

노루궁뎅이 버섯의 열수 추출조건의 최적화

최미애¹ · 박난영² · 정용진^{3*}

¹양산대학 호텔조리과

²(주)계명푸드텍스

³계명대학교 식품가공학과

Optimization of Hot Water Extraction Conditions from *Hericium erinaceus*

Mi-Ae Choi¹, Nan-Young Park² and Yong-Jin Jeong^{3*}

¹Dept. of Hotel Culinary Arts, Yangsan College, Yangsan 626-740, Korea

²Keimyung Foodex Co. Ltd., Daegu 704-701, Korea

³Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

Response surface methodology (RSM) was used to monitor characteristics of hot water extracts from *Hericium erinaceus*. A central composite design was applied to investigate the effects of independent variables, extraction temperature (X_1), sample ratio (X_2) and extraction time (X_3) on dependent variables such as soluble solid (Y_1), total phenols (Y_2), crude protein (Y_3) and electron donating ability (Y_4) of the extracts. As the sample ratio increased, the soluble solid content increased, while extraction temperature played a minor role. As a whole total phenols and crude protein contents increased with increasing the sample ratio. Electron donating ability increased in proportion to extraction temperature and sample ratio, which didn't increase at certain period. Then ranges of optimum extraction conditions for maximized physicochemical properties were 91.5~96.5°C in extraction temperature and 3.5~4.2 g/100 mL in sample ratio. Predicted values at the optimized conditions were coincident with experimental values.

Key words: *Hericium erinaceus*, response surface methodology (RSM), electron donating ability, optimization

서 론

식품의 주요기능은 영양을 공급하며 먹는 즐거움을 통하여 삶의 만족을 주는 것이다. 최근에는 식품의 3차 기능 즉, 특정식품이나 성분에 관한 유용한 기능에 관심이 높아지고 있다. 그 중에 버섯은 수천 종이 자생 또는 재배되고 있으며 기능성 식품, 약품원료로써 크게 주목받고 있는데(1,2) 이러한 버섯의 생체방어, 질병회복, 뇌졸중, 심장병 등의 성인병에 대한 예방과 개선 효과 및 고지혈증, 노인성 치매에 효과가 있는 유효성분이 보고되고 있다(3-5). 버섯에서 분리된 β -D-glucan류는 항암활성, 항산화성, 면역증강기능이 보고되어 버섯 다당류에 대한 연구가 많이 이루어져 왔다(6). 또한 superoxide dismutase(SOD) 유사활성 물질은 SOD와 유사한 기능을 하는 저분자물질로 superoxide의 반응성을 억제하여 생체를 보호하여 노화억제의 효과를 기대할 수 있는 것으로 보고되었다(7-9). 노루궁뎅이 버섯(*Hericium erinaceus*)은 산호버섯과에 속하는 버섯으로 가을철 활엽수의 고목이나 생목에서 발생하며 중국에서는 원숭이 머리버섯, 곰머리

버섯으로 불리어졌으며, 일본에서는 Yamabushitake로 불리고 있다(10,11). 우리나라에서는 노루궁뎅이의 털모양과 비슷하다고 하여 노루궁뎅이 버섯으로 불리어졌고 탄수화물, 단백질, 아미노산, 효소, 무기염류 및 비타민 등이 풍부하고, 항암 및 면역기능을 증대시키는 효능이 있다고 알려져 있다(12). 최근에는 노루궁뎅이 버섯으로부터 치매치료제로 가능한 물질이 분리되었으며, 열수 추출액의 암세포 증식 효과가 있는 것으로 보고되었고(12), 항 돌연변이원성과 항암 효과를 가진 성분을 비롯하여 다양한 생리활성물질이 있는 것으로 보고되었다(13). 또한, Choi 등은 노루궁뎅이 버섯을 에탄올로 추출조건을 최적화하였으며(14), 식품으로서의 이용을 위한 기초적인 연구(15)가 보고되었다. 이러한 노루궁뎅이 버섯은 일본, 중국에서는 식품원료로 사용되고 있으며 국내에서는 최근에 가공용 식품원료로 사용이 허가되고 치매억제에 관한 기능성분 등이 보고되면서(16) 향후 고부가가치 기능성 식품원료로의 사용이 기대되고 있어서 식품학적인 면에서 체계적으로 연구해야할 과제로 남아있다.

