

## 반응표면분석에 의한 홍고추잼의 관능적 특성 최적화

이기동<sup>†</sup> · 정용진

경북과학대학 전통발효식품과

### Optimization on Organoleptic Properties of Red Pepper Jam by Response Surface Methodology

Gee-Dong Lee<sup>†</sup> and Yong-Jin Jeong

Dept. of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Kyongbuk 718-850, Korea

#### Abstract

Four-dimensional response surface methodology was applied to determine the optimum conditions on organoleptic properties to develop red pepper jam into Korean type jam. The organoleptic color of red pepper jam showed maximum score of 8.08 in 14.24g pectin, 256.2g sucrose and 8.31ml citric acid(50% citric acid solution). The organoleptic taste of red pepper jam showed maximum score of 6.77 in 14.23g pectin, 202.1g sucrose and 8.19ml citric acid. Optimum conditions on the organoleptic mouth-feel of red pepper jam were 14.34g in pectin, 255.6g in sucrose and 8.39ml in 50% citric acid solution. Maximized overall palatability of red pepper jam was 7.25 in 14.15g pectin, 257.08g sucrose and 8.19ml of 50% citric acid solution. The optimum preparation condition ranges on organoleptic properties of red pepper jam were 14.0~15.5g pectin, 225.0~257.0g sucrose and 8.0~8.2ml of 50% citric acid solution.

**Key words:** red pepper jam, four-dimensional response surface, organoleptic properties, optimization

#### 서론

최근 식생활의 패턴의 변화에 따라 아침식사 대용으로 빵과 같은 편의식품의 소비가 점차 증가하고 있으며, 빵에 발라먹는 잼류의 소비도 동시에 증가하여 그 종류도 다양화되고 있다. 일반적인 잼은 펄프상태의 과육질에 당, 구연산, 펙틴 등을 첨가하여 가열농축하는 방법으로 제조되고 있다(1). 그러나 잼은 과육으로만 가공되는 것이 아니라 당근, 인삼 등의 부원료를 첨가함으로써 특이한 맛과 향을 부여한 고품질의 제품으로 다양한 소비자의 기호를 충족시킬 수 있다(2-4). Lee(5)는 농축 복숭아 펄프를 이용하여 잼을 가공함으로써 잼의 품질을 비교하였으며, Hou와 Kim(6)은 low methoxyl pectin화한 무화과 펄프를 이용하여 저당성 잼을 만들어 high methoxyl pectin에 의한 일반적인 방법으로 만든 잼과 비교하였다.

고추(*Capsicum annum* L.)는 가지과에 속하는 1년생 초본으로서 약 400년 전에 도입되어 한국인 1인이 1일 소비량이 9g에 달하는 우리 식생활의 매우 중요한 향신료이다(7). 고추의 매운맛 성분인 캡사이신을 첨가한 사료를 먹은 쥐는 대조구와 비교해서 지방의 축적과 체중의 증가가 적다고 보고되어 캡사이신이 에너지의 소비를 촉진하여 비만을 억제하는 기능을 가지고 있다(8). 한국인

의 식생활에서 필수적인 고추는 고추장, 김치, 혼합조미료 등의 제조에 사용되거나 직접 분말조미료로 이용되어 식생활에 중요한 위치를 차지하고 있다. 그러나 한국인이 즐겨 먹는 고추는 고추장, 김치, 혼합조미료 등을 제외하고는 거의 가공되고 있지 않는 실정이므로 매콤한 고추를 가공식품화하여 고추의 소비를 증가시키고 새로운 개념의 식품을 개발할 필요가 있다.

따라서 과일이 아닌 홍고추를 이용하여 잼을 만든다면 고추의 붉은색과 매운맛을 가미한 독특한 향미성과 상큼한 신맛과 단맛을 갖은 독특한 기호성이 있는 잼의 개발이 기대된다.

