

Optimization on preparation conditions of beverage using *Opuntia ficus-indica* stem

Gee-Dong Lee*

Department of Food Science and Biotechnology, Joongbu University, Geumsan 312-702, Korea

손바닥 선인장을 이용한 음료 제조조건의 최적화

이기동*

중부대학교 식품생명과학과

Abstract

This study was conducted in order to monitor the extraction conditions for a gel-state beverage development of the *Opuntia ficus-indica* stem. Moreover, the organoleptic properties of the beverage prepared by the extract were optimized using the response surface methodology (RSM). The determination coefficient (R^2) value for the extraction yield of the stem was 0.95 ($p < 0.01$). The maximum extraction yield was obtained at an extraction temperature of 93.02°C, 123 min of extraction time and 22.57 mL/g of water to sample. The beverage was prepared with the addition of xanthan gum, sugar and persimmon vinegar to the extract with a central composite design. The maximum organoleptic color of the beverage was obtained at 0.38% xanthan gum, 7.91% sugar and 0.76% persimmon vinegar. The maximum organoleptic flavor was obtained at 0.30% xanthan gum, 7.06% sugar and 1.26% persimmon vinegar. The maximum organoleptic taste was obtained at 0.22% xanthan gum, 10.36% sugar and 0.90% persimmon vinegar. The maximum overall palatability (3.92 score) of the gel-state beverage was obtained at 0.35% xanthan gum, 10.83% sugar and 1.21% persimmon vinegar.

Key words : *Opuntia ficus-indica*, extraction yield, organoleptic properties, beverage, optimization

서 론

선인장 중에서 *Opuntia*속에 속하는 손바닥 선인장 (*Opuntia ficus-indica*)은 열대지방이 원산지인 다년초(1)로서, 우리나라에서는 제주도에서 주로 재배되어 왔으나 최근 충청남도 아산지역에서도 재배되고 있다. 제주도에서는 손바닥 선인장을 백년초라고 부르고 있으며, 시중에서 손바닥 선인장 열매가 백년초 열매로 시판되고 있다. 그러나 아산지역에서는 추운 겨울에도 죽지 않고 살아남는다고 하여 손바닥 선인장을 천연초라는 일반명으로 부르고 있다.

선인장 줄기는 류머티스, 피부질환, 화상치료 등에 효과가 있다고 민간요법으로 구전되고 있다. 또한 한방에서는 건위자양강장제, 해열진정제, 소염해독, 급속 유선염, 이질 등을 치료하고, 신경성 통증을 치료하는데 이용되며, 하혈

을 치료하고, 피를 맑게 하는데 사용되고 있는 것으로 알려져 있다(2-4). 손바닥 선인장의 열매나 줄기를 공복에 갈아 마시면 장운동의 활성화, 식욕증진, 이뇨효과, 변비치료 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(5,6).

손바닥 선인장에 관한 국내의 연구 결과로는 선인장 열매의 적색색소에 대한 열안정성(7,8), 손바닥 선인장의 성분과 알로에의 성분 비교(9), 손바닥 선인장의 항산화 및 항균특성(6), 쥐의 스트레스성 위궤양에 대한 손바닥 선인장의 항궤양 효과(10), 손바닥 선인장 열매 및 줄기 추출물의 생리활성(4) 등의 기능성 소재로 활용하고자 하는 연구 결과가 보고되고 있다.

특히 최근에는 아산에서 재배되고 있는 천연초의 줄기와 열매를 연구하여 수율, flavonoids, phenolics, pectin, 환원당, 비타민 C 등에 대한 추출 특성과 전자공여능 등 항산화 특성에 대하여 보고되고 있다(11,12).

손바닥 선인장 열매는 남아프리카에서 상업적으로 재배되어 생과실 또는 가공품으로 이용되고 있으며, 국내에서

*Corresponding author. E-mail : geedlee@jbm.ac.kr
Phone : 82-41-750-6291, Fax : 82-41-750-6160

Table 1. Levels of extraction conditions of *Opuntia ficus-indica* stem

| Groups | Independent variables | Level | | | | |
|-----------------------|------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| | | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| Extraction conditions | Temperature (°C) | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| | Time (min) | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 |
| | Water to sample (mL/g) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Recipes | Xanthan gum (%) | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| | Sugar (%) | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | Persimmon vinegar (%) | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |

Table 2. Experimental data on total yield of *Opuntia ficus-indica* extract and organoleptic properties of the beverage under different recipes based on central composite design for response surface analysis

