

반응표면 방법에 의한 오미자 음료 제조의 최적화

강규찬 · 박재한 · 백상봉 · 진홍승* · 이규순
해태제과 (주) 식품연구소, *해태음료(주)

Optimization of Beverage Preparation from *Schizandra chinensis* Baillon by Response Surface Methodlogy

Kyoo-Chan Kang, Jae-Han Park, Sang-Bong Baek, Hong-Seung Jhin* and Kyu-Soon Rhee
Haitai Confectionery Co. Food Research Institute, *Haitai Beverage Co.

Abstract

To develop the beverage from *Schizandra chinensis* Baillon, extraction condition was optimized, using the fractional factorial design with 3 variables and 3 levels, by a RSM computer program. The optimum extraction time, extraction temperature and alcohol concentration levels were 3 hrs, 80~85°C and 0%(water) for a desired yield, color and non-volatile organic acid. And to obtain the optimum recipe, amounts of extract, sugar and citric acid were optimized, using the fractional factorial design with 3 variables and 3 levels, by a RSM program. The optimum extract, sugar and citric acid levels were 4%, 9.6% and 0.06%, respectively, for a desired flavor and overall acceptance.

Key words: *Schizandra chinensis* Baillon, beverage, response surface methodology

서 론

오미자 나무(*Schizandra chinensis* Baillon, *omiija*)⁽¹⁾의 종실인 오미자는 목련과(*Magnoliaceae*)에 속하는 낙엽성 만성 목본식물로서 6~8월에 개화하여 9~10월에 과실이 열리고 서리가 내린 후 채취하여 사용하며 우리나라에서는 중북부지방에 분포하고 있다. 우리나라 의서에 나타난 오미자의 효능으로는 强壯, 益腎, 潤肺, 止汗, 鎮咳 등에 효과를 나타낸다고 하였으며 예로부터 한방에서는 여러 처방에 이용되어 왔다.

오미자의 성분으로는 schizandrin, schizandran, γ -schizandrin, ethamigrenal, gomisin류 등이 보고된 바 있으며⁽²⁾ 특히 戸田⁽³⁾에 의하면 수종의 gomisin이 항산화작용을 나타낸다고 보고하고 있다. 또한 정유성분으로서 citral, sesquicarene, α, β -chamigrene 등이 보고되었다. 국내에서는 김 등⁽⁴⁾이 오미자의 일반성분, 유기산 및 anthocyanin 색소 등에 대하여 보고하였으며 양⁽⁵⁾은 anthocyanin 색소의 안정성에 대하여 보고하였다. 또한 이 등은 오미자의 부위별 일반성분, 무기질⁽⁶⁾, 아미노산⁽⁷⁾, 유리당, 지질 및 비휘발성 유기산 조성⁽⁸⁾에 대한 일련의 연구를 수행하였다. 한방의학면에서 오미자는 간장보호작용⁽⁹⁾, 알콜에 대한 해독작용⁽¹⁰⁾, 항당뇨작용 등⁽¹¹⁾이 밝혀졌으며 특히 오미자의 종자유에는 bacterial action을

가지고 있어서 anti-biotic resistant *Staphylococcus aureus* 등에 항균작용을 나타낸다고 보고되어 있으며 최근 항산화성분에 대한 연구가 수행되고 있다.

식품면에서 오미자는 예로부터 차 또는 하절기의 화채재료 그리고 그 색소를 이용한 녹말다식과 오미자酒로 가공, 이용하기도 하였으나 이를 현대화시켜 음료로 개발하려는 노력은 오 등⁽¹²⁾에 의하여 최근에야 단편적으로 시도되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 오미자를 음료화하는데 있어서 최적 추출조건 및 적정배합비를 반응표면 방법을 이용하여 결정하고 이를 이용한 전통 음료를 개발함을 목적으로 수행하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 오미자는 전라북도 무주산을 시중에서 건제품으로 구입하여 정선한 후 먼지나 흙 등의 이물질을 제거하고 수세하여 열풍건조기에서 30°C로 풍건하여 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였으며 음료 시제품 구연산, 비타민C 등은 식품첨가물을 사용하였다.

최적 추출조건의 결정

최적 추출조건을 설정하기 위하여 수율, 색, 비휘발성 유기산을 반응변수로 하고 추출시간, 온도, 알콜 농도의 3변수를 요인변수로 하여 3수준의 fractional factorial design에 의하여 Table 1과 같은 조건으로 처리하고 response surface methodology(RSM) computer program

Corresponding author: Kyoo-Chan Kang, Haitai Food Research Institute, 86, 5-ka, Yangpyung-dong Youngdeungpo-ku, Seoul 150-105, Korea.

