

등굴레의 전처리 및 과립차 배합비 최적화

이기동[†]

경북과학대학 발효건강식품과

Optimization on Pretreatment and Granule Tea Recipe of *Polygonatum sibiricum* Delar

Gee-Dong Lee[†]

Department of Fermentation and Health Food, Kyongbuk College of Science, Chilkok 718-850, Korea

Abstract

The organoleptic properties of granule tea was optimized for granulation of *Polygonatum sibiricum* Delar(Dunggulle) tea for exclusion of scorched smell and increase of consumption. The length of 2 mm was suitable to cutting size of Dunggulle for preparation of the roasted Dunggulle. The optimum sensory conditions for aroma of Dunggulle granule tea showing 7.85 organoleptic score were 80.61% in ratio of Dunggulle extracts to total extracts, 12.77% in content of total extracts and 37.33% in rate of glucose to total sugar. The highest score of overall palatability was 5.96 at 61.11% in rate of Dunggulle extracts to total extracts, 13.79% in content of total extracts, and 60.92% in rate of glucose to total sugar.

Key words : *Polygonatum sibiricum* Delar, Dunggulle tea, granulate, sensory property, roasting

서 론

등굴레는 백합과에 속하는 다년생 초본으로 경상도 일원의 산야에 많이 자생되고 인공적 재배도 가능한 식용식품으로 널리 이용되고 있다. 등굴레 근경은 한방과 민간에서 자양, 강장효과 외에도 당뇨, 갈증해소, 허약증상, 영양불량, 폐결핵 등에 효능이 있다고 보고되어 있다(1-3).

등굴레는 이러한 약리적인 효능뿐만 아니라 볶은 후 물에 넣어 끓이면 구수한 승냥 맛과 향, 볶음 땅콩향, 볶음 옥수수향 등을 내는 기호적 특성을 지니고 있어서 전통음료로서 개발 가능성이 크다. 현재 유통되고 있는 등굴레차는 재배 및 야생 등굴레를 재래적인 방법에 의해 단순 볶음 처리한 제품으로서, 국내 및 일본시장에 처음 선 보인바 그 독특한 향과 맛 때문에 소비자의 호평을 받고 있다(4-6).

등굴레에 관한 연구는 권 등(7)이 등굴레의 볶음처리에 따른 등굴레 고유성분의 동적인 변화를 관찰하여 당과 아미노산이 열처리과정에서 변화하는 양상을 보고하였다. 또한 등굴레 볶음처리에 따른 색도와 관능적 특성에 대하여 연구하여 볶음과정의 중요성이 입증되었다(8,9). 김(10) 등은 등굴레차를 가압볶음장치에서 볶음처리를 함으로서 볶음등굴

레의 향과 맛이 우수해진다고 하였다.

한편 등굴레와 향미가 유사한 치커리에 대한 연구보고가 있으며, 홍(11) 등이 치커리를 볶음 처리함에 따라 기능성이 증가하고 관능적으로 우수한 치커리차가 만들어진다고 보고하였다. 그리고 치커리의 볶음에 따른 갈색화 양상을 관찰함으로써 볶음조건에 따른 색상의 변화에 대하여 연구되어 왔다(12).

근래에 와서 등굴레는 구수한 향미를 가진 차로써 상품화 되어 유통되고 있으며, 소비자들로부터 인기를 모으고 있다. 등굴레차는 주로 티백차로 유통되고 있으며 가격이 비싼 편이므로 값싸고 간편하게 자판기 등에서 쉽게 뽑아 먹을 수 있는 제품의 개발이 시급하다 하겠다.

본 연구는 자판기 또는 유통점에서 저렴하게 판매할 수 있도록 등굴레 과립차를 개발하고자 하였으며, 티백차에서 나타나는 볶음 등굴레의 탄내와 탄맛을 제거하고, 티백에서 흘러나와 차에 부유함으로써 차를 마실 때 느껴지는 입자감을 없애고자 반응표면분석으로 등굴레과립차의 가공조건을 최적화하고 관능적 특성을 모니터링 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 등굴레(황정, *Polygonatum sibiricum*

[†] Corresponding author. E-mail : kdlee@kbs.ac.kr, Phone : 82-54-972-9583, Fax : 82-54-979-9210

Delar, *Dunggulle*)의 뿌리는 함양에서 농민들에 의해 재배된 것을 11월에 채취하여 사용되었다. 등굴레 과립차의 풍미를 돋우기 위해 사용된 치커리(*Cichorium intybus* L.)는 가을에 채취된 것을 볶음처리하여 사용하였다(11).

