

관능 평가 및 반응 표면 분석에 의한 삼백초와 둥굴레 가미 여성초 음료의 제조 조건 최적화

성숙경 · 장경호^{1*} · 정경희² · 김애정³

경기대학교 관광전문대학원 식공간연출학과, ¹중부대학교 호텔외식산업학과, ²공주대학교 식품공학과, ³해전대학 식품영양과

Optimization of Preparation Conditions of *Houttuynia cordata* Beverage Containing *Saururus chinensis* and *Polygonatum odoratum* by Sensory Evaluation and Response Surface Methodology

Suk-Kyung Seung, Kyung-Ho Chang^{1*}, Kyung-Hee Joung² and Ae-Jung Kim³

Dept. of Dining Environment Display, The Graduate School of Tourism & Hospitality, Kyonggi University, Seoul 120-702, Korea

¹Dept. of Hotel & Food Service Industry, Joongbu University, Choongnam 312-702, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Kongju National University, Kongju 340-702, Korea

³Dept. of Food and Nutrition, Hyejeon College, Choongnam 350-702, Korea

Abstract

The optimization of the addition ratios of *Houttuynia cordata*, *Saururus chinensis*, and *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* hot water extract to *Houttuynia cordata* beverage was evaluated by applying response surface methodology. The quality characteristics of a selected best product were investigated. Sweet, savory, and fishy taste, and overall acceptability were optimized by response surface methodology using a central composite design. The concentration of effect of *Houttuynia cordata*, *Saururus chinensis*, and *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* hot water extract was modeled using an equation. Hot water extracts of *Houttuynia cordata* (1.75~1.89%), *Saururus chinensis* (1.03~1.04%), and *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* (2.17~2.31%) represented the optimal concentration conditions to obtain the best taste. The physical and chemical characteristics of the beverage manufactured at optimized conditions were pH 4.18, soluble solids 0.41 °Brix, total acidity 0.21%, color value (L* value 40.08, a* value 4.53, and b* value 10.69), total polyphenol 54.63 mg/L, and electron donating ability 26.98%.

Key words : *Houttuynia cordata*, *Saururus chinensis*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, hot water extract, response surface methodology, optimization, beverage, quality characteristics.

서 론

최근 음료 시장의 다변화는 현대인들의 식문화 변화와 질병 형태의 다양화 등에 영향을 받는 것으로 보인다(Park *et al* 2004). 더불어 편식에 의한 영양의 불균형, 과다 섭취에 의한 영양 과잉 및 운동 부족으로 인한 성인병의 발병률이 높아지고 있다. 이에 따라 특수 성분의 공급에 의한 건강 증진, 성인병의 예방이나 치료에 효과가 있는 특수 식품에 대한 관심은 날로 증대하고 있으며, 이러한 의식의 변화는 음료 시장의 쾌속 성장과 틈새 수요를 지속적으로 창출하고 있는 시점에 있다(Cha *et al* 2002). 음료를 선택할 때에도 소비자들은 이왕이면 건강에도 도움이 될 수 있는 음료를 찾고 있다. 이처럼 음료 시장이 건강 지향적 트렌드로 변화함에

따라 약물의 본래 성분인 약리적 성분을 살리면서도 기능성을 함유한 다양한 건강음료가 지속적으로 개발되고 있으며, 음료의 소재도 채소류나 약초 등으로 확대되어지는 추세이다(Seo & Kim 2001).

여성초(漁腥草, *Houttuynia cordata* Thunb)는 약모밀이라고도 하는 삼백초과(Saurceraceae)에 속하는 다년생 초본으로서 생선에서 풍기는 비린 냄새와 유사한 독특한 방향 성분을 함유한 생리 활성 물질이 있어 몸의 신진대사를 도와 혈액을 맑게 하고 신장 기능을 촉진시켜 체내의 독소를 배출하는 등의 효능이 알려진 민간약초이다(권중안 1998). 여성초의 기능성은 이뇨 효과 및 간염의 증상 완화(문관심 1994), 항바 이러스 작용(Veckenstedt & Pusztai 1981), 폐렴 방지(Song & Shin 1987), 항산화 효과(Lee *et al* 1993), 과산화지질 및 콜레스테롤 억제 효과(Ha *et al* 2003), 항종양 효과(Kim *et al* 2001) 등이 보고되고 있다. 특히 Yoo & Song(2004)은 고등

* Corresponding author : Kyung-Ho Chang, Tel : +82-41-750-6711, Fax : +82-41-750-6381, E-mail : khchang@joongbu.ac.kr

학교 축구선수를 대상으로 피로도에도 미치는 어성초 원액의 효과를 조사한 결과, 어성초 복용 전·후의 육체적·정신적 피로도에서 유의한 차이가 나타나, 어성초는 스포츠 음료의 개발에 좋은 재료가 될 것으로 고찰한 바 있다. 삼백초(三白草, *Saururus chinensis* Baill)는 삼백초과에 속하는 다년생 초본식물로 윗부분에 위치한 2~3개의 잎이 흰색으로 변하기 때문에, 또는 잎, 꽃 및 뿌리 3 부위가 모두 흰색이기 때문에 삼백초라고 한다(김태정 1996, 박과 이 2000). 삼백초의 기능성은 과산화 지질의 형성 억제(Ha BJ 2003), 혈압 강하 및 모세혈관 강화 작용(Leighton *et al* 1992), 항산화 작용(Song *et al* 2000), 항균 효과(Kimura & Hiromp 1884, Han & Lee 1989), 항고지혈증(Matsumoto *et al* 1998), 항돌연변이 작용 및 발암성 물질의 활성 감소(Edenhader *et al* 1996), 노화 방지 및 심장 질환 예방(Lee *et al* 2001) 등이 보고되고 있다. Koo & Jo (2003)는 태권도 선수를 대상으로 어성초와 삼백초의 열수 추출액 1:1 혼합액을 복용하게 한 후 중성지질의 변화를 관찰한 결과, 어성초와 삼백초 혼합 추출액 복용 후에 중성지질의 수치가 유의하게 감소하였다고 하였다. 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* Ohwi)는 백합과(Liliaceae)에 속하는 다년생 초본식물로 지하경인 근경은 한약재명으로는 황정(黃精) 또는 옥죽(玉竹)이라고 하며, 항균 및 항진균 작용과 혈압 강하 작용이 있어 한약재로 이용되어 왔다(김 등 1998). 또한, 근경을 씹었을 때 감미가 있고 끈적끈적한 특성을 지니고 있으며, 근경을 볶음처리하면 구수한 승농 맛의 독특한 풍미가 있어 전통차로 애용되어 왔으며(Park *et al* 2007), 식품영양학적으로 가치가 높기 때문에 최근에는 둥굴레차로 가공되어 소비가 증가되는 추세에 있다(Yun *et al* 2006).