Table 1. The fractional factorial design by RSM computer program for optimization of extraction condition of omija

Treatment number	Extraction time (hr)	Extraction temperature(C)	Alcohol concentration(%)
1	1.0 (-1)	50.0 (-1)	45.0 (0)
2	3.0 (1)	50.0 (-1)	45.0 (0)
3	1.0 (-1)	90.0 (1)	45.0 (0)
4	3.0 (1)	90.0 (1)	45.0 (0)
5	1.0 (-1)	70.0 (0)	0 (-1)
6	3.0 (1)	70.0 (0)	0 (-1)
7	1.0 (-1)	70.0 (0)	90.0 (1)
8	3.0 (1)	70.0 (0)	90.0 (1)
9	2.0 (0)	50.0 (-1)	0 (-1)
10	2.0 (0)	90.0 (1)	0 (-1)
11	2.0 (0)	50.0 (-1)	90.0 (1)
12	2.0 (0)	90.0 (1)	90.0 (1)
13	2.0 (0)	70.0 (0)	45.0 (0)
14	2.0 (0)	70.0 (0)	45.0 (0)
15	2.0 (0)	70.0 (0)	45.0 (0)

(The National Food Laboratory Inc., USA)을 사용하여 분석하였다. 이때 추출방법은 오미자 50g을 5배수의 추출용매로 각각의 조건을 추출하고 Whatman No.1 여과지로 여과한 후 실험에 임하였다.

추출물의 평가

각 조건별로 추출, 여과한 추출액을 진공농축기로 50° Bx가 되도록 감압농축하여 건물량에 대한 50° Bx 농축물의 무게비로 수율을 계산하였으며 추출물의 색은 오미자 추출물의 최대 흡수파장인 520 nm에서의 흡광도 (Uvikon 820, spectrophotometer, Kontron Co., Swiss)를 측정하였다. 또한 비휘발성 유기산은 25° Bx의 추출물을 500배 희석하여 0.45 µm filter로 여과하여 그 여액을 model 510 pump와 model 490E UV detector가 부착된 HPLC(Waters)용 시료로 사용하였으며 분석조건은 Aminex Hpx-87H column, mobile phase는 0.008 N-H₂SO₄, flow rate는 0.6 ml/min, 35°C에서 20 µl를 주입하여 210 nm(0.5 Auffs)에서 detection하였다.

적정배합비 결정

실험을 통하여 얻어진 최적 추출조건으로 오미자를 추출하여 Table 2와 같은 기본 배합비율을 중심값으로 1수준이 되게하고 직교배열에 따른 3수준의 fractional factorial design에 의하여 15개 처리구를 Table 3과 같이 조합하여 RSM으로 적정 배합비를 결정하였다.

관능검사

각 조건별로 제조된 15종의 음료에 대한 관능검사는 관능검사 요원 7명을 선정하여 매일 같은 시간에 1종씩의 음료를 무작위로 제공하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사의 기호도는 9점 기호 척도법으로 평가하였으며

Table 2. Normal composition and increment of omija beverage formular

Ingredient	Composition (%)	Increment (%)
Extract(6.5° Bx, 3.29% w/w)	4	± 1.0
Sugar	9.5	± 0.5
Citric acid	0.07	± 0.01
Vitamin C	0.1	-
Purified water	rest	-
Total	100	

Table 3. The fractional factorial design by RSM computer program for the ingredient optimization of omija beverage

Treatment number	Extract (%)	Sugar (%)	Citric acid (%)
1	3.0 (-1)	9.0 (-1)	0.07 (0)
2	5.0 (1)	9.0 (-1)	0.07 (0)
3	3.0 (-1)	10.0 (1)	0.07 (0)
4	5.0 (1)	10.0 (1)	0.07 (0)
5	3.0 (-1)	9.5 (0)	0.06 (-1)
6	5.0 (1)	9.5 (0)	0.06 (-1)
7	3.0 (-1)	9.5 (0)	0.08 (1)
8	5.0 (1)	9.5 (0)	0.08 (1)
9	4.0 (0)	9.5 (-1)	0.06 (-1)
10	4.0 (0)	10.0 (1)	0.06 (-1)
11	4.0 (0)	9.0 (-1)	0.08 (1)
12	4.0 (0)	10.0 (1)	0.08 (1)
13	4.0 (0)	9.5 (0)	0.07 (0)
14	4.0 (0)	9.5 (0)	0.07 (0)
15	4.0 (0)	9.5 (0)	0.07 (0)

검사항목은 오미자 특유의 향기와 overall acceptance로 하였다.

결과 및 고찰

최적 추출조건 결정

오미자 음료 제조를 위한 최적 추출조건을 알아보기 위하여 RSM program으로 Table 1과 같은 실험설계에 의하여 각각의 조건으로 오미자를 추출하고 반응(수율, 색, 비휘발성 유기산)을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 오미자 추출조건을 최적화하기 위하여 추출시간, 추출 온도, 알콜농도의 세 가지 조건을 요인변수 X₁, X₂, X₃로 놓고 추출물의 평가요인인 수율, 색, 비휘발성 유기산 함량을 반응변수 Y₁, Y₂, Y₃로 입력하여 요인변수와 반응변수와의 관계를 Taylor second order equation으로 계산한 결과는 Table 5와 같다. 이와 같이 계산된 Y₁과 Y₂에 대한 두 수식의 first order, second order 및 interaction 효과를 검증하기 위하여 분산분석한 결과 1% 수준에서 통계적인 유의성이 있었으며 Y₃는 5% 수준에서