본 연구는 붉은 색고추를 이용하여 잼을 가공함으로써 홍고추잼을 한국식 잼으로 정착시키고 또한 매운맛에 대한 호기심이 많은 서구인들에게 널리 보급할 수 있는 잼으로 개발하고자 홍고추잼의 제조조건에 따른 관능적 특성을 최적화 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에 사용된 붉은 색고추(개량종 영양초)는 경상북도 영양산을 농협에서 구입하여 사용하였으며, 당근,

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

설탕, 포도당, 물엿 등은 슈퍼마켓에서 구입하여 사용하였다. 홍고추의 젤리화에 필요한 펙틴은 RS 150 (SKW Biotrans, France)을 구입하여 사용하였다

### 잼의 제조

붉은 생고추 및 당근의 전처리하는 고추 및 당근을 세척한 후 세절하여 멧돌(돌그린, 월봉전자)로 파쇄하여 페이스트로 하였으며, 잼의 배합비율은 붉은 생고추 페이스트(150g), 당근 페이스트(100g), 펙틴(13~21g), 50% 구연산 용액(7~9ml), 설탕(190~270g), 포도당(150g), 물(60g), 물(100g) 등이었다. 제조방법은 펙틴과 포도당 및 설탕을 충분히 혼합한 후 물에 용해하여 고추 페이스트, 당근 페이스트 등을 혼합하여 가열하였으며, 당도가 65°Brix에서 50% 구연산용액을 첨가한 후 젤리화를 시킨 뒤 65°Brix로 농축하여 가열을 중단하고 살균된 병에 충전하여 85°C로 30분간 살균한 후 50°C로 일차 냉각한 다음 20°C로 이차 냉각하여 잼을 제조하였다.

### 실험계획 및 결과분석

본 실험에서는 최근 제조공정이나 신제품 개발 등에서 최적화기법으로 활용되고 있는 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)(9)을 사용하였으며, 홍고추 잼에 대한 실험계획은 중심합성실험계획(9,10)에 따라 펙틴의 함량(13, 15, 17, 19, 21g), 설탕 함량(190, 210, 230, 250, 270g) 및 50% 구연산 용액 함량(7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0 ml)의 비율로 -2, -1, 0, 1, 2 다섯 단계로 부호화 하였다. 또한 독립변수(젤리화 조건, Xn)는 중심합성계획에 따라 16군으로 구분하였으며, 이들 독립변수에 의해 영향을 받는 종속변수(Yn)는 관능적 특성으로 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS(statistical analysis system) program(11)이 사용되었으며, 회귀분석 결과에서 임계점이 최대점이거나 최소점이 아니고 안장점일 경우에는 능선분석을 행하여 최적점을 구하였다. 또한 홍고추잼의 젤리화 조건에 따른 관능적 특성 모니터링은 예측된 모델식을 바탕으로 mathematica program을 이용하여 4차원 반응표면분석(12)으로 실시하였다.

### 관능검사

관능적 품질평가는 경북과학대학 재학생을 대상으로 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 동일한 홍고추잼을 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 F-검정으로 차이식별 능력이 우수한 16명을 선발하여 관능검사를 실시하였다. 관능평가는 홍고추잼을 200ml 흰색 접시에 담은 후 이것을 식빵에 발라 함께 먹으면서 9점 체점법(13)으로 9점 대단히 좋다, 1점 대단히 나쁘다로 나타내었다. 관능검사는 한 번에 3종류의 시료를 제시하여

균형 불완전블록계획법(14)으로 관능적 색상, 외관, 향, 씹힘성, 맛 및 전반적인 기호도에 대하여 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 홍고추잼의 관능적 특성에 대한 당, 산 및 펙틴의 영향

홍고추를 이용하여 고추의 붉은색과 매운맛을 가미한 독특한 향미성과 상큼한 신맛과 감미를 갖은 매콤, 달콤, 새콤한 기호성을 가진 홍고추잼을 개발하고자 하였으며, 고추잼의 관능적 특성에 가장 중요한 요인인 pectin의 함량(13~21g), 당의 함량(설탕 190~270g) 및 산의 함량(50% 구연산 용액 7.0~9.0ml)을 조절하면서 관능적 색상, 외관, 향, 씹힘성 및 맛에 대하여 조사한 결과는 Table 1과 같다. 중심합성계획에 의해 설계된 실험조건으로 잼을 제조하면서 반응표면 회귀분석을 구해본 결과 Table 2에 나타내었으며, 관능적 품질 중 색상, 외관, 향, 씹힘성 및 맛에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 각각 0.8244 (p<0.1), 0.8174 (p<0.1), 0.8226 (p<0.1), 0.8612 (p<0.05), 0.8834 (p<0.05)로 나타났다.

