

## 국내산 블루베리의 품종별 성분분석 및 반응표면분석법을 이용한 잼 제조 - 연구노트 -

조원준<sup>1,3</sup> · 송범석<sup>1</sup> · 이주연<sup>2</sup> · 김종곤<sup>2</sup> · 김재훈<sup>1</sup> · 윤요한<sup>1</sup> · 최종일<sup>1</sup> · 김강성<sup>3</sup> · 이주운<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국원자력연구원 정음방사선과학연구소 방사선식품생명공학연구소

<sup>2</sup>정읍시 농업기술센터

<sup>3</sup>용인대학교 식품영양학과

## Composition Analysis of Various Blueberries Produced in Korea and Manufacture of Blueberry Jam by Response Surface Methodology

Won-Jun Cho<sup>1</sup>, Beom-Seok Song<sup>1</sup>, Ju-Yeoun Lee<sup>2</sup>, Jong-Kon Kim<sup>2</sup>, Jae-Hun Kim<sup>1</sup>,  
Yo-Han Yoon<sup>1</sup>, Jong-Il Choi<sup>1</sup>, Gang-Sung Kim<sup>3</sup>, and Ju-Woon Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Advanced Radiation Technology Institute,  
Korea Atomic Energy Research Institute, Jeonbuk 580-185, Korea

<sup>2</sup>Agricultural Research & Development, Agriculture Technology Center, Jeonbuk 580-185, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Service and Nutrition, Yongin University, Gyeonggi 449-714, Korea

### Abstract

This study was carried out to investigate proximate compositions, acidity, and soluble solids of various blueberries produced in Korea and to prepare jam with optimized overall palatability by a response surface methodology. Proximate compositions were 75~88% in moisture, 0.32~0.62% in crude protein, 0.12~0.39% in crude lipid, and 10.18~23.80% in carbohydrate. Acidity and soluble solids of blueberries showed 0.82~1.58% and 7~12°Brix, respectively. The effect of sucrose (X<sub>1</sub>, 200~300 g), pectin (X<sub>2</sub>, 0~10 g), and citric acid (X<sub>3</sub>, 0~0.5 g) on overall palatability of blueberry jam were investigated at five levels using a central composite design. Overall palatability of blueberry jam showed maximum score in 200 g blueberry, 248 g sucrose, 4.8 g pectin, and 0.26 g citric acid.

**Key words:** blueberry, jam, proximate composition, response surface method

### 서 론

블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵두나무속(*Vaccinium*)에 속하는 관목성 식물이고 15~21°C의 온도와 pH 4.5~5.5의 산성토양에서 잘 자라는 다년생 온대 과수로 고관목성(highbush blueberry), 저관목성(lowbush blueberry) 및 레빗아이(rabbiteye blueberry)로 나뉘며 여름에 익은 블루베리의 열매를 따서 과일로 사용하고 있다(1). 블루베리에 대한 연구로는 과실 내 페놀성분의 활성산소 라디칼 흡수효과(2), 산화적 스트레스 억제효과(3), 항산화 효과(4), 이노자용(5) 등이 보고되었으며 항균 및 항암활성에 대한 다양한 연구(6-8)가 진행되고 있다. 또한, 국외의 경우 자국 내에서 생산된 블루베리 품종에 따른 성분분석(9,10)이 수행되고 있으나 국내에서는 원예학적인 연구에만 국한되어 국내산 블루베리에 대한 연구는 전무한 실정이다.

한편, 건강한 삶을 지향하는 식문화가 확대됨에 따라 영양분 섭취와 질병 예방차원에서 각종 과실 및 이를 이용한 여

러 가지 가공품에 대한 소비 및 제품개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(11,12). 최근 우리나라에서도 블루베리에 대한 관심이 높아져 과실은 생과 외에 잼, 와인, 소스 등으로 가공되고 있고 제과원료로도 폭넓게 이용되고 있다(13). 이러한 가공식품을 개발함에 있어 공정 최적화와 최적 배합비 결정을 위해 통계적 실험 설계법으로 반응표면 분석법(Response Surface Methodology; RSM)이 이용되고 있다.

