

반응표면분석에 의한 대구부산물 열수 추출조건의 최적화

이명상* · 류기형

공주대학교 식품공학과, *(주) 정풍

Optimization of Hot Water Extraction Conditions for Cod Byproduct by Response Surface Methodology Analysis

Myung-Sang Lee* and Gi-Hyung Ryu

Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan,
Choongnam 340-702 Korea

*Jeong Poong Co. Ltd. Chonan Choongnam

Abstract

To determine optimal conditions for extraction of cod byproduct, Box-Behnken experimental design was applied. Independent factors were extraction temperature(80°C, 98°C, 121°C), extraction time(2h, 3h, 4h) and addition of water(1.3x, 2x, 2.7x). Response variables were extraction yield, crude protein, crude ash and calcium contents. General composition of cod byproduct was moisture(71.74%), crude protein(16.63%), crude fat(0.52%), crude ash(6.86%) and calcium(2.06%). By RSM(response surface methodology) analysis of cod byproduct extraction, extraction temperature greatly affected extraction yield and crude protein content(P<0.01). Crude ash(P<0.01) and calcium(P<0.1) content were largely affected by the addition of water. Optimum extraction condition were extraction temperature of 121°C, extraction time of 2.2h and addition of water of 2.6x. Predicted characteristic values were yield of 8.64%, crude protein content of 86.80 mg/g, crude ash content of 3.4 mg/g and calcium content of 25.37 µg/g at optimal condition.

Key words: cod byproduct, hot water extraction, optimization, Response surface methodology

서 론

지난 몇 년 동안 세계적으로 광우병과 구제역이 문제점으로 대두되어 많은 기업에서 해산물이나 수산물 등을 이용한 단백질 추출물에 많은 관심을 보이고 있다. 수산물의 건강기능성에 대한 인식이 높아짐에 따라 수산물에 대한 가공율도 해마다 높아지고 있으며 전체 어체의 약 40~70%를 차지하고 있는 어뼈, 어피, 어두, 내장 등과 같은 수산물 가공 부산물의 양이 증가되고 있다(Kim *et al.*, 2000).

이들 수산물 가공 부산물에 관한 연구는 생선껍

질로부터 젤라틴의 제조 및 이용(Kim *et al.*, 1997), 어뼈로부터 hydroxyapatite 제조 및 이용(Kim *et al.*, 1997), 어류내장 유래 효소 이용(Kim *et al.*, 1997), 굴 껍질로부터 칼슘제의 개발, 대구가공 부산물로부터 생리기능성 펩타이드의 스크리닝(Kim *et al.*, 2000), 어류뼈를 이용한 칼슘제의 제조 및 특성(Kim *et al.*, 1998) 등이 있다.

김 등(Kim *et al.*, 1998)은 수율에 따라 대구, 명태 및 민태의 가공잔사에는 근육도 다량 포함되어 있어 식품소재로서의 이용이 가능하고 대구뼈, 명태뼈, 각시가자미뼈, 민태뼈, 봉장어뼈 및 고등어뼈 중에서 조단백질 함량이 많은 뼈가 대구뼈이었다고 하였으며 조회분 및 무기성분 함량이 많은 어류뼈도 대구뼈와 명태뼈이었다고 하였다. 따라서 무기질 공급원으로 이용할 경우 명태뼈 및 대구뼈가 적절하다고 하였다.

Corresponding author: Gi-Hyung Ryu, Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan, Choongnam, 340-702, Korea.
Phone: +82-41-330-1484, Fax: +82-41-335-5944
E-mail: ghryu@kongju.ac.kr

반응표면분석을 이용한 추출조건을 최적화하기 위한 연구는 용매비, 에탄올 농도, 추출시간에 따른 소국의 추출조건 최적화(Park *et al.*, 1998), Crude papain 추출 조건의 최적화(Oh *et al.*, 1997), 추출 온도 및 추출시간에 따른 닭발 젤라틴 추출의 최적화(Lim *et al.*, 2002) 등이 있다. 최근에는 많은 분야에서 반응표면분석법을 활용하고 있으며 특히 식품산업에서는 제품개발, 공정개발, 원가절감, 분석방법 개발, 품질관리 등 분야에서 널리 활용되고 있다. 그러나 수산물가공 부산물의 추출, 농축, 정제 조건을 최적화하기 위한 연구는 부족하며 산업체에 적용분야도 적은 편이다.