| Exp. No. ¹⁾ | Extraction conditions | | | | Extraction yield (%) | Recipes | | | Organoleptic properties | | | |
|------------------------|-----------------------|------------|------------------------|-----------------|----------------------|-----------|-----------------------|-------|-------------------------|-------|----------------------|--|
| | Temp. (°C) | Time (min) | Water to sample (mL/g) | Xanthan gum (%) | | Sugar (%) | Persimmon vinegar (%) | Color | Flavor | Taste | Overall palatability | |
| 1 | 70 (-1) | 90 (-1) | 10 (-1) | 2.13 | 0.2 (-1) | 8 (-1) | 1.0 (-1) | 3.0 | 2.8 | 2.6 | 3.0 | |
| 2 | 70 (-1) | 90 (-1) | 20 (1) | 2.23 | 0.2 (-1) | 8 (-1) | 2.0 (1) | 2.8 | 3.2 | 2.6 | 3.0 | |
| 3 | 70 (-1) | 150 (1) | 10 (-1) | 2.81 | 0.2 (-1) | 10 (1) | 1.0 (-1) | 2.9 | 2.6 | 4.0 | 3.2 | |
| 4 | 70 (-1) | 150 (1) | 20 (1) | 2.88 | 0.2 (-1) | 10 (1) | 2.0 (1) | 2.8 | 3.2 | 3.0 | 3.0 | |
| 5 | 90 (1) | 90 (-1) | 10 (-1) | 2.64 | 0.4 (1) | 8 (-1) | 1.0 (-1) | 3.6 | 2.6 | 2.6 | 2.8 | |
| 6 | 90 (1) | 90 (-1) | 20 (1) | 2.84 | 0.4 (1) | 8 (-1) | 2.0 (1) | 3.0 | 2.6 | 3.6 | 3.4 | |
| 7 | 90 (1) | 150 (1) | 10 (-1) | 2.57 | 0.4 (1) | 10 (1) | 1.0 (-1) | 3.0 | 2.4 | 3.8 | 3.6 | |
| 8 | 90 (1) | 150 (1) | 20 (1) | 2.99 | 0.4 (1) | 10 (1) | 2.0 (1) | 2.6 | 2.6 | 3.8 | 3.4 | |
| 9 | 80 (0) | 120 (0) | 15 (0) | 2.41 | 0.3 (0) | 9 (0) | 1.5 (0) | 2.4 | 2.0 | 3.6 | 3.0 | |
| 10 | 80 (0) | 120 (0) | 15 (0) | 2.36 | 0.3 (0) | 9 (0) | 1.5 (0) | 2.5 | 1.8 | 3.4 | 3.1 | |
| 11 | 60 (-2) | 120 (0) | 15 (0) | 2.24 | 0.1 (-2) | 9 (0) | 1.5 (0) | 3.4 | 2.8 | 3.4 | 3.2 | |
| 12 | 100 (2) | 120 (0) | 15 (0) | 3.18 | 0.5 (2) | 9 (0) | 1.5 (0) | 3.2 | 3.2 | 2.6 | 3.2 | |
| 13 | 80 (0) | 60 (-2) | 15 (0) | 1.98 | 0.3 (0) | 7 (-2) | 1.5 (0) | 3.6 | 3.8 | 2.4 | 3.2 | |
| 14 | 80 (0) | 180 (2) | 15 (0) | 2.91 | 0.3 (0) | 11 (2) | 1.5 (0) | 3.6 | 3.4 | 3.4 | 3.8 | |
| 15 | 80 (0) | 120 (0) | 5 (-2) | 2.89 | 0.3 (0) | 9 (0) | 0.5 (-2) | 3.8 | 3.6 | 3.2 | 3.2 | |
| 16 | 80 (0) | 120 (0) | 25 (2) | 2.94 | 0.3 (0) | 9 (0) | 2.5 (2) | 3.6 | 3.2 | 2.4 | 2.8 | |

¹⁾The number of experimental conditions by central composite design.

는 현재 제주도를 중심으로 손바닥 선인장의 재배가 증가하고 있고, 가공식품의 개발이 계속 이루어지고 있는 실정이다.

손바닥 선인장에 대한 가공 연구로는 우리나라 제주도에 서 많이 재배되고 있는 백년초에 대한 가공 연구가 가장 활발히 이루어져 있으며, Jung과 Joo(13)는 반응표면분석법을 이용하여 백년초 젤리의 제조특성을 최적화하여 백년초의 색상과 물성의 이용 가능성을 제시하였다. 또한 백년초 분말 첨가에 따른 국수의 품질특성(14), 백년초 가루 첨가 백설기의 품질특성(15), 백년초 분말의 첨가비율에 따른 증편의 품질특성(16), 백년초의 첨가비율을 달리한 백년초 떡의 품질특성(17), 백년초 열매를 이용한 두부의 품질특성(18), 백년초 분말을 첨가한 소시지의 품질특성(19), 백년초

분말과 키토올리고당을 첨가한 탁주의 품질특성(20) 등 다양한 가공식품에 대한 백년초의 적용 가능성이 보고되었다.

본 연구는 손바닥 선인장 줄기를 추출하여 젤상의 기능성 음료를 개발하고자 추출물에 gum, 당, 산 등을 첨가하여 관능적 특성을 반응표면분석에 의해 모니터링 함으로서 배합비를 설정하고 최적의 손바닥 선인장 젤상 음료 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 손바닥 선인장(*Cheonnyuncho*, *Opuntia*

ficus-indica)은 충남 아산에서 재배된 손바닥 선인장으로 천연초라 불리어 지는 선인장의 줄기(수분함량 94%, 조단백질 0.46%, 조지방 0.14%, 조회분 0.94%, 조섬유 0.53% 및 가용성 무질소물 3.93%)(11)를 구입하여 세척한 후 시료로 사용하였다. 껌상의 음료를 제조하기 위해 껌화제로 사용된 xanthan gum(ES사) 식품원료를 구입하여 사용하였고, 당은 과당(주)신동방, 73 °Brix)을 사용하였다. 그리고 감식초는 경북과학대학 식품공장에서 생산된 감식초(산도 7%)를 사용하였다.