고추잼의 색상에 대한 반응표면분석 결과 얻어진 4차원 반응표면은 Fig. 1에 나타내었으며, 고추잼의 색상은 당, 산 및 펙틴이 낮은 조건에서 제조된 잼에서 관능적으로 우수하였다. 특히 설탕의 함량이 낮고 구연산의 함량이 높을수록 선명한 붉은 색상을 나타내어 색상에 대한 기호도가 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 잼의 가열 농축에서 pH가 낮고 당의 함량이 낮을수록 가열 중 갈변이 덜 일어난다는 것을 나타낸다. 이것은 가열농축 동안 Maillard 반응으로 갈변이 일어나지만 Maillard 반응이 pH가 낮을수록 억제되고 수분함량이 10~15%에서 가장 심하게 일어나고 그 이상의 수분함량에서 수분함량이 높을수록 갈변이 억제되기 때문인 것으로 여겨진다(15). 고추잼의 색상에 대한 관능평점은 펙틴의 함량 14.23g, 설탕 함량 256.18g 및 50% 구연산 용액의 함량 8.31ml에서 8.08로 가장 높게 나타났다.

고추잼의 겉보기 외관에 대한 반응표면은 Fig. 2에 나타내었으며, 건조되지 않은 붉은 생고추와 당근을 멧돌로 마쇄하여 페이스트로 만든 후 잼을 제조함으로써 잼의 입자가 2mm 이하로 다소 거친 편이다. 이러한 조건에서 당, 산, 펙틴의 영향을 조사하여 본 결과, 당 및 산의 함량이 높고 펙틴의 함량이 낮을 경우에 외관에 대한 관능적 점수가 높게 나타났다. 고추잼의 외관에 대한 최대 관능적 점수는 펙틴의 함량 14.75g, 설탕함량 257.17g 및 50% 구연산 용액의 함량 8.47ml에서 7.73의 평점으로 나타내어 관능적 색상과 비슷한 조건을 나타내었다.

홍고추잼의 관능적 향기에 대한 반응표면분석 결과, 얻어진 4차원 반응표면은 Fig. 3에 나타내었다. 잼의 향기는 당 함량이 많고 펙틴의 함량이 낮은 조건에서 제조된 잼에서 관능적으로 우수한 경향이였다. 또한 당 함량이 낮

**Table 1. Experimental data on organoleptic properties of red pepper jam under different conditions based on central composite design for response surface analysis**

Preparation conditions <sup>1)</sup>			Organoleptic properties					Overall palatability
Content of pectin (g)	Content of sucrose (g)	50% citric acid solution(ml)	Color	Form	Aroma	Mouth-feel	Taste	
19( 1)	250( 1)	8.5( 1)	6.4	5.8	3.0	4.2	5.0	5.2
19( 1)	250( 1)	7.5(-1)	4.6	4.6	3.8	5.0	6.2	5.0
19( 1)	210(-1)	8.5( 1)	6.3	5.7	4.5	4.8	5.3	5.3
19( 1)	210(-1)	7.5(-1)	7.2	6.5	6.2	6.8	5.8	6.3
15(-1)	250( 1)	8.5( 1)	7.6	7.4	4.4	7.2	6.2	6.8
15(-1)	250( 1)	7.5(-1)	6.8	6.0	5.6	6.4	6.6	6.8
15(-1)	210(-1)	8.5( 1)	6.9	5.7	4.9	5.4	6.6	6.1
15(-1)	210(-1)	7.5(-1)	7.0	5.0	5.0	5.0	6.6	6.6
17( 0)	230( 0)	8.0( 0)	6.9	7.4	5.0	5.0	6.8	6.2
17( 0)	230( 0)	8.0( 0)	7.0	7.5	5.2	5.1	6.9	6.2
13(-2)	230( 0)	8.0( 0)	7.4	6.4	6.2	5.8	6.2	6.4
21( 2)	230( 0)	8.0( 0)	5.2	4.0	5.6	4.8	5.6	5.0
17( 0)	190(-2)	8.0( 0)	6.5	6.0	5.3	4.0	6.3	6.3
17( 0)	270( 2)	8.0( 0)	6.8	6.2	4.2	6.8	6.4	6.2
17( 0)	230( 0)	7.0(-2)	6.5	6.5	4.8	6.0	4.8	5.4
17( 0)	230( 0)	9.0( 2)	5.5	5.6	4.3	5.5	5.0	5.5