볶음조건

생등굴레를 세척한 후 1~7mm로 세절한 후 40~70℃에서 8hr 이상 건조하여 원적외선 회전드림식 볶음기(THR-020, TAEHWAN Automation Industry)에서 110~180℃에서 5~55min 볶았다.

반응표면분석에 의하여 등굴레 과립차를 제조하기 위한 등굴레와 치커리의 전처리 및 볶음은 등굴레의 전처리 실험에서 설정된 조건으로 실행되었으며, 수확된 뿌리를 세척한 후 2 mm로 세절하여 50℃ 열풍건조기에서 8hr 이상 건조하고, 150℃에서 20min 볶음 처리하였다.

추출 및 농축

볶음 등굴레 및 치커리는 100℃에서 1시간씩 3회 반복 추출하여 농축기에서 62 °Brix로 농축한 후 과립차의 원료로 사용하였다.

과립화 방법

일정비율로 혼합된 등굴레 및 치커리 농축액 일정량에 포도당, 유당, 고과당 등을 일정비율로 첨가하여 혼합한 후 18mesh 체망에서 과립화시켰다. 과립의 건조는 60℃의 열풍 건조기에서 수분함량이 9%로 건조하였다.

실험계획

등굴레과립차에 대한 실험계획은 중심합성실험계획(13,14)에 따라 등굴레와 치커리의 전체농축액 중에서 등굴레 농축액의 비율(50, 60, 70, 80, 90%), 과립차의 원료중에서 전체 농축액의 함량(10, 11, 12, 13, 14%) 및 총당에 대한 포도당의 비율(30, 40, 50, 60, 70%)은 다섯 단계로 하였다.

관능검사

관능평가는 등굴레 과립차 3g을 80℃ 열수 100mL에 녹인 후 9점 채점법(15,16,17)(9점 : 아주 좋다, 7점 : 좋다, 5점 : 보통이다, 3점 : 조금 나쁘다, 1점 : 아주 나쁘다)에 의해 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도에 대하여 실시하였다.

제품과 같은 저렴한 차로 개발할 필요가 있으며, 저렴한 등굴레차를 개발하기 위해서는 상대적으로 가격이 저렴하고 향미가 등굴레와 유사한 치커리를 혼합하여 사용하는 것이 좋을 것으로 여겨진다. 따라서 본 실험에서는 등굴레차의 품질을 높이고 대중화를 위하여 자판기에서 저렴하게 판매할 수 있도록 탄내와 탄맛 그리고 차를 마실 때 느껴지는 입자감이 없는 등굴레 과립차를 개발하고자 반응표면분석에 의해 배합비를 최적화하고 관능적 특성을 모니터링 하였다.

등굴레의 전처리 및 볶음

등굴레의 전처리 및 볶음조건을 설정하기 위한 전처리 및 볶음조건에 따른 관능적 특성을 Table 1, 2 및 3에 나타내었다. 등굴레는 열처리를 함에 따라 발현되는 구수한 향과 갈색의 색상은 품질의 지표가 된다. 따라서 등굴레를 일정한 크기로 세절함으로써 열처리가 골고루 이루어져 탄내와 인삼냄새와 같은 생등굴레 냄새가 존재하지 않도록 열처리하는 것이 중요하다 하겠다. 볶음온도와 시간을 145℃에서 25분으로 고정한 다음 등굴레를 1mm에서 7mm까지 세절한 후

Table 1. Experimental data on organoleptic properties of *Dunggulle* prepared with roasting¹⁾ at various cutting thickness

Thickness	Organoleptic color	Organoleptic aroma	Organoleptic taste	Overall palatability
1 mm	8.0	7.2	7.0	7.5
2 mm	8.0	8.0	7.5	8.0
3 mm	7.0	6.8	7.0	7.0
4 mm	6.5	6.0	5.8	6.0
5 mm	5.2	5.0	4.5	4.8
6 mm	4.5	4.2	4.6	4.5
7 mm	4.5	4.0	4.0	4.2

¹⁾ Roasting condition : 145℃, 25min.