따라서 본 연구에서는 노루궁뎅이 버섯의 기능성 식품소

*Corresponding author. E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5557, Fax: 82-53-580-6477

재 개발을 검토하기 위하여 열수 추출에 따른 추출물의 특성을 모니터링하고 기능적 특성에 대한 효율적 추출조건을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서 사용된 노루궁뎅이 버섯은 망절농장(경남 양산)으로부터 제공받아 음건 한 후 분쇄기로 분말화(40 mesh)하여 냉동(-30°C) 보관하면서 시료로 사용하였다. 이때 노루궁뎅이 버섯의 수분함량은 15.32%로 나타났으며, 조회분은 8.14%와 조단백질은 8.01%로 나타났다.

실험계획

노루궁뎅이 버섯으로부터 유효성분을 추출하고자 추출조건에 대한 실험계획은 중심합성계획(17)에 의하여 설계하였고, 반응표면 회귀분석을 위하여 SAS(statistical analysis system) program(18)을 사용하였다. 이 때 추출조건은 시료에 대한 추출온도(85~100°C), 용매에 대한 시료비(1~5 g/100 mL)와 추출시간(30~270분)이었으며, 이들 독립변수들은 -2, -1, 0, 1, 2 등 5단계로 부호화하였다. 또 추출물의 품질 특성에 관련된 종속(반응)변수(Y_n)로서는 가용성 고형분(Y_1), 총 페놀함량(Y_2), 조단백 함량(Y_3), DPPH(Y_4)으로 하였다. 이때 추출구는 여과지(whatman No.1)로 여과한 다음 전체의 양을 일정하게 하여 분석용 시료로 사용하였다.

추출물의 품질 특성 분석

가용성 고형분은 식품공전(19)에 준하여 시료인 노루궁뎅이 버섯을 각각의 추출조건으로 추출하여 3회 반복 측정하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다. 추출액의 페놀성 화합물 함량을 Amerine과 Ough(20)의 방법에 준하여 비

색 정량하였다. 즉, 추출액 2 mL에 Folin-ciocalteau 시약 2 mL를 가하여 혼합하고 3분 후 10% Na_2CO_3 2 mL를 넣어 진탕한 다음 실온에서 1시간 방치하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 조단백 함량은 Lowry(21)법에 의해 알카리성 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 시약을 반응시켜 750 nm에서 비색 정량하였다.

전자공여능은 α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl(DPPH)을 이용한 방법(22)으로 측정하였다. 즉, DPPH 16 mg을 100 mL 무수 에탄올에 용해한 후 증류수 100 mL를 가하고 여과하였다. 시료 1 mL(0.2 mg/mL)를 시험관에 가하고 DPPH 용액 4 mL를 혼합하여 1분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다.

결과 및 고찰

추출물의 이화학적 품질 특성

노루궁뎅이 버섯으로부터 최적 열수 추출물을 얻기 위한 실험계획과 각각의 조건에서 추출한 추출물의 특성(Table 1)을 나타내었다. 각각의 실험구간에서 고형분 함량은 0.15~2.08%, 총 페놀함량은 15.76~60.64 mg/mL, 조단백 함량은 803.09~1,259.03 mg%이며 전자공여능은 4.9~66.4 unit의 범위로 나타났다. 독립변수인 추출 온도(80~100°C), 용매에 대한 시료비(1~5 g/100 mL), 추출시간(30~270분) 등의 추출조건($X_1 \sim X_3$)에 대한 종속변수인 가용성 고형분, 페놀성 화합물 함량, 조단백 함량, 전자공여작용($Y_1 \sim Y_4$)의 이차 다항 회귀식은 Table 2와 같다. 노루궁뎅이 버섯의 열수 추출물의 가용성 고형분은 R^2 가 0.8545로 10% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었으며, 반응표면은 안장점의 형태를 나타내었다(Table 2, 3). 노루궁뎅이 버섯의 추출조건에서 가장 영향이 적게 미치는 추출시간을 고정하여 시료에 대한 추출온도와 용매에 대한 시료비에서 추출액의 가용성 고형

Table 1. Experimental data on functional properties for water extracts of *Hericium erinaceus*