본 연구는 국내산 블루베리 품종별 일반 성분분석을 통하여 기초자료를 제공하고자 하였으며, 관능적 특성이 최적화된 국내산 블루베리 잼의 개발을 위해 반응표면분석법을 이용하여 블루베리, 설탕, 펙틴, 구연산의 최적 배합비를 결정하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 연구에 사용된 블루베리는 전라북도 정읍 지역에서 재

\*Corresponding author. E-mail: sjwlee@kaeri.re.kr  
Phone: 82-63-570-3204, Fax: 82-63-570-3207

배된 20품종을 정읍농업기술센터로부터 제공 받았으며 백설탕(Sugar, CJ, Seoul, Korea)과 펙틴(pectin 150 USA-SAG, CP Kelco Co., Lubeck, Germany) 및 구연산 분말(Jungbunzlauer Co., Vienna, Austria)은 소매점에서 구입하여 사용하였다.

#### 일반성분, 산도 및 당도

블루베리의 일반성분 함량 분석은 AOAC(14)방법에 따라 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Auto-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였으며, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 시료의 총 중량에서 수분, 단백질, 지방 그리고 회분 함량을 제외한 함량으로 표시하였다.

블루베리의 산도측정은 블루베리 시료 25 g을 균질기(homogenizer DIA X 900, Heidolph Co., Schwabach, Germany)로 갈아 페이스트 상태로 만들고 원심분리 시킨 후 그 상등액을 취하였다. 상등액 1 mL을 증류수로 20배 희석하여 pH 8.4까지 적정하는데 소요된 0.1 N NaOH용액의 양을 측정하여 아래의 공식에 의하여 계산하였다. 당도는 당도계(N-2E, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 과즙의 가용성 고형물 함량을 측정하여 나타내었다.

$$\text{Acidity} = \{ (0.009 \times \text{mL of 0.1 N NaOH} \times \text{F} \times \text{dilution factor}) / \text{Sample (g)} \} \times 100$$

F: factor of 0.1 N NaOH

#### 실험계획

블루베리 잼에 대한 실험계획은 중심합성실험계획(15,16)에 따라 원료의 함량을 결정하였다. 잼이 젤리화 되는 조건의 독립변수( $X_n$ )로는 설탕( $X_1$ )을 200~300 g, 펙틴( $X_2$ )을 0~10 g, 구연산 분말을 0.0~0.5 g로 설정하고 -2, -1, 0,

1, 2의 다섯 단계로 부호화 하였을 때 설정된 실험점은 축점(6개), 중심점(2개) 및 반복 실험점(8개)을 기준으로 16개의 실험점으로 설정하였으며, 이를 Table 1에 나타내었다. 이들 독립변수에 의해 영향을 받는 종속변수는 관능적 기호도( $Y_1$ )로 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS(statistical analysis system, release 9.1.3, USA) program을 사용하였으며 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면 값을 3차원 그래프로 나타내었다.

#### 블루베리 잼 제조

우리나라에서 가장 널리 재배되고 있는 품종인 Coville을 분쇄기(Hoodmixer FM-909T, Hanil Electronic, Seoul, Korea)로 분쇄하여 페이스트 상태로 만들었으며, 잼의 배합량은 블루베리 페이스트(200 g), 물(200 mL), 설탕(200~300 g), 펙틴(0~10 g), 구연산(0~0.5 g)으로 상기의 실험계획에 따라 배합량을 조절하였다. 잼의 제조방법은 블루베리 페이스트 200 g을 계량한 뒤 물 100 mL과 함께 블루베리 페이스트 온도가 75~80°C가 되게 가열하였으며, 70°C가 됐을 때 설탕과 펙틴을 넣어 30분간 가열하였다. 가열하는 동안 타지 않게 주걱으로 계속 저었으며, 당도가 65°Brix가 되면 가열을 중단하고 계량된 구연산을 첨가한 후 골고루 섞어 주었다. 완성된 잼은 살균된 유리병에 담아 실온에서 냉각하여 잼을 제조하였다.