따라서 본 연구에서는 어성초, 삼백초 및 둥굴레의 열수 추출액을 이용하여 항당뇨 기능성 음료를 제조하는 연구의 일환으로, 비린 냄새가 강한 어성초 열수 추출액에 삼백초 및 둥굴레의 열수 추출액만을 가미하여 별도의 당 첨가 없이도 기호도가 높은 음료를 제조할 수 있는지를 살펴보고자 하였다. 이를 위하여 관능 평가 및 반응 표면 분석법으로 재료의 혼합비를 최적화하고 최적 비율로 혼합·제조한 음료의 품질 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

음료 제조용 재료는 충남 금산의 약초시장에서 구입한 국산 어성초(*Houttuynia cordata* Thunb), 삼백초(*Saururus chinensis* Baill) 및 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* Ohwi)였으며, 어성초와 삼백초의 잎과 줄기의 비율은 약 69:31이었다. 이들 재료는 55℃의 열풍 건조기에서 24시간 건조한 후 40~60 mesh로 분쇄하여 분말로 만들게 한 다

음료 제조용 시료로 사용하였다.

2. 음료 제조용 원액 조제

음료 제조용 원액은 Kim HS(2006)의 방법에 준하여 조제하였다. 어성초와 삼백초는 각 시료 분말 200 g에 2 L의 증류수를 가하여 전기약탕기(SH-0315, 제한기업, Korea)로 9시간 동안 추출하여 수분을 거의 모두 증발시킨 후 증류수 1 L를 더 가하여 동일한 방법으로 한 번 더 추출하였다. 추출액이 500 mL 내외가 되었을 때 추출액을 원심분리기(Supra 21K, Hanil, Korea)로 8,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상정액을 얻었으며, 이를 다시 200 mL가 되도록 가열·농축하여 10,000 rpm에서 20분간 한 번 더 원심분리하여 얻은 상정액을 음료 제조용 원액(g/mL)으로 하였다. 둥굴레는 시료 분말 200 g에 증류수 2 L를 가하여 전기약탕기(SH-0315, 제한기업, Korea)로 9시간 추출한 다음 바로 8,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상정액을 얻었으며, 이를 다시 200 mL가 되도록 가열·농축하여 10,000 rpm에서 20분간 한 번 더 원심분리하여 얻은 상정액을 음료 제조용 원액(g/mL)으로 하였다. 이 때 각 원액의 가용성고형물의 농도는 Table 1과 같다.

3. 실험 계획

삼백초와 둥굴레 가미 어성초 음료를 제조하기 위한 어성초, 둥굴레 및 삼백초 열수 추출액의 최적 혼합 조건을 확립하고자, 예비 연구 결과를 통해 어성초 열수 추출액의 농도(X_1), 둥굴레 열수 추출액의 농도(X_2) 및 삼백초 열수 추출액의 농도(X_3)의 3 요인을 독립변수로 설정하였다. 종속변수는 각각의 혼합 조건으로 제조한 음료의 관능적 특성인 단맛(Y_1), 구수한 맛(Y_2), 비린 맛(Y_3)과 종합적 기호도(Y_4)로 하였다. 반응 표면이 곡면으로 나타날 것이라는 판단 하에 반응 표면 분석을 위한 실험 계획법으로 중심 합성 계획(Park SH 1999)을 적용하였으며, 각 요인들의 수준은 -1.68, -1, 0, +1, +1.68로서 5단계로 부호화하였다. 그에 대한 내용은 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

4. 음료 조제

삼백초와 둥굴레 가미 어성초 음료는 음료 제조용 원액(g/

Table 1. Soluble solids contents of hot water extracts for beverage

Measurements	Hot water extracts		
	<i>Houttuynia cordata</i>	<i>Polygonatum odoratum</i>	<i>Saururus chinensis</i>
Soluble solids (°Brix)	11	34	11

Table 2. Coded levels of independent variables in experimental design

Coded level ^{b)}	Independent variables ²⁾		
	<i>Houttuynia</i> (%)	<i>Polygonatum</i> (%)	<i>Saururus</i> (%)
-1.68	1.16	1.16	0.67
-1	1.50	1.50	0.80
0	2.00	2.00	1.00
+1	2.50	2.50	1.20
+1.68	2.84	2.84	1.34

¹⁾ Coded independent value means as follows: -1.68; lowest level, 0; middle level, +1.68; highest level.

²⁾ *Houttuynia*; Hot water extracts of *Houttuynia cordata*, *Polygonatum*; Hot water extracts of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, Hot water extracts of *Saururus chinensis*.

mL)을 이용하여 반응 표면 분석법으로 행한 혼합 조건 최적화 연구에서 얻어진 결과인 삼백초 열수 추출액 1.035%, 등굴레 열수 추출액 2.240%를 함유하는 1.820%의 어성초 열수 추출액의 혼합액으로 하였다. 음료 제조 시 분석 실험용은 3차 증류수를, 관능 평가용은 정수기로 제조한 음용수를 각각 사용하였다.

