

콩잎두부 제조 시 콩잎 분말과 추출물의 최적첨가조건

한명륜 · 김애정* · 정건섭** · 이수정*** · 김명환

단국대학교 식품공학과, *혜전대학 식품영양과, **연세대학교 생물자원공학과, ***부천대학 식품영양과

Optimization for Manufacturing Soybean Curd Adding Mulberry Leaf Powder and Extract

Myung-Ryun Han, Ae-Jung Kim*, Kun-Sub Chung**,
Soo-Jung Lee***, and Myung-Hwan Kim

Department of Food Engineering, Dankook University

**Department of Food & Nutrition, Hyejeon College*

***Department of Biological Resources & Technology, Yonsei University*

****Department of Food and Nutrition, Bucheon College*

Abstract

To optimize the manufacturing of mulberry leaf soybean curd, high impact planetary mill was used to reduce and control the average particle size of mulberry leaf powder. The added effects of concentrations and average particle sizes of mulberry leaf powder, and concentrations of grape seed extract on the hedonic scores of overall quality of mulberry leaf soybean curds were analyzed by response surface methodology with a central composite method. We also analyzed the effects of mulberry leaf extract concentrations from 0% to 0.75%(w/w) on the hedonic and intensity scores of mulberry leaf soybean curds. Affecting factor for the hedonic scores of overall quality of mulberry leaf soybean curd product was arranged according to average particle size of mulberry leaf powder, concentration of mulberry leaf powder and concentration of grape seed extract. The average particle size and concentration of mulberry leaf powder were significant factors at the 5% level. The optimum added conditions of mulberry leaf powder for manufacturing of mulberry leaf soybean curd were 0.40%(w/w) of concentration and 40 μ m of average particle size of mulberry leaf powder, and 176ppm(w/w) of grape seed extract concentration, which hedonic score of mulberry leaf soybean curd product was 6.45. The astringency intensities of mulberry leaf soybean curds were similar to control up to 0.50% of mulberry leaf extract concentrations. While, that of the 0.75% was a little bit higher than that of control. There was no difference in the astringency intensities of mulberry leaf soybean curds at the 5% level. The optimum mulberry leaf extract concentrations was 0.25% in hedonic scores of color, flavor and overall quality except texture.

Key words: Mulberry leaf powder, Mulberry leaf extract, Mulberry leaf soybean curd, High impact planetary mill, Optimization

서 론

콩잎은 2,200여 년 전부터 민간에서 약제로 이용되어왔으며 콩잎에는 단백질, 아미노산, 비타민, 미

네랄 및 다량의 식이섬유소 뿐 아니라 flavones, steroids 및 triterpenes와 같은 다양한 생리활성물질을 함유하고 있는 것으로 보고 되고 있다(Chae *et al.*, 2003; Asano *et al.*, 2000). 또한, 콩잎은 항당뇨(Basnet *et al.*, 1993; Asano *et al.*, 1994; Kimura *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1999), 항고지혈증(Kim 과 Lee, 1996; Kim *et al.*, 1998a), 항산화작용(Yen *et al.*, 1996; Doi *et al.*, 2000) 및 중금속제거 능력 (Kim, 1998b)등 여러 가지 생리적 또는 약리적 작용을 갖

Corresponding author: Myung-Hwan Kim, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea
Phone: +82-41-550-3563, Fax: +82-41-550-3566
E-mail: kmh1@dankook.ac.kr

고 있다. 콩잎에 함유되어있는 여러 가지 생리활성 성분 중 혈당강화성분으로 알려진 1-deoxynojirimycin (DNJ), 혈압강화성분인 r-aminobutyric acid(GABA) 및 항산화성분의 flavonoid화합물은 콩잎의 우수한 기능성을 나타내는 지표물질로서 잘 알려져 있다 (Chae *et al.*, 2003). 한편 안전성 즉, 독성여부를 조사한 결과 무독성 식품으로서 70kg 체중의 성인이 한번에 마른 콩잎 3.5kg을 먹어도 전혀 이상이 없다는 점이 검증되었다(Lee *et al.*, 2003).

