
- Choi JY, Song ES, Chung HK. 1994. A study of textural properties and preferences of fruit pectin jelly. Korean J. Dietary Culture 9(3) : 259-266
- Chun HJ. 1995. Influence of carrageenan addition on the rheological properties of Omija extract jelly. Korean J. Soc. Food Sci 11(1) : 33-36
- Han HS, Park JH, Choi HJ, Sung TS, Woo HS, Choi C. 2004. Optimization of roasted ferilla leaf tea using response surface methodology. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 47(1) : 96-106

- Heo HY, Joo NM, Han YS. 2004. Optimization of jelly with addition of green tea powder using a response surface methodology. Korean J. Food Cookery Sci 20(1) : 112-118
- Jeong HS, Joo NM. 2003. Optimization of rheological properties for the processing of omijapyun(omiga jelly) by response surface methodology. Korean J. Food Cookery Sci 19(4) : 429-439
- Lee HO, Sung HS, Suh KB. 1986. The effect of ingredients on the hardness of ginseng jelly by response surface methodology. Korean J. Food SCI. Technol. 18(4) : 259-263
- Lee TW, Lee YH, Yoo MS, Lee KS. 1991. Instrumental and sensory characteristics of jelly. Korean J. Food SCI. Technol. 23(3) : 336-340
- Neil S. 2002. NONI 생명의 기적을 얻는다. 노블웍스. 서울. pp15-25
- Paik JE, Joo NM, Sim YJ, Chun HJ. 1996. Studies on making jelly and mold salad with grape extract. Korean J. Soc. Food Sci 12(3) : 291-294
- Park GS, Cho JW. 1998. The effects of addition of agar on the texture characteristics of peach jelly. Korean J. Food & Nutr 11(1):61-672)
- Park GS, Park SY. 1998. Sensory and physicochemical properties of peach jelly added with various sugars. HSIJAS. 6(2) : 329-335
- Yoo JS, Hwang JT, Yoo ES, Cheun BS. 2004. Study on herbal extract on the Noni(Morinda citrifolia). Korean J. Biotechnol. Bioeng 19(2) : 110-112

---

(2005년 8월 30일 접수, 2006년 2월 9일 채택)