

## 생물반응기에서 배양된 인삼의 품질 특성

김경은 · 정용진<sup>†</sup> · 이인선

계명대학교 식품가공학과 및 신기능성식품산업화연구소

## The Quality Characteristic of Ginseng Cultured in Bioreactor System

Kyungeun Kim, Yong-Jin Jeong<sup>†</sup> and In-Seon Lee

Dept. of Food Science and Technology, and Industry  
Institute for New Functional Food, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

### Abstract

In the present study, we investigated the quality characteristic of ginseng cultured in bioreactor system and the optimum recipe condition of the liquid tea using cultured ginseng. The contents of soluble solid and crude saponin in cultured ginseng were 31.8% and 1.94%, respectively, which were lower than commercial ginseng. In the concentrated extract, crude saponin content was 4.77% and the contents of ginsenoside Rc, Re and Rg<sub>1</sub> were 7.36, 4.40 and 1.75 mg/g, respectively. The ginsenoside Rb<sub>1</sub> and Rb<sub>2</sub>, main contents of commercial ginseng, were not detected. The optimum ranges of recipe on organoleptic properties of ginseng liquid tea were estimated on 9.0~10.4% of the extract, 6.8~8.1% of apple vinegar and 40% of fructose. The liquid tea using commercial ginseng showed higher scores of sensory test than the liquid tea using cultured ginseng in bioreactor system at the given condition, 10% of the extract, 7% of apple vinegar and 40% of fructose, with the same recipe condition ranges.

**Key words:** ginseng, bioreactor system, cultured ginseng, ginsenoside, tea

### 서 론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)의 뿌리는 수 천년 동양의 중요한 약재로 위장병 치료, 혈액순환 촉진, 활력증강 등에 널리 이용되어 왔다. 인삼 재배법은 오래 전에 확립되었으나, 4~6년간의 재배기간으로 수확에 오랜 시일이 소요되고 곰팡이 및 여러 병균의 오염 등으로 많은 문제점이 발생되어 최근에 인삼 재배의 문제점을 보완하기 위해 세포배양기술이 연구되고 있다(1).

세포배양기술은 인삼 식물의 뿌리에서 callus를 유도하고 이를 계대 배양하여 얻은 callus cell를 완전하게 멸균된 환경(생물반응기)에서 배양하는 것이며 이 기술을 이용한 여러 연구들이 보고되었다. 즉, 세포 배양에 의한 고려인삼 성분의 생산 연구(2,3), 인삼의 대량 생산 및 ginsenoside 생산(4-6), 영양소에 의한 인삼 생산의 개선 방안(7) 등이 보고되고 있다.

인삼의 유효성분으로 널리 알려진 인삼 saponin 성분은 Ro, Ra, Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rc, Rd, Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rh<sub>1</sub> 및 Rh<sub>2</sub>로 명명되었고 각 성분에 대한 약리활성이 서로 다름이 보고되고 있으며(5) 인삼의 화학성분에 대한 많은 연구를 통해 다당체 성분, 폴리아세틸렌계 성분, 페놀계 화합물, 정유 성분, 펩티드, 알칼로이드, 비타민 등의 성분분석이 수행되어졌다. 최근에

는 인삼의 비사포닌 성분에서 유효성이 있다고 밝혀져 다각적인 연구가 진행되고 있다(8).

배양인삼은 2개월 이내에 수확할 수 있어 재배인삼에 비해 그 기간이 단축되고 완전히 멸균된 환경(생물반응기)에서 배양됨으로써 병충해에 의한 피해를 줄일 수 있으며(4,6) 배양 세포주에 따라 특정 ginsenoside 함량을 높일 수도 있는(5) 이점이 있다. 이러한 이점을 활용하여 대량 생산 및 특정 ginsenoside를 일시에 얻어 의약품, 건강보조식품 및 인삼가공식품 등에 활용이 기대된다. 그러나 현재까지 생물반응기에서 배양된 인삼의 품질 특성과 이를 활용한 제품 개발에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 생물반응기에서 배양된 인삼의 품질 특성을 조사하고 이를 활용방안으로 인삼 액상차를 제조하여 일반 재배 인삼과의 관능적 품질을 비교하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에서는 재배인삼은 수분함량 7.88%의 분말시료를 충북대학교에서 제공받아 사용하였다. 시판인삼 농축액은(주)고려인삼의 사포닌 80 mg/g 이상 제품을 구입하여 사용하였

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr  
Phone: 82-53-580-5557. Fax: 82-53-580-5162

으며 총산 6.7의 (주) 제일제당 사과식초와 73°Brix의 고과당은 (주)선일을 각각 구입하여 사용하였다.