Exp. No	Extraction condition ¹⁾			Soluble solids (%)	Total phenols (mg/mL)	Crude protein (mg%)	Electron donating ability (unit)
	Temp. (°C)	Sample ratio (g/100 mL)	Time (min)				
1	85 (-1)	2 (-1)	90 (-1)	1.01	26.24	1114.73	37.7
2	85 (-1)	2 (-1)	210 (1)	1.56	26.09	962.36	35.1
3	85 (-1)	4 (1)	90 (-1)	2.02	43.42	1214.16	20.4
4	85 (-1)	4 (1)	210 (1)	2.08	41.00	1238.66	14.1
5	95 (1)	2 (-1)	90 (-1)	0.89	32.55	1079.23	52.6
6	95 (1)	2 (-1)	210 (1)	1.29	32.29	1053.02	55.0
7	95 (1)	4 (1)	90 (-1)	1.71	56.16	1072.21	66.4
8	95 (1)	4 (1)	210 (1)	1.94	60.32	1053.93	59.9
9	90 (0)	3 (0)	150 (0)	1.74	48.61	1208.16	63.6
10	90 (0)	3 (0)	150 (0)	1.76	43.74	1197.90	63.2
11	80 (-2)	3 (0)	150 (0)	1.49	34.14	882.10	4.9
12	100 (2)	3 (0)	150 (0)	1.56	44.04	1108.62	64.1
13	90 (0)	1 (-2)	150 (0)	0.15	15.76	803.09	33.8
14	90 (0)	5 (2)	150 (0)	2.73	60.64	1144.06	28.0
15	90 (0)	3 (0)	30 (-2)	1.77	41.49	1259.03	60.6
16	90 (0)	3 (0)	270 (2)	1.55	42.18	1155.13	65.9

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

Table 2. Polynomial equation calculated by RSM for extracted *Hericium erinaceus*

Dependent variable (Y_n)	The second order polynomial ¹⁾	R ²	Pro>F
Soluble solids (Y_1)	$Y_1 = 6.0737 - 0.1405X_1 + 0.8662X_2 - 0.00016X_3 + 0.00075X_1^2 - 0.0015X_1X_2 - 0.0025X_2^2 + 0.000008X_1X_3 - 0.0013X_2X_3 + 0.00001X_3^2$	0.8545	0.0554
Total phenols (Y_2)	$Y_2 = -492.8346 + 11.7457X_1 - 21.0537X_2 - 0.1499X_3 - 0.0709X_1^2 + 0.4787X_1X_2 - 1.9937X_2^2 + 0.0025X_1X_3 + 0.0053X_2X_3 - 0.0003X_3^2$	0.9722	0.0005
Crude protein (Y_3)	$Y_3 = -15465 + 336.5017X_1 + 1158.27X_2 - 5.4912X_3 - 1.7267X_1^2 - 9.5460X_1X_2 - 48.5387X_2^2 + 0.0347X_1X_3 + 0.3850X_2X_3 + 0.0027X_3^2$	0.8020	0.1196
Electron donating ability (Y_4)	$Y_4 = -2223.003 + 50.5075X_1 - 77.5125X_2 - 0.1006X_3 - 0.2890X_1^2 + 1.4250X_1X_2 - 8.1250X_2^2 + 0.0020X_1X_3 - 0.0262X_2X_3 - 0.00001X_3^2$	0.9743	0.0004

¹⁾ X_1 : Extraction temperature (°C), X_2 : Sample ratio (g/100 mL), X_3 : Extraction time (min).

분의 변화는 설정된 추출온도의 범위에서는 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타났으며, 용매에 대한 시료비가 증가할수록 가용성 고형분이 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 1). 이는 노루궁뎅이 버섯을 에탄올로 추출한 경우(14) 에탄올 농도에 대하여 가용성 고형분 함량이 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타난 것과 같이 친수성 물질이 더 많이 함유된 것으로 나타났다. 계피의 경우 물보다 에탄올로 추출할 때 추출온도와 용매의 시료비가 고형분 용출 효율에 좋은 것으로 보고(23) 되어 본 연구와는 다소 상이한 결과를 나타내었다. 노루궁뎅

이 버섯의 페놀성 화합물 함량에 대한 반응표면은 최대점의 형태를 나타내었으며 능선분석(ridge analysis)을 실시하여 본 결과, 총 페놀성 화합물의 최대값은 96.30 mg/100 mL로 예측되었다(Table 3). 페놀성 화합물 함량에 대한 최적 추출 조건은 추출온도 122.58°C와 용매에 대한 시료비는 9.91 g/100 mL이었다. 페놀성 화합물 함량은 추출온도의 영향보다는 용매에 대한 시료비가 증가할수록 페놀성 성분의 함량이 증가하는 반응표면을 나타내고 있으며(Fig. 1), 에탄올로 추출한 경우(14), 총 페놀함량과 조단백 함량이 추출온도보다