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

**Table 2. Polynomial equations calculated by RSM program for processing of red pepper jam**

Response	Polynomial equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>	Significance
Organoleptic color	$Y_1 = -20.140625 + 3.081250X_1 - 0.118750X_2 + 4.375000X_3 - 0.040625X_1^2 - 0.009375X_1X_2 - 0.000187X_2^2 + 0.025000X_1X_3 + 0.045000X_2X_3 - 0.950000X_3^2$	0.8244	0.0892
Organoleptic form	$Y_2 = -187.678125 + 9.518750X_1 + 0.361250X_2 + 18.337500X_3 - 0.140625X_1^2 - 0.014063X_1X_2 - 0.000844X_2^2 - 0.212500X_1X_3 + 0.033750X_2X_3 - 1.4000X_3^2$	0.8174	0.0982
Organoleptic aroma	$Y_3 = -90.271875 + 2.262500X_1 + 0.314375X_2 + 11.325000X_3 + 0.050000X_1^2 - 0.012500X_1X_2 - 0.000219X_2^2 - 0.150000X_1X_3 - 0.002500X_2X_3 - 0.550000X_3^2$	0.8226	0.0915
Organoleptic mouth-feel	$Y_4 = -32.812500 + 7.331250X_1 + 0.056875X_2 - 7.625000X_3 + 0.015625X_1^2 - 0.017500X_1X_2 + 0.000219X_2^2 - 0.500000X_1X_3 + 0.020000X_2X_3 + 0.7000X_3^2$	0.8612	0.0490
Organoleptic taste	$Y_5 = -188.537500 + 2.806250X_1 + 0.2268750X_2 + 36.912500X_3 - 0.059375X_1^2 + 0.001563X_1X_2 - 0.000313X_2^2 - 0.162500X_1X_3 - 0.01375X_2X_3 - 1.950000X_3^2$	0.8834	0.0309
Organoleptic palatability	$Y_6 = -37.743750 + 2.787500X_1 - 0.064375X_2 + 7.612500X_3 - 0.031250X_1^2 - 0.007188X_1X_2 + 0.000031250X_2^2 - 0.037500X_1X_3 + 0.021250X_2X_3 - 0.750000X_3^2$	0.9246	0.0094

\*Significant at 10% level; \*\*significant at 5% level; \*\*\*significant at 1% level

<sup>1)</sup>X<sub>1</sub>: content of pectin(g), X<sub>2</sub>: content of sucrose(g), X<sub>3</sub>: 50% citric acid solution(ml)

고 펙틴의 함량이 높은 조건에서 제조된 잼에서 관능적으로 우수한 결과를 나타내었으며, 구연산은 8ml 이하의 첨가에서 관능적으로 우수하였다. 고추잼의 향기에 대한 최대 관능점수는 펙틴의 함량 19.97g, 설탕함량 205.17g 및 50% 구연산 용액의 함량 7.75ml에서 6.47의 평점으로 나

타내어 관능적 색상 및 외관과는 상이한 결과를 나타내었다. 그러나 4차원 반응표면은 겉보기 외관과 비슷한 유형을 나타내었다.

고추잼의 씹힘성에 대한 반응표면은 Fig. 4에 나타내었으며, 바로 수확한 생고추와 당근을 마쇄하여 잼을 제

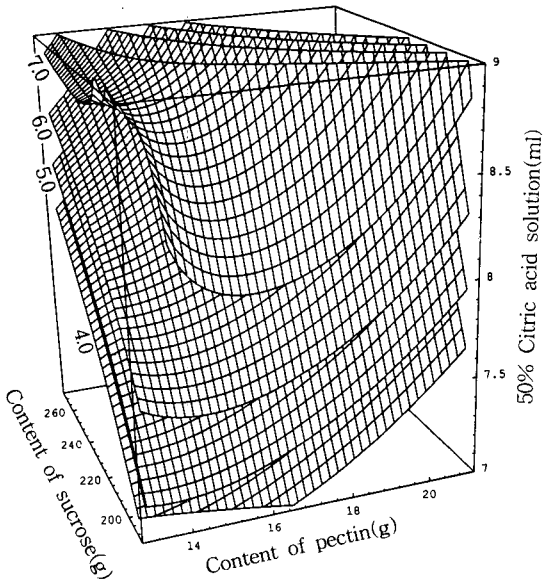


Fig. 1. Response surface for sensory scores in color of red pepper jam at constant values(sensory score : 4.0-5.0-6.0-7.0) as a function of content of pectin, sucrose and citric acid.