따라서 본 연구는 대구부산물의 단백질, 칼슘 등 유효성분의 추출수율을 향상시키기 위하여 열수추출법을 이용하여 추출온도, 추출시간, 가수량에 따른 추출수율, 조단백질 함량, 조회분 함량, 칼슘 함량 변화를 측정하였으며 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 이용하여 최적화 조건을 결정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용된 대구부산물은 2004년도 러시아산으로 대구살은 대구 가공용으로 사용하고 머리 부위가 제거된 부산물로 근육이 혼재하고 있는 뼈 부분의 어류 가공 잔사이다. 대구부산물은 명진물산 (Inchen, Korea)에서 냉동상태로 구입하여 전 처리 과정으로 5배 정도의 물에 5시간 동안 침지하여 피를 빼고 이물질 제거 후 가정용 전기믹스기로 파쇄한 후 체(10 mesh)에 통과한 것을 냉동 보관하여 시료로 사용하였다.

추출조건 최적화를 위한 실험계획

추출 공정의 최적 조건은 추출시간, 추출온도, 가수량 등의 독립 변수에 따라 추출효율이 변화되므로, 추출물의 기능적 특성을 최대화 하는 최적조건을 설정하기 위해 Minitab program(Minitab Inc., Minitab Statistical software, U.S.A.)의 Box-Behnken 계획법(유성모와 홍승만, 1999)을 이용하여 15개의 추출조건에서 실험을 수행하였다. 독립변수는 Table 1 과 같이 추출시간(2, 3 및 4시간), 추출온도(80, 98 및 121°C), 대구부산물 무게에 대한 가수량(1.3, 2 및 2.7배수)으로 설정하였고 반응변수로는 수율, 조단백 함량, 조회분 함량, 칼슘 함량으로 설정하였다.

열수추출에 의한 추출물 제조

열수추출물의 제조는 Fig. 1과 같이 대구부산물을 피빼기 및 이물질 제거 한 후 가정용 전기믹스기로 파쇄하여 Table 1과 같이 원료에 대한 가수량 1.3, 2, 2.7배수, 추출시간 2, 3, 4시간, 추출온도 80 ±1°C, 98±1°C, 121±1°C로 하여 각각 추출물을 제조하였다. 추출물 제조 시 80±1°C 와 98±1°C에서는 Soxhlet heater(창신과학기계, 서울)를 사용하였으며 121±1°C에서 Autoclave(동양이화학기계, 서울)를 사용하였고, 추출물은 냉장 보관하여 분석시료로 하였다.

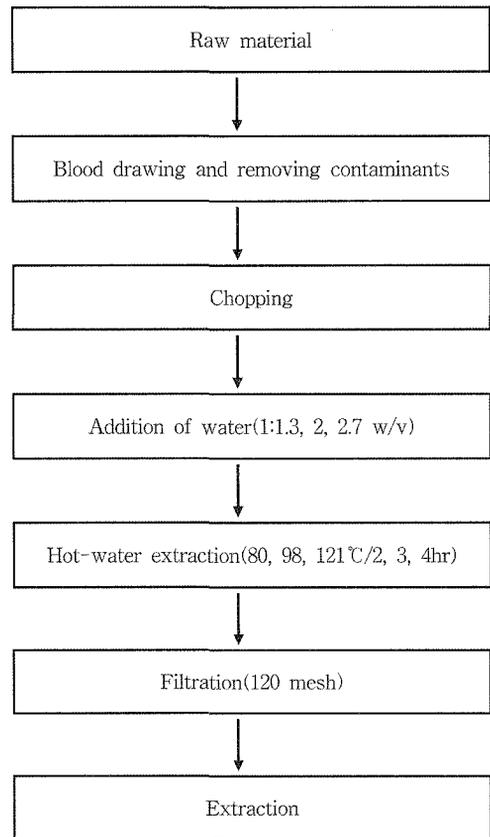


Fig. 1. The hot-water extraction procedure of cod byproduct.

Table 1. Levels of extraction conditions in experimental design

X _i	Extraction conditions	Levels		
		-1	0	1
X ₁	Extraction time(hr)	2	3	4
X ₂	Extraction temp(°C)	80±1	98±1	121±1
X ₃	Addition of water(times)	1.3	2	2.7

일반성분

각 조건별 얻어진 추출물의 조단백질 및 조회분 함량은 AOAC법(AOAC, 1995)에 따라 회분은 건식 회화법, 조단백질은 Semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법을 이용하여 측정하였다.

칼슘

각 조건별 추출물의 칼슘 함량은 추출액을 일정량을 취하여 원심분리기(MF-300, 한일)를 사용하여 3,500rpm에서 30분 동안 원심 분리 후 상등액을 여과지(Whatman NO. 6, England)로 여과 후 inductively coupled plasma spectrophotometer(ICP, Spectro Flame, FTMOA86C, Germany) 측정 파장 317.933 nm에서 분석하였다.