이러한 연구배경으로 최근 들어 기능성 식품, 화장품 및 의약품의 신소재로서 널리 이용되고 있으며 한국과 일본을 중심으로 새로운 천연신소재로 콩잎에 대한 관심이 급부상하였으며 콩잎분말을 첨가하여 개발된 가공식품으로는 콩잎아이스크림, 콩잎국수, 콩잎과자 등이 제조하여 시판되고 있다(Kim과 Yuh 2004). 반면에 콩잎은 쉽게 재배할 수 있는 장점을 가지고 있지만 소비의 폭이 좁아 잠엽농가의 경쟁력이 낮기 때문에 이를 폭넓게 이용하여 소비하기 위한 기술개발이 필요한 실정이다. 콩잎 분말을 이용하여 제품화하는 과정에서 콩잎 분말입자의 크기가 일반적으로 크므로서 가공제품의 조직감에서 거침성이 나타나므로 소비자의 불만이 많이 야기되고 있는 실정이다.

지금까지 식품의 가공공정에서 미세분쇄공정으로 ball 또는 pin mill 등을 이용하고 있으나 분쇄과정에서 온도상승에 의한 품질저하를 고려할 때 분쇄 분말의 평균입자직경은 200~300 micron 수준이다. 최근에 개발된 high impact planetary mill은 cell의 방향과 축 방향을 반대로 회전시키면서 media 상호간의 충격 및 전단운동을 이용하여 기존의 분쇄방법들에 비하여 초미세분쇄(20~40 micron)가 가능하게 되었으며 단시간(30분) 내에 분쇄가 이루어진다.

두부는 특유의 질감을 가진 식물성 고단백식품으로 두부의 원료인 콩은 glycinin과 albumin 등의 단백질성분과 비단백 질소화합물이 함유되어있는 영양과 기능성이 우수한 식품이다. 최근 들어 두부에 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있는 인삼(Kim 등, 1996), 마늘(Park 등, 2003), 클로렐라(Kim 등, 2003) 등의 천연 소재를 첨가하여 두부의 건강 기능성 보완과 저장성을 동시에 추구하려는 연구가 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 잠엽농가의 기능성 신소재로 급부상중인 콩잎을 분말형태와 추출액으로 제조하여 이를 두부 제조시 첨가함으로써 그 효능이 보강된 새로운 건강식품으로서의 기능성두부

를 제조하고자 하였다. 콩잎두부를 제조하는데 있어서 조직감에서의 거침성을 제거하기 위하여 새로이 개발된 분쇄기계인 high impact planetary mill을 이용하여 콩잎분말입자의 평균크기를 초미세화 및 균질화 하였으며 콩잎두부제조 시 첨가함으로써 콩잎분말입자의 평균크기와 농도 및 콩잎추출물의 농도변화에 따른 콩잎첨가 두부품질의 기호도를 조사하여 가공 처리된 콩잎의 최적첨가조건을 연구하는데 있다.

재료 및 방법

재 료

두부제조에 사용된 대두는 미국산 수입대두(수입 US No. 1)이었으며 콩잎은 충남 홍성의 농가로부터 구입하여 deep freezer에 보관하면서 사용하였다. 두부제조를 위한 응고제로는 태진산업의 두부용 응고제 황산칼슘(CaSO₄ · 2H₂O)을, 자몽종자추출물(Grape seed extract)은 에프에이뱅크(DF-100, Korea)의 제품을 사용하였다.

콩잎 건조, 분쇄 및 추출

콩잎의 건조는 원적외선건조기(FDI-150, Duksan, Korea)를 사용하여 50°C에서 수분함량 4%(dry basis)까지 건조시켰다. 건조된 콩잎의 분쇄는 high impact planetary mill(pulverisette 6, FRITSCH, Germany)를 이용하였으며 4.9 mm의 ball 크기로 200 rpm에서 분쇄시간을 조절하여 콩잎분말입자의 평균크기를 조절하였다. 분쇄된 콩잎분말입자의 평균크기가 40.02 μm, 64.65 μm, 101.76 μm(Fig. 1)인 콩잎분말을 콩잎두부 제조 시 사용하였다. 콩잎추출물제조는 40.02 μm 크기의 콩잎분말을 이용하여 100°C에서 열수추출방법으로 하였으며 열수추출 후 진공농축기(R-124, Buchii, Switzerland)를 사용하여 40°C에서 20°brix까지 농축하였다.