추출방법은 100 g의 손바닥 선인장을 중심합성실험계획(21)에 따라 일정량의 증류수(5, 10, 15, 20, 25 mL/g)를 첨가하여 마쇄기(SFM-353NK, SHINIL Co., Ltd., Seoul, Korea)로 5분간 마쇄한 후 50 rpm의 진탕기에 넣어 일정온도(60, 70, 80, 90, 100°C)에서 일정시간(60, 90, 120, 150, 180 min) 진탕 추출하여 규조토여과기로 여과하여 여액을 분리하였다.

손바닥 선인장의 추출조건 및 음료 배합비 설정을 위한 실험계획

반응표면분석법을 이용하여 최적의 추출조건과 음료 배합비를 설정하고자 추출수율과 관능적 특성을 모니터링 하였다. 손바닥 선인장의 추출수율(Y_1)을 설정하기 위해 중심합성계획(21)에 의한 독립변수(X_i)로 추출온도(X_1), 추출시간(X_2) 및 시료에 대한 물의 비율(X_3)을 5단계로 부호화하였다(Table 1). 그리고 손바닥 선인장 음료의 배합비 설정을 위한 독립변수(X_i)로 xanthan gum 함량(X_1), 당 함량(X_2) 및 감식초 함량(X_3)을 5단계로 부호화하였으며(Table 1), 이들 요인변수에 의해 영향을 받는 종속변수(Y_i)는 추출수율(Y_1), 관능적 색상(Y_2), 관능적 향(Y_3), 관능적 맛(Y_4) 및 전반적인 기호도(Y_5)로 하였고, 독립변수는 중심합성계획에 따라 16구로 설정(Table 2)하여 실험을 3회 반복 측정하여 그 평균값을 회귀분석에 사용하였다. 반응표면 회귀분석을 위해서는 Statistical analysis system(SAS) program을 사용하였으며(22), 변수들의 특성과 그에 상응하는 최적 추출조건은 Mathematica program을 이용하여 4차원 반응표면으로 나타내었다(23).

추출물의 수율 측정

각 조건별 추출물의 추출수율은 시험용액 20 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105°C에서 증발 건조시킨 후 그 무게를 측정하였으며, 추출물에 대한 백분율로써 고품분 함량을 나타내었다(24).

관능검사

손바닥 선인장을 이용하여 음료를 만든 후 음료의 관능적 품질평가는 전통식품연구소의 연구원을 대상으로 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후

동일한 음료를 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 F-검정으로 차이식별 능력이 우수한 16명을 선발하여 관능검사를 실시하였다(25). 관능평가는 손바닥 선인장 음료를 마시면서 5점 채점법(26)으로 검사하였으며, 5점 '매우 좋다', 3점 '보통이다', 1점 '매우 나쁘다'로 나타내었다. 관능검사는 한 번에 3종류의 시료를 제시하여 균형 불완전블록계획법(27)으로 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도에 대하여 실시하였다.

결과 및 고찰

추출수율의 변화

중심합성계획에 따라 분석된 손바닥 선인장 줄기의 추출조건별 추출수율은 1.98~3.18%의 범위로 Table 2에 나타내었고, 결과에 대한 반응표면 회귀식은 Table 3에 나타내었다. 손바닥 선인장 줄기 추출물에 대한 회귀식의 R^2 는 0.9464이고, 1% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 예측된 정상점은 안장점이므로 능선분석을 실시하여 본 결과, 추출수율의 최대값은 3.27%로 예측되었으며, 이때의 최적 추출조건은 Table 4와 같이 추출온도 93.02°C, 추출시간 123.44 min 및 시료에 대한 물의 비율 22.57 mL/g이었다. 추출조건별 추출수율 변화에 대한 4차원 반응표면을 보면(Fig. 1), 추출온도가 높고 추출시간이 경과할수록 추출수율이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 시료에 대한 물의 비율은 크게 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 추출수율에 대한 추출조건에 대한 영향은 Table 5와 같이 추출시간과 온도가 거의 비슷하게 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. Lee 등(11)은 손바닥 선인장 줄기의 환류냉각장치를 통한 추출에서 추출온도가 높을수록 추출수율이 증가한다고 하였으며, 추출수율에 대한 추출조건에 대한 영향은 추출온도에 대한 영향이 가장 크게 나타났으나 추출시간에 대한 영향은 적다고 하여 진탕 배양기를 통한 추출과는 다소 차이를 보였으며 추출방법에 따라 차이가 남을 확인할 수 있었다.

관능적 색상의 변화

음료의 색상은 시각적으로 먼저 먹어보는 효과를 내는 것으로 관능적으로 아주 중요하다고 볼 수 있다. 그러나 대부분의 천연물을 이용해 고온에서 추출하거나 살균을 한 경우에는 클로로필의 갈변으로 관능적인 효과가 부정적으로 나타나는 경우가 많다. 손바닥 선인장 또한 껌질체 마쇄하여 추출 후 사용함으로써 클로로필의 일부가 혼입될 수 있으며 관능적으로 영향을 미칠 수 있다.