가용성 고형분

각 조건별 추출물의 가용성 고형분 함량은 추출액 일정량을 취하여 105°C 건조법으로 수분을 측정하여 고형분 함량을 계산하고 추출물 조제에 사용된 건물 시료량에 대한 백분율로써 고형분 함량을 나타내었다.

수율

각 조건별 추출물의 수율은 원료량에 대한 추출물의 가용성 고형분 함량으로 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{Weight of water - soluble solid}}{\text{Weight of raw material}} \times 100$$

통계 분석

대구부산물의 열수 추출조건에 따른 추출물의 특성은 Minitab program을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계처리 하였다.

반응표면 분석에서 세 가지 독립변수는 추출온도(X_1), 추출시간(X_2), 가수량(X_3)이며, 추출물의 품질 특성에 관련된 반응변수(Y_n)는 수율(Y_1), 조단백 함량(Y_2), 조회분 함량(Y_3), 칼슘 함량(Y_4)으로 하였다. 독립변수(X_1, X_2, X_3)에 대한 2차 회귀모형은 다음과 같다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3$$

여기서 Y 는 반응변수, X_1, X_2, X_3 는 독립변수, b_0

는 절편, b_n 은 회귀계수이다.

반응표면분석에 의한 대구부산물 열수추출 조건의 최적화는 각각의 반응변수의 특성 값에 대한 목표 값을 설정하여 목표 값을 만족시키는 인자의 최적 조합을 Minitab program을 이용하여 결정하였다. Minitab program에서 각각의 반응변수에 대한 개별 만족도(d)를 구하며 결합 또는 합성된 만족도를 구하기 위해 개별 만족도를 결합하여 합성된 만족도를 최대화하고, 인자의 최적 설정치를 구하였다.

결과 및 고찰

대구부산물의 일반성분 및 칼슘

실험에 사용한 대구부산물의 일반성분 및 칼슘 함량은 Table 2와 같이 수분 71.74%, 조단백 16.63%, 조지방 0.52%, 조회분 6.86% 및 칼슘 2.02%이었다.

실험에 사용된 대구부산물의 순수 고형분 함량을 기준으로 조단백, 조지방, 조회분의 함량과 Kim *et al.*(1998)이 분석한 대구뼈의 성분 비교를 Table 3에 나타내었다. 대구 뼈의 함량과 부산물의 성분을 보면 순수한 대구 뼈 보다는 상당량 근육이 혼재하므로 조단백 함량은 20%, 조지방 함량은 1% 정도 많이 함유하며 상대적으로 조회분 함량은 38%정도 적게 함유하였다. 또한 대구 뼈의 조회분 함량 대비 칼슘 함량이 38.1%였지만 대구부산물의 경우 조회분 함량 대비 칼슘함량은 29.5%로 약 9%정도 낮았다.

Table 2. Proximate composition and calcium contents of cod byproduct

Composition	Contents(%)
Moisture	71.74
Crude protein	16.63
Crude fat	0.52
Crude ash	6.86
Calcium	2.02

Table 3. Comparison of composition of cod bone and cod byproduct(d.b.)

Composition(%)	Cod bones	Cod byproduct
Crude protein	38.8	58.8
Crude fat	0.5	1.8
Crude ash	62.6	24.2
Calcium ¹⁾	38.1	29.5

¹⁾Based on crude ash content

반응표면분석을 이용한 최적화

대구부산물에 대한 최적 추출조건을 알아보기 위해 Box-Behnken 실험계획에 따른 각각의 조건으로 추출한 추출물의 수율 및 조단백, 조희분, 칼슘 함량에 대한 특성 값을 Table 4에 나타내었다.

수율 변화

독립변수인 추출온도, 추출시간, 가수량에 따른 수율의 반응표면 회귀계수를 Table 5에 나타내었다. 반응표면 회귀식의 결정계수(R^2)는 0.994로 반응모형이 적합하였으며, 통계적으로 유의성이 매우 인정되었다($P < 0.01$). 그리고 일차항, 이차항도 통계적으로 매우 유의하였으나($P < 0.01$) 교호작용은 통계적으로 유의하지 않았다($P > 0.1$). 독립변수의 분산 분석결과 추출온도와 추출시간($P < 0.01$)이 통계적으로

매우 유의적인 요인이었고 가수량($P < 0.05$)도 유의성이 인정되었다($P < 0.05$).

추출물의 수율에 대한 반응표면 분석결과를 Fig. 2에 나타내었다. 추출온도 98°C에서는 가수량이 증가할수록 수율이 증가하였고 추출시간 2시간에서부터 3시간까지는 감소하는 경향을 보이다가 다시 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2a). 추출시간이 3시간일 때 가수량 보다 추출온도에 따라 수율이 크게 증가하였고(Fig. 2b) 가수량 2배수일 때도 추출시간 보다 추출온도에 따라 수율이 증가하였다. 그리고 추출온도 80°C 보다는 121°C일 때 추출시간에 따른 수율변화가 높았다(Fig. 2c).

