KOREAN J. POSTHARVEST SCI. TECHNOL.
Vol. 8. No. 2, pp.157~163 (2001)

반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출 조건의 최적화

김순동 · 구연수 · 이인자* · 박인경 · 윤광섭
대구가톨릭대학교 식품공학과, *대구가톨릭대학교 약학과

Optimization for Hot Water Extraction Condition of *Liriope spicata* Tuber Using Response Surface Methodology

Soon-Dong Kim, Yeun-Soo Ku, In-Za Lee*, In-Kyung Park and Kwang-Sup Youn
Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea
**Department of Pharmacology, Catholic University of Daegu Kyungsan 712-702, Korea*

Abstract

Optimal conditions for hot water extraction of *Liriope spicata* tuber were investigated with changes in solvent ratio(2~6 fold) and heating time(1~5 hr) by response surface methodology. The content of extractable solids increased with an increase in solvent ratio, and the highest content showed at heating time of 3 hr. The content of total steroid saponin increased with a decrease in solvent ratio, and increased with an increase in heating time at increasing the solvent ratio. The content of non-reducing sugar containing oligosaccharides at a lower solvent ratio didn't show changes depending on heating time, while that at a higher ratio decreased with an increase in heating time. Optimal extraction conditions using hot water as the limited conditions of 15~18% extractable solids, 1.5~2.0% total steroid saponin, 6~8% reducing sugar, 6~7% non-reducing sugar and 13~15 brix were 3 hrs of heating time and 4 fold of solvent ratio.

Key words : *Liriope spicata* tuber, hot water extraction, response surface methodology, optimal conditions

서 론

맥문동 (*Liriope spicata*)은 백합과의 다년생 초본식물로서 괴경은 혈당강하, 당뇨예방 및 항염증작용이 있다(1). 한방에서는 보허약제(補虛弱劑)로서 양음윤폐(陽陰潤肺), 익위생진(益胃生辰), 청심제번(淸心除煩) 및 거담(祛痰), 진해(疹咳), 자양(慈養), 강장(强壯), 이뇨(利尿), 지갈(止渴) 등에 이용되고, 또한 온경탕(溫經湯), 감초탕(甘草湯), 청심연자음(淸心連子飮), 백미지황탕(白薇地黃湯), 증액탕(增液湯), 생맥산(生脈散) 등에 활용되고 있다. 주요 성분으로는 steroid계 saponin인 ophiopoginin A, B, C, D, B', C', D'을 비롯하여 ophiopogonone A, B, methylophi opogonone A, B, ophiopogonanone A, methylophiopoginanone A, B 등의 homo-isoflavonoid류가 함유되어 있으며, 그 외 β-sitosterol, stigmasterol, β-sitosterol glucoside, oligosaccharides 등의 다양한 polysaccharides가 함유되어 있다(2-4). 한방에서 맥문동의 주요 성분을 추출할 경우 맥문동에 2배의 물을 가해 2~3시간 달여 반으로 농축하여 사용하고 있다. 그러나 맥문동을 달일 경우 주요성분의 추출과 분해가 함께 진행되며, 추출시간이 길면 절대 추출량은 많아지나 주효능이 증가한다는 뚜렷한 근거는 없는 실정이다. 따라

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea.
E-mail : kimsd@cuth.cataegu.ac.kr

서 전통적인 추출법은 맥문동의 주요 성분 중 기능성 성분으로 알려진 올리고당과 steroid계 saponin의 추출과 분해에 대한 과학적 근거가 충분치 않아 이에 대한 연구가 요망되고 있다. 맥문동은 상기에서 언급한 바와 같이 다기능성의 식·약재료로서 이를 이용한 탕이나 음료를 제조할 경우 그 주요 성분들의 추출을 최대로 할 수 있는 추출방법의 확립은 매우 중요한 과제이다. 본 연구에서는 맥문동의 주요 기능성 성분인 올리고당이 포함된 당류와 스테로이드 사포닌를 비롯한 몇가지 주요 성분의 함량을 높일 수 있는 추출법을 확립할 목적으로 반응표면분석법에 의한 맥문동 열수추출 조건의 최적화를 시도하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 맥문동(*Liriope spicata* Lour No. 1) 괴경은 영남농업시험장에서 재배한 것으로 껍질을 벗겨낸 후 60℃에서 열풍건조시킨 건조된 뿌리를 50 mesh 입도로 파쇄하여 사용하였다.