실험설계

실험설계는 중심합성설계법을 이용하였으며 3가지 요인 콩잎분말의 농도(X1), 콩잎분말입자의 평균크기(X2), 자몽종자추출물의 농도(X3)에 대하여 Table 1과 같이 수준을 조절하여 콩잎두부를 만든 다음 관능검사를 통하여 최적의 콩잎분말 제조조건을 설정하였다. 콩잎분말입자의 평균크기(X2)는 실제적으로 40.02 μm, 64.65 μm, 101.76 μm(Fig. 2)인 것을 각각 40 μm, 70 μm, 100 μm(Table 1)으로 입

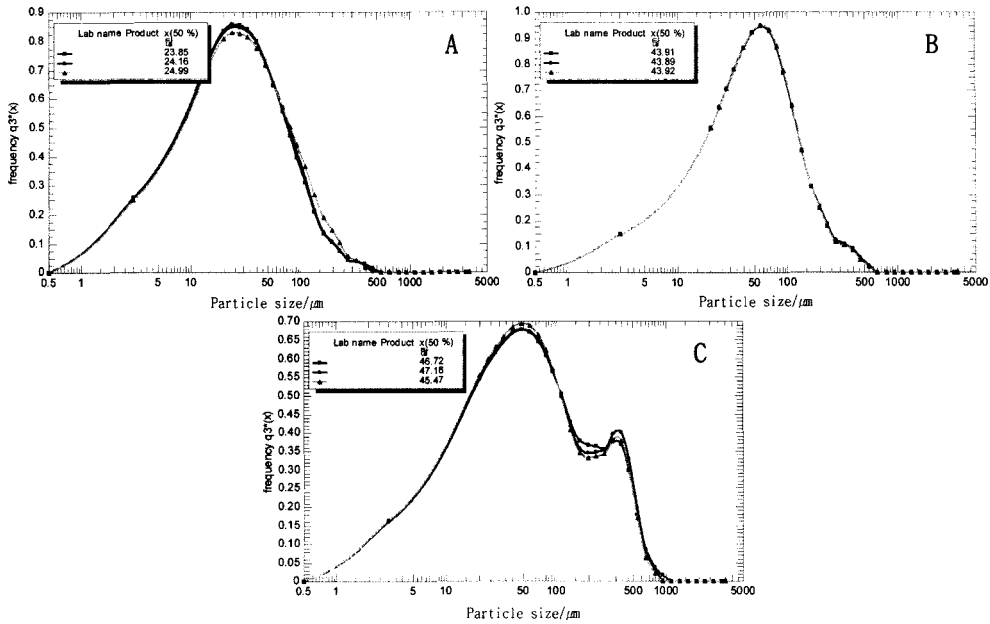


Fig. 1. Average particle sizes of mulberry leaf powder; 40.02 μm(A), 64.65 μm(B), 101.76 μm(C).

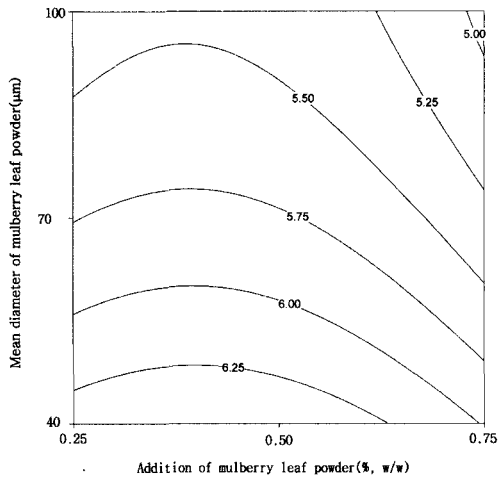


Fig. 2. The hedonic scores of overall quality of mulberry leaf soybean curd as related to added concentrations and sizes of mulberry leaf powder at 176ppm of grape seed extract concentration.

력하였다. 여기서 자몽종자추출물은 빙얇두부의 저장성향상을 위하여 첨가하였다. 각 인자의 수준 변화에 따른 빙얇두부의 전체적인 품질의 기호도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 분산분석, 이차다항회귀곡선식 및 반응표면분석법(response surface methodology, RSM) 등의 통계방법을 이용하였으며

통계분석은 SAS를 이용하였다(SAS, 1993). 이차다항회귀곡선식은 다음과 같다.

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + A_6X_1^2 + A_5X_1X_2 + A_6X_2^2 + A_7X_1X_3 + A_8X_3X_2 + A_9X_3^2 \quad (1)$$

여기서 Y는 종속변수로 제조된 두부의 전체적인 품질의 기호도이고, X₁, X₂, X₃, 는 독립변수이며 A_i는 계수이다. X₁, X₂, 및 X₃의 각 독립변수는 수준을 3가지로 하였다.