#### 관능평가

잼의 관능검사는 시료에 대한 지식과 용어, 평가기준을 숙지한 10명의 패널을 대상으로 특성을 평가하였다. 본 실험에 앞서 예비훈련을 통해 특성에 대한 판단기준이 확립되어 재현성이 인정되었을 때 실험을 실시하였다. 블루베리 잼 10 g을 흰색 접시에 담은 후 난수표를 이용한 세 자리 숫자를

Table 1. Experimental data on sensory characteristics of blueberry jam under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Experiment number <sup>1)</sup>	Preparation conditions (g)			Sensory characteristics			
	Sugar ( $X_1$ )	Pectin ( $X_2$ )	Citric acid powder ( $X_3$ )	Color	Taste	Chewiness	Overall acceptance ( $Y_1$ )
1	275 (1) <sup>2)</sup>	7.5 (1)	0.375 (1)	4.8	3.1	2.6	3.2
2	275 (1)	7.5 (1)	0.125 (-1)	5.1	3.9	2.4	3.3
3	275 (1)	2.5 (-1)	0.375 (1)	5.1	4.5	4.0	3.1
4	275 (1)	2.5 (-1)	0.125 (-1)	5.8	5.3	5.4	5.6
5	225 (-1)	7.5 (1)	0.375 (1)	5.4	3.2	2.8	2.4
6	225 (-1)	7.5 (1)	0.125 (-1)	4.6	3.8	3.1	2.5
7	225 (-1)	2.5 (-1)	0.375 (1)	4.9	4.1	5.7	5.9
8	225 (-1)	2.5 (-1)	0.125 (-1)	5.0	5.4	3.2	3.1
9	250 (0)	5.0 (0)	0.250 (0)	5.9	5.9	6.2	6.8
10	250 (0)	5.0 (0)	0.250 (0)	6.1	6.3	6.1	6.6
11	200 (-2)	5.0 (0)	0.250 (0)	6.1	3.8	4.2	4.5
12	300 (2)	5.0 (0)	0.250 (0)	4.5	3.9	3.8	3.9
13	250 (0)	0 (-2)	0.250 (0)	4.3	2.2	1.9	1.8
14	250 (0)	10.0 (2)	0.250 (0)	5.1	3.2	3.2	2.4
15	250 (0)	5.0 (0)	0 (-2)	4.6	3.7	3.4	2.3
16	250 (0)	5.0 (0)	0.500 (2)	4.9	4.3	3.6	3.7

<sup>1)</sup>The number of experimental conditions by central composite design.

<sup>2)</sup>Coded values.

용기에 표시하여 제공하였으며 색상, 맛, 씹힘성 및 전반적인 기호도에 대하여 7점 채점법(1점 매우 나쁘다; 7점 매우 좋다)을 실시하여 평균값으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분, 산도 및 당도

국내에서 재배된 20개 품종의 블루베리 과실에 대한 일반 성분, 산도 및 당도를 측정된 결과를 Table 2에 나타내었다. 분석된 전체 블루베리 과실의 수분은 75~88%, 조단백질은 0.32~0.62%의 분포를 나타내었다. 이중 조단백질 함량이 가장 높게 나타난 품종은 Sunrise로 0.62%이었으며 Berkely 품종이 가장 낮은 함량인 0.32%로 나타났다. 조지방의 경우 0.12~0.39%의 분포를 나타냈으며 Elliot와 Dixi 품종이 0.39%로 가장 높았다. 제 7차 한국인 영양권장량부록(17)에 제시된 블루베리 생과의 수분, 조회분, 조단백 및 조지방 함량은 각각 84.60%, 0.2 g, 0.7 g 및 0.4 g으로써 본 연구 결과와 유사한 수치를 나타내었으나 품종에 따라 조단백질과 조지방이 다소 적게 나타나는 경향을 보였다. 또한, Jeong 등(18)은 국내 시판 블루베리의 일반성분을 분석한 결과 수분, 조회분, 조단백 및 조지방 함량을 각각 10.47%, 1.99 g, 2.66 g 및 2.04 g으로 보고하여 본 실험의 결과와 상이한 결과를 나타내었다. 그러나 이는 시판 블루베리 과육의 경우 저장기간 연장을 위하여 건조형태의 시료를 구입하여 분석한 결과로 인한 차이로 판단되었다.