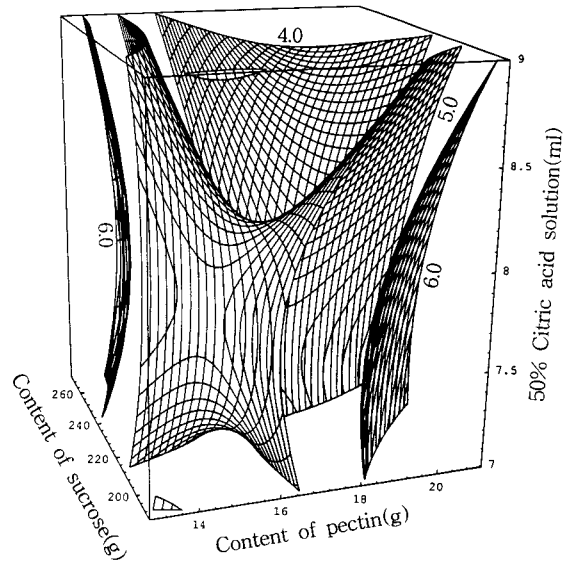


Fig. 3. Response surface for sensory scores in aroma of red pepper jam at constant values(sensory score : 4.0-5.0-6.0) as a function of content of pectin, sucrose and citric acid.

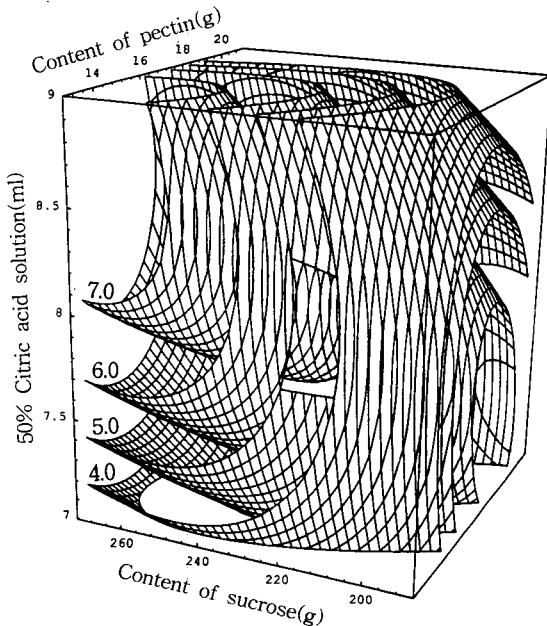


Fig. 2. Response surface for sensory scores in form of red pepper jam at constant values(sensory score : 4.0-5.0-6.0-7.0) as a function of content of pectin, sucrose and citric acid.

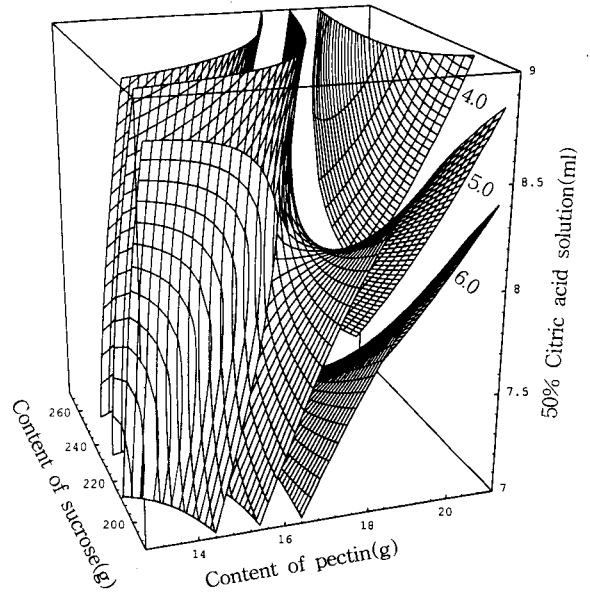


Fig. 4. Response surface for sensory scores in mouth-feel of red pepper jam at constant values(sensory score : 4.0-5.0-6.0) as a function of content of pectin, sucrose and citric acid.