열수 추출에서 가수량이 증가할수록 수율이 증가하는 것은 Park(1990)의 소고기 열수추출 연구에서 98°C, 60분 조건에서 가수량의 변화에 따라 가수율

Table 4. Experimental data and Box-Behnken design for hot-water extractions of cod byproduct

Exp No.	Temp. (°C)	Time (hr)	Water (times)	Yield (%)	Protein (mg/g)	Ash (mg/g)	Calcium (µg/g)
1	121(1)*	4(1)	2(0)	8.65	80.97	2.97	24.96
2	98(0)	2(-1)	1.3(-1)	4.71	44.18	2.4	21.31
3	80(-1)	2(-1)	2(0)	4.32	34.53	2.75	41.18
4	98(0)	4(1)	1.3(-1)	5.35	50.87	2.63	15.15
5	98(0)	2(-1)	2.7(1)	5.71	53.49	3.44	34.27
6	121(1)	3(0)	1.3(-1)	7.00	65.53	2.83	16.77
7	98(0)	3(0)	2(0)	4.82	46.29	2.96	21.57
8	98(0)	3(0)	2(0)	4.75	45.67	2.89	20.89
9	121(1)	3(0)	2.7(1)	8.19	80.71	3.11	29.6
10	98(0)	4(1)	2.7(1)	5.82	52.06	3.19	16.54
11	121(1)	2(-1)	2(0)	8.21	80.3	3.16	14.23
12	80(-1)	3(0)	2.7(1)	4.22	38.62	2.95	39.49
13	80(-1)	4(1)	2(0)	4.39	41.14	2.93	27.59
14	98(0)	3(0)	2(0)	4.97	47.35	3.16	22.23
15	80(-1)	3(0)	1.3(-1)	4.01	40.17	2.57	20.18

*Values of parenthesis is coded level

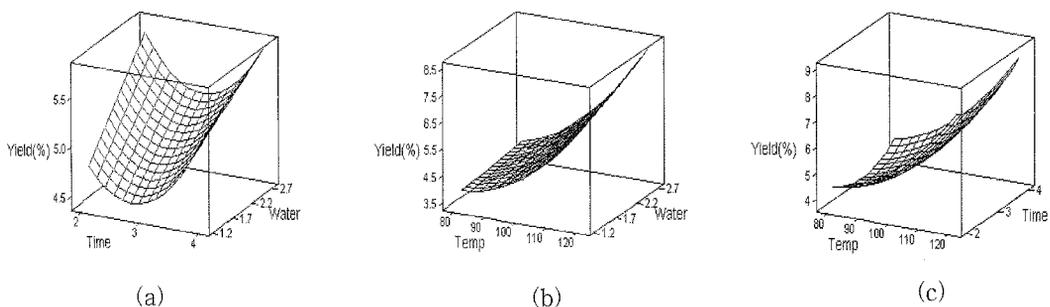


Fig. 2. Response surface for the effects of extraction time and temperature, and addition of water on yield of extracts. (a) extraction temperature at 98°C..., (b) extraction time at 3hour, (c) addition of water 2times

이 높을수록 원료에 대한 추출된 유기물량은 점차 증가하는 것과 일치하였다.

조단백 함량 변화

조단백 함량의 반응표면 회귀계수를 Table 5에 나타내었다. 반응표면 회귀식의 결정계수(R²)는 0.988로 반응모형이 적합하였으며 통계적으로도 고도의 유의성이 인정되었었다(P<0.01). 그리고 이차항은 통계적으로 유의성이 다소 인정되었으나(P<0.05) 일차항, 교호작용은 통계적으로 유의성이 인정되지 않았다(P>0.1). 독립변수의 분산분석 결과 추출온도(P

<0.01)는 매우 유의적인 요인이었고 추출시간과 가수량(P>0.1)는 유의성이 인정되지 않았다. 추출물의 조단백질 함량에 대한 반응 표면은 Fig. 3에 나타내었다. Park(1990) 와 Lee(1996)의 연구에서 가수량이 증가할수록 단백질 추출률은 다소 증가하였으며 Cho(2002)의 연구에서 가수량이 2.5배 이상에서 완만한 상승세를 보이는 경향이 있다고 하였다. 또한 Park과 Lee(1982)는 사골뼈의 열수추출 연구에서 총 질소량은 추출시간 4시간까지 완만하게 증가하다가 4시간부터 8시간 까지 증가량이 미흡하였고 8시간부터 12시간까지는 완만한 증가를 보였다고 하였다. 이런 연구결과들은 본 연구에서 대구부산물들의 열수추출에서 가수량이 증가할수록 조단백질 함량은 완만하게 증가하였고 추출시간 2시간에서 3시간까지 감소하다가 3시간 이후에는 증가하는 경향을 보인 결과와 비슷한 결과들이었다(Fig. 3a).