Table 4. Yield, color and non-volatile organic acid of extracts prepared with omija for optimization of extraction condition by RSM program

Treatment number	Ext. time(hr)	Ext. Temp.(°C)	Alcohol Conc.(%)	Yield (%)	Color(O.D at 520 nm)	Non-volatile organic acid(mg/g)
1	1.0	50.0	45.0	25.30	0.59	92.26
2	3.0	50.0	45.0	40.58	1.09	127.28
3	1.0	90.0	45.0	34.27	0.84	111.11
4	3.0	90.0	45.0	49.36	1.16	136.27
5	1.0	70.0	0	29.51	0.64	101.30
6	3.0	70.0	0	41.34	1.16	131.18
7	1.0	70.0	90.0	21.20	0.60	90.82
8	3.0	70.0	90.0	30.25	0.94	110.20
9	2.0	50.0	0	30.82	0.91	120.46
10	2.0	90.0	0	11.28	0.99	130.37
11	2.0	50.0	90.0	22.52	0.62	89.93
12	2.0	90.0	90.0	26.30	0.69	92.83
13	2.0	70.0	45.0	39.25	1.10	128.19
14	2.0	70.0	45.0	39.22	1.11	127.50
15	2.0	70.0	45.0	39.23	1.10	127.98

Table 5. Taylor second equations calculated by RSM program

Response	Taylor second equation
Yield (%)	$Y_1 = 39.233 + 6.406X_1 + 4.249X_2 - 5.835X_3 - 1.255X_1^2 - 0.6X_2^2 - 7.403X_3^2 - 0.048X_1(X_2) - 0.695X_1(X_3) - 2.17X_2(X_3)$
Color (O.D at 520 nm)	$Y_2 = 1.103 + 0.211X_1 + 0.06X_2 - 0.107X_3 - 0.077X_1^2 - 0.108X_2^2 - 0.19X_3^2 - 0.043X_1(X_2) - 0.048X_1(X_3) - 0.002X_2(X_3)$
Non-volatile organic acid (mg/g)	$Y_3 = 127.89 + 13.68X_1 + 5.081X_2 - 12.441X_3 - 5.591X_1^2 - 5.569X_2^2 - 13.924X_3^2 - 2.465X_1(X_2) - 2.625X_1(X_3) - 1.752X_2(X_3)$

X_1 =Extraction time(hr), X_2 =Extraction temperature(°C), X_3 =Alcohol concentration(%)

First order, second order and interaction effects of these Y_1 , Y_2 equations were statically significant at 1% level and Y_3 equation was statically significant at 5% level

통계적인 유의성이 있었다.

Table 5의 Taylor second order equation을 이용하여 독립변수와 반응과의 관계를 X/Y plot한 결과는 Fig. 1~3과 같다. Fig. 1은 추출시간을 1~3시간으로 변화시킬 때 추출용매의 농도와 추출온도가 어떤 영향을 주는지를 나타낸 그림이다. 추출시간이 1시간일 때 수율이 최고에 도달하는 점은 추출온도가 높아질수록 알코올의 농도는 낮아져야 하는 것을 Fig. 1a에서 알 수 있으며 추출시간이 길어져도 그 경향은 1시간일 때와 차이가 없었다. 이 결과에서 보면 수율은 물 또는 저농도의 알콜로 90°C에서 3시간 추출하는 것이 가장 양호한 결과를 나타내었다. Fig. 2는 추출시간을 변화시킬 때 추출물의 색의 변화를 나타낸 그림이다. 520 nm에서의 흡광도는 1시간 추출시 추출온도가 70~90°C일 때 알콜농도가 45% 부근에서 최고로 나타났으며(Fig. 2a) 추출시간이 증가하고 알콜

농도가 낮아질수록 흡광도는 높아지는 것을 알 수 있다. 따라서 추출물의 색을 기준으로 보면 추출온도는 70°C가 적당한 것으로 나타났다. 또한 Fig. 3은 비휘발성 유기산과의 관계를 나타낸 그림으로 Fig. 2에서 나타난 추출물의 색의 경향과 거의 일치하고 있다. 이상의 결과를 종합해 보면 추출 알콜의 농도를 저농도로 하고 추출온도와 추출시간을 적정수준으로 조절해야 함을 알 수 있다. 그러나 추출공정시 알콜을 사용할 경우 음료화할 때 이를 다시 제거해야 하는 문제로 인하여 저농도의 알콜보다는 추출물의 품질에 큰 영향이 없으면 물로 추출하는 것이 음료화 과정에서 유리하다고 시료되는 바 추출용매를 물로 하고 추출온도와 시간을 최적화하기 위하여 작성한 contour map은 Fig. 4~6과 같다. Fig. 4는 추출시간을 1~3시간, 추출온도를 50~90°C로 변화시킬 때 수율의 변화를 나타내는 contour map이다. 최고의 수율을 나타내는 곡선은 47.2로 표시된 것이며 추출시간 3시간 내외, 추출온도 80~90°C의 범위에서 찾아볼 수 있다. Fig. 5는 추출물의 색의 변화를 나타낸 contour map으로 가장 양호한 결과를 나타내는 범위는 추출시간 2.5~3시간이었으나 추출온도는 광범위하게 나타났으며 Fig. 6에서 나타난 비휘발성 유기산의 변화는 추출시간 2.5~3시간, 추출온도 60~90°C가 가장 양호한 결과를 나타내고 있다. 이와 같이 추출물의 수율, 색 및 비휘발성 유기산의 양 등을 최적화시키기 위한 조건이 조금씩 다르기 때문에 이를 종합하여 Fig. 7과 같이 superimposed map을 작성하였다. Fig. 7에서 나타난 바와 같이 전체적인 최적 추출조건은 추출온도 80~85°C, 추출시간 3시간, 추출용매는 물로 오미자를 추출하는 것으로 결정하였다.