색상은 음료에 대한 소비자의 기호에 아주 큰 영향을 미치므로 바람직한 색상의 발현을 유도할 필요가 있다. 각 배합비별로 음료의 관능적 색상에 대해 분석한 결과, 관능평점이 2.4~3.8의 범위를 보였으며(Table 2), 분석결과를

Table 3. Polynomial equations calculated by RSM program for extraction and recipe conditions of *Opuntia ficus-indica*

| Responses | Second order polynomials | R ² | Significance |
|------------------------------------|--|----------------|--------------|
| Extraction yield ¹⁾ | $Y_1 = 3.244375 - 0.066438X_1 + 0.042104X_2 - 0.256875X_3 + 0.000813X_1^2 - 0.000521X_1X_2 + 0.000016667X_2^2 + 0.001125X_1X_3 + 0.000158X_2X_3 + 0.0053X_3^2$ | 0.9464 | 0.0036 |
| Organoleptic color ²⁾ | $Y_2 = 28.37125 + 0.1875X_1 - 5.01875X_2 - 4.1125X_3 + 21.25X_1^2 - 1.125X_1X_2 + 0.2875X_2^2 - 1.75X_1X_3 + 0.075X_2X_3 + 1.25X_3^2$ | 0.8066 | 0.1130 |
| Organoleptic flavor ²⁾ | $Y_3 = 43.2625 - 14.0X_1 - 7.875X_2 - 4.75X_3 + 27.5X_1^2 + 0.425X_2^2 - 2.0X_1X_3 + 0.1X_2X_3 + 0.5X_3^2$ | 0.8143 | 0.1023 |
| Organoleptic taste ²⁾ | $Y_4 = -19.725 + 4.5X_1 + 3.925X_2 + 4.9X_3 - 12.5X_1^2 - 0.5X_1X_2 - 0.15X_2^2 + 5.0X_1X_3 - 0.5X_2X_3 - 0.7X_3^2$ | 0.7633 | 0.1820 |
| Overall palatability ²⁾ | $Y_5 = 10.39375 - 10.625X_1 - 1.7375X_2 + 1.875X_3 + 3.75X_1^2 + 0.75X_1X_2 + 0.1125X_2^2 + 1.5X_1X_3 - 0.25X_2X_3 - 0.05X_3^2$ | 0.8357 | 0.0755 |

¹⁾X₁: Extraction temperature (°C), X₂: Extraction time (min), X₃: Water to sample (mL/g).
²⁾X₁: Xanthan gum content (%), X₂: Sugar content (%), X₃: Persimmon vinegar content (%).

Table 4. Predicted levels on optimum preparation conditions on yield and organoleptic properties by the ridge analysis

| Response | Extraction conditions | | | Estimated responses | Morphology |
|----------------------|-----------------------|------------|------------------------|---------------------|--------------|
| | Temp. (°C) | Time (min) | Water to sample (mL/g) | | |
| Total yield | 93.02 | 123.44 | 22.57 | 3.27 (Max) | Saddle point |
| | 68.28 | 71.48 | 15.51 | 1.70 (Min) | |
| Responses | Recipe conditions | | | Estimated responses | Morphology |
| | Xanthan gum (%) | Sugar (%) | Persimmon vinegar (%) | | |
| Organoleptic color | 0.38 | 7.91 | 0.76 | 3.96 (Max) | Maximum |
| | 0.30 | 9.00 | 1.50 | 2.29 (Min) | |
| Organoleptic flavor | 0.30 | 7.06 | 1.26 | 3.66 (Max) | Maximum |
| | 0.32 | 9.13 | 1.48 | 1.78 (Min) | |
| Organoleptic taste | 0.22 | 10.36 | 0.90 | 4.26 (Max) | Saddle point |
| | 0.35 | 7.47 | 0.90 | 2.08 (Min) | |
| Overall palatability | 0.35 | 10.83 | 1.21 | 3.92 (Max) | Saddle point |
| | 0.19 | 9.42 | 2.32 | 2.75 (Min) | |

Table 5. Regression analysis for the model of extract yield and organoleptic properties in preparation of *Opuntia ficus-indica* beverage

| Regression model | F-value of extraction conditions | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------|------------------------|
| | Temperature (°C) | Time (min) | Water to sample (mL/g) |
| Y _{Extraction yield} | 12.25*** | 12.69*** | 5.25** |
| Regression models | F-value of recipes | | |
| | Xanthan gum (%) | Sugar (%) | Persimmon vinegar (%) |
| Y _{Organoleptic color} | 2.35 | 3.99* | 4.79** |
| Y _{Organoleptic flavor} | 2.37 | 5.34** | 4.20* |
| Y _{Organoleptic taste} | 1.08 | 3.60* | 2.31 |
| Y _{Overall palatability} | 1.47 | 5.68** | 1.64 |

*Significant at 10% level : **Significant at 5% level : ***Significant at 1% level.