추출시간 3시간일 때 추출온도, 가수량 변화에 따른 조단백질 함량의 변화패턴과 가수량이 2배일 때 추출온도, 추출시간 변화에 따른 조단백질 함량의 변화패턴은 대구부산물의 수율 변화 패턴과 같은 변화 패턴을 보였다(Fig 3b,c).

Chan 등(1993)은 닭뼈의 경우 상압추출에서 총질소가 0.6% 추출되었으나, 1기압에서는 1.1%로 증가하였으며 2기압에서는 2.0%로 추출되었다고 보고하였으며 가압열수추출법으로 뼈에서 단백질 추출 시 1.5기압(121°C)에서 4시간 추출 시에는 추출수율의 향상은 없으며, 이때 전체 단백질의 72.3%가 추출 회수되었다고 보고한 바 있다.

Lee(1996)는 닭뼈의 경우 추출온도 98±1°C, 가수량 2배수에서 추출시간 3시간 이후에는 단백질 추출율이 큰 변화를 나타내지 않았다고 보고하였다. 하지만 대구부산물의 경우 추출시간 2시간에서 3시간까지 감소하다가 3시간 후부터 다시 점진적으로

Table 5. Regression coefficients calculated by Minitab program for response variables

	Yield (%)	Crude protein (mg/g)	Crude ash (mg/g)	Calcium (µg/g)
b ₀	21.573**	168.08*	-3.486	231.26*
linear				
b ₁	-0.329**	-2.90*	0.055	-3.78*
b ₂	-3.156*	-5.72	0.785	-28.04
b ₃	-0.649	-19.04	1.906	30.88
quadratic				
b ₁₁	0.002**	0.02**	0	0.01
b ₂₂	0.544**	3.35	0	0.37
b ₃₃	0.014	0.75	-0.179	-0.23
cross product				
b ₁₂	0.004	-0.07	-0.004	0.31*
b ₁₃	0.017	0.29*	-0.003	-0.09
b ₂₃	-0.189	-2.90	-0.171	-4.13
R-Square	0.994	0.988	0.855	0.883
Probability of F	<.0001	<.0001	0.102	0.064

*Significant at 5% level,

**Significant at 1% level

Model on which X₁=extract temperature(°C), X₂=extract time (hr) and X₃=addition of water is Y=b₀+b₁X₁+b₂X₂+b₃X₃+b₁₁X₁²+b₂₂X₂²+b₃₃X₃²+b₁₂X₁X₂+b₁₃X₁X₃+b₂₃X₂X₃

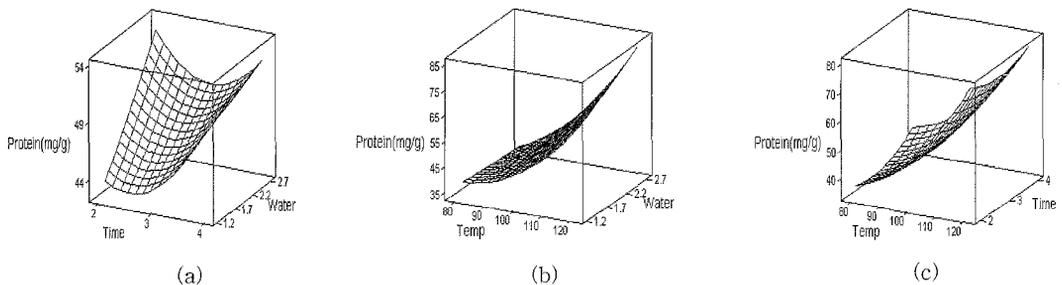


Fig. 3. Response surface for the effects of extraction time and temperature, and addition of water on crude protein in extracts. (a) extraction temperature at 98°C, (b) extraction time at 3hour, (c) addition of water 2times

증가하는 상이한 결과를 보였다.