적정 배합비 결정

이상과 같이 RSM program을 이용하여 결정한 추출

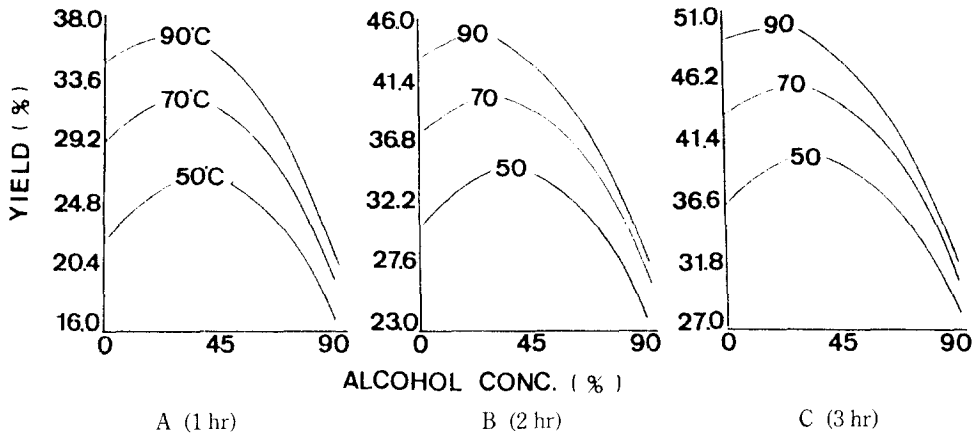


Fig. 1. Effect of extraction time, extraction temperature and alcohol concentration on yield of extract

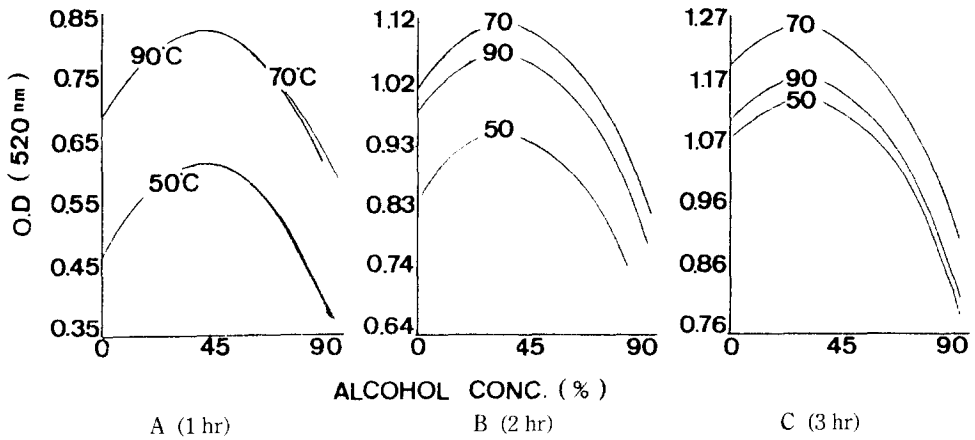


Fig. 2. Effect of extraction time, extraction temperature and alcohol concentration on color of extract

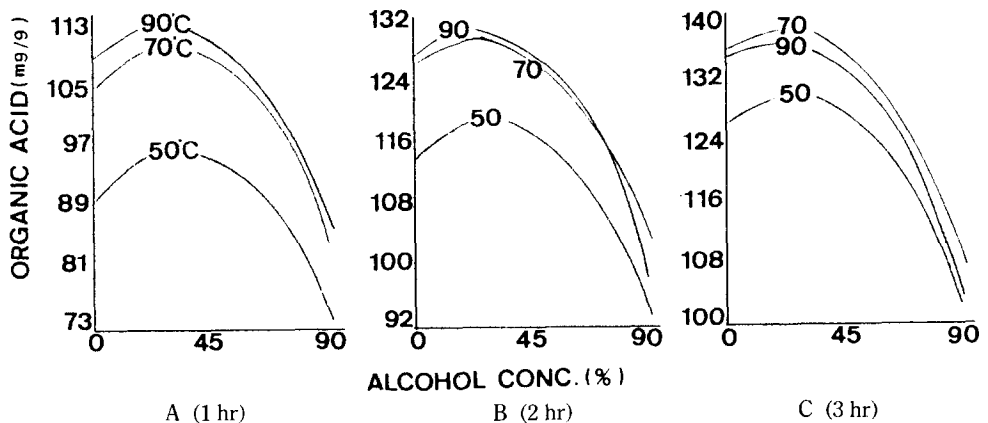


Fig. 3. Effect of extraction time, extraction temperature and alcohol concentration on non-volatile organic acid of extract