5. 음료의 pH, 당도 및 산도

음료의 pH, 산도 및 가용성 고형물 함량은 AOAC법(AOAC 1995)에 준하여 측정하였다. 즉, 최종적으로 유리병에 담긴 음료를 잘 흔든 다음 20 mL를 취해 pH는 pH-meter(720P, Isted, Korea)로, 당도는 디지털 당도계(Refractometer RX-500, ATAGO Co, Japan)로 측정하였다. 산도는 제조한 음료 10 mL에 증류수 25 mL를 가한 다음 0.1 N-NaOH 용액으로 중화(pH 8.2)할 때까지 소비된 0.1 N-NaOH의 양을 구하여 citric acid %로 나타내었다.

6. 색상

음료의 색상은 색차계(Chroma Meter, CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L*(명도), a*(적색도), b*(황색도) 값을 측정하였다.

7. Total Polyphenol 함량

Total polyphenol의 함량은 Lim *et al*(2007)의 방법에 준하여 음료 1 mL에 증류수 8 mL를 가하여 희석한 후 phenol reagent(Hayashi Co, Japan) 1 mL를 vortex 상에서 가한 다음 35%의 sodium carbonate 1 mL를 가하여 발색시킨 후 2시간이 경과한 다음 725 nm에서 흡광도를 측정, catechin(Sigma Co,

Table 3. Central composite design of response surface methodology for processing conditions of beverage manufactured with hot water extracts from *Houttuynia cordata* (H), *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* (P), and *Saururus chinensis* (S)

Treatment No	Coded independent variables ¹⁾			Actual independent variables ²⁾			
	X ₁	X ₂	X ₃	H(%)	P(%)	S(%)	
Frac-tional point	1	-1	-1	-1	1.50	1.50	0.80
	2	+1	-1	-1	2.50	1.50	0.80
	3	-1	+1	-1	1.50	2.50	0.80
	4	+1	+1	-1	2.50	2.50	0.80
	5	-1	-1	+1	1.50	1.50	1.20
	6	+1	-1	+1	2.50	1.50	1.20
	7	-1	+1	+1	1.50	2.50	1.20
	8	+1	+1	+1	2.50	2.50	1.20
Star point	9	-1.68	0	0	1.16	2.00	1.00
	10	+1.68	0	0	2.84	2.00	1.00
	11	0	-1.68	0	2.00	1.16	1.00
	12	0	+1.68	0	2.00	2.84	1.00
	13	0	0	-1.68	2.00	2.00	0.66
	14	0	0	+1.68	2.00	2.00	1.34
Central point	15	0	0	0	2.00	2.00	1.00
	16	0	0	0	2.00	2.00	1.00
	17	0	0	0	2.00	2.00	1.00
	18	0	0	0	2.00	2.00	1.00
	19	0	0	0	2.00	2.00	1.00
	20	0	0	0	2.00	2.00	1.00

¹⁾ X₁; Hot water extracts of *Houttuynia cordata*, X₂; Hot water extracts of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, X₃; Hot water extracts of *Saururus chinensis*.

²⁾ Abbreviations: H; Hot water extracts of *Houttuynia cordata*, P; Hot water extracts of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, S; Hot water extracts of *Saururus chinensis*.

USA)을 표품으로 한 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

8. 전자공여능

전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois의 방법(Blois MS 1958)에 따라 측정하였다. 즉, 음료 0.2 mL에 4 × 10⁻⁴ M DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 0.8 mL를

가하여 vortex mixer로 10초간 진탕한 다음 상온에서 10분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, 전자공여능(%) = $(1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})) \times 100$ 에 의하여 산출하였다.

9. 관능 검사

관능적 품질 평가는 의식산업학 및 식품공학을 전공하는 대학생 및 대학원생 중에서 건강, 신뢰성, 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 25명을 panel로 선정하였고, 이들에게 실험 목적, 평가의 방법과 특성 등을 숙지시킨 후 실시하였다. 관능 검사 시간은 오후 3~5시로 하였으며, 각각의 음료는 투명 유리컵에 담아 한 번에 7종류를 제시하여 균형 불완전 블록 계획법으로 관능 검사를 실시하였다(Lee WS 1998). 평가 항목은 음료의 원료에 단맛이 강한 둥굴레와 비린 냄새가 강한 어성초가 사용된 점을 고려하여 단맛, 구수한 맛, 비린 맛 및 종합적 기호도의 4가지로 하여 1점은 '전혀 없다 또는 아주 싫다.', 9점은 '아주 강하다 또는 아주 좋다.'로 하는 9점-scale법(Meilgaard et al 1987)에 의하여 평가하였으며, 관능 평가의 결과는 3회 평가의 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 관능적 특성

어성초, 둥굴레 및 삼백초의 열수 추출액만을 이용하여 기호도가 높은 음료를 제조코자, 3가지 원료의 첨가량을 독립 변수로 하고 단맛, 구수한 맛, 비린 맛 및 종합적 기호도의 4가지 관능적 특성을 종속변수로 하여 중심합성법으로 반응 표면 분석을 하였다. 20가지의 실험 조건에서 얻어진 관능 평가의 결과는 Table 4와 같으며, 각각의 결과를 이용하여 반응 표면 회귀 분석을 실시하여 각 종속 변수에 대한 회귀식을 얻었다(Table 5). 또한, 각 요인간의 교호작용을 나타내는 3차원 그래프와 contour map은 Fig. 1~3에 제시하였다.