#### 배양조건 및 전처리

배지는 MS 기본배지에  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 를 제외하고 NAA 2 mg/L, glucose 50 g/L를 첨가 후 pH 5.8로 조절하였다. 총 용적 20 L의 공기 부양형 balloon type bubble 생물반응기(BTBB)에 멸균 배지 15 L를 넣고 부정균 100 g을 접종하여  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , 공기량 0.1 vv으로 40일간 배양하였다. 배양액을 수돗물로 2~3회 세척하여 배지성분을 제거한 고형분을 열풍건조기에서 약 4~5시간 건조하여 수분함량 7.88%의 시료를 분쇄하여 사용하였다.

#### 추출 및 농축방법

인삼의 추출방법은 에탄올 농도 80%, 추출온도  $85^\circ\text{C}$ , 추출시간 8 hr( $\times 5$ )으로 환류추출법을 이용하였으며(9,10) 이상의 5회 반복 추출실험에서는 매회 새로운 용매를 동일량 사용하여 횟수별로 추출물을 얻고 여액(Whatman No. 42)을 추출물의 특성시험에 사용하였으며, 이때 인삼분말과 용매비는 1:5였다. 각 횟수별 추출물은 가용성 고형분 함량, 조사포닌 함량 측정 등에 이용하였으며 농축액은 각각의 추출물을  $55^\circ\text{C}$ 에서 감압농축(R-205, Büchi Co, Switzerland)하여 41°Brix로 조정된 후 조사포닌 함량 분석에 사용하였다.

#### 액상차 제조를 위한 실험계획

본 실험에서는 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)(11)을 사용하여 인삼 액상차에 대한 실험계획을 식품공전에 따른 saponin함량 규격 범위와 예비실험 결과에 준하여 인삼 농축액(41°Brix), 과당 및 사과식초(산도 6.5~7.0%, 사과즙 37% 함유)를 중심합성계획(12)에 따라 농축액 함량(3~11%), 과당 함량(30~50%) 및 사과식초 함량(6~14%)의 비율로 각각 다섯 단계로 부호화하였다(Table 1). 또한 독립변수(액상차의 제조조건,  $X_n$ )는 중심합성계획에 따라 16구간으로 구분하였으며(Table 2), 독립변수에 의한 영향을 받는 반응변수( $Y_n$ )는 관능적 특성으로서 색( $Y_1$ ), 향( $Y_2$ ), 맛( $Y_3$ ) 및 전반적 기호도( $Y_4$ )로 하였다.

이때 액상차의 제조는 농축액, 과당 및 사과식초를 각각의 조건으로 배합하여 음용수를 가하여 전체 volume을 100 mL로 일정하게 fill up하여 살균된 유리병에서 넣어 밀폐하여 실온에서 10일간 숙성시킨 후 시료로 사용하였다.

#### 액상차의 관능적 품질 비교

생물반응기에서 배양된 인삼 농축액과 재배 인삼 농축액

**Table 1. Levels in recipe conditions in experimental design**

$X_i$ Recipe conditions	Levels				
	-2	-1	0	1	2
$X_1$ Ginseng extract (%)	3	5	7	9	11
$X_2$ Fructose content (%)	30	35	40	45	50
$X_3$ Apple vinegar content (%)	6	8	10	12	14

**Table 2. Central composite design for the optimization of recipe condition of concentrated ginseng liquid tea**

Experimental number <sup>1)</sup>	Ginseng extract (%)	Fructose content (%)	Apple vinegar content (%)
1	5(-1)	35(-1)	8(-1)
2	5(-1)	35(-1)	12(+1)
3	5(-1)	45(+1)	8(-1)
4	5(-1)	45(+1)	12(+1)
5	9(+1)	35(-1)	8(-1)
6	9(+1)	35(-1)	12(+1)
7	9(+1)	45(+1)	8(-1)
8	9(+1)	45(+1)	12(+1)
9	7(0)	40(0)	10(0)
10	7(0)	40(0)	10(0)
11	3(-2)	40(0)	10(0)
12	11(+2)	40(0)	10(0)
13	7(0)	30(-2)	10(0)
14	7(0)	50(+2)	10(0)
15	7(0)	40(0)	6(-2)
16	7(0)	40(0)	14(+2)

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

으로 각각 액상차를 제조하여 관능적 품질을 비교하였다. 이때 액상차 제조는 생물반응기에서 배양된 인삼 액상차의 최적조건 중 임의의 조건(농축액 10%, 사과식초 7%, 과당 40%)으로 동일하게 제조하여 10일간 숙성시킨 후 관능검사를 실시하였고 그 결과에 대한 유의성은 SAS 프로그램(13)을 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