빙얇추출물의 농도는 대조구, 0.25%, 0.50% 및 0.75%(w/w)로 조절하여 빙얇두부의 기호도 및 강도를 조사하였다. 이때, 자몽종자추출물은 빙얇분말 제조공정의 최적화과정에서 얻어진 176 ppm으로 농도를 고정시켰다. 통계처리는 분산분석과 Duncan의 다범위검정법을 이용하였다. 빙얇분말, 빙얇추출물 및 자몽종자추출물의 농도(w/w)는 대두의 무게를 기준으로 하였다.

빙얇두부의 제조

수세한 대두 100 g을 상온(20~22°C)에서 24시간 증류수에 수침시킨 후 건져내어 증류수 1000 mL와 함께 blender를 이용하여 3분간 마쇄한 다음 면포를 이용하는 여과방법으로 두유를 제조하였다. 제조된

Table 1. Levels of independent variables expressed in coded for optimization of mulberry leaf powder added conditions

Code	Independent variables		
	Concentration of mulberry leaf powder(%)	Average particle size of mulberry leaf powder(μm)	Concentration of grape seed extract(ppm)
	X_1	X_2	X_3
-1	0.25	40	0
0	0.50	70	150
1	0.75	100	300

두유에 적정량의 콩잎분말 또는 콩잎 추출물과 자몽종자추출물을 첨가한 후 5분간 끓인 다음 교반하면서 5.0°Brix의 두유농도에 대두함량을 기준으로 1.44%(w/w)의 응고제를 60°C의 온도에서 첨가하였다. 응고제를 첨가한 후 27.2분간 방치하고 나서 성형틀에서 45.45 g/cm²의 압력으로 1시간 동안 압착하여 두부를 성형 제조하였다.

관능검사

관능검사 과목을 이수한 학생들을 대상으로 24명의 관능검사요원을 선별하였다. 콩잎분말의 농도, 콩잎분말입자의 평균크기, 자몽종자추출물의 농도에 따른 기호도변화의 관능검사 방법은 기준검사물(콩잎이 첨가되지 않은 두부)을 제시한 다음 기준 검사물에 인위적으로 5점을 부여한 후 기준 검사물과 비교평가 하도록 하는 9점 기호척도법을 이용한 다시료 비교검사법을 사용하였다. 18가지의 시료에 대한 관능검사는 balanced incomplete block design법 (Stone 과 Sidel, 1983)에 의하여 3가지시료를 1 session으로 시행하였다.

콩잎추출물의 농도변화에 따른 콩잎두부의 기호도 및 강도변화의 관능검사 방법은 4가지 시료에 대하여 색상(color), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전체적인 품질(overall quality)의 기호도를 뚫은 맛(astringency)은 강도에 대한 것을 앞서의 다시료 비교검사법을 사용하여 9점법에 의하여 분석하였다.

결과 및 고찰

콩잎분말의 농도, 콩잎분말입자의 평균크기 및 자몽종자추출물의 농도에 따른 콩잎두부의 기호도에 미치는 영향

콩잎두부의 전체적인 기호도의 결과는 Table 2와 같다. Raw 데이터를 기준으로 볼 때 관능적평가의 전체적인 품질의 기호도에서 최소 값(4.714)을 보인 조건으로 콩잎분말의 농도는 0.75%, 콩잎분말입자

Table 2. Hedonic scores of overall quality of mulberry leaf soybean curds by mulberry leaf powder added conditions

X_1	X_2	X_3	Overall quality
-1	-1	-1	6.385
1	-1	-1	5.714
-1	1	1	5.500
-1	1	-1	5.231
1	1	-1	4.786
-1	-1	1	6.231
1	1	1	4.714
0	1	-1	5.385
1	-1	1	5.846
1	0	-1	5.462
1	1	0	5.000
0	0	0	5.857
-1	0	0	5.500
1	0	0	5.429
0	-1	0	6.538
0	1	0	5.286
0	0	-1	5.615
0	0	1	5.571