고형분 측정

각 조건별로 추출한 시료의 고형분 측정은 맥문동 추출액 10 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 증발 건조시킨 후 그 무게를 측정하여 항량을 구하였으며, 추출액 조제에 사용된 용매비에 대한 백분율로서 고형분 수율(%)을 나타내었다.

회분, 조지방 측정

회분은 건식회화법(5)으로 분석하였으며, 조지방은 맥문동 추출액 10 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 증발건조시킨 후 그 시료에다 ethylether을 일정량 취하여 농축시켜 조지방을 얻은 다음 50~60℃의 건조기에서 항량이 될 때까지 건조하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

조사포닌 측정

Ando 등(6)의 방법에 따라 추출액을 여과(Whatman No. 3)한 후, 분액깔대기에 시료를 취한 다음 시료량과 동일한 량의 ethylether로 3회 세척하여 지용성 성분을 제거하였다. 수층에 수포화 n-butanol을 시료량과 동일량으로 3회 가하여 분리하고, n-butanol층을 농축시켜 건조하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

당도, 전당, 환원당 및 비환원당의 측정

추출액의 당도 측정은 당도계(Atago No. 1, Japan)를 사용하여 측정하였고, 전당 측정은 phenol-sulfuric acid 법(7)으로, 환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색방법(8)에 의해 분광광도계를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose 양으로 환산하였다. 비환원당은 전당에서 환원당을 제한 값으로 하였다.

색상 측정

색상은 추출한 시료를 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 Hunter value(L, a, b value)와 hue angle을 3회 반복측정하여 평균값을 나타내었다.

열수추출조건의 최적화

반응표면분석법을 이용하여 열수추출조건의 최적화를 시도하였다. 추출은 냉각관을 부착한 5L의 둥근 플라스크에 분쇄한 맥문동을 300g 씩을 넣어 증류수로서 100℃에서 가열 추출하였다. 이때 추출시간(boiling time; X_1)과 용매비(solvent ratio; X_2)를 요인변수로 하여 Table 1과 같이 -2, -1, 0, +1, +2의 다섯 단계로 부호화 하였다. 또 열수추출 후 품질특성에 관련된 반응변수(Yn)로는 고형분함량(Y_1), 조지방(Y_2), 회분(Y_3), 조사포닌(Y_4), 환원당(Y_5), 비환원당(Y_6), 당도(Y7)였으며 2개의 요인변수를 5수준으로 하는 중심합성법에 의하여 실험영역을 설계하여 10개의 선정된 조건에서 실험을 실시하였다. SAS(statistical analysis system)의 RSREG procedure를 사용하여 맥문동의 열수추출시 효율이 최대가 되게 하는 추출조건을 설정하고자 최적화를 시도하였다.

Table 1. Levels of extraction conditions in experimental design for extraction from *Liriope spicata* tuber

X_i	Extraction condition	Level				
		-2	-1	0	1	2
X_1	Boiling time (hr)	1	2	3	4	5
X_2	Solvent ratio (mL/sample g)	2	3	4	5	6