#### 관능검사

제조된 액상차는 냉수와 1:5로 희석하여 관능적 특성을 조사하였다. 본 실험에 흥미가 있고 차이 식별 능력이 있는 32명을 관능검사 요원으로 선정하여 이들에게 색, 맛, 향 및 전반적 기호도를 평가하는 요령을 훈련시킨 뒤 색상, 맛, 향 그리고 전반적인 기호도 등에 대한 관능시험을 5점 채점법으로 실시하였다. 이때 관능평점은 5 대단히 좋다(very good), 4 약간 좋다(good), 3 보통이다(fair), 2 약간 나쁘다(poor), 1 대단히 나쁘다(very poor)로 하였다.

#### 가용성 고형분 수율 측정

각 횟수별에서 얻어진 에탄올 추출물의 가용성 인삼성분 총수율은 공정법(9)에 준하여 추출물 일정량을 취하여  $105^\circ\text{C}$ 에서 항량을 구하고 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

#### 조사포닌 함량 측정

각 추출물의 조사포닌 함량은 n-butanol 추출법(14,15)에 따라 정량하였다. 즉, 회수별 추출액을 여과(Whatman No. 42)한 후 3000 rpm에서 15분간 원심분리하였다. 상층액을 100 mL로 정용하여 이중 50 mL를  $55^\circ\text{C}$ 에서 감압 농축한 후 증류수 30 mL에 용해하고 분액깔대기에 취하여 30 mL di-

ethyl ether로 2회 세척하여 지용성 성분을 제거하였다. 수층에 수포화 butanol을 30 mL씩 3회 가하여 분리하고, n-butanol 층을 농축시켜 조사포닌을 얻은 다음 105°C의 진공건조기에서 함량이 될 때까지 2시간 이상 건조하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

Ginsenoside의 HPLC 분석

추출물의 농축액에 대한 주요 ginsenoside 함량을 분석하고자 한국인삼연초연구원에 검사를 의뢰하였다. 분석방법은 농축액의 조사포닌을 10% methanol 용액(w/v)으로 만들어 high performance liquid chromatograph(model, Analytical HPLC/ALC-244; column, Waters Microbondapack NH<sub>2</sub> (10 μm); detector, Waters 410 differential refractometer; mobile phase, ACCN/H<sub>2</sub>O/n-BuOH = 80 : 20 : 10; flow rate, 1.1 mL/min)에 의하여 정량 분석하였다(16).

결과 및 고찰

인삼의 추출횟수별 가용성 고형분 및 조사포닌 함량

생물반응기에서 배양된 인삼을 액상차에 이용하기 위해, 먼저 현재 대부분의 인삼업계에서 활용되고 있는 가용성 인삼성분 추출조건인 추출온도 85°C, 에탄올 농도 80%, 추출시간 8hr(×5)으로 추출하여 추출횟수별 가용성 고형분 및 조사포닌 함량을 조사하였다.

인삼을 5회 반복 추출하여 횟수별 가용성 인삼성분과 조사포닌 함량을 측정된 결과를 Table 3에 나타내었다. 1회 추출로 가용성 인삼성분 60.94%, 조사포닌 함량은 64.52%로 추출되었으며 3회 추출에서는 각각 95.56, 95.26% 이상의 높은 추출율이 확인되었다. 이는 Kwon과 Kim(17)의 일반 재배 인삼의 횟수별 가용성 고형분과 조사포닌의 추출율과 비슷한 경향이었으나, 총수율 함량과 조사포닌 함량은 각각 31.80%, 1.94%을 나타내어 40.58%와 5.32%로 나타난 재배 인삼보다 낮은 경향이였다. 따라서 생물반응기에서 배양된 인삼은 일반 재배 인삼의 여러 가지 문제점은 보완할 수 있으나,

Table 3. Effect of extraction steps on total yield and crude saponin content from ginseng cultured in bioreactor system

Extraction steps	Total yield (% , d.b)	Relative content (%)	Crude saponin (% , d.b)	Relative content (%)
1st (% RSD)	19.38±0.07 <sup>1)</sup> (0.36)	60.94	1.253±0.06 (4.79)	64.52
2nd (% RSD)	8.30±0.08 (0.96)	26.10	0.396±0.02 (5.05)	20.39
3rd (% RSD)	2.71±0.07 (2.58)	8.52	0.201±0.02 (9.95)	10.35
4th (% RSD)	1.25±0.02 (1.60)	3.93	0.083±0.00 (0.00)	4.27
5th (% RSD)	0.16±0.00 (0.00)	0.50	0.009±0.00 (0.00)	0.46
Total	31.80	99.99	1.94	99.99

<sup>1)</sup>Mean of triplicates± standard deviation.