의 평균 크기는 100 μm , 자몽종자추출물의 농도는 300ppm일 때 이었다. 반면 최대 값(6.538)을 보인 조건으로 콩잎분말의 농도는 0.50%, 콩잎분말의 평균 크기는 40 μm , 자몽종자추출물의 농도는 150ppm 일 때 이었다. 본 실험 3가지 요인의 흥미영역(수준)에서의 전체적인 품질의 기호도 평균값은 5.56이었다. 3가지 요인의 수준 변화에 따른 전체적인 기호도에 미치는 영향정도를 분석하여 본 결과는 Table 3과 같다. 콩잎두부의 전체적인 기호도에 미치는 영향정도는 콩잎분말입자의 평균크기>콩잎분말의 농도>자몽종자추출물의 농도의 순으로 나타났으며 콩잎분말입자의 평균크기(0.0003) 와 콩잎분말의 농도(0.0178)는 5% 내에서 유의성 차이가 있었으나 자몽종자추출물의 농도(0.8381) 변화에 따른 콩잎두부의 기호도에는 유의성차이가 없었다.

Table 3. Analysis of variance for the effects of three variables on the hedonic scores of overall quality of mulberry leaf soy bean curd

Factor	Sum of squares	Mean of square	F Value	Pr > F
X ₁	0.8105	0.2026	5.73	0.0178*
X ₂	2.9523	0.7381	20.88	0.0003***
X ₃	0.0493	0.0123	0.35	0.8381

이차다항회귀곡선식의 적합도

콩잎분말의 농도(X₁), 콩잎분말입자의 평균크기(X₂), 자몽종자추출물의 농도(X₃) 수준변화에 따른 종속변수(반응치, Y)인 콩잎두부의 전체적인 품질의 기호도를 예측하기 위하여 SAS program의 rsreg procedure를 이용하였으며 이차다항회귀곡선의 회귀 계수 값을 계산한 결과는 Table 4와 같다. 또한 두부의 전체적인 기호도에 대한 이차다항회귀곡선에서의 일차다항회귀(linear), 이차다항회귀(quadratic), 교차회귀(cross product)의 기여도를 검정한 결과 (Table 5) 일차다항회귀, 이차다항회귀, 교차회귀 순으로 나타났으며 total regress는 0.0009로서 0.1% 내에서 높은 유의성의 차이를 보였다.

콩잎분말 제조공정의 최적화

콩잎분말의 농도(X₁)와 콩잎분말입자의 평균크기(X₂) 수준변화에 따른 콩잎두부의 전체적인 품질 기호도에 미치는 영향을 반응표면분석법으로 분석한 결과 Fig. 2와 같다. 이때 자몽종자추출물의 농도(X₃)는 canonical analysis에 의하여 얻어진 최적 값인 176ppm(w/w)으로 고정시켰다. 콩잎두부의 전체적인 품질의 기호도는 콩잎분말의 농도보다는 콩잎분말입자의 평균크기 변화에 민감한 반응을 보였으

Table 4. Regression coefficients of the second degree polynomials for the hedonic scores of overall quality of mulberry leaf soy bean curd

Parameter	Estimate
Intercept	5.774624
X ₁	-0.209926
X ₂	-0.505788
X ₃	-0.015053
X ₁ *X ₁	-0.245082
X ₂ *X ₁	-0.014604
X ₂ *X ₂	0.142606
X ₃ *X ₁	-0.031947
X ₃ *X ₂	0.017256
X ₃ *X ₃	-0.105191

Table 5. Determination coefficients of the second degree polynomials for the hedonic scores of overall quality of mulberry leaf soy bean curd

Regression	R-Square	F-value	Pr > F
Linear	0.8586	33.68	<.0001
Quadratic	0.0702	2.75	0.1119
Cross product	0.0032	0.12	0.9429
Total regress	0.9320	12.19	0.0009

며 콩잎분말입자의 평균크기가 작아짐에 따라서 콩잎두부의 전체적인 품질 기호도는 상대적으로 높아짐을 알 수 있었다. 콩잎분말입자의 평균크기가 동일한 경우를 기준으로 볼 경우 콩잎분말의 농도는 0.25%와 0.50% 구간에서 전체적인 품질의 기호도가 높아졌다. 분석결과 콩잎분말의 농도는 0.40%, 콩잎분말입자의 평균크기는 40 μm에서 최적 점을 나타내었다. 따라서 본 실험의 흥미영역에서 최적 조건은 콩잎분말의 농도는 0.40%, 콩잎분말입자의 평균크기는 40 μm, 자몽종자추출물농도는 176ppm이었으며 이때의 콩잎두부 전체적인 품질의 기호도는 6.45로 나타났다.