조회분 함량 변화

조회분 함량의 반응표면 회귀계수는 Table 5에 나타내었다. 반응표면 회귀식의 결정계수(R^2)는 0.855로 반응모형이 적합하였지만 $P=0.102$ 로 통계적으로는 유의성이 다소 인정되지 않았다. 그리고 일차항, 이차항, 교호작용이 통계적으로 유의성이 인정되지 않았다($P>0.1$). 독립변수의 분산분석 결과 가수량($P<0.01$)은 유의적인 요인으로 인정되었고 추출온도, 추출시간($P>0.1$)이 유의적인 요인으로 인정되지 않았다. 추출물의 조회분 함량에 대한 반응표면은 Fig. 4에 나타내었다. 추출온도 98°C일 때 가수량이 증가함에 따라 조회분 함량은 점진적으로 증가하였고 1.3배수에서는 추출시간이 증가함에 따라 조회분 함량이 증가하고, 반면 가수량이 2.7배수에서는 추출시간이 증가함에 따라 감소하는 현상이 나타났었다 (Fig. 4a). 추출시간 3시간일 때 역시 추출시간보다는 가수량이 증가함에 따라 조회분 함량이 더 증가하였다(Fig. 4b). 가수량 2배수일 때는 추출온도가 80°C에서는 추출시간이 증가함에 따라 조회분함량

은 점진적인 증가 보이다가 121°C에서는 거의 증가를 하지 않았고 추출온도가 80°C에서 98°C까지 조회분 함량이 증가하고 98°C에서 121°C까지는 함량 변화가 거의 없다(Fig. 4c).

칼슘 함량 변화

칼슘 함량의 반응표면 회귀계수는 Table 5에 나타내었다. 반응표면 회귀식의 결정계수(R^2)는 0.883로 반응모형이 적합하였으며 $P=0.064$ 로 통계적으로 다소 유의성이 인정되었다. 일차항($P<0.1$)은 통계적으로 다소 유의하였지만 이차항과 교호작용은 유의성이 인정되지 않았다($P>0.1$). 독립변수의 분산분석 결과 추출온도와 가수량($P<0.1$)은 다소 유의적인 요인이었고 추출시간($P>0.1$)은 유의적인 요인으로 인정되지 않았다. 추출물의 칼슘 함량에 대한 반응표면은 Fig. 5에 나타내었다.

추출온도가 98°C일 때는 가수량이 1.3배수에서 2.7배수로 증가함에 따라 칼슘 함량이 증가하고 추출시간이 2시간에서 4시간으로 증가함에 따라 칼슘 함량은 1.3배수에서는 조금 감소하고 2.7배수에서는 많이 감소하였다(Fig. 5a). 추출시간 3시간일 때는

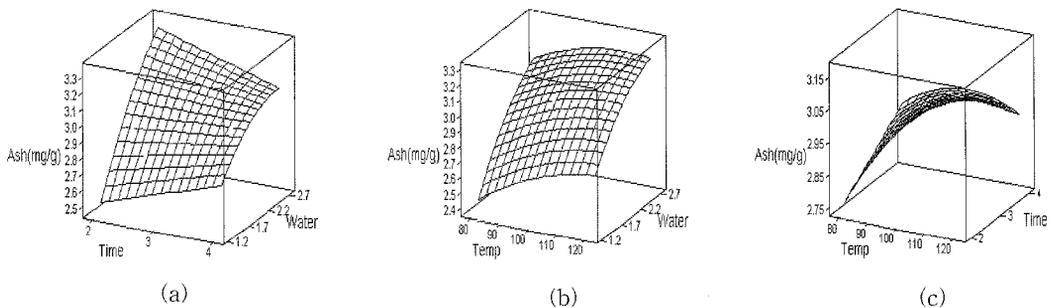


Fig. 4. Response surface for the effects of extraction time and temperature, and addition of water on crude ash in extracts. (a) extraction temperature at 98°C, (b) extraction time at 3hour, (c) addition of water 2times

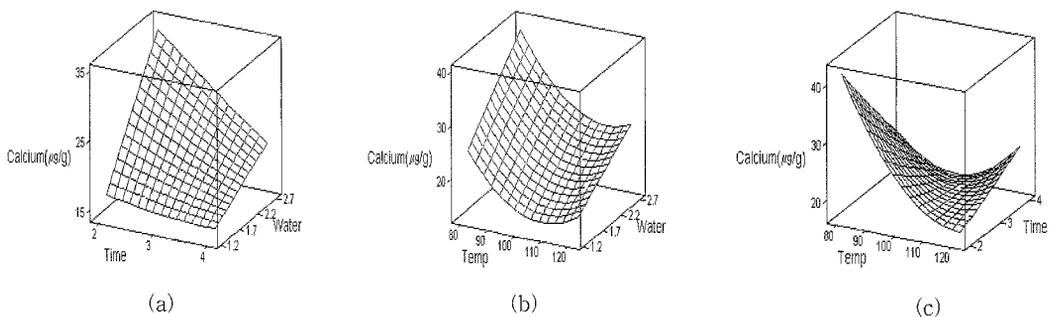


Fig. 5. Response surface for the effects of extraction time and temperature, and addition of water on calcium in extracts. (a) extraction temperature at 98°C, (b) extraction time at 3hour, (c) addition of water 2times

추출온도가 증가함에 따라 칼슘 함량은 감소하고 가수량이 증가함에 따라 증가 하였다(Fig. 5b). 가수량이 2배수일 때는 추출시간이 2시간에서는 추출온도가 증가함에 따라 칼슘 많이 감소하고 추출시간이 4시간에서는 추출온도가 증가함에 따라 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보였다(Fig. 5c).