산도 및 당도를 측정된 결과 품종별로 각각 0.82~1.58%와 7~12°Brix의 분포를 나타내었다. 산도의 경우 Colins 품

종이 가장 높은 1.58%와 Siera 품종이 가장 낮은 0.82%를 나타내었으며, 당도의 경우 Dixi 품종이 가장 높은 12°Brix와 Darow 품종이 가장 낮은 7°Brix를 나타내었다. 블루베리의 산도 및 당도에 대한 기존 분석 결과에 대한 보고는 없으나 Oh 등(19)은 국내에서 재배된 복분자와 산딸기 등의 나무 딸기류의 산도와 당도가 각각 0.6~2.9%와 6.9~16.9°Brix를 나타낸 것으로 보고하여 국내산 블루베리의 역시 이와 유사한 함량을 나타내는 것으로 판단되었다.

### 반응표면분석법을 이용한 블루베리 잼 제조

실험계획에 의거하여 제조된 블루베리 잼의 전반적 기호도의 회귀분석 결과를 Table 3에 나타내었다. R<sup>2</sup>(coefficient of determination)값은 전체변화(total variation)에 대한 explained variation의 비로 정의할 수 있는데 이 값은 모델식의 적합도(degree of fit)를 나타내는 척도이며(20), R<sup>2</sup>값이 1에 가까울수록 실험모델식이 실제값과 가깝게 일치함을 의미한다. 본 실험은 블루베리 잼의 전반적 기호도의 대한 반응표면분석법을 실시하였고 전반적 기호도에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>값은 0.91로 유의수준 5% 이내에서 유의성이 인정되었다. Joglekar와 May(21)는 R<sup>2</sup>값이 적어도 0.80 이상일 경우 그 모델식이 적합하다(good fit of a model)고 제시한 바 있다.

전반적인 기호도가 가장 높은 블루베리 잼 제조 최적조건을 예측하기 위한 회귀분석 결과를 Table 4에 나타내었고 설탕, 펙틴 및 구연산 함량에 따른 교호작용의 3차원 그래프를 Fig. 1에 나타내었다. 블루베리 잼에 대한 전반적인 기호도의 반응표면은 최대값을 가지며 최대 기호도를 나타낼 때의 각 독립변수들의 함량은 설탕, 펙틴 및 구연산이 각각 248 g, 4.8 g, 0.26 g이었으며, 이때 최대 반응값은 6.5로 예측

Table 2. Proximate composition, acidity, and soluble solids of various blueberries produced in Korea