Table 2. Experimental data on organoleptic properties of *Dunggulle* prepared with roasting¹⁾ at various temperature

Roasting temperature	Organoleptic color	Organoleptic aroma	Organoleptic taste	Overall palatability
110℃	2.0	2.5	2.0	2.0
120℃	4.8	4.0	3.2	3.5
130℃	6.5	6.0	5.5	5.8
140℃	7.5	7.5	8.0	8.0
150℃	7.8	8.0	8.0	8.2
160℃	7.5	6.2	6.2	6.2
170℃	6.2	5.0	4.8	5.0
180℃	4.2	3.0	3.5	3.5

¹⁾ Thickness of *Dunggulle* : 2mm, roasting time : 25min.

결과 및 고찰

시중에서 판매되고 있는 등굴레차는 고가이므로 자판기용

건조하여 볶음 처리하여 본 결과, 세절된 등굴레의 두께가

얇을수록 열처리가 고르게 진행되어 탄내와 탄맛 그리고 생 등굴레 냄새가 나지 않았다. 그러나 생등굴레는 점질성이 높아 얇게 세절하기가 어려우므로 2mm 정도 세절하는 것이 이상적이었다. 그리고 등굴레의 최적 볶음 온도와 시간을 설정하기 위해 관능검사를 행한 결과, 볶음온도 145~150°C 에서 관능적으로 가장 우수하였고, 볶음시간은 15~25분간 볶음처리하는 것이 관능적으로 가장 우수하였다.

Table 3. Experimental data on organoleptic properties of *Dungulle* prepared with roasting¹⁾ at various time

Roasting time	Organoleptic color	Organoleptic aroma	Organoleptic taste	Overall palatability
5 min	3.0	2.4	2.2	2.5
15 min	7.0	7.5	7.0	7.2
25 min	7.8	7.5	8.0	8.0
35 min	6.8	6.5	6.2	6.2
45 min	4.2	4.2	4.5	4.2
55 min	3.5	3.0	3.2	3.0

¹⁾ Thickness of *Dungulle* : 2mm, roasting temperature : 150°C.

관능적 특성에 대한 등굴레차 배합비의 영향

등굴레 과립차의 관능적 특성에 가장 중요한 요인으로 영향을 미치는 것으로 판단되는 등굴레와 치커리의 전체 농축액 중에서 등굴레 농축액의 비율(50-90%), 과립차의 원료 중에서 전체 농축액의 함량(10-14%) 및 총당에 대한 포도당의 비율(30-90%)을 조절하면서 관능적 색상, 향, 맛 및 전반적인 기호도에 대하여 조사한 결과는 Table 4와 같다. 중심합

Table 4. Experimental data on organoleptic properties of *Dungulle* granular tea under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Preparation conditions ¹⁾			Organoleptic properties			
Rate of <i>Dungulle</i> extracts/total extracts(%)	Content of total extracts(%)	Rate of glucose/total sugar(%)	Color	Aroma	Taste	Overall palatability
80	13	60	6.0	5.5	5.3	5.5
80	13	40	5.8	6.0	5.3	5.3
80	11	60	3.5	4.0	4.5	4.5
80	11	40	4.0	5.8	5.8	5.5
60	13	60	7.5	5.5	6.8	6.3
60	13	40	7.5	5.3	5.0	6.0
60	11	60	5.8	5.5	5.3	5.3
60	11	40	5.3	4.8	6.5	5.8
70	12	50	6.8	5.5	6.3	6.5
70	12	50	6.8	5.5	6.0	6.8
50	12	50	7.0	4.3	4.5	4.8
90	12	50	5.0	5.3	4.5	6.0
70	10	50	4.8	4.8	5.5	5.0
70	14	50	5.8	6.0	6.0	5.5
70	12	30	6.0	5.5	4.5	4.8
70	12	70	5.0	4.3	3.3	2.5

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

성계획에 의해 설계된 실험조건으로 등굴레 과립차를 제조 하면서 반응표면 회귀식을 구해본 결과 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Polynomial equations calculated by RSM program for granulation of *Dungulle* tea