Table 5에서와 같이 음료의 단맛에 대한 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 0.9022로 회귀방정식에 대한 설명력이 높으며, p -value는 0.0006으로서 1% 이내에서 유의한 수준이었다. 음료의 재료별 혼합 비율에 따른 교호 작용을 제시한 Fig. 1은 어성초 열수 추출액과 둥굴레 열수 추출액, 어성초 열수 추출액과 삼백초 열수 추출액, 둥굴레 열수 추출액과 삼백초 열수 추출액 모두 최대값을 나타내었으며, 어성초 열수 추출액의 첨가 농도는 중심점(2.00%)보다 낮을 경우에 둥굴레 열수 추출액의 첨가 농도는 중심점(2.00%)보다 높을 경우에 음료의 단맛에 대한 기호도가 증가함을 알 수 있었다. 삼백초 열수 추출액의 첨가 농도는 중심점(1.00%)보다 높을 경우에 단맛에 대한 기호도가 증가하였다.

Table 5에서와 같이 음료의 구수한 맛에 대한 회귀식의 결

정계수 R^2 값은 0.8982로 회귀방정식에 대한 설명력이 충분하며 p -value는 0.0007로서 1% 이내에서 유의한 수준이었다. 음료 제조 시 혼합 비율간의 교호 작용을 제시한 Fig. 2를 보면, 어성초 열수 추출액과 둥굴레 열수 추출액, 어성초 열수 추출액과 삼백초 열수 추출액, 둥굴레 열수 추출액과 삼백초 열수 추출액 모두 최대값을 나타내었으며, 어성초 열수 추출액의 첨가 농도는 2.00%보다 낮을 경우에 둥굴레 열수 추출액의 첨가 농도는 2.00%보다 약간 높을 경우에 음료의 구수한 맛에 대한 기호도가 증가함을 알 수 있었다. 삼백초 열수 추출액의 첨가 농도는 1.00% 부근에서 구수한 맛에 대한 기호도가 높았으며, 중심점 부근에서 멀어질수록 구수한 맛에 대한 기호도가 감소하였다.

음료의 비린 맛에 대한 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 0.6659로 회귀변동에 대한 신뢰도가 낮으므로 다중회귀분석을 실시하지 않았다(Table 5).

음료의 종합적 기호도에 대한 분석 결과(Table 5), 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 0.9257로 회귀 방정식에 대한 설명력이 높으며, p -value는 0.0002로서 1% 이내 유의 수준을 보였다. 음료 제조시의 혼합 비율 간 교호 작용을 제시한 Fig. 3은 어성초 열수 추출액과 둥굴레 열수 추출액, 어성초 열수 추출액과 삼백초 열수 추출액, 둥굴레 열수 추출액과 삼백초 열수 추출액 모두 최대값을 나타내고 있음을 보여준다. 음료의 종합적 기호도에 미치는 어성초의 영향을 보면, 열수 추출액의 첨가 농도가 중심점보다 낮은 1.50% 내외일 때 종합적 기호도가 증가함을 보여준다. 둥굴레는 열수 추출액의 첨가 농도 2.00~2.50%일 때 종합적 기호도가 증가함을 알 수 있었으며, 음료의 종합적 기호도는 어성초보다는 둥굴레의 첨가 농도에 더 민감함을 알 수 있었다. 삼백초는 열수 추출액의 첨가 농도 0.8% 내외일 때 음료의 종합적 기호도가 증가하였다.

2. 최적 혼합조건 예측

삼백초와 둥굴레 가미 어성초 음료 제조를 위한 어성초, 둥굴레 및 삼백초 열수 추출액의 최적 혼합 비율을 예측하기 위하여, 관능 평가 항목 중 유의성이 인정된 단맛(sweet taste), 구수한 맛(savory taste) 및 종합적 기호도(overall acceptability)를 제한 변수로 설정하고, 각 제한 변수들의 contour map을 superimposing하였다. 그 결과 Fig. 4의 검은 사선 부분에서 보는 바와 같이 3가지 제한 변수들이 겹치는 부분은 어성초(*Houttuynia*)와 둥굴레(*Polygonatum*) 열수 추출액의 경우 어성초 열수 추출액 1.45~1.90%, 둥굴레 열수 추출액 2.00~2.48%이고, 어성초와 삼백초(*Saururus*) 열수 추출액의 경우는 어성초 열수 추출액 1.75~1.89%, 삼백초 열수 추출액 1.00~1.04%이며, 둥굴레 열수 추출액과 삼백초 열수 추출액의 경우는 둥굴레 열수 추출액 2.17~2.31%, 삼백초 열수 추출액

Table 4. The experimental design and resulting responses for Box-Benken design response surface analysis

Samples	Variables ¹⁾			Sensory quality ^{2,3)}			
	X ₁	X ₂	X ₃	SWT	SAT	FIF	OVA
1	-1	-1	-1	3.57±0.60	4.57±0.24	4.67±0.42	6.45±0.45
2	+1	-1	-1	3.38±0.48	5.23±0.45	5.33±0.39	6.34±0.65
3	-1	+1	-1	3.63±0.48	5.35±0.26	4.75±0.65	6.89±0.71
4	+1	+1	-1	3.57±0.60	3.33±0.10	5.17±0.76	6.50±0.23
5	-1	-1	+1	4.78±0.32	3.40±0.25	4.08±0.30	5.30±0.15
6	1	-1	+1	4.38±0.85	4.80±0.37	5.25±1.04	5.12±0.25
7	-1	+1	+1	6.50±0.50	6.07±0.45	2.83±0.29	6.56±0.44
8	+1	+1	+1	4.50±0.50	3.83±0.21	3.17±1.04	6.12±0.51
9	-18	0	0	6.00±0.50	5.53±0.25	5.37±0.32	6.78±0.41
10	+1.68	0	0	3.33±0.47	5.20±0.23	3.08±0.65	5.56±0.33
11	0	-1.68	0	3.63±0.48	3.45±1.14	3.75±0.65	5.45±0.35
12	0	+1.68	0	5.55±0.53	5.90±0.65	1.88±0.85	6.12±0.44
13	0	0	-1.68	3.80±0.54	3.50±0.71	5.38±0.85	6.52±0.51
14	0	0	+1.68	4.03±0.33	4.95±0.26	4.28±0.61	5.53±0.21
15	0	0	0	6.33±0.31	6.17±0.36	5.00±1.00	6.87±0.71
16	0	0	0	6.27±0.30	6.90±0.45	3.43±0.40	6.67±0.41
17	0	0	0	6.34±0.41	6.60±0.55	4.50±0.89	6.68±0.23
18	0	0	0	6.37±0.34	6.51±0.21	4.97±0.51	6.69±0.26
19	0	0	0	6.33±0.36	6.43±0.23	4.88±0.76	6.92±0.56
20	0	0	0	6.27±0.28	6.33±0.25	5.10±0.53	6.75±0.37