그 성분은 낮은 것으로 나타나서 개선이 필요한 것으로 생각되었다.

조사포닌 및 ginsenoside의 함량

각 횟수별 추출물을 41°Brix로 농축 후 조사포닌 및 ginsenoside 함량에 대하여 조사하여 Table 4에 나타내었다.

농축액에 대한 조사포닌 함량은 4.77%였으며, HPLC에 의해 측정된 주요 ginsenoside의 추출은 Rc, Re 그리고 Rg<sub>1</sub> 순으로 7.36, 4.40 및 1.75 mg/g 각각 추출되었으며, 총 ginsenoside의 함량은 15.09 mg/g이었다. Kitagawa 등(18,19)의 일반 재배 인삼의 ginsenoside 에 대한 연구에서 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub> 및 Rc의 함량이 높은 경향이였다고 보고하였으나, 생물반응기에서 배양된 인삼의 ginsenoside의 조성에서는 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>가 검출되지 않았고 Rc, Re 그리고 Rg<sub>1</sub>의 함량은 높게 나타났다. 이러한 결과는 일반 재배인삼과 생물반응기에서 배양된 인삼의 조성에도 차이가 있을 것으로 사료되므로 함유된 ginsenoside 및 유효성분에 대한 연구가 요구되었다.

제조조건에 따른 액상차의 관능적 품질

생물반응기에서 배양된 인삼 액상차의 개발을 위하여 추출·농축 후 중심합성계획에 따라 여러 조건에서 제조하였다. 액상차는 냉수와 1 : 5로 희석하여 관능검사를 실시 후 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도를 Table 5에 나타내었다. 실험

Table 4. Content on crude saponin and major ginsenosides of the concentrated extract from ginseng cultured in bioreactor system

Crude saponin (%)	Ginsenosides (mg/g)							Total
	Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	
4.77	N.D. <sup>1)</sup>	N.D.	7.36	1.43	4.40	0.15	1.75	15.09

<sup>1)</sup>Non detect.

Table 5. Experimental data on sensory test of concentrated ginseng liquid tea under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Experimental number <sup>1)</sup>	Color	Odor	Taste	Overall palatability
1	3.00 <sup>2)</sup>	2.33	2.33	3.00
2	2.67	2.00	2.67	2.67
3	3.33	2.67	3.00	3.33
4	3.00	2.33	2.67	3.00
5	3.67	3.33	3.33	3.50
6	3.00	3.00	3.00	3.00
7	3.33	3.67	3.67	3.67
8	3.00	3.33	3.33	3.33
9	3.33	3.00	3.00	3.00
10	3.00	3.00	3.00	3.33
11	2.50	2.33	2.00	2.67
12	2.00	3.33	2.50	3.00
13	4.00	3.67	3.00	3.50
14	3.00	3.33	3.33	3.33
15	4.00	3.00	3.50	3.50
16	3.00	2.67	3.00	3.00

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

<sup>2)</sup>Sensory score: 5 (very good), 4 (good), 3 (fair), 2 (poor), 1 (very poor).

계획을 바탕으로 제조된 16구간의 액상차에 대하여 5점 척도 시험에 따라 관능적 품질을 평가해 본 결과는 16개 시험군에 관능평점은 색상 2.00~4.00, 향 2.00~3.67, 맛 2.00~3.50 및 전반적인 기호도 2.67~3.67로 제조조건에 따른 변화가 조금 있었다. 액상차의 배합비인 인삼농축액 함량(3~11%), 과당 함량(30~50%), 사과식초 함량(6~14%)의 범위에서는 관능 평점이 2점과 4점 사이로서 나쁘다(2점)에서 좋다(4점)의 범위로 나타났다.

인삼 액상차의 색상, 향, 맛 및 전반적 기호도 등의 관능검

사 결과를 SAS program(20)을 이용하여 회귀분석한 결과, 세 가지 요인 변수가 각각 변화됨에 따른 색상(Y<sub>1</sub>), 향(Y<sub>2</sub>), 맛(Y<sub>3</sub>) 및 전반적인 기호도(Y<sub>4</sub>)에 대한 회귀식, R<sup>2</sup> 및 유의성은 Table 6에 나타내었다.

이때 색상과 맛의 R<sup>2</sup>는 0.8308, 0.9002로 10%이내 수준에서 유의성이 인정되었으며 향 및 전반적인 기호도의 R<sup>2</sup>는 0.8153 및 0.8078로 유의성이 인정되지 않았다. 이와 같이 향과 전반적인 기호도 등의 관능평점에서 유의성이 검정되지 않는 것은 관능요인의 주관적인 평가에 의한 것으로 사료된다.