Response	Polynomial equation ¹⁾	R ²	Significance
Organoleptic color	Y ₁ = -65.400+0.2025X ₁ +9.1625X ₂ +0.35375X ₃ -0.002X ₁ ² +0.0050X ₁ X ₂ -0.375X ₂ ² -0.0010X ₁ X ₃ +0.00250X ₂ X ₃ -0.00325X ₃ ²	0.8243	0.0893
Organoleptic aroma	Y ₂ = -8.975+0.27875X ₁ -0.6625X ₂ +0.28625X ₃ -0.00175X ₁ ² +0.0150X ₁ X ₂ -0.025X ₂ ² -0.0040X ₁ X ₃ +0.0100X ₂ X ₃ -0.0015X ₃ ²	0.8631	0.0473
Organoleptic taste	Y ₃ = -14.01875+0.634375X ₁ -0.46875X ₂ +0.064375X ₃ -0.004125X ₁ ² +0.003750X ₁ X ₂ -0.10X ₂ ² -0.002375X ₁ X ₃ +0.0537500X ₂ X ₃ -0.005625X ₃ ²	0.8394	0.0712
Overall palatability	Y ₄ = -69.90625+0.53375X ₁ +7.6875X ₂ +0.4675X ₃ -0.003125X ₁ ² -0.005000X ₁ X ₂ -0.350X ₂ ² -0.000750X ₁ X ₃ +0.02500X ₂ X ₃ -0.007500X ₃ ²	0.8113	0.1064

¹⁾ X₁ : rate of *Dungulle* extracts to total extracts(%), X₂ : content of total extracts(%), X₃ : rate of glucose to total sugar(%).

등굴레 과립차의 관능적 색상, 향기, 맛 및 전반적인 기호도에 대한 반응표면 회귀분석 결과, 관능적 특성 가운데 색상, 향 및 맛에 대한 R²는 0.82 이상으로 10% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었으나 전반적인 기호도에 대해서는 유의성이 인정되지 않았으며, 4차원 반응표면은 Fig. 1, 2, 3 및 4에 나타내었다.

등굴레 과립차의 색상은 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율이 감소할수록 증가하는 경향이었으나 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율이 52%, 전체 농축액의 함량이 13% 및 총당에 대한 포도당의 비율 52%에서 최대 관능적인 색상을 나타내어 관능평점이 약 7.5로 나타났다 (Table 6). 이것은 치커리 농축액 함량이 상대적으로 높고 등굴레와 치커리의 전체 농축액을 많이 사용할수록 최적 조건까지는 색상에 대한 관능점수가 증가하는 것을 의미한다. 등굴레차의 색상에 대한 관능특성은 전체 농축액의 함량과 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율의 영향을 주로 받고 있음을 알 수 있었다(Table 7). 등굴레 과립차의 관능적인 향은 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율이 많고 전체 농축액의 함량이 증가할수록 증가하는 경향이었고, 그러나 총당에 대한 포도당의 함량이 높을 경우는 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율이 적고 전체 농축액의 함량이 증가할수록 증가하는 경향이었고, 총당에 대한 포도당의 함량이 낮을 경우는 전체 농축액에 대한 등굴레 농축

액의 비율이 많고 전체 농축액의 함량이 감소할수록 증가하는 경향이였다. 향에 대한 관능특성은 총당에 대한 포도당의 비율, 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율 및 전체 농축액의 함량의 순으로 영향을 많이 받고 있었다(Table 7). 등굴레 과립차의 맛에 대한 관능점수는 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율이 약 70%에서 가장 높게 나타났다. 그러나 전체 농축액의 함량이 높고 총당에 대한 포도당의 함량이 높을 경우에 관능점수가 높고, 전체 농축액의 함량이 낮고 총당에 대한 포도당의 함량이 낮을 경우에 관능점수가 높게 나타났다. 맛에 대한 관능특성은 총당에 대한 포도당의 비율과 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율의 영향을 많이 받고 있었다. 그리고 전반적인 기호도에 대한 배합비의 영향은 총당에 대한 포도당의 비율이 가장 높게 나타나 맛에 대한 관능특성과 유사하게 나타났으며 (Table 7), 총당에 대한 포도당의 비율, 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율 및 전체 농축액의 함량이 증가할수록 증가하였으나, 각각 59%, 14%와 56%에서 최대의 관능평점을 나타내었고 최적 배합조건에서 떨어질수록 관능점수가 떨어지는 것으로 나타났다.