바탕으로 회귀분석하였다(Table 3). 관능적 색상에 대한 회귀식의 R²가 0.8066으로 유의성은 인정되지 않았는데, 이것은 관능평가를 하는 평가자의 주관적 선호도가 많이 반영되

었기 때문에 여겨지며 식품에 대한 대부분의 관능검사에서 R²와 유의성이 높게 나타나지 않는 것으로 알려져 있다 (25,28,29). 능선분석을 해 본 결과, 최적 배합비는 Table 4와 같이 xanthan gum 함량이 0.38%, 당 함량이 7.91% 및 감식초 함량이 0.76%에서 관능평점이 3.96으로 높게 예측되었다. 그러나 xanthan gum 함량이 0.30%, 당 함량이 9.00% 및 감식초 함량이 1.50%에서 관능평점이 2.29로 낮게 나타나, 이러한 조건에서는 클로로필의 갈변이 가장 많이 일어나며, 음료의 색상이 어두워져 관능적으로 선호되지 않는 것으로 나타났다(Fig. 2). Jim 등(19)은 백년초 분말을 소시지에 첨가시 육생의 관능평점이 대조구보다 낮았다고 보고하여 손바닥 선인장의 껌상음료와 같은 경향이었으며, 손바닥 선인장의 첨가는 갈변으로 관능적 색상에 부정적인 영향을 주는 것으로 여겨진다. 손바닥 선인장을 이용한 음료의 색상에 감식초 함량이 가장 많이 영향을 미쳤으며, 다음으로 당 함량이었고 xanthan gum 함량의 영향은 크지 않았다(Table 5).

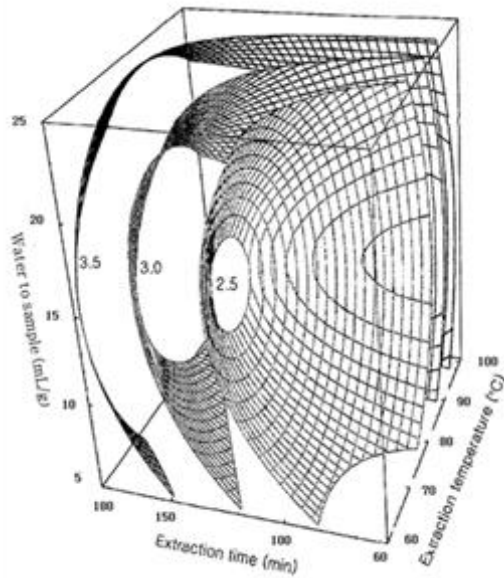


Fig. 1. Response surface for total yield in *Opuntia ficus-indica* extract at constant values (Extraction yield : 2.5, 3.0, 3.5%) as a function of extraction temperature, extraction time and water to sample.

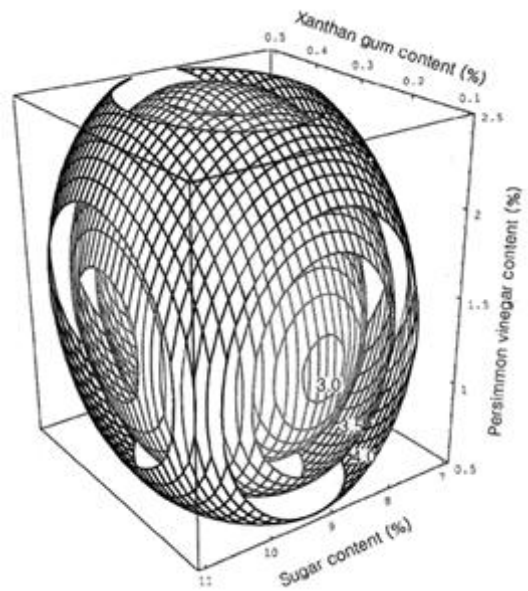


Fig. 3. Response surface for organoleptic flavor in *Opuntia ficus-indica* beverage at constant values (Flavor (sensory score) : 3.0, 3.5, 4.0) as a function of xanthan gum content, sugar content and persimmon vinegar content.

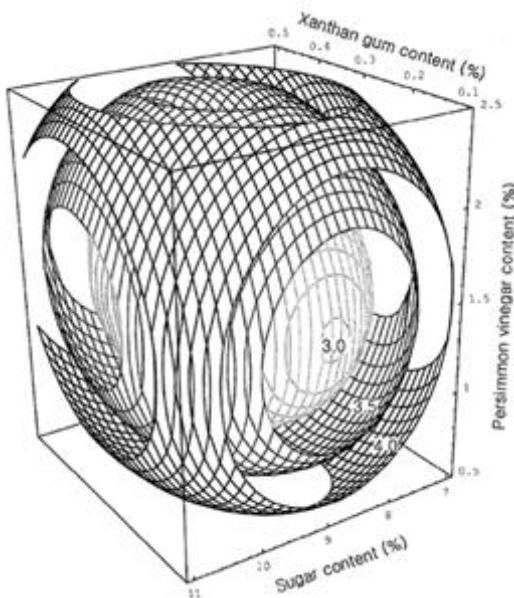


Fig. 2. Response surface for organoleptic color in *Opuntia ficus-indica* beverage at constant values (Color (sensory score) : 3.0, 3.5, 4.0) as a function of xanthan gum content, sugar content and persimmon vinegar content.

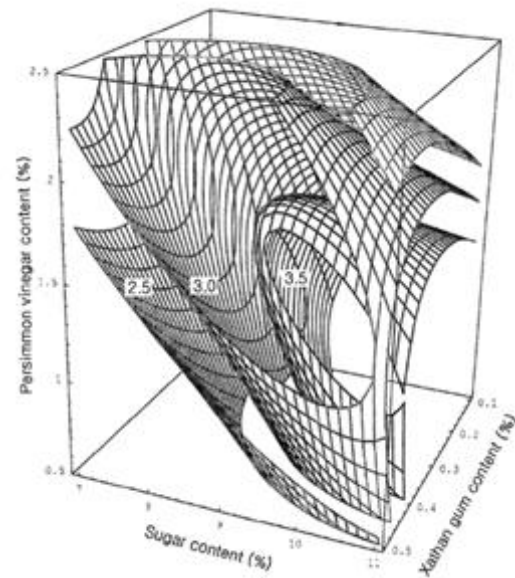


Fig. 4. Response surface for organoleptic taste in *Opuntia ficus-indica* beverage at constant values (Taste (sensory score) : 2.5, 3.0, 3.5) as a function of xanthan gum content, sugar content and persimmon vinegar content.