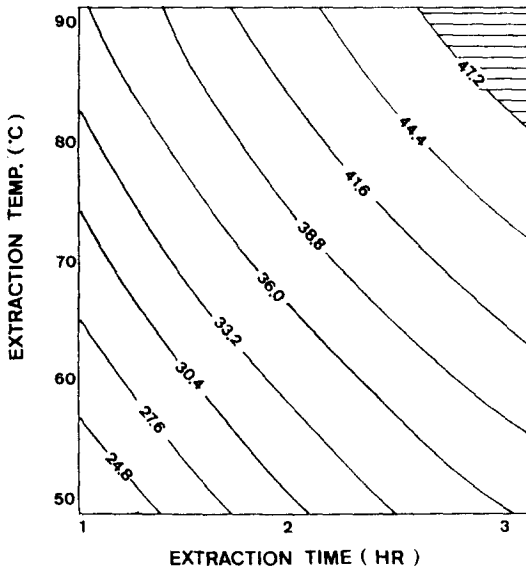


Fig. 4. Contour map of yield at water extraction

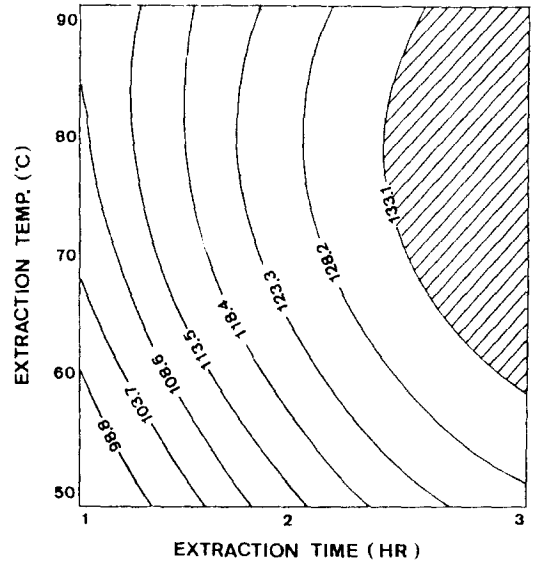


Fig. 6. Contour map of non-volatile organic acid at water extraction

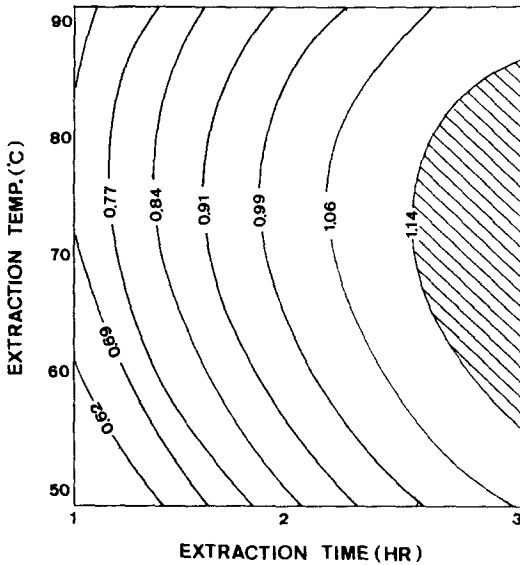


Fig. 5. Contour map of color at water extraction

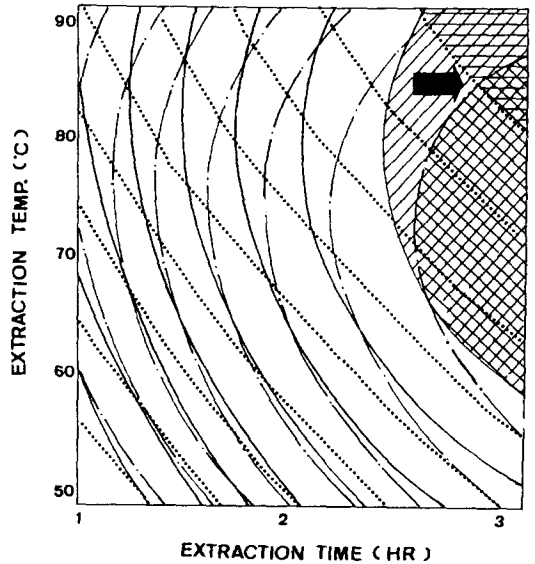


Fig. 7. Superimposed contour map for overall optimization of extraction condition

.....; contour map line of yield, - - -; contour map line of color, —; contour map line of non-volatile organic acid

7과 같다.