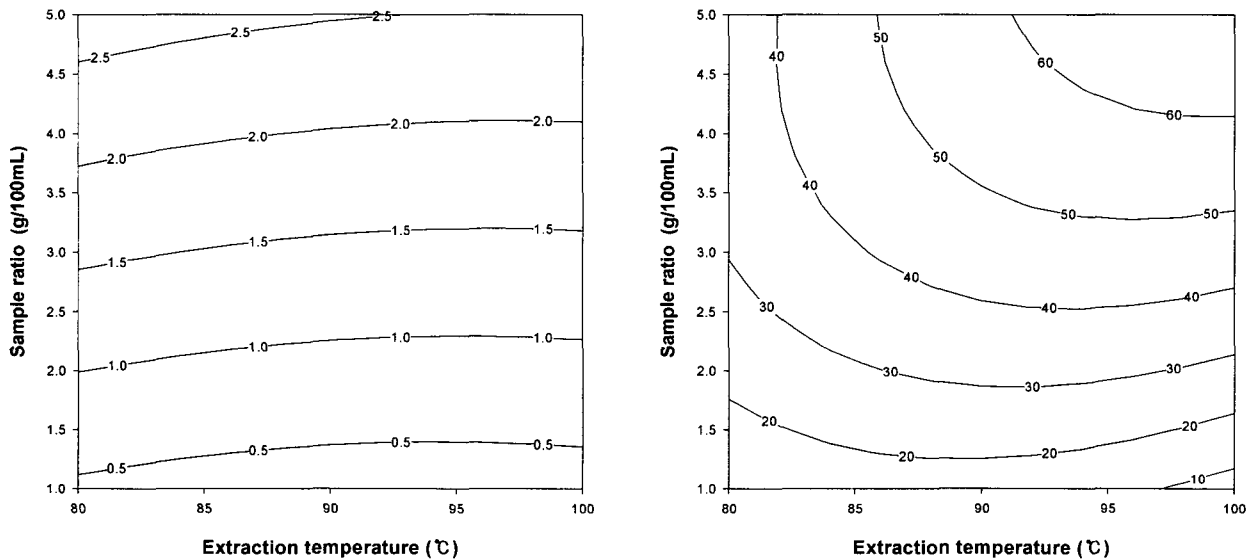


Fig. 1. Contour map of soluble solid (left) and total phenol (right) in water extracts from *Hericium erinaceus*.

Table 3. Predicted levels of extraction conditions for the maximum responses by the ridge analysis

Responses	X_1 ¹⁾	X_2 ²⁾	X_3 ³⁾	Max. ⁴⁾	Morphology
Soluble solids (Y_1)	88.82	4.90	115.15	2.53	Saddle
Total phenols (Y_2)	122.58	9.91	352.94	96.30	Max.
Crude protein (Y_3)	89.15	3.22	31.17	1263.76	Saddle
Electron donating ability (Y_4)	96.35	3.57	63.93	70.25	Saddle

¹⁾Extraction temperature in the maximum response.

²⁾Sample ratio in the maximum response.

³⁾Extraction time in the maximum response.

⁴⁾Maximum response.

는 용매의 시료비에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타나 본 연구와 유사하게 나타났으며, 페놀성 화합물 함량에 대한 R²는 0.9722이었으며 1% 내에서 유의성이 인정되었다(Table 2).

노루궁뎅이 버섯의 조단백 함량에 대한 반응표면은 안장점의 형태를 나타내었으며 이때 최대값은 1263.76 mg/100 mL로 예측되었다. 조단백 함량에 대한 R²는 0.8020로 나타났으며(Table 2), 추출온도와 용매에 대한 시료비가 증가할수록 증가하다가 일정시점 이후로는 오히려 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2). 또한, 노루궁뎅이 버섯의 조단백 함량은 추출온도보다는 용매에 대한 시료비가 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 최적 추출조건은 추출온도 89.15°C, 용매에 대한 시료비는 3.22 g/100 mL로 나타났다. 노루궁뎅이 버섯의 최적 추출조건에서 추출온도가 고온에서는 오히려 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 계피의 경우와 유사한 경향을 나타내었으며(23), 페놀성 화합물의 추출조건과는 상이하게 나타났다.