¹⁾ X₁; Hot water extracts of *Houttuynia cordata*, X₂; Hot water extracts of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, X₃; Hot water extracts of *Saururus chinensis*.

²⁾ Values are mean±SD of 25 panels. Abbreviations: SWT; sweet taste, SAT; savory taste, FIF; fishy flavor, OVA; overall acceptability.

³⁾ Sensory scores of SWT, SAT and FIF were evaluated from non at all(1 point) to very strong(9 points), and OVA was evaluated from very poor(1 point) to very good(9 points).

Table 5. Second order polynomial equations by RSM program for processing of beverage manufactured with hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*

Response	Second order polynomial equations ¹⁾	R ² ²⁾	P-value
Sweet taste	$Y_1=6.31783-0.52284X_1+0.38948X_2+0.46840X_3-0.58122X_1^2-0.60774X_2^2-0.84639X_3^2-0.18375X_1X_2-0.26875X_1X_3+0.19875X_2X_3$	0.9022	0.0006**
Savory taste	$Y_3=6.49249-0.20173X_1+0.34418X_2+0.15074X_3-0.41405X_1^2-0.65800X_2^2-0.81710X_3^2-0.79000X_1X_2+0.06500X_1X_3+0.35250X_2X_3$	0.8982	0.0007**
Fishy taste I	$Y_4=4.63080-0.09236X_1-0.47998X_2-0.47156X_3-0.04538X_1^2-0.54389X_2^2+0.16852X_3^2-0.13375X_1X_2+0.05375X_1X_3-0.40625X_2X_3$	0.6659	0.1157
Overall acceptability	$Y_5=6.75644-0.23225X_1+0.29193X_2-0.34744X_3-0.16475X_1^2-0.30087X_2^2-0.21601X_3^2-0.06750X_1X_2-0.01500X_1X_3+0.20750X_2X_3$	0.9257	0.0002**

¹⁾ X₁ is the % concentration of hot water extraction from *Houttuynia cordata*, X₂ is the % concentration of hot water extraction from *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, X₃ is the % concentration of hot water extraction from *Saururus chinensis*.

²⁾ R² is coefficient of correlation for determination.

** Significant at p<0.01 level.

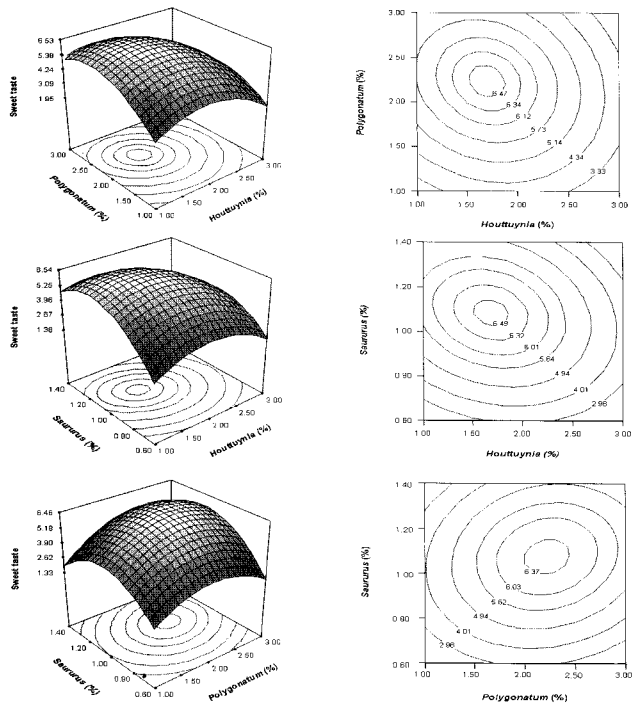


Fig. 1. Response surface (left) and contour map (right) of the sweet taste according to the concentration (%) of hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*.

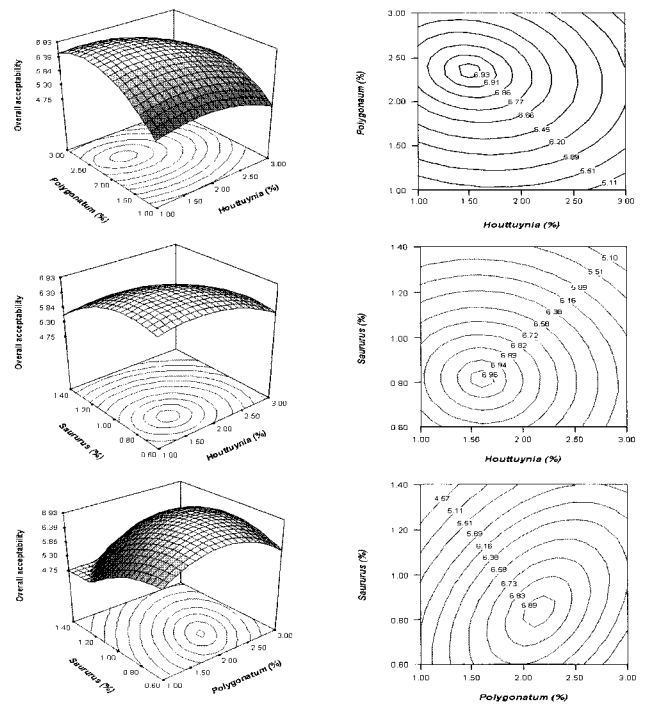


Fig. 3. Response surface (left) and contour map (right) of the overall acceptability according to the concentration (%) of hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*.