Cultivar	Proximate composition (g/100 g)					Acidity (%)	Soluble solids (°Brix)
	Moisture	Ash	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate		
Northland	84.63±0.29 <sup>b</sup>	0.12±0.02 <sup>bc</sup>	0.44±0.02 <sup>c</sup>	0.16±0.04 <sup>a</sup>	14.65±0.15 <sup>bc</sup>	1.04±0.03 <sup>de</sup>	10.8±0.01 <sup>d</sup>
Northblue	86.37±1.58 <sup>a</sup>	0.22±0.05 <sup>a</sup>	0.35±0.07 <sup>d</sup>	0.30±0.08 <sup>a</sup>	12.08±0.86 <sup>d</sup>	0.96±0.10 <sup>e</sup>	8.5±0.01 <sup>h</sup>
Darrow	87.90±1.20 <sup>a</sup>	0.18±0.10 <sup>a</sup>	0.48±0.05 <sup>c</sup>	0.30±0.04 <sup>a</sup>	11.14±0.42 <sup>d</sup>	0.84±0.06 <sup>f</sup>	7.0±0.03 <sup>i</sup>
Duke	88.89±2.00 <sup>a</sup>	0.14±0.06 <sup>ab</sup>	0.52±0.01 <sup>bc</sup>	0.27±0.15 <sup>a</sup>	10.18±1.12 <sup>d</sup>	0.86±0.02 <sup>f</sup>	9.2±0.02 <sup>g</sup>
Rancokas	85.60±2.65 <sup>b</sup>	0.10±0.05 <sup>c</sup>	0.42±0.04 <sup>c</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>	13.64±1.36 <sup>c</sup>	0.90±0.04 <sup>ef</sup>	10.5±0.01 <sup>d</sup>
Bluecorum	79.34±2.68 <sup>d</sup>	0.23±0.12 <sup>a</sup>	0.56±0.03 <sup>a</sup>	0.30±0.06 <sup>a</sup>	19.57±1.42 <sup>a</sup>	1.08±0.07 <sup>d</sup>	10.5±0.02 <sup>d</sup>
Sunrise	84.42±0.88 <sup>bc</sup>	0.14±0.04 <sup>b</sup>	0.62±0.04 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>a</sup>	14.70±0.53 <sup>c</sup>	1.49±0.07 <sup>a</sup>	9.8±0.03 <sup>fg</sup>
Spartan	80.76±1.55 <sup>cd</sup>	0.14±0.02 <sup>b</sup>	0.56±0.12 <sup>a</sup>	0.18±0.06 <sup>a</sup>	18.36±0.96 <sup>ab</sup>	1.14±0.04 <sup>d</sup>	9.0±0.01 <sup>g</sup>
Sierra	87.90±0.54 <sup>a</sup>	0.13±0.02 <sup>b</sup>	0.54±0.03 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>a</sup>	11.26±0.21 <sup>d</sup>	0.82±0.01 <sup>f</sup>	8.8±0.02 <sup>h</sup>
Collins	75.32±4.62 <sup>b</sup>	0.16±0.02 <sup>ab</sup>	0.55±0.02 <sup>ab</sup>	0.17±0.01 <sup>a</sup>	23.80±3.56 <sup>a</sup>	1.58±0.07 <sup>a</sup>	10.0±0.01 <sup>f</sup>
Berkely	85.24±1.52 <sup>b</sup>	0.24±0.14 <sup>a</sup>	0.32±0.06 <sup>d</sup>	0.24±0.20 <sup>a</sup>	13.96±0.98 <sup>cd</sup>	1.42±0.07 <sup>a</sup>	11.8±0.03 <sup>a</sup>
Bluejay	86.42±2.44 <sup>a</sup>	0.22±0.02 <sup>a</sup>	0.42±0.04 <sup>c</sup>	0.18±0.08 <sup>a</sup>	12.76±1.33 <sup>c</sup>	1.21±0.02 <sup>cd</sup>	11.6±0.02 <sup>a</sup>
Blueray	88.59±0.89 <sup>a</sup>	0.18±0.04 <sup>a</sup>	0.52±0.12 <sup>a</sup>	0.22±0.03 <sup>a</sup>	10.49±0.64 <sup>c</sup>	0.95±0.06 <sup>e</sup>	8.0±0.06 <sup>hi</sup>
Chandler	86.20±1.24 <sup>ab</sup>	0.18±0.01 <sup>a</sup>	0.51±0.08 <sup>a</sup>	0.33±0.15 <sup>a</sup>	12.78±0.76 <sup>c</sup>	0.88±0.02 <sup>f</sup>	11.8±0.03 <sup>a</sup>
Coville	86.53±0.96 <sup>a</sup>	0.17±0.05 <sup>a</sup>	0.39±0.02 <sup>cd</sup>	0.31±0.02 <sup>a</sup>	12.60±0.54 <sup>c</sup>	1.05±0.02 <sup>d</sup>	10.5±0.01 <sup>d</sup>
Elliot	87.95±1.31 <sup>a</sup>	0.21±0.04 <sup>a</sup>	0.38±0.03 <sup>d</sup>	0.39±0.06 <sup>a</sup>	11.07±0.76 <sup>c</sup>	1.26±0.01 <sup>b</sup>	8.5±0.01 <sup>h</sup>
Jersey	88.64±0.14 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>c</sup>	0.53±0.16 <sup>a</sup>	0.29±0.05 <sup>a</sup>	10.44±0.02 <sup>c</sup>	0.92±0.04 <sup>e</sup>	11.3±0.01 <sup>b</sup>
Nelson	88.34±0.14 <sup>a</sup>	0.20±0.06 <sup>a</sup>	0.48±0.04 <sup>c</sup>	0.29±0.05 <sup>a</sup>	10.69±0.05 <sup>c</sup>	0.94±0.10 <sup>e</sup>	11.0±0.01 <sup>c</sup>
Dixi	82.52±3.11 <sup>c</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	0.59±0.04 <sup>a</sup>	0.39±0.04 <sup>a</sup>	16.30±2.12 <sup>bc</sup>	1.24±0.05 <sup>bc</sup>	12.1±0.01 <sup>a</sup>
Patriot	86.31±2.48 <sup>a</sup>	0.23±0.08 <sup>a</sup>	0.49±0.02 <sup>c</sup>	0.22±0.01 <sup>a</sup>	12.72±1.62 <sup>c</sup>	0.96±0.06 <sup>e</sup>	10.7±0.02 <sup>cd</sup>