Table 6. Polynomial equations calculated by RSM program on sensory test for processing of concentrated ginseng liquid tea

Response	Polynomial equation <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>	Significance
Color	$Y_1 = 7.267188 + 1.406875X_1 - 0.244000X_2 - 0.628750X_3 - 0.057187X_1^2 - 0.012500X_2^2 + 0.003350X_2^2 - 0.010625X_1X_3 + 0.004250X_2X_3 + 0.020938X_3^2$	0.8308	0.0813
Odor	$Y_2 = 8.226250 + 0.336250X_1 - 0.389250X_2 + 0.153750X_3 - 0.010625X_1^2 + 0.005000X_2^2 - 0.000250X_2X_3 - 0.010312X_3^2$	0.8153	0.1010
Taste	$Y_3 = -1.221875 + 0.983125X_1 - 0.022000X_2 + 0.124375X_3 - 0.046875X_1^2 + 0.001650X_2^2 - 0.021250X_1X_3 - 0.008500X_2X_3 + 0.015625X_3^2$	0.9002	0.0203
Overall palatability	$Y_4 = 6.441250 + 0.492500X_1 - 0.195750X_2 - 0.225000X_3 - 0.020625X_1^2 - 0.002000X_1X_2 + 0.002500X_2^2 - 0.005625X_1X_3 + 0.002000X_2X_3 + 0.005313X_3^2$	0.8078	0.1113

<sup>1)</sup>X<sub>1</sub>: Ginseng extract (%). X<sub>2</sub>: Fructose content (%). X<sub>3</sub>: Apple vinegar content (%).

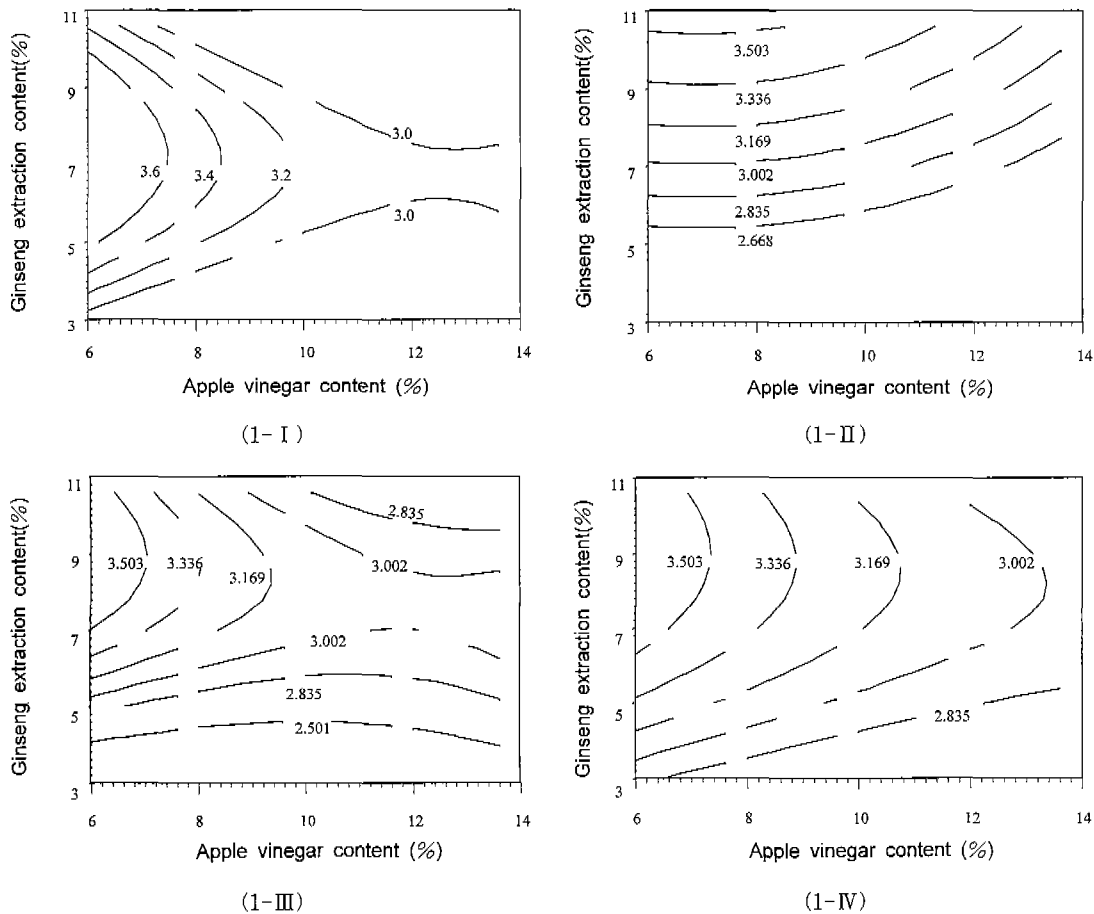


Fig. 1. Contour map of sensory test on concentrated ginseng liquid tea as a function of extract content and apple vinegar content. 1-I: color, 1-II: odor, 1-III: taste, 1-IV: overall palatability.