조하였으므로 고추와 당근의 조직이 씹히고 젤리화에 따른 조직감이 차이가 있다. 이러한 조직감이 당, 산 및 펙틴의 비율에 따라 다르게 느껴지는데 주로 펙틴의 함량이 낮고 설탕의 함량이 높을 경우와 펙틴의 함량이 높고 설탕의 함량이 낮으며 구연산의 함량이 낮을 경우에 관능적으로 씹힘성이 증가하였다. 그러나 설탕과 펙틴의 함량이 낮거나 높을 경우에는 씹힘성에 대한 관능평점이 아주 낮

았다. 이것은 설탕과 펙틴의 함량이 낮을 경우 젤리화가 덜 일어나 너무 묽었으며 설탕과 펙틴의 함량이 높을 경우에는 젤리화가 심하게 일어나 딱딱한 느낌을 주어 관능적인 씹힘성이 낮게 나타난 것으로 생각된다. 따라서 홍고추잼의 씹힘성에 대한 최대 관능점수는 펙틴의 함량 14.34g, 설탕함량 255.61g 및 50% 구연산 용액의 함량 8.37ml에서 8.24의 평점으로 나타내어 관능적 색상, 외관

과 비슷한 조건으로 나타났다.

고추잼의 맛에 대한 반응표면은 Fig. 5에 나타내었으며, 홍고추잼의 맛은 당, 산 및 펙틴의 함량이 증가함에 따라 증가하기 시작하여 펙틴의 함량 15.50g, 설탕함량 224.46g 및 50% 구연산 용액의 함량 8.03ml에서 가장 높은 6.97의 평점을 나타내었으며, 위의 배합조건보다 높으면 맛이 다시 감소하는 경향이였다. 이러한 결과는 색상, 외관, 향기, 씹힘성 등과는 상이한 것으로 나타났다.

**홍고추잼의 전반적 기호도에 대한 당, 산 및 펙틴의 영향**

고추잼의 전반적인 기호도에 가장 중요한 요인인 펙틴의 함량, 당의 함량 및 산의 함량을 조절하면서 기호도에 대하여 조사한 결과는 Table 1에 나타내었다. 잼을 제조하면서 반응표면 회귀식을 구해본 결과 Table 2에 나타내었으며, 관능적 품질 전반적인 기호도에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.9246 (p<0.01)로 나타났다.

고추잼의 전반적인 기호도에 대한 반응표면분석 결과 얻어진 4차원 반응표면은 Fig. 6에 나타내었으며, 고추잼

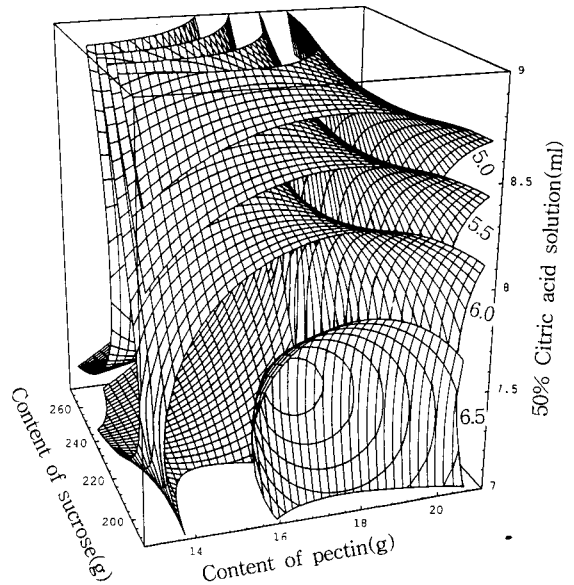


Fig. 6. Response surface for sensory scores in overall palatability of red pepper jam at constant values (sensory score : 5.0-5.5-6.0-6.5) as a function of content of pectin, sucrose and citric acid.