관능적 향의 변화

음료의 향미 또한 클로로필 갈변의 영향을 크게 받을 것으로 여겨지므로 향미가 가장 우수한 배합비를 알아보고자 하였다. 음료의 관능적 향미에 대해 분석한 결과, 관능평점이 1.8~3.8의 넓은 범위를 보였다(Table 2). 회귀분석 결과(Table 3), 관능적 향미에 대한 회귀식의 R²가 0.8143으로

유의성은 인정되지 않았으며, 회귀분석에서 예측된 최대점은 Table 4와 같이 xanthan gum 함량이 0.30%, 당 함량이 7.06% 및 감식초 함량이 1.25%에서 관능평점이 3.66으로 높게 예측되었다. 그러나 최소의 관능평점은 xanthan gum 함량이 0.32%, 당 함량이 9.13% 및 감식초 함량이 1.48%에서 관능평점이 1.78로 아주 낮게 나타나 관능적 색상에서와

같이 클로로필의 갈변이 가장 많이 일어나는 배합비에서 선호되지 않는 향미가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 4차원 반응표면(Fig. 3) 또한 관능적 색상의 반응표면과 아주 유사한 경향을 보여 부정적인 어두운 갈변과 함께 선호되지 않는 향미가 발생하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 이러한 배합비를 피해감으로서 소비자가 선호하는 최적 배합비를 모니터링 할 수 있을 것을 여겨진다. 그러나 Song 등(18)은 백년초 열매를 두부에 첨가할 경우 향기가 좋아진다고 하였으며 동결 건조한 백년초 열매분말을 첨가한 것이 가장 우수하였다고 보고하여 관능적인 향미에는 손바닥 선인장 줄기보다 열매의 첨가가 더 우수한 것으로 여겨진다. 선인장 음료의 향미는 갈변에 가장 큰 영향을 미치는

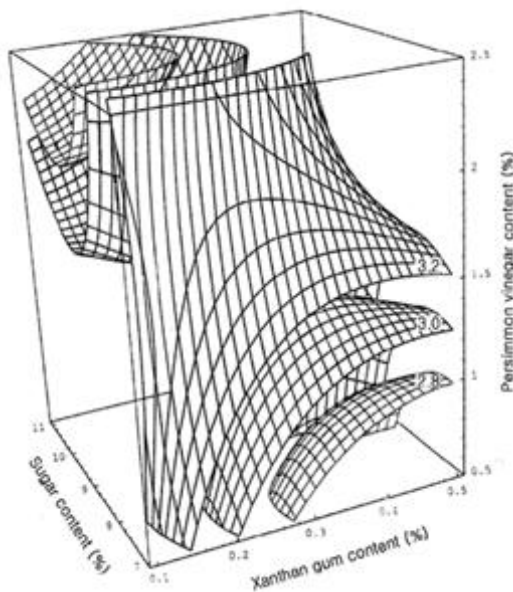


Fig. 5. Response surface for overall palatability in *Opuntia ficus-indica* beverage at constant values (overall palatability (sensory score) : 2.8, 3.0, 3.2) as a function of xanthan gum content, sugar content and persimmon vinegar content.

당 함량이 크게 영향을 주었으며, 다음으로 감식초 함량이 영향을 주었다(Table 5).

관능적 맛의 변화

손바닥 선인장 음료의 맛은 관능적 색상과 향미가 영향을 받을 수가 있으나, 본 실험에서는 혀에서 느껴지는 순수한 맛을 알아보도록 하였다.

음료의 맛에 대한 관능검사 결과, 관능평점이 2.4~4.0의 범위를 보였으며(Table 2), 분석결과를 바탕으로 회귀분석을 실시해 본 결과, 관능적 맛에 대한 회귀식의 R^2 가 0.7633으로 유의성은 인정되지 않았다(Table 3). 예측된 정상점은 안장점이므로 능선분석을 실시하여 본 결과, 최적 배합비는 xanthan gum 함량이 0.22%, 당 함량이 10.36% 및 감식초 함량이 0.90%에서 관능평점이 5점 만점에 4.26으로 아주