Park과 Lee(1982)는 99±1°C 열수로 추출한 사골 뼈 용출액 중의 영양성분 연구에서 가열시간이 증가할수록 칼슘 용출량이 증가하며 12시간 가열한 경우 가장 많이 용출되었다고 보고하였다. Kim *et al.*(1998)의 연구에서는 명태 뼈에 물을 가하여 autoclaving을 40분간 하였을 때 가열시간의 증가에 따라 칼슘의 함량도 증가하였고 40분 이후 거의 변화가 없었다고 보고하였다. 이는 본 연구에서 대구 부산물 열수추출물의 칼슘 함량이 추출온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보인 결과와 상이한 결과이므로 앞으로 더 많은 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

Table 6. Optimum response variables on response surface methodology

	Goal	Lower	Target
Yield(%)	Maximum	4	8.5
Crude protein(mg/g)	Maximum	34	80
Crude ash(mg/g)	Maximum	2	4
Calcium(µg/g)	Maximum	14	41

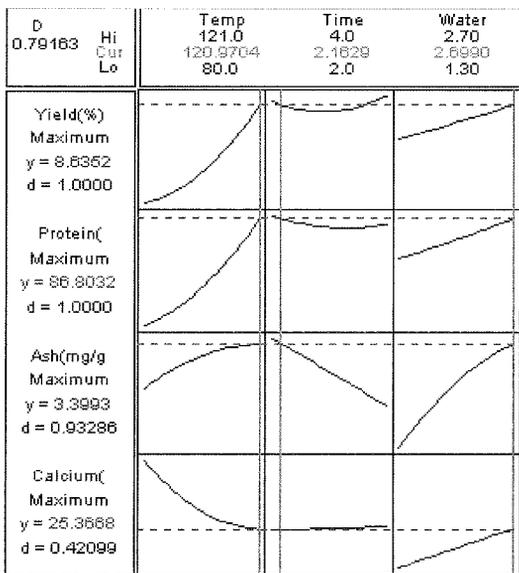


Fig. 6. Optimum condition by response surface analysis for hot-water extraction for cod byproduct.

최적 조건의 선정

대구부산물 열수 추출조건에 대한 반응표면 분석법의 최적화는 Table 6의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계처리 하였다. 이때 모든 독립 변수에 대한 반응 변수의 최대 값을 나타내는 조건으로는 Fig. 6과 같이 최적 조건으로 추출온도 121°C, 추출시간 2.2hr, 가수량 2.6배수로 나타났고 이때 수율과 조단백 함량의 예측 특성 값은 8.64%와 86.80 mg/g이고 만족도는 1이었다. 그리고 조회분 함량과 칼슘 함량의 예측 특성 값은 3.40 mg/g와 25.37 µg/g이고 이때 만족도 0.93와 0.42이었다. 모든 반응변수의 특성 값을 고려하였을 때의 합성 만족도는 0.79정도로 나타났다.

요 약

대구부산물 열수 추출조건을 최적화하기 위하여 Box-Behnken계획법을 이용하여 추출온도(80, 98, 121°C), 추출시간(2, 3, 4hr) 가수량(1.3, 2, 2.7 배수)을 독립변수로 하고 반응변수로는 수율, 조단백 함량, 조회분 함량, 칼슘 함량을 설정 하였다. 실험 결과는 반응표면분석법을 이용하여 대구부산물 열수 추출조건을 최적화 조건을 결정하였다.

대구부산물의 일반 성분 함량은 수분 71.74%, 조단백 16.63%, 조지방 0.52%, 조회분 6.86%, 칼슘 함량 2.06%였다. 대구부산물의 경우 근육이 혼재되어 있으므로 순수한 대구뼈 보다는 조단백 및 조지방 함량은 높았고, 조회분 및 칼슘 함량은 낮았다. 추출물 반응변수 특성 값의 반응표면분석 결과 추출온도가 증가함에 따라 수율과 조단백 함량은 유의적으로 증가하였고(P<0.01) 가수량이 증가함에 따라 조회분 함량(P<0.01)과 칼슘 함량(P<0.1) 유의적으로 증가하였다. 그리고 추출 최적조건은 추출 온도 121°C, 추출시간 2.2hr, 가수량 2.6배수로 나타났다. 이때 예측 특성값으로 수율 8.64%, 조단백 함량 86.80 mg/g, 조회분 함량 3.4 mg/g, 칼슘 함량 25.37 µg/g으로 나타났다.