각각의 조건에 따른 노루궁뎅이 버섯의 전자공여작용에 대한 반응표면은 안장점의 형태를 나타내었으며 최적 추출조건은 추출온도 96.35°C와 용매에 대한 시료비는 3.57 g/100 mL로 나타났다. 이때 최대값은 70.25 unit로 나타났으며 추출물의 전자공여작용은 추출시간의 영향은 크지 않았으나 용매에 대한 시료비와 추출온도가 증가할수록 증가하다가 최적 추출조건에서 최대점을 보이다가 그 이후로 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 용매에 대한 시료비보다는 추출온도에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 2). 이는 노루궁뎅이 버섯의 추출물의 특성과는 Kim 등(24)이 계피의 항산화 성분 추출시험에서 높은 추출 수율을 나타내었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

추출물의 특성에 대한 최적 추출조건 예측
노루궁뎅이 버섯에서 얻은 물 추출물의 추출조건에 대한

회귀분석 결과, 반응표면에서 페놀함량을 제외하고 안장점을 나타내었으므로 능선분석을 하여 최적점을 구해 보았다. Table 3과 같이 노루궁뎅이 버섯의 물 추출물의 가용성 고형분은 추출온도 88°C, 용매에 대한 시료비 4.9 g/100 mL, 추출시간 115.15분의 추출조건에서 가장 높은 값을 나타내었고, 페놀 함량은 추출온도 122°C, 용매에 대한 시료비 9.91 g/100 mL, 추출시간 352.94분의 추출조건에서 각각 가장 높은 값을 나타내었다. 조단백 함량은 추출온도 89°C, 용매에 대한 시료비 3.22 g/100 mL, 추출시간 31.17분의 추출조건에서 가장 높은 값을 나타내었고, 전자공여작용은 추출온도 96°C, 용매에 대한 시료비 3.57 g/100 mL, 추출시간 63.93분의 추출조건에서 최대값을 나타내었다.

추출조건 최적화

노루궁뎅이 버섯에 대한 물 추출조건을 최적화할 목적으로 추출시간을 120분으로 고정하고, 추출온도와 용매에 대한 시료비에 대한 각 종속변수들의 contour map을 superimposing하여 추출물의 특성을 모두 만족시켜 주는 추출조건 범위를 나타내 보았다(Fig. 3). 물 추출물의 특성 변화에 대한 contour map을 이용하여 superimposed map을 작성한 결과, 예측된 최적조건 범위는 Fig. 3의 빗금친 부분으로 Table 4와 같이 추출온도 91.5°C~96.5°C, 용매에 대한 시료비 3.5~4.2 g/100 mL로 각각 나타났다. 이상의 예측 모델식을 검증하기 위하여 최적조건 범위내의 임의의 최적점 즉, 추출온도 94°C, 용매에 대한 시료비 3.8 g/100 mL로 추출조건을 설정하여 실제 추출실험을 실시하고 그 추출물의 기능적 특성을 측정하여 본 결과, Table 5와 같이 실제 값들은 예측된 값들과 유사한 수준으로 비교되었다. 이와 같은 최적 추출조건들은 추출물에 대해 고려되어지는 특성에 따라 다소 변화되어질 수 있다.