결과 및 고찰

가열시간과 용매비에 따른 추출액의 품질 변화

일반적으로 열수추출액의 품질은 용매비와 가열시간에 따라 좌우된다(9). 용매비가 지나치게 적으면 고농도의 추출액을 만들 수 있으나 수율이 낮은 단점이 있으며, 용매비가 높으면 수율은 높으나 묽은 추출액이 되어 품질이 떨어지는 문제점이 있다. 또, 추출을 위한 가열시간이 짧거나 너무 길 경우도 동일한 결과를 초래한다. 맥문동의 열수추출시 용매비를 2~6배로 하고 추출시간을 1~5시간으로 하였을 때 추출액의 고형분 함량은 반응표면분석(Fig. 1)에서 나타난 바와 같이 낮은 용매비에서 높은 함량을 보여 추출액량은 적지만 고농도의 추출액을 얻을 수 있었으며, 등고선도를 분석해 본 결과 고형분의 농도차는 용매비에 거의 비례하는 것으로 나타났다. 하지만 추출시간에 대해서는 큰 영향을 보이지 않았으나 3시간의 가열시간에서 높은 고형분 함량을 보여 적절한 가열시간이라 할 수 있었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 사포닌 함량은 고형분 함량의 경우와 마찬가지로 낮은 용매비에서는 높은 값을 보였으며, 용매비가 증가할수록 급격히 감소하였으나, 시간에 대하여는 큰 영향을 보이지 않았다. 그러나 용매비가 높아질 경우 가열시간이 증가함에 따라 사포닌의 함량이 높아지는 경향을 보였는데 이러한 경향은 사포닌이 난수용성이나 가열시간이 길어짐에 따라 용출량이 증가되었기 때문이라 생각된다. 환원당의 함량(Fig. 3)은 낮은 용매비일수록, 그리고 가열시간이 증가할수록 높은 함량을 보였으며, 가열시간보다는 용매비에 대한 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 비환원당 함량의 경우에도 가열시간이 증가함에 따라 함량이 낮아졌으며, 4배의 용매비에서 가장 높은 함량을 보았다. 그러나 Fig. 4의 비환원당의 경우 낮은 용매비에서는 가열시간에 따라 약간의 감소가 있었으나, 용매비가 높을 경우 가열시간이 증가할수록 함량의 감소가 커졌다. 이는 가열시간의 증가로 인하여 비환원당이 환원당으로 분해되는 것으로 생각되며, 대부분이 올리고당일 것으로 추정되는 비환원당의 분해를 막을 수 있는 적절한 추출조건의 확립이 요구된다. 정 등[10]은 한국산 맥문동(*Liriope spicata* Lour No. 1)에 함유된 대부분의 탄수화물이 올리고당이며, 약 57%정도 함유한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서의 비환원당의 대부분이 올리고당일 것으로 추정된다.

Fig. 5의 당도는 용매비가 높아질수록 비례적으로 농도가 낮아지고 가열시간에 따라서는 큰 영향을 보이지 않았으나, 3시간 정도의 추출시간에서 약간 높은 함량을 보여 고형분 함량과 유사한 경향을 보였다.

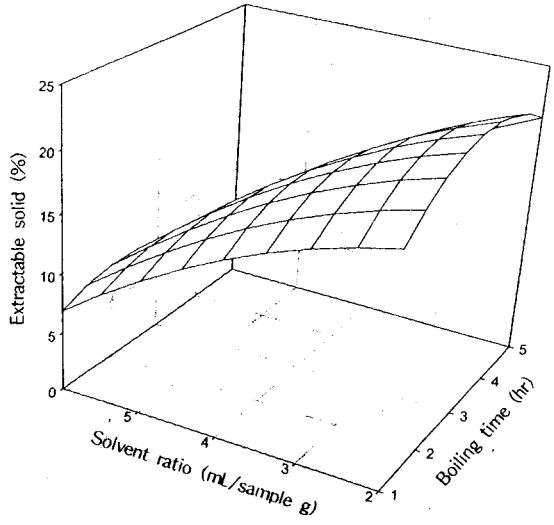

Fig. 1. Response surface for extractable solid of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriope spicata* tuber.

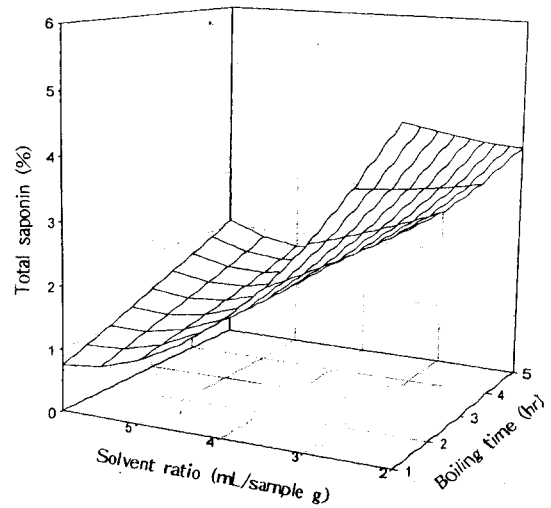

Fig. 2. Response surface for total steroid saponin of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriope spicata* tuber.