Values are mean±standard deviation (n=3).

<sup>a-i</sup>Mean values within a column followed by the different letter are significantly different (p<0.05).

Table 3. Polynomial equation calculated by response surface methodology program for organoleptic property of blueberry jam

Response	Polynomial equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>	Significance
Overall acceptance	$Y_1 = -95.771939 + 0.717634X_1 + 1.134026X_2 + 89.280946X_3 - 0.001401X_1^2 + 0.006000X_1X_2 - 0.286497X_2^2 - 0.197442X_1X_3 - 0.405046X_2X_3 - 72.044728X_3^2$	0.9124	0.0142

<sup>1)</sup>X<sub>1</sub>, content of sugar (g); X<sub>2</sub>, content of pectin (g); X<sub>3</sub>, content of citric acid powder (g).

Table 4. Predicted optimum conditions for the maximized overall acceptance in preparation of blueberry jam by the ridge analysis

Response	Preparation conditions			Estimated response (max/min)	Morphology
	Sugar (X <sub>1</sub> )	Pectin (X <sub>2</sub> )	Citric acid powder (X <sub>3</sub> )		
Overall acceptance	248	4.8	0.26	6.5 (max)	Maximum

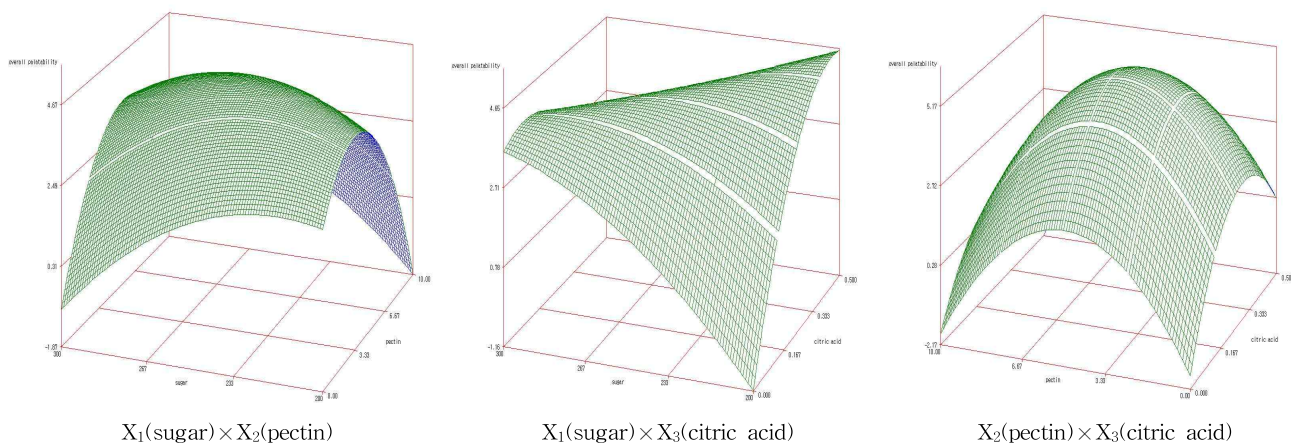


Fig. 1. Response surface for overall acceptance of blueberry jam.

되었다. 따라서 상기 조건에 의하여 블루베리 잼을 제조할 경우 최적의 관능적 기호도를 나타낼 수 있을 것으로 판단되었다.