Table 7의 Taylor second order equation을 이용하여 독립변수와 반응과의 관계를 X/Y plot로 도식한 결과는 Fig. 8, 9와 같다. Fig. 8은 설탕의 양을 9~10%로 변화시킬 때 추출물과 구연산의 첨가량이 음료의 향에 어떠한 영향을 주는지를 나타낸 그림이다. 설탕의 첨가량이 9

조건으로 추출한 오미자 추출물을 이용하여 최적 배합비를 결정하기 위하여 Table 2와 같은 기본 배합성분 및 비율로 Table 3과 같은 실험설계에 의하여 시료를 만들어 반응(향기, overall acceptance)을 관능검사를 통하여 조사한 결과는 Table 6과 같다. 반응표면 방법으로 추출물, 설탕, 구연산의 3가지 원료 첨가량을 요인변수 X_1 , X_2 , X_3 로 놓고 관능검사 결과인 향기와 overall acceptance를 반응변수 Y_1 , Y_2 로 입력하여 요인변수와 반응변수와의 관계를 수식모델로 계산한 결과는 Table

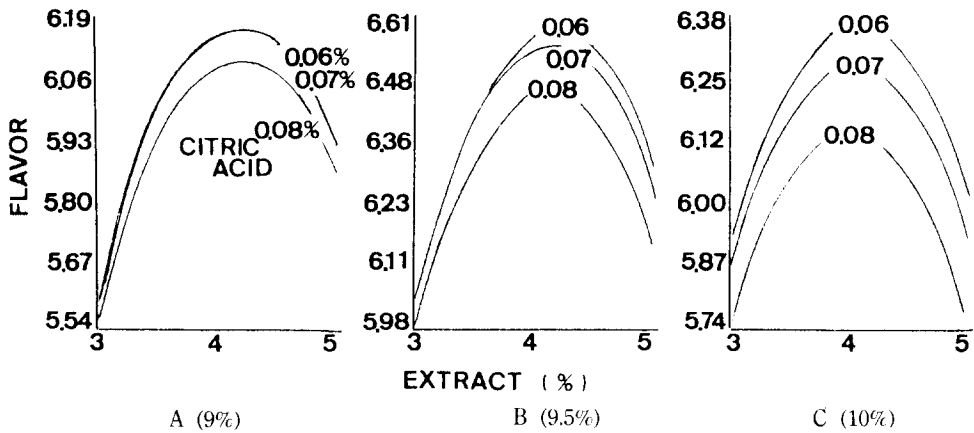


Fig. 8. Effect of extract, sugar and citric acid on flavor of beverage

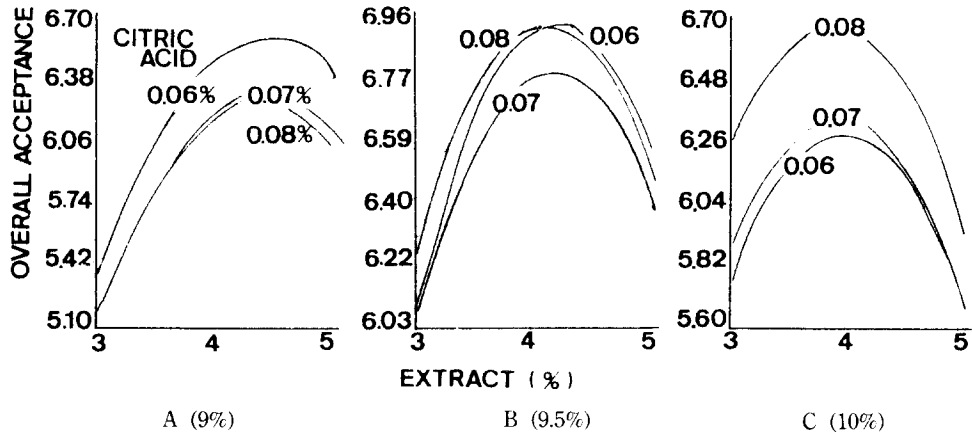


Fig. 9. Effect of extract, sugar and citric acid on overall acceptance of beverage

Table 6. Sensory quality of *omija* beverages for the ingredients optimization of RSM program

Treatment number	Extract (%)	Sugar (%)	Citric acid (%)	Flavor	Overall acceptance
1	3.0	9.0	0.07	5.5	5.3
2	5.0	9.0	0.07	6.0	6.2
3	3.0	10.0	0.07	5.8	5.8
4	5.0	10.0	0.07	6.0	5.5
5	3.0	9.5	0.06	6.2	6.3
6	5.0	9.5	0.06	6.3	6.8
7	3.0	9.5	0.08	6.0	6.0
8	5.0	9.5	0.08	6.0	6.3
9	4.0	9.0	0.06	6.1	6.2
10	4.0	10.0	0.06	6.3	6.2
11	4.0	9.0	0.08	6.2	6.3
12	4.0	10.0	0.08	6.2	7.0
13	4.0	9.5	0.07	6.6	6.8
14	4.0	9.5	0.07	6.5	6.8
15	4.0	9.5	0.07	6.6	6.8