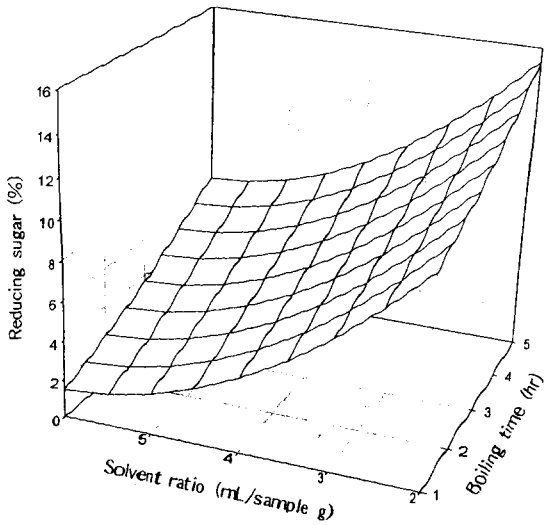

Fig. 3. Response surface for reducing sugar of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriope spicata* tuber.

추출조건의 최적화

맥문동 열수추출공정의 최적조건을 찾기 위하여 Table 2의 실험결과를 이용하여 반응표면분석법에 의해 수립된 2차 회귀모형에 적용하여 얻은 회귀계수 값들을 Table 3에 나타내었다. 이들 계수 값을 이용함으로 반응변수의 예측은 물론 반응표면의 형성도 가능하다(11). 이들 요인 변수 중 조지방과 회분의 함량에 대하여는 유의성이 없었으나 그 외의 반응 변수들에 대하여는 비교적 높은 결정계수 값을 가져 2차식의 회귀식으로 예측이 가능함을 보였다. 각 반응변수에 미치는 독립변수의 영향을 살펴본 결과를 Table 4에 나타내었다. 가열시간 보다는 용매비가 더 중요한 변수로 작용하였으며, 가열시간은 고형분 함량에 대해서만 유의성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 조지방과 회분함량과는 유의성이 없는 것으로 나타나 Table 3의 낮은 결정계수 값과 관련이 있음을 보였다. 회귀식에 대하여 분산분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 열수추출액의 고형분함량이나 당도에 대하여는 1% 이내의 유의수준을 나타내었으며, 그 외 조사포닌, 환원당과 비환원당 함량에 대해서는 5% 내의 유의 수준을 나타내었으나 조지방이나 회분함량에 대하여는 수립된 회귀식에 대하여 유의성이 인정되지 않았다. 수립된 2차 회귀식에 대한 적합성 결여분석 결과 반응변수 모두 유의성이 없어($p>0.05$) 수립된 반응표면 모형이 통계적으로 유의하다고 할 수 있으나 대부분의 반응변수 모두 1차 항만으로도 회귀식을 수립할 수 있을 것으로 생각된다.

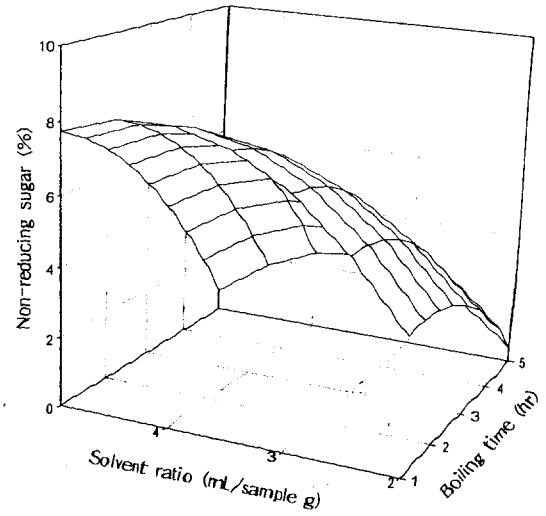

Fig. 4. Response surface for non-reducing sugar of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriope spicata* tuber.

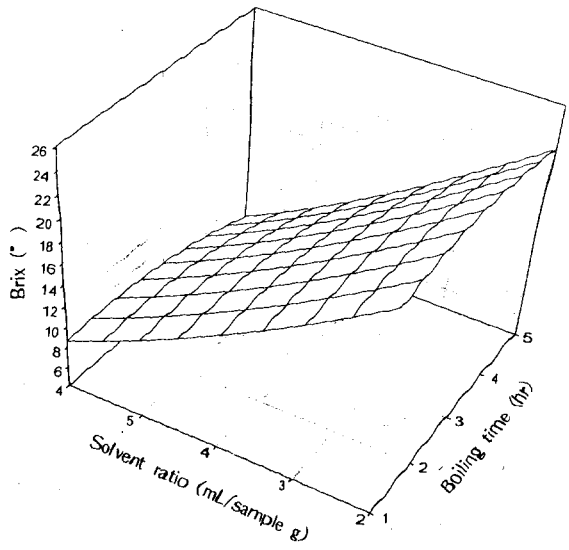

Fig. 5. Response surface for sugar concentration(brix) of solvent ratio and boiling time during extraction of *Liriope spicata* tuber.