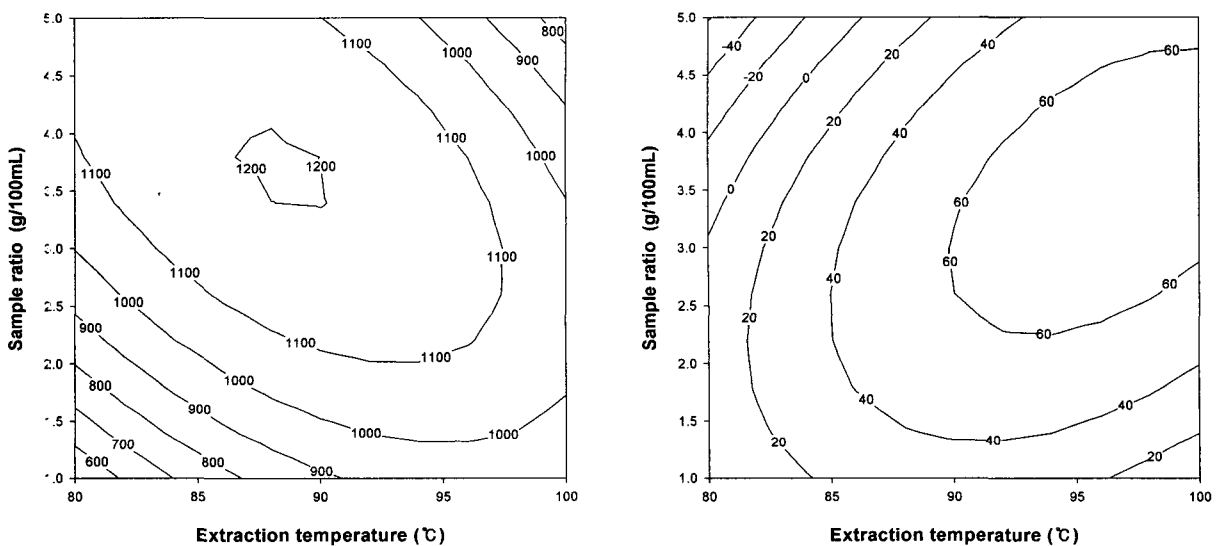


Fig. 2. Contour map of crude protein (left) and DPPH (right) in water extracts from *Hericium erinaceus*.

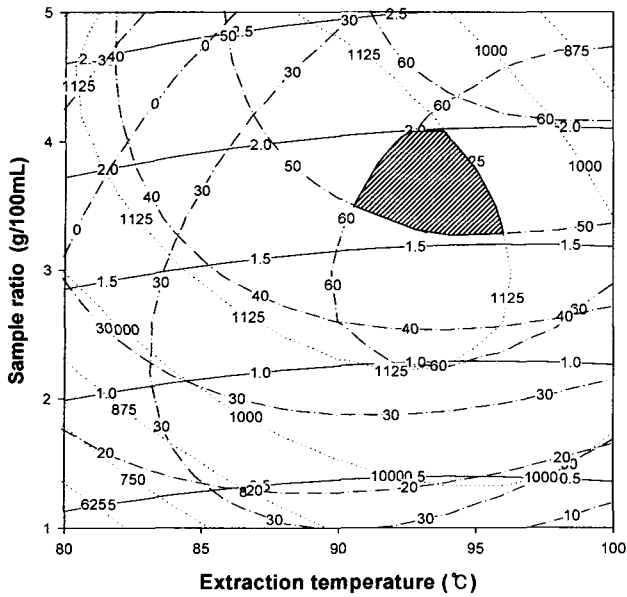


Fig. 3. Superimposed contour map for optimization of soluble solids, total phenols, crude protein and DPPH of water extracts in *Hericium erinaceus*.

— Soluble solids - - - Total phenols
 Crude protein - · - · DPPH

Table 4. The optimum range of water extraction conditions for response variables¹⁾ yielding optimum responses by superimposing of contour maps for *Hericium erinaceus*

	Extraction temperature (°C)	Sample per solvent (g/100 mL)	Extraction time (min)
Optimum ranges	91.5~96.5	3.5~4.2	120

¹⁾Soluble solid (%), total phenols (mg/mL), crude protein (%), electron donating ability (DPPH, unit).

Table 5. Predicted and experimental values of response variables for water extracts from *Hericium erinaceus* at a given condition within the range of optimum extraction conditions

Response variables ¹⁾	Predicted values	Experimental values
Soluble solid (Y ₁)	1.77	1.52
Total phenols (Y ₂)	55.76	53.30
Crude protein (Y ₃)	1,143.49	1,350.00
Electron donating ability (Y ₄)	56.18	50.04

¹⁾Soluble solid (%), total phenols (mg/mL), crude protein (%), electron donating ability (DPPH, unit).

요 약

노루궁뎅이 버섯의 열수 추출 실험을 실시하면서 반응표면분석에 의해 추출물의 특성을 최적화하였다. 추출물의 가용성 고형분은 설정된 추출온도와 추출시간에 대해서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 용매에 대한 시료비가 증가할수록 가용성 고형분이 증가하였으며, 페놀성 화합물과 조단백 함량도 추출온도보다는 용매에 대한 시료비가 더

큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 추출물의 전자공여작용은 용매에 대한 시료비와 추출온도가 증가할수록 증가하다가 최적 추출조건에서 최대점을 보이다가 이후로 감소하는 경향을 나타내었다. 이들 추출물의 특성을 모두 만족시키는 최적 추출조건은 추출온도 91.5°C~96.5°C, 용매에 대한 시료비 3.5~4.2 g/100 mL로 나타났으며 예측된 최적 추출조건의 임의의 점에서 실험한 결과, 각 반응변수들의 예측값과 실제값이 유사하였다.