%일 때 가장 좋은 향을 느낄 수 있는 조건은 구연산 0.06~0.07%, 추출물 4%일 때임을 Fig. 8a에서 알 수 있으며 설탕을 9.5%, 10%로 변화시킬 때도 같은 경향을 나타내주고 있다. 이상의 결과에서 설탕 9.5%, 추출물 4%, 구연산 0.06% 첨가가 음료의 향에 최적배합임을 알 수 있다. Fig. 9는 설탕의 양을 9~10%로 변화시킬 때 추출물과 구연산이 음료의 overall acceptance에 어떤 영향을 주는지를 나타낸 그림이다. 설탕의 첨가량이 9.5%일 때(Fig. 9b) 대체적으로 가장 좋은 기호도를 나타내고 있으며 추출물은 4~5%일 때 가장 양호하였으나 구연산의 양은 기호도에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이상의 결과에 따라 추출물의 첨가량을 4%로 고정하고 설탕과 구연산의 최적화하기 위하여 작성한 contour maps는 Fig. 10, 11과 같다. Fig. 10은 설탕 9~10%, 구연산 0.06~0.08%로 변할 때 음료의 향이 어떻게 변하는지를 나타낸 그림으로 관능검사 결과 최고치를 나타내는 부분은 6.60으로 표시된 부분이며 이것은 설탕

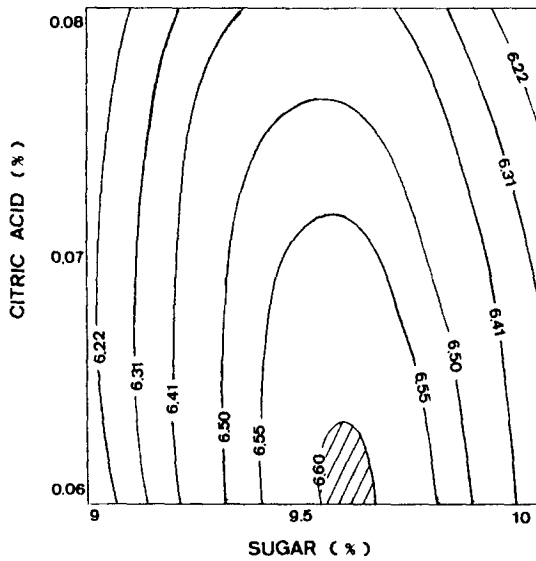


Fig. 10. Contour map of flavor of beverage at 4% extract

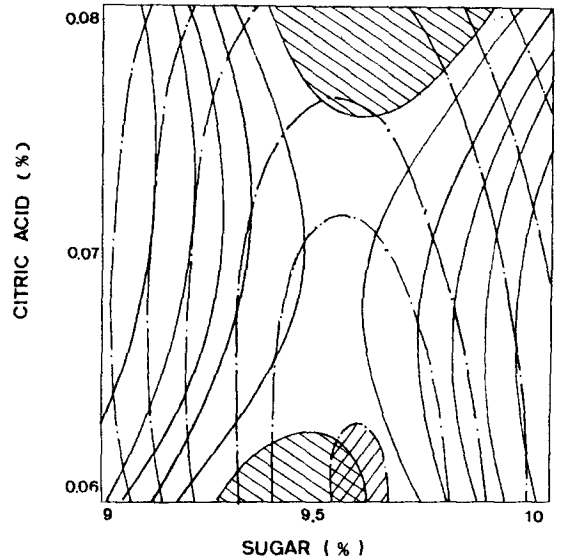


Fig. 12. Superimposed contour map for overall optimization of beverage recipe

---; contour map line of flavor, —; contour map line of overall acceptance

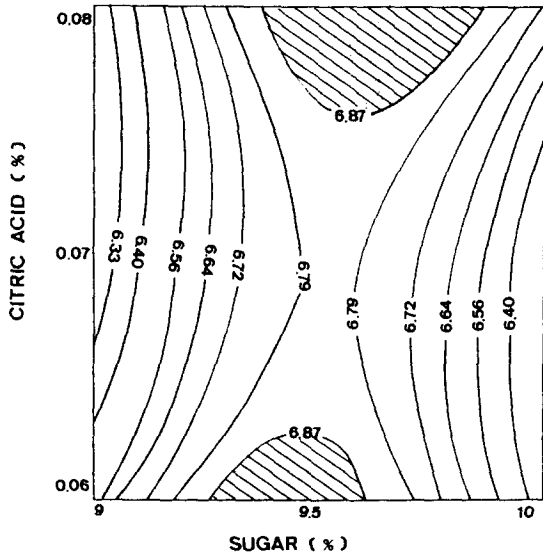


Fig. 11. Contour map of overall acceptance of beverage at 4% extract

9.6~9.7%, 구연산 0.06%의 범위이다. 따라서 향기가 양호한 조건은 추출물 4%, 설탕 9.6~9.7%, 구연산 0.06%로 산출되었다. 또한 Fig.11은 overall acceptance의 변화를 나타낸 것으로 최적의 조건은 6.87로 표시된 부분이다. 이와 같이 향기와 overall acceptance가 최적조건을 나타내는 범위가 서로 다르므로 이를 종합하기 위하여 Fig.12와 같이 superimposed map을 작성하여 음료제조의 최적조건을 추출물 4%, 설탕 9.6%, 구연산