Table 6. Predicted levels of optimum conditions for the maximized organoleptic properties in preparation of *Dunggulle* granular tea by the ridge analysis

Preparation conditions	Organoleptic properties			
	Color	Aroma	Taste	Overall palatability
Rate of <i>Dunggulle</i> extracts/total extracts(%)	51.64	82.17	66.87	58.82
Content of total extracts(%)	12.78	13.16	13.83	13.65
Rate of glucose/total sugar(%)	51.50	39.17	57.35	51.51
Estimated response	7.46	6.48	6.53	5.87
Morphology	Maximum	Saddle point	Saddle point	Maximum

Table 7. Analysis of variables for regression model of organoleptic properties in preparation condition of *Dunggulle* granular tea

Organoleptic properties	F-value		
	Rate of <i>Dunggulle</i> extracts/total extracts(%)	Content of total extracts(%)	Rate of glucose/total sugar(%)
Color	3.37*	3.68*	0.83
Aroma	4.43*	3.13	5.16**
Taste	2.70	1.92	6.25**
Overall palatability	0.86	1.61	6.10**

* Significant at 10% level, ** Significant at 5% level.

등굴레 과립차의 최적 배합비 설정

관능적 특성에 대한 관능평점은 전체 농축액(등굴레와 치커리 농축액)에 대한 등굴레 농축액의 비율, 전체 농축액의 첨가량 및 총당에 대한 포도당의 비율에 대한 최적 조건은 각각 색상(51.64%, 12.78%와 51.50%), 향기(82.17%, 13.16%와 39.17%), 맛(66.87%, 13.83%와 57.35%)에서 최대치를 나타내었다(Table 6).

전반적인 기호도에 대한 관능평점은 전체 농축액(등굴레와 치커리 농축액)에 대한 등굴레 농축액의 비율, 농축액의 첨가량 및 총당에 대한 포도당의 비율에 대한 최적 조건은 각각 58.82%, 13.65%와 51.51%에서 최대의 관능평점을 나타내었다(Table 6).

관능적 특성이 가장 우수한 최적 조건으로 등굴레 과립차를 만든 결과, 탄내, 탄맛 및 입자감이 없어 품질이 우수하였으며, 과립화에 의한 값비싼 등굴레 원료의 절약과 자판기에도 들어갈 수 있는 편리함으로 인하여 쉽게 대중화가 가능할 것으로 사료된다.

요 약

등굴레를 균일하게 열처리하여 탄내를 없애고 등굴레차의 소비를 증가시키기 위하여 등굴레차의 관능적 특성을 최적화 하였다. 등굴레의 전처리 조건으로서 등굴레의 세절두께는 2 mm가 가장 적당하였다. 등굴레 과립차의 향에 대한 최적 관능조건은 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율 82.17%, 전체 농축액 함량 13.16% 및 총당에 대한 포도당의 비율 39.17%에서 그 관능점수가 6.48로서 가장 높았으며, 전반적인 기호도에 대한 관능평점은 전체 농축액에 대한 등굴레 농축액의 비율 58.82%, 전체 농축액 함량 13.65% 및 총당에 대한 포도당의 비율 51.51%에서 그 관능점수가 5.87로서 가장 높았다.

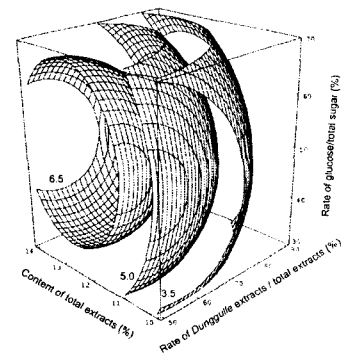


Fig. 1. Response surface for sensory scores in color of *Dunggulle* granular tea at constant values(sensory score : 3.5-5.0-6.5) as a function of rate of *Dunggulle* extracts to total extracts, content of total extracts and rate of glucose to total sugar.

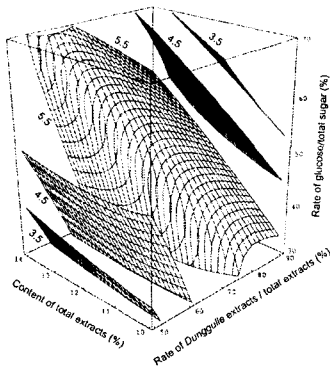


Fig. 2. Response surface for sensory scores in aroma of *Dunggulle* granular tea at constant values (sensory score : 3.5-4.5-5.5) as a function of rate of *Dunggulle* extracts to total extracts, content of total extracts and rate of glucose to total sugar.