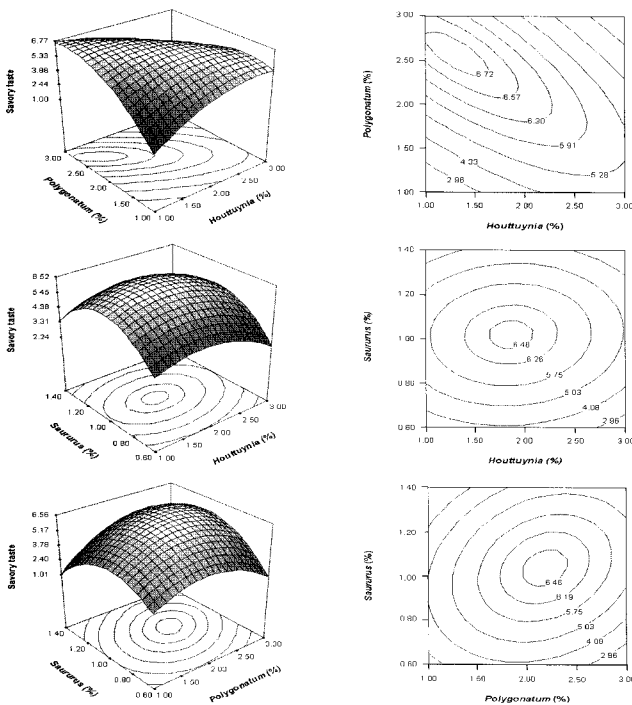


Fig. 2. Response surface (left) and contour map (right) of the savory taste according to the concentration (%) of hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*.

Table 6. Optimum process conditions for maximum response of sweet taste, savory taste and overall acceptability by superimposition their contour maps

Process conditions	Optimum range	Optimum condition
<i>Houttuynia</i> (%)	1.75~1.89	1.820
<i>Polygonatum</i> (%)	2.17~2.31	2.240
<i>Saururus</i> (%)	1.03~1.04	1.035

1.03~1.05%이었다. 이렇게 설정된 각 요인의 혼합 비율을 모두 충족시키는 부분은 여성초 열수 추출액 1.75~1.89%, 둥굴레 열수 추출액 2.17~2.31%, 삼백초 열수 추출액 1.03~1.04%이었다. 따라서 유의성이 인정된 모든 평가 항목을 충족시키는 각 요인의 중앙값을 산출하여 관능적 최적점을 구하였고, Table 6과 같이 음료의 최적 혼합 비율은 여성초 열수 추출액 1.820%, 둥굴레 열수 추출액 2.240%, 삼백초 열수 추출액 1.035%로 사료되었다.

3. 음료의 품질 특성

1) pH, 당도 및 산도

삼백초와 둥굴레 가미 여성초 음료의 pH는 4.18, 당도는

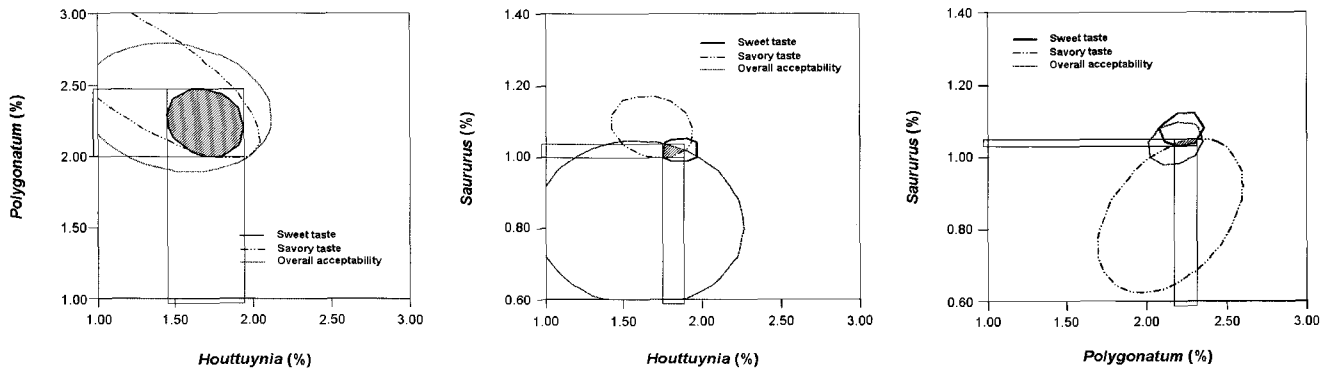


Fig. 4. Superimposed contour maps of optimized conditions for beverage manufactured with hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*.

0.41 °Brix 및 산도는 0.21%로서(Table 7), 딸보리수 추출액을 첨가한 혼합 음료의 이화학적 특성과 제조 조건의 최적화에서 음료의 pH는 3.20~3.34, 당도는 9.77~11.50 °Brix이러한 Hong *et al*(2007)의 결과와 청피, 촉사, 갈근 및 모려 열수 추출액으로 제조한 음료의 pH는 3.80~3.84, 산도는 0.48~0.49%, 당도는 8~11 °Brix라고 한 Cha *et al*(2002)의 결과에 비해서 pH는 더 높고 산도와 당도는 낮은 음료임을 알 수 있었다. 특히 당도는 20배 이상 낮은 것으로 나타났는데 이는 재료의 차이에서 기인하는 것으로 사료된다.