Table 2. Experimental data for extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar, non-reducing sugar and brix for different coded values of treatment conditions (see Table 1)

Exp. No.	Boiling time (hr)	Solvent ratio (mL/g)	Dependent variables[1] ES (%)	CL (%)	AS (%)	TS (%)	RS (%)	NS (%)	BX (°)
1	2(-1)	3(-1)	19.79	0.11	0.61	2.48	6.8	7.67	19.0
2	2(-1)	5(1)	13.15	0.16	0.30	1.31	4.2	6.33	12.8
3	4(1)	3(-1)	19.47	0.06	0.41	2.14	8.2	6.13	17.6
4	4(1)	5(1)	11.25	0.26	0.23	1.58	5.7	3.54	11.0
5	3(0)	4(0)	16.28	0.44	0.36	2.26	6.6	5.12	16.6
6	3(0)	4(0)	16.92	0.51	0.26	1.83	6.4	4.38	16.2
7	5(2)	4(0)	13.12	1.41	0.29	2.17	9.6	1.84	13.6
8	1(-2)	4(0)	14.62	0.00	0.32	1.79	3.6	8.38	14.8
9	3(0)	6(2)	7.40	0.00	0.19	1.17	3.1	2.79	7.6
10	3(0)	2(-2)	23.45	0.98	0.52	4.78	13.8	4.15	24.6

[1] ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.

Table 3. Regression coefficients of second order polynomials[1] representing relationships between indicated response variables (Yn) and independent variables of boiling time (i or j=1) and solvent ratio(i or j=2)

Coefficients	Dependent variables[2] ES(%)	CL(%)	AS(%)	TS(%)	RS(%)	NS(%)	BX(°)
$\beta k0$	14.81	1.83	1.25	10.76	20.89	-9.25	31.98
$\beta k1$	6.14	-0.42	-0.12	-0.62	0.65	1.40	1.53
$\beta k2$	0.82	-0.51	-0.24	-3.28	-6.63	8.13	-5.27
$\beta k11$	-0.83	0.09	-0.01	0.01	0.08	-0.27	-0.27
$\beta k12$	-0.39	0.04	0.03	0.15	0.03	-0.31	-0.10
$\beta k22$	-0.44	0.03	0.01	0.26	0.54	-0.93	0.21

[1] $Y_n = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{k} \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$

[2] ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.

Table 4. Analysis of variance showing significance of effects of processing variables on extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar, non-reducing sugar and brix

Process variables	Dependent variables[1] DF	ES(%)	CL(%)	AS(%)	TS(%)	RS(%)	NS(%)	BX(°)
Boiling time	3	14.41*	0.81	0.01	0.13	18.61	26.83	3.83
Solvent ratio	3	187.67**	0.27	0.12	7.89*	63.43*	15.22	183.28**

[1] ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.
*Significant at 5%
**Significant at 1%

Table 5. Analysis of variance showing effects of treatment variables as linear, quadratic terms and interaction(cross product) effects on response variables, extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar, non-reducing sugar and brix