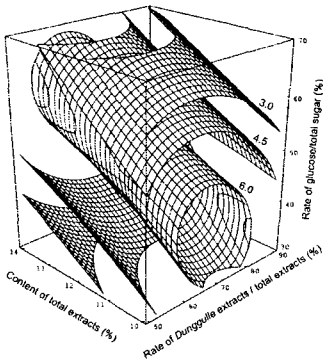


Fig. 3. Response surface for sensory scores in taste of *Dunggulle* granular tea at constant values (sensory score : 3.0-4.5-6.0) as a function of rate of *Dunggulle* extracts to total extracts, content of total extracts and rate of glucose to total sugar.

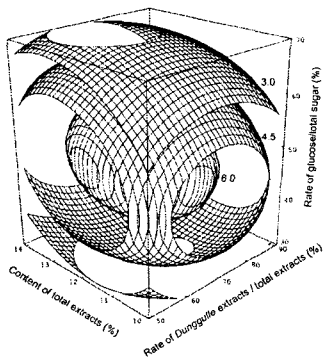


Fig. 4. Response surface for sensory scores in overall palatability of *Dunggulle* granular tea at constant values (sensory score : 3.0-4.5-6.0) as a function of rate of *Dunggulle* extracts to total extracts, content of total extracts and rate of glucose to total sugar.

감사의 글

본 연구는 지산식품의 산학협력 연구비 지원으로 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 최옥자 (1991) 약초의 성분과 이용. 일월서각, 서울, p.680
2. 고경식 (1991) 한국식물검색도감. 아카데미서적, 서울, p.234
3. Park, N.Y., Jeong, Y.J., Lee, G.D. and Kwon, J.H. (1998) Monitoring of Maillard reaction characteristics under various roasting conditions of *Polygonatum odoratum* root. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 654-661
4. Choi, S.H. and Kim, K.H. (1997) Volatile flavor components and formation mechanism of flavor in commercial *Polygonatum odoratum* tea. J. Kor. Tea Soc., 3, 141-147
5. 임종호 (1996) 증자 및 볶음처리가 등굴레 이화학적 특성에 미치는 영향. 경북대학교 석사학위 논문
6. 안경자, 최순돌 (1994) 옥죽 뿌리를 이용한 음료용 차의 제조 방법. 특허출원번호94-3403
7. Kwon, J.H., Ryu, K.C. and Lee, G.D. (1997) Dynamic changes in browning reaction substrates of *Polygonatum odoratum* roots during roasting. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 654-661
8. Ryu, K.C., Chung, H.W., Lee, G.D. and Kwon, J.H. (1998) Color changes and optimization of organoleptic properties of roasted *Polygonatum odoratum* tea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 831-837
9. Ryu, K.C., Chung, H.W., Kim, K.T. and Kwon, J.H. (1997) Optimization of roasting conditions for high-quality *Polygonatum odoratum* tea. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 776-783
10. Kim, M.B., Kim, D.K., Lee, G.D. and Kwon, J.H. (1998) Optimization of roasting conditions of *Polygonatum sibiricum* roots by a pressure roaster. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 80-86
11. Hong, M.J., Lee, G.D., Kim, H.K. and Kwon, J.H. (1998) Changes in functional and sensory properties of *Chicory* roots induced by roasting processes. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 413-418
12. Hong, M.J., Lee, G.D., Kim, H.K. and Kwon, J.H. (1998) Changes in browning characteristics of *Chicory* roots by roasting processes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 591-595

13. Lee, G.D., Kim, J.S. and Kwon, J.H. (1996) Monitoring of dynamic changes in Maillard reaction substrates by response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 212-219
14. Lee, G.D., Kim, J.S. and Kwon, J.H. (1997) Effect of Maillard reaction products on growth of *Bacillus sp.* *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 309-313
15. Lee, G.D., Kwon, J.H., Kim, J.H. and Kim, H.K. (1997) Optimization of sensory properties in preparation of canned oyster mushroom. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 443-449
16. Oh, S.J., Sim, J.H., Hur, J.K., Shin, J.G., Kim, S.K. and Baek, Y.J. (1993) Stirred-type fruit yogurts by instrumental measurements. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 25, 620-625
17. 박성현 (1991) 현대실험 계획법. 민영사, 서울, p.547

(접수 2004년 3월 3일, 채택 2004년 5월 28일)