2) 색도

어성초 음료의 색도 특성을 색차계로 조사한 결과(Table 8), 명도를 나타내는 L*값은 40.08로 중 정도의 밝기였으며,

Table 7. pH, soluble solids and total acidity of beverage manufactured with hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*

Measurements	pH	Soluble solids (°Brix)	Total acidity (%)
Beverage	4.18±0.04 ¹⁾	0.41±0.01	0.21±0.01

¹⁾ Values are mean±SD of triplicate.

Table 8. Color value of beverage manufactured with hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*

Measurements	Hunter's color value		
	L*	a*	b*
Beverage	40.08±0.41 ¹⁾	4.53±0.21	10.69±0.27

¹⁾ Values are mean±SD of triplicate.

적색도를 나타내는 a*값은 4.53으로 매우 낮은 수준이었고 황색도를 나타내는 b*값이 10.69로 나타나 본 음료의 전반적인 색상은 중간 정도 밝기의 노란색 계열임을 잘 나타내고 있었다. Hong *et al*(2006)은 천마 추출물을 이용하여 제조한 음료의 색도 특성을 조사한 결과, L*값 50.72, a*값 25.16 및 b*값 13.85로서 본 음료에 비하여 더 밝은 적황색이라 하였는데, 이러한 결과는 음료의 원액이나 농도 차이에 의한 것으로 사료된다.

3) 항산화능

한약재 등 식물계에 널리 분포되어 있는 phenolic compound와 flavonoid류는 강한 항산화 작용이 있다(Park YS 2002). 한편, 전자공여능은 인체 내에서는 활성 라디칼에 의한 노화억제의 지표로 이용되고(Aoshima *et al* 2004), phenolic acid와 flavonoid 및 기타 페놀성 물질에 대한 항산화 작용의 지표로도 사용된다(Kim *et al* 1995, Kang *et al* 1996). 따라서 본 어성초 음료의 총 폴리페놀 함량과 전자공여능을 조사한 결과(Table 9), 총 폴리페놀은 54.63 mg/L, 전자공여능은 26.98%이었다.

Lee *et al*(2007)은 꾸지뽕나무잎 알코올 및 물 추출액의 전자공여능을 α-tocopherol을 대조군으로 하여 조사한 바, 알코올 추출물의 전자공여능은 29.01%(α-tocopherol 37.01%), 물 추출물의 전자공여능은 29.97%(α-tocopherol 38.23%)로

Table 9. Total polyphenol (TP) contents and electronic donation activity (EDA) of beverage manufactured with hot water extracts from *Houttuynia cordata*, *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*, and *Saururus chinensis*

Measurements	TP(mg/L)	EDA(%)
Beverage	54.63±0.29 ¹⁾	26.98±0.11

¹⁾ Values are mean±SD of triplicate.

나타나, 본 어성초 음료의 전자공여능과 유사한 수준이었다. Park YS(2002)는 8종의 한약재를 각각 물과 에탄올로 추출하여 페놀계 합성 항산화제인 BHT(butylated hydroxytoluene)를 대조구로 전자공여능을 조사한 결과, BHT의 전자공여능은 49.7%, 감초 에탄올 추출물은 63.8%, 국화 물 추출물은 63.0% 수준으로 나타나 본 연구의 결과보다는 높은 경향을 보였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 어성초, 삼백초 및 둥굴레의 열수 추출액을 이용하여 항당뇨 기능성 음료를 제조하는 연구의 일환으로 비린 냄새가 강한 어성초 열수 추출액에 삼백초 및 둥굴레의 열수 추출액만을 가미하여 별도의 당 첨가 없이도 기호도가 높은 음료를 제조할 수 있는지를 살펴보고자, 관능 평가와 반응 표면 분석법으로 재료의 혼합비를 최적화하고 최적 비율로 혼합·제조한 음료의 품질 특성을 조사하였다. 어성초, 둥굴레 및 삼백초 열수 추출액의 각각의 농도를 독립 변수로, 단맛, 구수한 맛, 비린 맛 및 종합적 기호도의 4가지 관능적 특성을 종속 변수로 하여 중심 합성 계획법에 의한 반응 표면 분석 결과, 음료 제조의 최적 혼합 조건은 어성초 열수 추출액의 농도 1.75~1.89%, 둥굴레 열수 추출액의 농도 2.17~2.31% 및 삼백초 열수 추출액의 농도 1.03~1.04%이었다. 어성초 열수 추출액 1.820%, 둥굴레 열수 추출액 2.240%, 삼백초 열수 추출액 1.035%를 함유하는 음료의 pH는 4.18, 당도는 0.41 °Brix 및 산도는 0.21%이었으며, 색도는 L*값 40.08, a*값 4.53 및 b*값 10.69이었다. 또한, 항산화능을 조사한 결과, 총 폴리페놀 함량은 54.63 mg/L이었으며, 전자공여능은 26.98%이었다. 이상의 결과로 미루어 보아, 비린 냄새가 강한 어성초 열수 추출액에 별도의 첨가물없이 삼백초 및 둥굴레의 열수 추출액을 적절히 첨가함으로써 보통 이상의 기호도와 항산화능을 지닌 저당도의 음료 제조가 가능할 것으로 사료된다.

문헌

권중안 (1998) 삼백초(어성초)에 대하여. 대한한약 2: 218-221.
 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순 (1998) 완역 중약대사전 제 10권. 도서출판정담, 서울. pp 6550-6556.
 김태정 (1996) 한국의 자원식물 I. 서울대학교 출판부, 서울. pp 66-67.
 문관심 (1994) 약초의 성분과 이용. 일월서각, pp 127.
 박중희, 이정규 (2000) 상용 약용 식물도감. 신일상사, 서울. pp 202-203.
 AOAC (1995) *Official Methods Analysis* 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC.