Source	DF	Dependent variables[1] ES(%) sum of squares	Prob>F	CL(%) sum of squares	Prob>F	AS(%) sum of squares	Prob>F	TS(%) sum of squares	Prob>F	RS(%) sum of squares	Prob>F	NS(%) sum of squares	Prob>F	BX(°) sum of squares	Prob>F
Model	5	198.22	0.0004	1.06	0.5423	0.13	0.1273	8.21	0.0502	82.63	0.0329	41.18	0.0514	188.80	0.0004
Linear	2	186.04	0.0001	0.93	0.2441	0.12	0.0388	6.71	0.0183	77.02	0.0094	25.84	0.0939	185.13	0.0013
Quadratic	2	11.55	0.0224	0.12	0.7763	0.003	0.8488	1.40	0.1838	5.61	0.3549	14.94	0.1877	3.63	0.4347
Cross product	1	0.62	0.3301	0.01	0.0883	0.01	0.4897	0.09	0.5840	0.00	0.9789	0.39	0.7302	0.04	0.8873
Residual	4	2.03		0.91		0.03		1.05		8.26		11.42		7.02	
Lack of fit	3	0.32	0.9718	0.91	0.0661	0.02	0.5108	0.96	0.3719	8.24	0.0626	7.01	0.7368	3.64	0.8062
Pure error	1	1.71		0.002		0.01		0.09		0.02		4.41		3.38	
Variability explained (R2)		0.9898		0.5381		0.8114		0.8864		0.9091		0.8829		0.9641	

[1] ES, extractable solid; CL, crude lipid; AS, ash; TS, total steroid saponin; RS, reducing sugar; NS, non-reducing sugar; BX, brix degree.

Table 6. Optimum extraction conditions for maximum responses of extractable solid, crude lipid, ash, total steroid saponin, reducing sugar and non-reducing sugar and brix of *Liriope spicata* tuber by superimposing their contour maps

Extraction condition	Range of optimum condition	Optimum condition
Boiling time (hrs)	2.7~3.1	3
Solvent ratio (mL/sample g)	3.8~4.2	4

최적조건의 선정

반응표면분석법은 그래프로 반응표면을 나타내는 방법이므로, 등고선도를 이용하여 최적조건을 결정할 수 있다(12). 그러나 각 반응변수들의 반응표면은 정확하게 일치하지 않으므로 적절한 제한조건을 필요로 하게 된다. 주어진 실험조건내에서 예비실험을 통해 얻어진 결과를 바탕으로 제한영역을 설정하고, 각 조건이 일치하는 지역을 중첩되는 contour map으로 구하고자 하였다(Fig. 6). 맥문동 열수추출 음료의 제조를 위한 열수추출액의 품질을 높이기 위하여 고형분 함량은 15~18%, 조사포닌 함량은 1.5~2.0%, 환원당과 비환원당은 각각 6~8%와 6~7%, 그리고 당도는 13~15 °brix로 하는 제

한 조건을 설정하였다. 이러한 제한조건을 만족하는 영역에서 맥문동의 열수추출조건은 Table 6에서와 같이 가열시간은 3시간, 4배정도의 용매비로 결정할 수 있었다. 전통적인 방법으로는 맥문동가미방의 경우 병상에 따라 차이가 있으나 가열추출 후 사용한 물의 부피를 기준으로 40~70% 범위로 농축하여 사용하며(13), 대황감초탕[14]의 경우는 용매비를 21로 하여 30분간 비등추출한 후 여과하고 약 10배의 물로 잔유물을 씻어낸 다음 추출액과 세액을 합하여 1/3로 농축하는 것으로 알려져 있다.

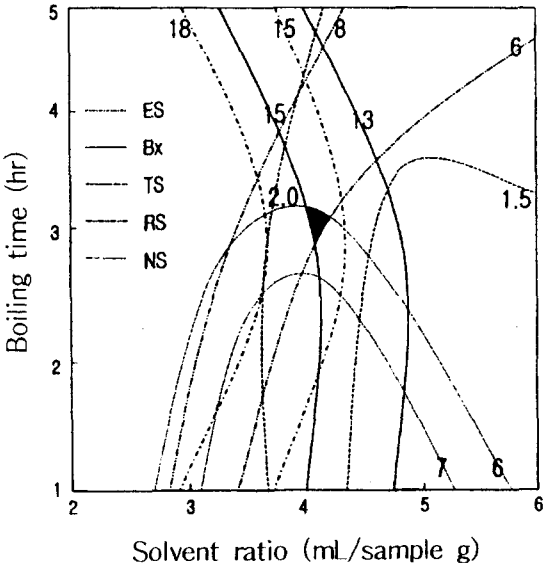

Fig. 6. Contour plots of extractable solid, 15~18%; total saponin, 1.5~2.0 %; reducing sugar, 6~8%; non-reducing sugar, 6~7% and brix, 13~ 15% are superimposed of boiling time and solvent ratio for hot water extraction of *Liriope spicata* tuber.