Table 7. Predicted levels of recipe conditions on concentrated ginseng liquid tea for the maximum responses of sensory test by the ridge analysis

Responses	R <sup>2</sup>	Prob>F	Ginseng extract (%)	Fructose content (%)	Apple vinegar content (%)	Maximum	Mol-pology
Color	0.8308	0.0813	7.53	34.24	6.77	4.11	s · p
Odor	0.8153	0.1010	9.08	48.35	9.28	3.69	s · p
Taste	0.9002	0.0203	7.89	44.22	7.95	3.53	s · p
Overall palatability	0.8078	0.1113	7.93	41.29	7.47	3.48	s · p

인삼 액상차의 제조조건에 따른 관능적 품질의 변화에서 가장 영향력이 적은 과당 함량을 40%로 고정한 후 농축액 함량과 사과식초 함량으로 contour map 얻어 Fig. 1에 나타내었으며 관능평점의 변화에 대한 반응표면은 안장점을 나타내었다.

색상에 관한 관능적 평점의 변화(Fig. 1-I)는 인삼 농축액 함량보다 사과식초 함량에 영향을 받아 그 함량이 적을수록 높게 나타났으며, 이는 농축액과 사과식초의 색상이 혼합되면서 관능적으로 좋지 못한 영향을 주는 것으로 사료된다. 액상차의 향에 대한 제조조건에 대한 영향(Fig. 1-II)은 인삼농축액에만 영향을 받고 인삼농축액 함량이 높을수록 관능점수가 높게 나타났다. 이러한 결과는 인삼 특유의 방향성이 기호도를 증가시키는 것으로 사료된다. 제조조건별 맛과 전반적인 기호도의 변화(Fig. 1-III, 1-IV)는 인삼농축액 함량이 7% 이상에서 관능평점이 높게 나타났으며, 사과식초 함량은 낮을수록 관능점수가 높게 나타났다. 이상의 결과를 바탕으로 생물반응기에서 배양된 인삼을 이용한 농축액상차 제조는 가능하였으나 관능적 평점이 높은 액상차 제조를 위하여 원료 인삼의 품질 및 용도개발에 관한 연구가 요구되었다.

관능적 특성의 최적화

생물반응기에서 생산된 인삼을 활용한 액상차의 제조에 있어서 관능적 특성에 대한 최적 제조조건을 구하고자 능선 분석을 실시한 결과 Table 7과 같다. 액상차의 색상에 대한 최적조건은 농축액 함량 7.53%, 과당 함량 34.24%, 사과식초 함량 6.77%로 예측되었으며 최적 향에 대한 제조조건은 농축액 함량 9.08%, 과당 함량 48.35%, 사과식초 함량 9.28%, 맛에 대한 최적조건은 농축액 함량 7.89%, 과당 함량 44.22%, 사과식초 함량 7.95%, 전반적 기호도에 대한 최적 제조조건은 농축액 함량 7.93%, 과당 함량 41.29%, 사과식초 함량 7.47% 등으로 각각 나타났다. 그리고 인삼 농축액상차의 관능적 특성을 최적화하기 위해 각 제조조건별 색상, 향, 맛 및 전반적 기호도에 대한 contour map을 superimposing하여 최적 제조조건 범위를 예측하였다. 액상차 제조조건에서 관능적 평점에 가장 영향이 작은 것으로 나타난 과당 함량을 실험계획의 범위 즉, 40%로 고정하여 반응변수들의 관능적 특성을 반응표면 분석하였다. Fig. 2와 같이 관능적 특성(색상, 향, 맛 그리고 전반적 기호도)을 모두 만족시키는 공정(독립)변수의 범위는 농축액 함량 9.0~10.4%, 사과식초 함량 6.8~8.1%로 인삼 액상차 제조조건이 예측되었다(Table 8).