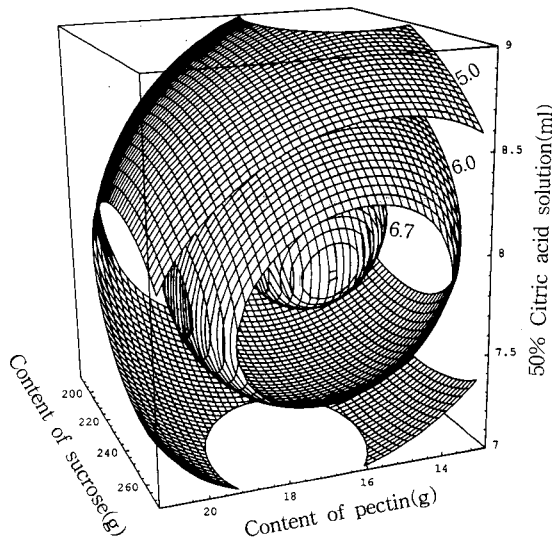


Fig. 5. Response surface for sensory scores in taste of red pepper jam at constant values (sensory score : 5.0-6.0-6.7) as a function of content of pectin, sucrose and citric acid.

의 전반적인 기호도는 50% 구연산 용액의 함량 8.19ml에서 설탕의 함량이 높고 펙틴의 함량이 낮을수록 증가하였다. 또한 설탕과 50% 구연산 용액의 함량이 낮고 펙틴의 함량이 18g에서도 높은 관능점수를 나타내었다. 이러한 결과는 주어진 조건에서 펙틴의 함량이 높을 경우 설탕과 구연산의 함량이 상대적으로 낮게 설정하는 것이 우수한 잼을 만들 수 있을 것으로 판단되며, 설탕의 함량이 높을 경우에는 펙틴의 함량을 낮게 설정하고 구연산은 보통으로 설정하는 것이 우수한 잼을 만들 수 있는 조건이었다. 따라서 관능요원들은 감미가 높을 경우에는 신맛이 다소 높은 것을 선호하였고 특히, 고추와 같이 매운 홍고추잼의 경우에는 설탕과 구연산을 많이 첨가하는 것을 선호하는 경향이였으나, 한편으로는 단맛과 신맛이 적은 잼을 선호하는 경향도 높게 나타났다.

**홍고추잼의 제조조건 최적화**

홍고추잼은 고추의 붉은 색과 매운맛을 가미한 독특한 향미성과 상큼한 신맛과 감미를 갖은 매콤, 달콤, 새콤한

Table 3. Predicted levels of optimum conditions for the maximized organoleptic properties in preparation of red pepper jam by the ridge analysis

Preparation conditions	Levels for maximum responses					Overall palatability
	Color	Form	Aroma	Mouth-feel	Taste	
Content of pectin(g)	14.23	14.75	19.97	14.34	15.50	14.15
Content of sucrose(g)	256.18	257.17	205.17	255.61	224.46	257.08
50% citric acid solution(ml)	8.31	8.47	7.75	8.39	8.03	8.19
Estimated response	8.08	7.73	6.47	8.24	6.97	7.24
Morphology	Saddle point	Maximum	Saddle point	Saddle point	Maximum	Saddle point

기호성을 가지고 있으며, 고추잼의 관능적 특성에 가장 중요한 요인인 펙틴의 함량, 당의 함량 및 산의 함량을 조절함으로써 홍고추잼의 관능적 특성을 최적화할 필요가 있다.

홍고추잼의 전반적인 기호도에 대한 최대 관능점수 (Table 3)는 펙틴의 함량 14.15g, 설탕함량 257.08g 및 50% 구연산 용액의 함량 8.19ml에서 7.24의 평점을 나타내었다. 이러한 결과는 잼의 색상, 외관 및 씹힘성과 유사한 결과이고 향기와 맛과는 다른 결과로서, 전반적인 선호도는 주로 맛보다는 씹힘성에 의해 좌우됨을 알 수 있었다. 그러나 맛 또한 중요한 관능적 특성이므로 맛도 우수하고 관능요인들이 전반적으로 선호하는 조건인 펙틴의 함량 14.0~15.5g, 설탕함량 225.0~257.0g 및 50% 구연산 용액의 함량 8.0~8.2ml 범위내의 임의의 조건에서 제조하는 것이 가장 적당한 것으로 사료된다. 한편, 낮은 감미와 낮은 산미를 좋아하는 소비자들을 위해 펙틴의 함량 17.0~20.0g, 설탕함량 190.0~210.0g 및 50% 구연산 용액의 함량 7.0~7.7ml에서 제조한 홍고추잼도 젊은 층을 대상으로 선호도가 높은 것으로 여겨진다.