콩잎추출물의 최적농도

콩잎추출물의 농도를 대조구, 0.25%, 0.50% 및 0.75%(w/w)로 조절하여 콩잎두부의 기호도 및 강도를 조사한 결과 Table 6과 같다. 색상, 맛, 조직감 및 전체적인품질은 기호도를 측정하였으며 짙은맛은 강도를 9점법에 의하여 측정하였다. 이때, 자몽종자추출물의 농도는 앞서의 최적조건인 176ppm으로 고정시켰다. 본 실험에서 콩잎추출물의 농도조절은 예비실험을 통하여 0~2%까지 0.5%씩 농도를 증가시켜 5가지의 시료를 관능검사한 결과 1.0%이상의 농도에서는 콩잎 특유의 짙은맛으로 인하여 기호도가 나쁘게 나왔으므로 0.75%까지의 농도를

Table 6. Hedonic and intensity scores of mulberry leaf soybean curds by added concentrations of mulberry leaf extract

	Control	Concentration of mulberry leaf extract (w/w)		
		0.25%	0.50%	0.75%
Color	5.00 ^{NS}	5.40 ^{NS}	4.33 ^{NS}	4.87 ^{NS}
Taste	5.00 ^b	6.33 ^a	5.40 ^{ab}	4.47 ^b
Astringency	5.00 ^{NS}	5.07 ^{NS}	5.07 ^{NS}	5.47 ^{NS}
Texture	5.00 ^{ab}	5.53 ^a	5.67 ^a	3.93 ^b
Overall quality	5.00 ^{ab}	5.73 ^a	5.60 ^a	4.20 ^b

NS : Not significance

본 실험에서 선택하였다. 대조구(콩잎이 첨가되지 않은 두부)에 비하여 콩잎을 첨가한 두부의 색상의 기호도는 0.25%에서 높게 나타났으며 0.50% 이상의 농도에서는 대조구보다 낮았으나 군 간은 5%내에서 유의성 차이는 나타나지 않았다. 맛에 대한 기호도에서는 0.25%에서 가장 높은 값을 보였으며 대조구와는 5%에서 유의성 차이를 나타내었다. 0.75%의 농도에서는 대조구보다 낮은 기호도 값을 보였다. 두부제조 시 콩잎추출물을 첨가할 때 콩잎 특유의 짙은 맛 강도를 조사한 결과 0.50%까지의 농도에서는 대조구(5.00)와 거의 같은 값(5.07)을 나타내었지만 0.75%의 농도에서 대조구보다 약간 높은 강도(5.47)를 보였다. 본 실험 조건인 0.25%~0.75%의 농도에서 대조구와 비교할 때 짙은 맛 강도는 5%내에 유의성 차이를 보이지 않았다. 조직감 과 전체적인 품질의 기호도에서는 대조구보다 0.25%와 0.50%의 농도에서 높은 기호도 값을 보였지만 0.75%의 농도에서는 급격히 기호도 값이 떨어졌으며 0.25%, 0.50%군과 0.75%의 군 간에서 유의성 차이를 나타내었다. 콩잎추출물의 농도가 0.25%일 때 조직감에 대한 기호도 값을 제외하고 색상, 맛, 및 전체적인 품질의 기호도에서 가장 높은 값을 보였다.

요 약

콩잎두부제조 시 high impact planetary mill을 이용하여 콩잎분말입자의 평균크기를 조절하였다. 콩잎분말입자의 평균크기와 농도 및 자몽종자추출물 농도에 따른 콩잎두부의 전체적인 품질 기호도 변화를 중심합성설계법을 이용하여 반응표면분석법으로 조사하였다. 또한, 콩잎추출물의 농도를 0~0.75% (w/w)로 조절하여 콩잎두부의 기호도 및 강도를 조사하였다. 콩잎분말입자의 평균크기와 농도 및 자몽종자추출물 농도에 따른 콩잎두부의 전체적인 기호도에 미치는 영향정도는 콩잎분말입자의 평균크기 > 콩잎분말의 농도 > 자몽종자추출물의 농도 순으로 나타났으며 콩잎분말입자의 평균크기와 콩잎분말의 농도는 5% 내에서 유의성 차이가 있었다. 본 실험의 흥미영역을 기준으로 볼 때 콩잎분말의 농도는 0.40%, 콩잎분말의 평균크기는 40 μm, 자몽종자추출물농도는 176ppm의 첨가조건에서 최적화를 보였으며 이때의 콩잎두부 전체적인 품질의 기호도 값은 6.45로 나타났다. 콩잎추출물의 농도에 따른 콩잎두부의 기호도 및 강도를 조사한 결과 콩잎 특유의 짙은 맛 강도의 경우 0.50%까지의 농도에서