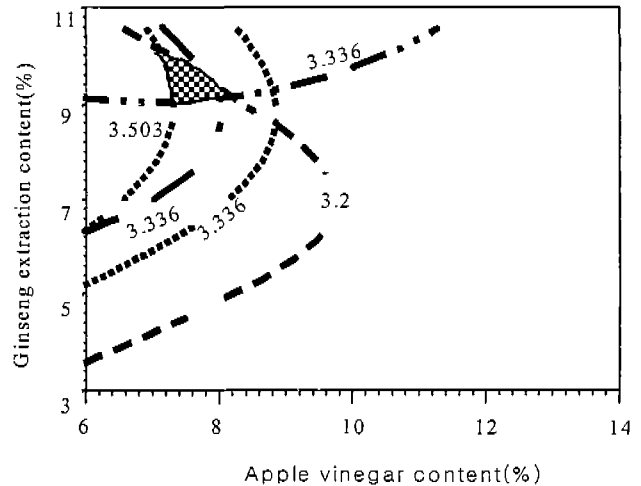


Fig. 2. Superimposed contour map of optimized conditions for sensory test of recipe condition of concentrated ginseng liquid tea. --- Color, - · - · - Odor, — Taste, ····· Overall palatability.

Table 8. Predicted values of response variables at the range of optimum recipe (%)

Recipe condition	Range of optimum conditions
Ginseng extract	9.0~10.4
Fructose content	40
Apple vinegar content	6.8~8.1

액상차의 관능적 품질 비교

생물반응기에서 생산된 인삼과 재배인삼을 이용하여 동일한 제조조건으로 제조된 액상차의 관능적 품질을 비교한 후, 그 결과를 평균, 표준편차, 분산분석 및 Duncan's multiple range test하여 Table 9에 나타내었다.

Table 9. Comparison of sensory quality on concentrated liquid tea produced by cultured ginseng and commercial ginseng<sup>1)</sup>

Sensory quality	Cultured ginseng <sup>2)</sup>	Commercial ginseng
Color	2.83 ± 0.69 <sup>a3)</sup>	3.50 ± 0.50 <sup>ab</sup>
Odor	2.33 ± 0.47 <sup>b</sup>	3.25 ± 0.38 <sup>a</sup>
Taste	2.70 ± 0.37 <sup>ab</sup>	2.08 ± 0.19 <sup>a</sup>
Overall palatability <sup>4)</sup>	2.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	2.67 ± 0.47 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean ± Standard deviation (n=6).

<sup>2)</sup> Ginseng cultured in bioreactor system.

<sup>a)</sup> Indicate significant difference (p<0.05).

<sup>ab)</sup> Indicate significant difference (p<0.01).

<sup>3)</sup> Means within columns followed by the same letters are not significantly different.

그 결과 색상과 맛은 시료간의 유의차가 없었으나 향과 전 반적인 기호도는 인삼의 종류에 따른 유의적 차이를 나타내었다. 색상과 향은 재배인삼 농축 액상차에서 3점 이상의 관능평점을 얻을 수 있었으나, 맛과 기호도에서는 3점 미만의 낮은 평점을 얻었다. 생물반응기에서 생산된 인삼 액상차는 관능적 품질이 모두 3점 미만의 낮은 관능점수를 얻었다. 재배 인삼과 생물반응기에서 생산된 인삼을 이용한 액상차에 대한 전반적 기호도는 재배인삼을 활용한 액상차의 관능평점이 높게 나타났다. 이상의 결과는 생물반응기에서 생산된 인삼의 활용방안으로 같은 조건으로 제조된 액상차의 관능적 품질만을 고려한 것으로서 생물반응기 생산 인삼에 적합한 액상차의 제조방법의 보완, 또는 원료 자체의 개선이 요구되었다.

## 요 약

본 연구에서는 생물반응기에서 배양된 인삼의 품질 특성 및 이를 이용한 액상차 제조에 관한 연구를 행하였다. 생물반응기에서 배양된 인삼 추출물에 대한 품질특성은 가용성 고형분 함량 및 조사포닌 함량이 각각 31.80%, 1.94%로 나타나 재배 인삼보다는 함량이 낮은 경향이였다. 농축액의 조사포닌 함량은 4.77%이었으며 ginsenoside Rc, Re 및 Rg<sub>1</sub>은 7.36, 4.40 및 1.75 mg/g으로 나타났으며 재배인삼에 많은 함량을 차지하는 ginsenoside Rb<sub>1</sub>과 Rb<sub>2</sub>는 검출되지 않았다. 생물반응기에서 배양된 인삼의 활용방안으로 추출·농축액을 이용하여 액상차를 제조하여 최적 배합비를 설정하였다. 액상차 제조의 최적 배합비 범위는 농축액 함량 9.0~10.4%, 사과식초 함량 6.8~8.1%, 과당 함량 40%로 예측되었다. 또한 배양 인삼 농축액과 재배인삼 농축액으로 제조된 액상차의 관능적 품질을 비교하고자 예측된 임의의 조건(농축액 10%, 사과식초 7%, 과당 40%)으로 동일하게 제조하여 비교하였을 때 관능적 품질은 재배인삼이 생물반응기에서 배양된 인삼보다 높은 관능평점을 나타내었다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 충북대학교 첨단원예기술개발연구센터의 지원에 의한 것입니다.