참고문헌

유성모, 홍승만. 1999. 미니탭을 이용한 기초통계 데이터 분석. 이레테크, 서울, 대한민국
 유익중, 강통삼. 1984. 골을 이용한 단백질 자원 개발시
 험. 농개공식연사업보고서, 한국. pp. 209-220
 이기동, 이정은, 권중호. 2000. 식품공업에서 반응표면

- 분석의 이용. 식품과학과 산업. **33(1)**: 33-45
- 임희수, 안명수, 윤서석. 1985. 설농탕 주재료의 가열시간별 성분변화에 관한 연구. 한국조리과학회지. **1**: 8-13
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- Cho, H.H. 2002. A study on the development of natural seasoning from uncommon edible parts of chicken extract. Master Thesis, Kongju National University
- Chan, K.M., E.A. Delker, and W.J. Means. 1993. Extraction and activity of carnosine, a naturally occurring antioxidant in beef muscle. J. Food Sci. **58(1)**: 217
- Kim, D.S., Y.C Lee, Y.D. Kim and Y.M. Kim. 1988. Studies on preparation and quality of oyster(*Crassostrea gigas*), sea mussel(*Mytilus coruscus*) and crab(*Portanus tribrerulata*) extracts by water extraction. Korean J. Food Sci. Technol. **20(3)**: 385
- Kim, G.H., Y.Y. Jeon, H.G. Byun, E.H. Lee and S.K. Kim. 1998. Effect of calcium compounds from oyster shell bound fish skin gelatin peptide in calcium deficient rats. J. Kor. Fish. Soc. **31**: 149-159
- Kim, J.S., J.D. Choi, and J.G. Koo. 1998. Component characteristics of fish bone as a food source. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. **41(1)**: 67-72
- Kim, J.S., J.D. Choi and D.S. Kim. 1998. Preparation of calcium-based powder from fish bone and its characteristics. Agricultural Chemistry and Biotechnology, **41(2)**: 147-152
- Kim, S.K., H.G. Byun, Y.J. Jeon, C.B. Ahn, D. Cho and E.H. Lee. 1997. Functional properties of produced fish skin gelatin hydrolysate I a recycle three-step membrane enzyme reactor. J. Kor. Ind. Eng. Chem. **6**: 984-996
- Kim, S.K., Y.R. Choi, P.J. Park, J.H. Choi and S.H. Moon. 2000. Screening of biofunctional peptides from cod processing wastes. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. **43(3)**: 225-227
- Kim, S.K., Y.J. Jeon, H.G. Byun, Y.T. Kim and C.K. Lee. 1997. Enzymatic recovery of cod frame proteins with crude proteinase from tuna pyloric caeca. Fisheries Science, **63**: 421-427
- Kim, S.K., C.K. Lee, H.G. Byun, Y.J. Jeon, E.H. Lee and J.S. Choi. 1997. Synthesis and biocompatibility of the hydroxyapatite ceramic composites from tuna bone(I). J. Kor. Ind. Eng. Chem. **8**: 994-990
- Lee, C.B. 1996. Study on the extraction conditions for chicken bone extract by hot water. Master Thesis, Korea University
- Lim, J.Y., W.S. Shin, H.G. Lee and K.O. Kim. 2002. Optimizing extraction conditions for chicken feet gelatin. Korean J. Food Sci. Technol. **34(5)**: 824-829
- Oh, H.I., S.J. Oh and J.M. Kim. 1997. Optimization of crude papain extraction from papaya latex using response surface methodology. Korean J. Food Sci. Technol. **29(3)**: 509-515
- Park, D.Y. and Y.S. Lee. 1982. An experiment in extracting efficient nutrients from sagol bone stock. Korean J. Nutrition Food, **11(3)**: 47-52
- Park, N.Y., J.H. Kwon and H.K. Kim. 1998. Optimization of extraction conditions for ethanol extracts from chrysanthemum morifolium by response surface methodology. Korean J. Food Sci. Technol. **30(5)**: 1189-1196
- Park, W.M. 1990. Study on the extraction conditions for beef extract by hot water. Master Thesis, Konkuk University
- Park, Y.H. and Y.S. Park. 1983. Canned food processing. Hyungseul Publishing Co. Seoul, Korea. pp. 293-313