높게 나타났다(Table 4). 그러나 맛이 가장 좋지 않는 배합비는 xanthan gum 함량이 0.35%, 당 함량이 7.47% 및 감식초 함량이 0.90%에서 관능평점이 2.08로 아주 낮게 나타났다. 맛은 단맛의 영향을 가장 많이 받고 있었으며(Table 5), xanthan gum의 함량이 많을 경우에는 당 함량이 많을수록 맛이 증가하는 경향을 나타내었으나, xanthan gum의 함량이 적을 경우에는 당의 함량이 적고 감식초가 많은 배합비에서 만들어진 음료가 선호되는 것으로 나타났다(Fig. 4). 이러한 결과는 xanthan gum이 많이 들어 있는 배합비에서 음료가 지나치게 겔화되어 맛이 좋지 않게 느껴지므로 당 함량이 높은 것이 선호되고 있으나, xanthan gum이 적은 배합비에서 만들어진 음료는 겔화가 적게 일어나 적은 당 함량으로 혀에서 많이 느껴질 수 있기 때문에 여겨진다. 결국 혀에서 느껴지는 당의 단맛은 겔화정도에 의해 달리 느껴지기 때문이다(25). 그리고 xanthan gum 함량이 적고 감식초 함량이 많은 배합비에서 만들어진 음료가 선호되는 것은 겔화가 적게 일어남으로서 상큼한 음료의 신맛을 느낄 수 있기 때문에 여겨진다. Kim과 Lee(16)는 증편에 백년초 분말을 첨가할 경우 증편의 관능적인 맛이 상대적으로 감소하였다고 보고하여 부족한 맛을 보완해 주기 위해서는 다양한 부용재의 첨가가 필요함을 나타내고 있다.

전반적인 기호도의 변화

손바닥 선인장 음료의 전반적인 기호도는 관능적인 색상, 향미 및 맛의 영향을 받아 관능적으로 선호되는 것을 관능평가로 수치화 한 것이다. 따라서 손바닥 선인장 음료의 최적 전반적인 기호도를 조사함으로써 손바닥 선인장 음료의 상품화 가능성을 타진해 보고자 하였다.

음료의 전반적인 기호도에 대한 관능검사 결과, 관능평점이 2.8~3.8의 범위를 보였으며(Table 2), 분석결과를 바탕으로 회귀분석을 실시해 본 결과, 전반적인 기호도에 대한 회귀식의 R^2 가 0.8357로 10% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었다(Table 3). 예측된 정상점은 안장점이므로 능선분석을 실시하여 본 결과, 최적 배합비는 xanthan gum 함량이 0.35%, 당 함량이 10.83% 및 감식초 함량이 1.21%에서 관능평점이 3.92로 높게 나타났다. 그러나 전반적인 기호도가 가장 좋지 않는 배합비는 xanthan gum 함량이 0.19%, 당 함량이 9.42% 및 감식초 함량이 2.32%에서 관능평점이 2.75로 낮게 나타났다(Table 4). 4차원 반응표면을 분석해 보면(Fig. 5), xanthan gum의 함량이 적고, 감식초 함량이 많을수록 기호도가 높아 졌으며, 기호도는 당 함량이 증가할수록 증가하다가 당 함량이 10.83%에서 최대가 됨을 알 수 있었다. 이러한 결과는 관능적인 색상, 향미 및 맛의 최적 배합비와 일치하지 않는 것으로서 모든 관능적 특성이 종합적으로 관여하는 것으로 여겨진다. 특히, 전반적인 기호도는 관능적인 맛보다 최적 관능평점이 낮게 나왔는데, 이것은 관능적인 맛의 최대점이 색상 및 향미의

최대점과 일치하지 않음으로서 색상과 향미가 최적 전반적인 기호도에 부정적으로 영향을 주어 전반적인 기호도를 관능적인 맛보다 더 떨어뜨린 것으로 여겨진다. 그리고 전반적인 기호도에 대한 독립변수의 영향은 관능적인 맛과 같이 당 함량의 영향을 가장 많이 받고 있었다(Table 5). 그러나 Jung과 Joo(13)는 백년초를 이용한 젤리에서 설탕 및 구연산보다 xanthan gum처럼 물성을 높여주는 젤라틴이 전반적인 기호도에 가장 크게 영향을 미쳤으며, 다음으로 설탕 및 구연산의 순이라고 하였다.

이상의 결과를 바탕으로 볼 때, 손바닥 선인장 음료는 젤상의 기능성 음료로 상용화 할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 콜로로필로 인한 음료의 지나진 갈변 및 가열취의 발생에 대한 문제점을 해결하기 위한 색상과 향미 개선 연구가 더 필요할 것으로 여겨진다.

요 약

본 연구는 손바닥 선인장의 줄기를 이용한 젤상의 음료를 개발하고자 선인장 줄기의 추출특성을 모니터링 하였으며, 그 줄기 추출물을 이용하여 음료를 제조하고 그 음료의 관능적 품질을 반응표면분석에 의해 비교 조사하였다. 손바닥 선인장 추출조건을 설정하기 위한 실험에서 수율에 대한 회귀식의 R^2 (결정계수)는 0.95로서 유의수준 1%이내에서 유의성이 인정되었으며, 추출온도 93.02℃, 추출시간 123 min 및 시료에 대한 물의 비율 22.57 mL/g에서 최대의 수율을 나타냈다. 최적 조건으로 추출한 선인장 추출물과 xanthan gum, 당 및 감식초를 혼합하여 중심합성 실험계획에 따라 음료를 제조해 본 결과, 관능적 색상은 xanthan gum 함량이 0.38%, 당 함량이 7.91% 및 감식초 함량이 0.76%일 때, 관능적 향은 xanthan gum 함량이 0.30%, 당 함량이 7.06% 및 감식초 함량이 1.26%일 때, 관능적 맛은 xanthan gum 함량이 0.22%, 당 함량이 10.36% 및 감식초 함량이 0.90%일 때 각각 가장 높은 관능평점을 나타내었다. 그리고 전반적인 기호도는 xanthan gum 함량이 0.35%, 당 함량이 10.83% 및 감식초 함량이 1.21%일 때 가장 높은 관능평점 3.92를 나타내었다. 손바닥 선인장 음료는 당산미가 조화를 이루는 젤상이 선호되었다.