## 문 헌

- Hibino, K. and Ushiyama, K. : Commercial production of ginseng by plant tissue culture technology. In *Plant Cell and Tissue Culture for the Production of Food Ingredients*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, p.215-224 (1999)
- Chi, H.J. and Kim, H.S. : The production of ginseng saponins with the cell culture of Korean ginseng plant. *Kor. J. Pharmacogn.*, **16**, 171-174 (1985)
- Chi, H.J., Shin, K.H., Kim, H.S. and Cho, H.J. : Production of ginseng saponins with cell culture (II). *Kor. J. Pharmacogn.*, **20**, 162-169 (1989)
- Ko, K.M., Yang, D.C., Park, J.C., Choi, K.J., Choi, K.T. and Hwang, B. : Mass culture and ginsenoside production of ginseng hairy root by two-step culture process. *Korean J. Plant Biology*, **39**, 63-69 (1996)
- KGTRI : Production of ginsenoside by cell-cultured ginseng in "Tissue-culture cell-culture technique". 2nd report of institute (1994)
- Choi, S.M., Son, S.H., Yun, S.R., Kwon, O.W., Seon, J.H. and Paek, K.Y. : Pilot-scale culture of adventitious roots of ginseng in a bioreactor system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, **62**, 187-193 (2000)
- Yu, K.W., Gao, W.Y., Son, S.H. and Paek, K.Y. : Improvement of ginsenoside production by jasmonic acid and some other elicitors in hairy root culture of ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant*, **36**, 422-428 (2000)
- Park, M.G. : *The Recent Korean Ginseng*. Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taejon, Korea (1996)
- KMHW : *Korean Food Standard Code*. The Korean Ministry of Health and Welfare, p.507-510 (1997)
- Sung, H.S. and Yoon, S.K. : Effect of the extracting condition on the crude fat and free fatty acids of red ginseng extract (in Korea). *Korean J. Ginseng Sci.*, **9**, 179-185 (1985)
- Myers, R.H. : *Response Surface Methodology*. Allyn and Bacon, Inc., Boston, USA (1971)
- Wanasundara, P.K.J.P.D. and Shahidi, F. : Optimization of Hexametaphosphate-assisted extraction of flaxseed proteins using reponse surface methodology. *J. Food Sci.*, **61**, 604-607 (1996)
- Seong, N.K. : *SAS/Graph*. Jayu Academy Publishing Co., Korea, p.228-2231 (1993)
- Ko, S.R., Kim, S.C. and Choi, K.J. : Original articles : Extract yields and saponin contents of red ginseng extracts prepared with various concentrations of ethanol. *Korean J. Pharmacognosy*, **23**, 24-28 (1992)
- Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S. : Chemical studies on the Oriental plant drugs (XXV). Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs. *Syoyakugaku Zasshi*, **225**, 28-32 (1971)
- Choi, J.H., Kim, W.J., Yang, J.W., Sung, H.S. and Hong, S.K. : Quality changes in red ginseng extract during high temperature storage. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, **24**, 50-58 (1981)
- Kwon, J.H. and Kim, K.E. : Comparative effects of microwave-assisted process under atmospheric pressure condition and conventional process on extraction efficiencies of effective ginseng components. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 586-592 (1999)
- Kitagawa, I., Taniyama, T., Shibuya, H., Noda, T. and Yoshikawa, M. : Chemical studies on crude drug processing. V. On the constituents of ginseng radix rubra (2): Comparison of the constituents of white ginseng and red ginseng prepared from the same *Panax ginseng* root. *Yakugaku Zasshi.*, **107**, 495-505 (1987)
- Kitagawa, I., Yoshikawa, M., Yoshihara, M., Hayashi, T. and Taniyama, T. : Chemical studies of crude drugs (1). Constituents of ginseng radix rubra. *Yakugaku Zasshi.*, **103**, 612-622 (1983)
- SAS institute, Inc. : *SAS/STAT User's Guide*. Version 6, 4th ed., Cary, NC, USA (1988)

(2001년 9월 21일 접수; 2001년 11월 28일 채택)