## 요 약

홍고추잼을 가공하여 한국식 잼으로 개발하고자 홍고추잼의 관능적 특성을 4차원 반응표면분석에 의해 최적화 하였다. 홍고추잼의 색상에 대한 관능평점은 펙틴 함량 14.24g, 설탕 함량 256.2g 및 50% 구연산 용액 8.31ml에서 그 관능점수가 8.08로서 가장 높았다. 맛에 대한 관능평점은 펙틴 함량 14.23g, 설탕 함량 202.1g 및 50% 구연산 용액 8.19ml에서 그 관능점수가 6.77로서 가장 높았으며, 씹힘성에 대한 관능평점은 펙틴 함량 14.34g, 설탕 함량 255.6g 및 50% 구연산 용액 8.39ml에서 그 관능점수가 8.24로서 가장 높았다. 전반적인 기호도에 대한 관능평점은 펙틴 함량 14.15g, 설탕 함량 257.08g 및 50% 구연산 용액 8.19ml에서 그 관능점수가 7.25로서 가장 높게 나타났다. 관능적으로 우수한 홍고추잼은 펙틴의 함량 14.0~15.5g, 설탕 함량 225.0~257.0g 및 50% 구연산 용액의 함량 8.0~8.2ml에서 제조되었다.

## 감사의 글

본 연구는 1998년도 지산식품의 산학협력 연구비 지원으로 수행된 것이며 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Kim, J. U. : *Agricultural food processing* (in Korean). Munundang, pp.357-375(1993)
2. Park, Y. K., Kang, Y. H., Park, M. H. and Lee, J. Y. : *Research report: Studies on the development of soup and jam using carrot*. Korea Food Research Institute, Songnam, Korea, G-1081-0613(1995)
3. Kim, H. K., Lee, B. Y., Seok, H. M. and Chun, M. J. : *Research report: Studies on the development of processed foodstuffs using ginseng*. Korea Food Research Institute, Songnam, Korea, I-1156-0477(1994)
4. Lee, H. O., Sung, H. S. and Suh, K. B. : The effect of ingredients on the hardness of ginseng jelly by response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**, 259-263(1998)
5. Lee, K. H. : Quality properties of jam using peach pulp concentrate. *J. Korean Soc. Ind. Food Technol.*, **1**, 37-41(1997)
6. Hou, W. N. and Kim, M. H. : Processing of low sugar jams from fig pulp treated with pectinesterase. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 125-131(1998)
7. Kwon, J. H., Lee, G. D., Byun, M. W., Choi, K. J. and Kim, H. K. : Changes in water activity and fatty acid composition of dried red pepper during post irradiation period. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 1058-1063(1998)
8. 中村 良, 川岸舜朗, 渡邊乾二, 大澤俊彦 : *Food functional chemistry*. Ji-Gu Publishing Co., Seoul, Korea, pp.307-308(1998)
9. Myers, R. H. : *Response surface methodology*. Allyn and Bacon Inc., Boston, pp.127-139(1971)
10. Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq, J. L. : Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *J. Food Sci.*, **57**, 190-196(1992)
11. SAS : *SAS/STAT: User's guide version 6*. 4th ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, Vol. 2, Ch.37, pp.1457-1478(1988)
12. Martha, L. A. and James, P. B. : *The mathematica handbook, compatible with mathematica version 2.0*. An Inprint of a Division of Academic Press, Inc., Harcourt Brace & Co., Massachusetts, pp.15-511(1992)
13. Lee, G. D., Kim, H. G., Kim, J. G. and Kwon, J. H. : Optimization for the preparation conditions of instant rice gruel using oyster mushroom and brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 737-744(1997)
14. Park, S. H. : *Modern experimental design*. Minyoungsa, Seoul, Korea, pp.547-557(1991)
15. Lee, K. H. : *Food chemistry*. Hyungseol Publishing Co., Seoul, Korea, pp.466-476(1997)

(1999년 9월 4일 접수)