Aoshima H, Tsunoue H, Koda H, Kiso Y (2004) Aging of whiskey increases 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity. *J Agric Food Chem* 52: 5240-5244.
 Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature* 181: 1199-1120.
 Cha WS, Kim CK, Kim JS (2002) On the development of functional health beverage using *Citrus reticulata*, *Ostrea glgas*. *Kor J Biotechnol Bioeng* 17: 503-507.
 Edenhader R, Tang X (1996) Inhibition of the mutagenicity of 2-nitrofluorene, 3-nitrofluorene and 1-nitropyrene by flavonoids, coumarins, quinones and other phenolic compounds. *Food and Chemical Toxicology* 35: 357-372.
 Ha BJ (2003) Effects of *Saururus chinensis* Baill on lipid metabolism against TCDD damage. *J Fd Hyg Safety* 18: 166-170.
 Ha BJ, Ha JM, Lee SH, Lee JH, Kim MS (2003) Effects of *Houttuynia cordata* Thunb on lipidperoxide and cholesterol in 2,3,4,8-TCDD-damaged Rats. *J Fd Hyg Safety* 18: 56-60.
 Han SS, Lee BJ (1989) Studies on antimicrobial activities of morin alone and on combination with related flavonoids. *Chungbuk J Phatm Sci* 4: 19-27.
 Hong JY, Cha HS, Shin SR, Jeong YJ, Youn KS, Kim MH, Kim NW (2007) Optimization of manufacturing condition and physicochemical properties for mixing beverage added extracts of *Elaeagnus multiflora* Thunb. fruits. *Kor J Food Preserv* 14: 269-275.
 Hong SP, Jeong HS, Jeong EJ, Shin DH (2006) Quality characteristic of beverage with *Gastrodia elata* Blume extract. *J Fd Hyg Safety* 21: 31-35.
 Kang YH, Park YK, Lee GD (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
 Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 27: 80-85.
 Kim SH (2006) Effects of the *Saururus chinensis* Baill hot-water extract intake on the lipid components and metabolic enzyme activities in hyperlipidemic rats. *Kor J Exercise Nutr* 10: 99-106.
 Kim SK, Ryu SY, Choi SU, Kim YS (2001) Cytotoxic alkaloids from *Houttuynia cordata*. *Arch Phatm Res* 24: 518-521.
 Kimura M, Hiromp Y (1884) Interaction in the anti-bacterial activity of flavonoid from *Sophora japonica* L. to *Propio-*

- nobacterium*. *Yakugaku Zasshi* 104: 340-346.
- Koo BC, Jo YM (2003) The comparative study of triglyceride value change on taekwondo players - before and after taking extract of *Houttuynia cordata* Thunb. and *Saururus chinensis*. *Education theory and practice* 13: 213-222.
- Lee JM, Son ES, Oh SS, Han DS (2001) Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. *Korean J Diet Cul* 16: 504-514.
- Lee JS, Han GC, Han GP, Kozukue N (2007) The antioxidant activity and total polyphenol content of *Cudrania tricuspidata*. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 696-702.
- Lee WS (1998) A new experimental design. Youngpoong books, Seoul. pp 317-380.
- Lee YJ, Shin DH, Jang YS, Shin JI (1993) Antioxidative effects of fractions from sequential ethanol extracts of *Houttuynia cordata*, Portulacaceae and sesame cake. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 683-686.
- Leighton T, Ginther C, Fluss L, Harter WK, Cansado J, Nottario V (1992) Molecular characterization of quercetin and quercetin glycosides in *Allium* vegetable. In "phenolic compounds in food and their effect on health II", *Am Chim Soc*. p 220.
- Lim TK, Park HW, Hwang YS, Choi JE (2007) Potential role of polyphenolics and polyphenol oxidase on the induction of browning in ginseng roots. *Korean J Crop Sci* 52: 289-295.
- Matsumoto N, Okushio K, Hara Y (1998) Effect of black-tea polyphenols on plasma lipids in cholesterol fed rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 44: 337-342.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT (1987) Sensory evaluation techniques. CRC Press, Inc Boca Raton Florida. USA. p 39-112.
- Park NY, Jeong YJ, Kwon JH (2007) Changes in flavor compounds of *Polygonatum robustum odoratum* root during roasting. *Korean J Food Sci Technol* 39: 99-103.
- Park SH (1999) Modern experiment design. Minyoung Press, Korea. pp 521-564.
- Park SH, Hwang HS, Han JH (2004) Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. *Kor Nutr Soc* 37: 364-372.
- Park YS (2002) Antioxidative activity and contents of polyphenolic compound of medicinal herb extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 12: 23-31.
- Seo KH, Kim SH (2001) A study on the analysis of oriental functional beverage and on the blood alcohol concentration of rat after drinking liquors. *Korean J Food & Nutr* 14: 222-227.
- Song HJ, Shin MK (1987) Effects of *Houttuyniae herba* on immune responses and histological findings in mice bearing pneumonitis. *Kor J Pharmacogn* 18: 216-232.
- Song JC, Park KN, Hur HS, Bang MH, Back NI (2000) Examination and isolation of natural antioxidants from Korean medicinal plants. *Korean J Med Crop Sci* 8: 94-101.
- Veckenstedt A, Pusztai R (1981) Mechanism of antiviral action of quercetin against cardiovirus infection in mice. *Antiviral Res* 1: 249-261.
- Yoo J, Song DS (2004) The *Houttuynia cordata* drink's fatigue-relieving effect on athletes and general population. *Korea Sport Research* 15: 1345-1356.
- Yun JS, Kim IH, Park JS, Lee CH, Hong EY, Yu T, Jong SK (2006) Characterization of 18S DNA in *Polygonatum* spp. collections. *Korean J Medicinal Crop Sci* 14: 178-182.
- (2008년 10월 28일 접수, 2008년 12월 5일 채택)