## 요 약

본 실험은 기초자료 제공을 위하여 국내에서 재배된 20종의 블루베리에 대한 일반성분, 산도 및 당도 분석과 반응표면분석법을 이용한 블루베리 잼의 관능적 특성 최적화가 수행되었다. 전체 품종에 대한 일반성분의 경우 수분은 75~88%, 단백질은 0.32~0.62%, 지방은 0.12~0.39% 및 탄수화물은 10.18~23.80%의 분포를 나타냈으며 산도 및 당도를 측정된 결과 품종별로 각각 0.82~1.58%와 7~12°Brix의 분포를 나타내었다. 잼을 가공하는데 있어서 중요한 인자로 작용하는 설탕(200~300 g), 펙틴(0~10 g) 및 구연산 분말(0.0~0.5 g)의 함량을 중심합성실험계획법에 의해 제조된 블루베리 잼의 관능평가를 실시하였으며 반응표면분석법을 이용하여 전반적 기호도에 대한 최적점을 평가한 결과 블루베리, 설탕, 펙틴 및 구연산 분말의 함량이 각각 200 g, 248 g, 4.8 g 및 0.26 g으로 제조되었을 때 가장 높은 기호도를 나타내는 것으로 예측되었다.

## 감사의 글

본 연구는 농진청의 농업기술센터 연구개발지원사업 및 한국과학재단의 원자력연구개발사업(20090062179)을 통해 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

- Kim TC, Bae KS, Kim IK, Chun HJ. 2005. Antioxidative activities of solvent extracts from blueberry. *Korean J Orient Physiol Pathol* 19: 179-183.
- Zheng W, Wang SY. 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and ligoberries. *J Agric Food Chem* 51: 502-509.
- Joseph JA, Denisova NA, Bielinski D, Fisher DR, Shukitt-Hale B. 2000. Oxidative stress protection and vulnerability in aging: Putative nutritional implications for intervention. *Mech Aging Dev* 116: 141-153.
- Sellappan S, Akoh CC, Krewer G. 2003. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J Agric Food Chem* 50: 2432-2438.
- Howell AB. 2002. Cranberry proanthocyanidins and the maintenance of urinary tract health. *Crit Rev Food Sci Nutr* 42: 273-278.

6. Kalt W, Ryan DA, Duy JC, Prior RL, Ehlenfeldt MK, Kloet SPV. 2001. Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries. *J Agric Food Chem* 49: 4761-4767.
7. Wang SY, Jiao H. 2000. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxy radicals and singlet oxygen. *J Agric Food Chem* 48: 5677-5684.
8. Mcghee TK, Ainge GD, Barnett LE, Cooney JM, Jensen DJ. 2003. Anthocyanin glycosides from berry fruit are absorbed and excreted unmetabolized by both humans and rats. *J Agric Food Chem* 51: 4539-4548.
9. Lohachoompol V, Mulholland M, Szrednicki G, Craske J. 2001. Determination of anthocyanins in various cultivars of highbush and rabbiteye blueberries. *Food Chem* 111: 249-254.
10. Giovanelli G, Buratti S. 2009. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chem* 112: 903-908.
11. Yu OK, Kim JE, Cha YS. 2008. The quality characteristics of jelly added with *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 792-797.
12. Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK. 2008. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J Food Preserv* 15: 445-449.
13. Lee JG, Lee BY. 2007. Effect of media composition on growth and rooting of highbush blueberry cuttings. *Kor J Hort Sci Technol* 25: 355-359.
14. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
15. Myers RH. 1971. *Response surface methodology*. Allyn and Bacon Inc., Boston, USA. p 127-139.
16. Gontard N, Guilbert S. 1992. Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *J Food Sci* 57: 190-196.
17. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended dietary allowances for Koreans*. 7th ed. The Korean Nutrition Society, Seoul. p 320-321.
18. Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1375-1381.
19. Oh HH, Hwang KT, Kim M, Lee HK, Kim SZ. 2008. Chemical characteristics of raspberry and blackberry fruits produced in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 738-743.
20. Sin HN, Yusof S, Hamid NSA, Rahman RA. 2006. Optimization of hot water extraction for sapodilla juice using response surface methodology. *J Foods Eng* 74: 352-358.
21. Joglekar AM, May AT. 1987. Product excellence through design of experiments. *Cereal Foods World* 32: 857-868.

(2009년 11월 10일 접수; 2009년 12월 21일 채택)