References

1. Ahn DK (1998) Illustrated Book of Korean Medicinal Herbs. Kyohaksa, Seoul, Korea, p 266~267
2. Seo KI, Yang KH, Shim KH (1999) Antimicrobial and antioxidative activities of *Opuntia ficus-indica* var. saboten extracts. Korean J Postharvest Sci Technol, 6,

3. Bae IY, Woo JM, Yoon EJ, Kim JS, Lee HG, Yang CB (2002) The development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. saboten-II. Characteristics of liquors. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol, 45, 59-65
4. Choi JW, Lee CK, Lee YC, Moon YI, Park HJ, Han YN (2001) Screening on biological activities of the extracts from fruit and stem of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* var. saboten). Kor J Pharmacogn, 32, 330-337
5. Kin TJ (1996) Korean Source of Plants. Seoul National University Publishing Dept. Seoul, Korea, p 140-141
6. Chung HJ (2000) Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. saboten. Korean J Soc Food Sci, 16, 160-166
7. Kim IH, Kim MH, Kim HM, Kim YE (1995) Effect of antioxidants on the thermostability of red pigment in prickly pear. Korean J Food Sci Technol, 27, 1013-1016
8. Chung MS, Kim KH (1996) Stability of betanine extracted from *Opuntia ficus-indica* var. sabolen. Korean J Soc Food Sci, 12, 506-510
9. Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD (1997) Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J Food Sci Technol, 29, 847-853
10. Lee HJ, Lee YW, Kim JH (1998) A study on antiulcer effect of *Opuntia dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rats. J Fd Hyg Safety, 13, 53-61
11. Lee GD, Kim JO, Joo GJ, Kwon JH (2005) Optimum conditions for the extraction of effective substances from the stem of *Opuntia ficus-indica*. Food Sci Biotechnol, 14, 190-195
12. Kim JO, Lee GD (2013) Monitoring on extraction characteristics of *Cheonnyuncho* (*Opuntia ficus-indica*) fruit. Food Sci Biotechnol, 22, 365-372
13. Jung HA, Joo N (2005) Optimization of jelly preparation from nopal by response surface methodology. Korean J Food Culture, 20, 695-702
14. Jung HS, Park CS (2003) Quality of noodle added powder of *Opuntia ficus-indica* var. saboten. Korean J Food Preserv, 10, 200-205
15. Jung HS (2004) Quality of characteristics of Paeksulgis added powder of *Opuntia ficus-indica* var. saboten. Korean J Soc Food Cookery Sci, 20, 93-98
16. Kim KS, Lee SY (2002) The quality and storage characteristics of Jeung-Pyun prepared with *Opuntia*

- ficus-indica* var. saboten powder. Korean J Soc Food Cookery Sci, 18, 179-184
17. Kim GB, Choi SK, Shim MJ (2007) Qualitative characteristics of *Beaknyunchodduk* with various percentages of *Beaknyuncho*. Korean J Culinary Res, 13, 105-114
 18. Song JH, Park JS, No YJ, Choi HJ (2011) A study on the quality characteristics of soybean curd prepared with the addition of *Opuntia humifusa* fruit. Korean J Food Nutr, 24, 12-16
 19. Jin SK, Shin D, Hur IC (2011) Effect of *Opuntia ficus-indica* var. saboten powder addition on quality characteristics of storage. J Agric Life Sci, 45, 125-134
 20. Park SS, Kim JJ, Yoon JA, Lee JH, Jung BO, Chung SJ (2011) Preparation and quality characteristics of Takhu(rice wine) with *Opuntia ficus-indica* var. saboten and chito-oligosaccharide. J Chitin Chitosan, 16, 164-169
 21. Myers RH (1971) Response Surface Methodology. Allyn and Bacon Inc, Boston, USA, p 132
 22. SAS (1988) SAS/STAT : User's Guide Version 6, Fourth Edition Vol. 2, CH.37, SAS Institute Inc, Cary, NC, USA, p 1457-1478
 23. Martha LA, James PB (1992) The mathematica handbook, compatible with mathematica version 2.0. An Inprint of a Division of Academic Press, Inc, Harcourt Brace & Co, Massachusetts, USA, p 15-511
 24. Kwon JH, Belanger JMR, Pare JRJ (2003) Optimization of microwave-assisted extraction (MAP) for ginseng components by response surface methodology. J Agric Food Chem, 51, 1807-1810
 25. Lee GD, Kim SK, Kwon DY, Park SR (2003) Monitoring the manufacturing characteristics of aloe gel-state food. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 89-95
 26. Kim KO, Lee YC (1989) Sensory Test of Food. Hagsesa, Seoul, Korea, p 241
 27. Park SH (1991) Modern Experimental Design. Minyoungsa, Seoul, Korea, p 547-557
 28. Choi IH, Lee GD (2013) Fine granulation characteristics of freeze-dried royal jelly. Korean J Food Preserv, 20, 62-68
 29. Lee GD, Kim SK, Lee MH (2005) Optimization of preparation condition on oriental melon jam by response surface methodology. Korean J Food Preserv, 12, 216-222

(접수 2013년 6월 20일 수정 2013년 7월 22일 채택 2013년 7월 22일)