Table 7. Taylor second order equation calculated by RSM program

Response	Taylor second order equation
Flavor	$Y_1 = 6.567 + 0.1X_1 + 0.063X_2 - 0.062X_3 - 0.408X_1^2 - 0.333X_2^2 - 0.033X_3^2 - 0.075X_1(X_2) - 0.025X_1(X_3) - 0.05X_2(X_3)$
Overall acceptance	$Y_2 = 6.8 + 0.175X_1 + 0.063X_2 + 0.013X_3 - 0.588X_1^2 - 0.513X_2^2 + 0.137X_3^2 - 0.3X_1(X_2) - 0.05X_1(X_3) + 0.175X_2(X_3)$

X_1 = Extract(%), X_2 = Sugar(%), X_3 = Citric acid(%)
 First order, second order and interaction effects of Y_1 equation was statistically significant at 5% level

Table 8. Analytical data and sensory quality of omija beverage

Sugar concentration	9.9°Bx
Acidity	0.20% w/w
pH	2.93
Color L	94.72
a	+5.81
b	+6.46
Flavor	6.9
Overall acceptance	7.0

0.06%로 결정하였다. 이상과 같이 RSM program을 이용하여 결정한 추출조건 및 배합비에 따라 음료를 시 제하여 그 품질요인 및 기호도를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 표에서 나타난 바와 같이 최적화한 음료의

기호도는 이전의 실험보다 다소간 양호한 결과는 나타내주고 있으며 이 음료의 당도, 산도는 9.9°Bx, 0.20% w/w, pH는 2.93으로 hot filling을 거치면 미생물에 대한 안정성도 양호할 것으로 사료되며 음료의 색은 색차계 (Minolta Co. CT-210, Japan)를 이용하여 측정하였으며 그 결과 L값은 94.72, a값 및 b값은 각각 +5.81, +6.46이었다.

요 약

오미자를 이용하여 전통음료를 개발하기 위하여 최적 추출조건 및 적정배합비를 RSM program을 이용하여 조사하였다. 최적 추출조건 산출은 추출온도, 추출시간, 추출용매 농도의 3변수와 3수준의 fractional factorial design에 의하여 조사한 결과 추출온도 80~85℃, 추출시간 3시간, 추출용매는 물을 사용하는 것이 수율, 색, 비휘발성 유기산의 양에서 가장 적절하였으며 적정배합비는 추출물, 설탕, 구연산 첨가량의 3변수와 3수준의 fractional factorial design에 의하여 조사한 결과 추출물 4%, 설탕 9.6%, 구연산 0.06%를 첨가하는 것이 음료의 향과 overall acceptance에서 가장 양호한 결과를 나타내었다.

문 헌

1. 박인현, 이상래, 정태현: 신판 약초식물재배. 선진문화사, 서울, p.150(1985)
2. Ikeya, Y., Kanatani, H., Hakojaki, M., Takuchi, H. and

Mitsuhashi, H.: The constituents of *Schizandra chinensis* Baillon. *Chem. Pharm. Bull.*, **36**(10), 3974(1988)

3. 戸田 静男: 新抗酸化劑 五味子の 抗酸化能. 月刊 フードケミカル, **48**, 32(1989)
4. 김경임, 남주형, 권태환: 오미자의 일반성분, 유기산 및 anthocyanin 색소에 관하여. *한국식품과학회지*, **5**(3), 178(1973)
5. 양희천, 이종문, 송기방: 재배오미자의 anthocyanin과 그 안정성에 관하여. *한국식품과학회지*, **25**(1), 35(1982)
6. 이정숙, 이미경, 이성우: 오미자의 부위별 일반성분과 무기질 함량에 관한 연구. *한국식문화학회지*, **4**(2), 173(1989)
7. 이정숙, 이성우: 오미자의 부위별 총아미노산과 유리 아미노산 조성에 관한 연구. *한국식문화학회지*, **4**(2), 181(1989)
8. 이정숙, 이성우: 오미자의 부위별 유리당, 지질과 비휘발성 유기산 조성에 관한 연구. *한국식문화학회지*, **4**(2), 177(1989)
9. Hikino, H., Kios, Y., Takuchi, H. and Ikeya, Y.: Validity of the oriental medicines 60. Liver-protective drugs. 11. Antihepatotoxic actions of lignoids from *S. chinensis* fruits. *Planta Med.*, **50**(3), 213(1984)
10. 이정숙, 이성우: 오미자 열매의 물추출물이 알콜대사에 미치는 효과. *한국식문화학회지*, **5**(2), 259(1990)
11. 서화중, 이명렬, 황경숙: 오미자 추출물이 Alloxan 부하가트의 혈청성분에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **16**(4), 262(1987)
12. 오상룡, 김성수, 민병용, 정동효: 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물의 유리당, 유리아미노산, 유기산 및 타닌의 조성. *한국식품과학회지*, **22**, 76(1990)

(1991년 11월 1일 접수)