요 약

맥문동의 주요 기능성 성분인 올리고당이 포함된 비환원당과 환원당, 총 스테로이드 사포닌, 고형분, 조지방 및 당도를 고려한 최적 열수추출조건을 얻기 위하여 용매비(2~6배)와 가열시간(1~5시간)을 독립변수로 하여 반응표면분석법으로 최적화하였다. 가용성 고형분 함량은 용매비가 증가할수록 감소하였으며, 가열시간은 3시간에서 가장 높았다. 스테로이드 사포닌 함량은 낮은 용매비에서 높은 값을 보였으며, 용매비가 높아질 경우 가열시간이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다. 비환원당 함량은 낮은 용매비에서는 가열시간에 따른 큰 변화가 없으나 용매비가 높을 경우 가열시간이 증가할수록 함량이 낮아졌다. 고형분 함량 15~18%, 조사포닌 함량 1.5-2.0%, 환원당과 비환원당 각각 6~8%와 6~7% 및 당도 13 ~15 °brix를 제한조건으로 하는 맥문동의 열수추출조건은 가열시간 3시간, 용매비 4배이였다.

감사의 글

본 연구과제는 농림기술개발연구과제 첨단기술개발사업(과제번호 : 99-110E-038)의 지원에 의하여 수행된 내용의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Shibata, M., Noguchi, R., Suzuki, M., Iwase, H., Soeda, K., Niwayama, K., Kataoke, E. and Hamano, M. (1971) Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine. *Proc. Hoshi Pharm.*, **13**, 66-76
2. Tomoda, M. and Kato, S. (1968) Water soluble carbohydrates of *Ophiopogonins* tuber. II. Purifications, properties and structures of three oligosaccharides. *Chem. Pharm. Bull.*, **16**, 113-116
3. Tada, S., Saitoh, T. and Shoji, J. (1980) Studies on the constituents of *Ophiopogonins* tuber. VII. Synthetic studies of homoisoflavonoids. *Chem. Pharm. Bull.*, **28**, 2487-2493
4. Watanabe, Y., Sanada, S., Ida, Y. and Shoji, J. (1984) Comparative studies on the constituents of a *Ophiopogonins* tuber and its congeners. III. Studies on the constituents of the subterranean part of *Ophiopogon ohwii* O. and O. *jaburan* L. *Chem. Pharm. Bull.*, **32**, 3994-4002
5. A.O.A.C. (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists,

Washington, D.C., U.S.A.

6. Ando, T., Tanak, O. and Shibata, S. (1971) Chemical studies on the oriental plants drugs(XXV). Compartative studies on the saponins and sapogenins of Ginseng and realted crude drugs. *Syoyakugaku Zasshi.*, **25**, 28-32
7. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Anal. Chem.*, **28**, 350-352
8. Miler, G.L. (1959) Use of dimitrosaclicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426-428
9. Lee, B.Y., Kim, E.I., Choi, H.D., Kim, Y.S., Kim, I.H. and Kim, S.S. (1995) Physicochemical properties of Boxthorm(Lycii fructus) hot water extrcats by roasting condition. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 768-772
10. Chung, I.M. and Kim, J.T. (1995) Screening of biological active compounds and identification from major cultivated medicinal plants. 2. Isolation, identification and quantitative analysis on *Liriope plathyphylla*. RDA. J. Agri. Sci.(Post Doc.), **37**, 169-173
11. Oh, H.L., Oh, S.J. and Kim, J.M. (1997) Optimization of crude papain extraction from papaya latex using response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 509-515
12. Youn, K.S. and Choi, Y.H. (1997) Optimization for the process of Osmotic dehydration of carrots using response surface methodology. *Food Engineering Progress.*, **1**, 35-41
13. Shoga. D. (1985) Maimendong. Dictionary of Chinese medicine. Vol. 3, *Shokagakukwan*, Tokyo, Japan, 2106-2107
14. Miyawaki, Y., Chin, M., Yagi, T., Yamauch, K. and Kuwano, S. (1993) Purgative acitivity of Daio-kanzo-to (Da-Huang-Gan-Cao-Tang) in rats-potentiating effect of glycyrrhiza on the purgative action of rhubarb. *J. Med. Pharm. Soc. Wakanyaku.*, **10**, 97-103

·(접수 2001년 3월 20일)