는 대조구와 거의 같은 값을 나타내었지만 0.75%의 농도에서 대조구보다 약간 높은 강도를 보였으나 5% 내에 유의성차이를 보이지 않았다. 콩잎추출물의 농도가 0.25%일 때 조직감에 대한 기호도 값을 제외하고는 색상, 맛 및 전체적인 품질의 기호도에서 가장 높은 값을 보였다.

감사의 글

본 연구는 농림기술관리센터에서 시행한 2004년도 농림기술개발사업(104003-02-1-CG000)의 수행된 연구결과와 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Asano, N., K. Oseki, E. Tomioko, H. Kizu, and K. Matsui. 1994. N-containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. *Carbohydrate Research* **259**: 243-255

Basnet P., S. Kadota, S. Terashima, S. Simazu, and T. Namba. 1993. Two new 2-arylbenzofuran derivatives from hypoglycemic activity-bearing fractions of *Morus insignis*. *Chem Pharm Bull* **41**: 1238-1243

Chae, J.Y., J.Y. Lee, I.S. Hong, D. Whangbo, P.W. Choi, W.C. Lee, J.W. Kim, S.W. Choi, and S.J. Ree. 2003. Analysis of functional components of leaves of different mulberry cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**: 15-21

Doi, K., T. Kosima, and Y. Fujimoto. 2000. Mulberry leaf extract inhibits the oxidative modification of rabbit and human low density lipoprotein. *Biol Pharm Bull* **23**: 1066-1071

Kim, A.J. and C.S. Yuh. 2004. The development of functional food products manufactured with mulberry leaf. *Food Science and Industry* **37**: 22-35

Kim, H.B., W.C. Lee, S.Y. Kim, Y.K. Lee, and H.S. Bang. 1998. Effect of mulberry leaf for the removal of Cd and Pb in drink water. *Korean J. Seric. Sci.* **40**: 17-22

Kim, K., J.S. Im and S.S. Kim. 1996. A study of the physical and sensory characteristics of ginseng soybean curd prepared with various coagulants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 965-969

Kim, M.S., K.S. Ryu, W.C. Lee, H.O. Ku, H.S. Lee, and K.R. Lee. 1999. Hypoglycemic effect of mulberry leaves with anaerobic treatment in alloxan-induced diabetic mice. *Kor. J. Pharmacogn.* **30**: 123-129

Kim, S.S., M.K. Park, N.S. Oh, D.C. Kim, M.S. Han and M.J. In. 2003. Studies on the quality characteristics and shelf-life chlorella soybean curd. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **46**: 12-15

Kim, S.Y., and W.C. Lee 1996. The effects of mulberry on

- inhibition of HMG-Co A reductase activity. *RDA J Agric. Sci.* **38**: 133-139
- Kim, S.Y., W.C. Lee, H.B. Kim, A.J. Kim, and S.K. Kim. 1998. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**: 1217-1222
- Kimura, M., F. Chen, N. Nakashima, I. Kimura, and N. Asano. 1995. Antihyperglycemic effect of N-containing sugars derived from mulberry leaves in streptozotocin-induced diabetic mice. *J. Traditional Medicine* **12**: 214-219
- Lee, W.C., A.J. Kim, and S.Y. Kim. 2003. The study on the functional materials and effects of mulberry leaf. *Food Science and Industry* **36**: 2-14
- Park, Y.J., Y.L. Nam, B.R. Jeon, N.S. Oh and M.J. In. 2003. Effects of garlic addition on quality and storage characteristics of soybean curd. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **46**: 329-332
- SAS. 1993. SAS/INSIGHT User's Guide. Version 6. SAS Institute, Inc. Cary, NC. USA
- Yen, G.C., S.C. Wu, and P.D. Duh. 1996. Extraction and identification of antioxidant components from leaves of mulberry(*Morus alba* L.). *J Agric Food Chem* **44**: 1687-1690