문 헌

- Zhang Y, Talalay P, Cho CG, Posner GH. 1992. An anti-carcinogenic protective enzyme from broccoli. *Pro Natl Acad Sci* 90: 2399-2404.
- Dragsted LO, Strube M, Larsen JC. 1993. Cancer protective factors in fruits and vegetables: biochemical and biological background. *Pharmacol Toxicol* 72: 116-135.
- Ota SS. 1984. *Lentinus edodes*. *New Food Industry* 26: 49-54.
- Kim HR, Shim MJ, Kim JW, Kim HW, Lee CO, Choi EC, Kim BK. 1984. Antitumor components extracted from the cultured mycelia of *Lyophyllum decastes*. *Kor J Pharmacogn* 15: 61-73.
- Yanmaguchi M, Yearul KA. 1987. Effect of shitake and maitake mushroom on blood pressure and plasma lipids of spontaneously hypertensive rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 33: 341-345.
- Ebihara K, Minamishima Y. 1984. Protective effect of biological response modifiers on murine cytomegalovirus infection. *J Virology* 51: 117-124.
- Sato Y, Hotta N, Sakamoto N, Matsuoka S, Ohishi N, Yagi K. 1979. Lipid peroxide level in plasma of diabetic patients. *Biochem Med* 21: 104-107.
- Wolff SP, Dean RT. 1987. Glucose autoxidation and protein modification. The potential role of autoxidative glycosylation in diabetes. *J Biochem* 245: 243-250.
- Salim AS. 1990. Oxygen-derived free radicals and the prevention of duodenal ulcer relapse. *Am J Med Sci* 300: 1-8.
- Chang HY, Roh MG. 1999. Physiological characteristics of *Hericium erinaceus* in sawdust media. *Kor J Mycol* 27: 252-255-159.
- Ahn DK. 1992. Medicinal fungi in Korea. *Kor J Mycol* 20: 154-159.
- Yearul KA, Shuichi K. 1989. Dietary mushroom reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rat. *J Nutr Sci Vitaminol* 35: 91-98.
- Kawagishi H, Shimada A, Hosokawa S, Mori H, Sakamoto H, Ishiguro Y, Sakemi S, Bordner J, Furukawa S, Erinacines EF. 1996. G stimulators of nerve growth factor (NGF)-synthesis from the mycelia of *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron Letters* 37: 7399-7402.
- Choi MA, Park NY, Woo SM, Jeong YJ. 2003. Optimization of extraction conditions from *Hericium Erinaceus* by response surface methodology. *Korean J Food Sci Technol* 35: 777-782.
- Choi MA, Park NY, Jeong YJ, Shin SR. 2003. Characteristics of *Hericium Erinaceus* and its extracts. *Kor J Food Preservation* 10: 560-564.
- Park SH, Kim OM, Lee KR. 2001. Antimutagenic and quinone reductase inducing activities of *Hericium erinaceus* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1287-1292.

17. Kang KC, Park JH, Baek SB, Jhin HS, Rhee KS. 1992. Optimization beverage preparation from *Schizandra chinensis* bailon by response surface methodology. *Korean J Food Sci Technol* 24: 74-81.
18. SAS: SAS/ STAT. 1995. *User's guide version 6*. 4th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Ch 37, Vol 2, p 1457.
19. KMHW. 1997. *Korean food standard code*. The Korean Ministry of Health and Welfare. p 507-510.
20. Amerine MA, Ough CS. 1980. *Methods for analysis of musts and wine*. John Wiley & Sons, New York. p 177.
21. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-271.
22. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1202.
23. Kim NM, Ko SR, Choi KJ, Kim WJ. 1993. Effect of some extraction conditions on efficiency composition in cinnamon extracts. *J Korean Agric Chem Soc* 36: 17-22.
24. Kim NM, Sung HS, Kim WJ. 1992. Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts. *Korean J Food Sci Technol* 25: 204-209.

(2004년 3월 11일 접수; 2004년 6월 22일 채택)