

감태 (*Ecklonia cava*) 효소추출물을 첨가한 국수용 소스의 가공 최적화

박권현·이지선·신준호·이종현¹·조미란¹·전유진²·김진수*
경상대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ¹(주) 신천지식품,
²제주대학교 해양의생명과학부

Processing Optimization of *Ecklonia cava* Extract-Added Seasoning Sauce for Instant Noodles

Kwon Hyun Park, Ji Sun Lee, Joon Ho Shin, Jong Hyun Lee¹,
Mi Ran Jo¹, You Jin Jeon² and Jin-Soo Kim*

Department Seafood Science & Technology/Institute of Marine Industry,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea
¹Sinchunjee Food Co. Ltd, Jeju 690-012, Korea

²School of Marine Biomedical Science, Jeju National University, Jeju 690-120, Korea

This study was conducted to optimize processing of functional seasoning sauce for instant noodles (SSIN) using response surface methodology (RSM), and to compare the functional properties of commercial SSIN. Central composite designs were adopted in the SSIN processing for ingredient formula optimization. Concentrations of sea tangle (X_1), traditional soy sauce (X_2), yeast extract (X_3) and *Ecklonia cava* extract (ECE) (X_4) were chosen as independent variables. The dependent variables were glutamic acid content (Y_1), score of sensory evaluation (Y_2), and antioxidative activity (Y_3). We found the optimal conditions to be $X_1=3.91\%$, $X_2=20.57\%$, $X_3=3.04\%$ and $X_4=3.78\%$. The predicted values of the multiple response optimal conditions were $Y_1=124.0$ mg/100 g, $Y_2=7.6$ and $Y_3=1.95$. The antioxidative activity (PF, PF=oil induction period with sauce/oil induction period with distilled water) and ACE inhibitory activity of ECE-added SSIN were 1.98 and 29.0%, respectively, which were significantly higher than those of commercial SSIN (1.09 and 4.4%, respectively).

Key words: Instant noodle, *Ecklonia cava*, Enzymatic hydrolysates, Seasoning sauce

서 론

한국식품의약품안전청에서 관리하는 식품공전 (KFDA, 2010)에서는 국수를 밀가루 등의 곡분을 주원료로 하여 성형하거나 이를 열처리 등을 한 것으로 수제미나 만두피를 포함한다고 규정하고 있고, 소스류의 경우 동, 식물성 원료에 향신료, 장류, 당류, 식염, 식초 등을 가하여 혼합한 것이거나 또는 이를 발효, 숙성시킨 것으로서 식품의 조리 전후에 풍미 증진 목적으로 사용되는 것으로 규정하고 있다. 이와 같은 국수는 우리 국민들이 가장 선호하는 음식 중의 하나이어서 대중성을 가지는 식품 중의 하나이나, 조리시간이 소요된다는 단점이 있다. 이러한 소비자의 기호도를 고려하여 식품 산업계에서는 라면 등과 같은 다양한 즉석 국수류가 개발되어 신속성과 편리성 등을 부여하고 있으나, 소비자들은 또 다른 한편으로 즉석 식품의 건강 기능성 결여에 대한 우려를 하고 있다 (Heu et al., 2010; Kim, 2005). 이러한 일면에서 국수 산업계가 소비자의 기호도를 고려하여 건강 기능성을 부여한 즉석 국수를 제조한다면 소비자들로부터 상당히 호응을 받을 수 있으리라 추정된다. 즉석 국수에 건강 기능성을 부여하는 방법으로는

면 또는 소스에 건강 위해 식품 첨가물을 배제하는 동시에 건강 기능성 성분을 첨가하는 방법이 있을 수 있다.

해조류는 육상식물에 비하여 생육하는 환경이 현저한 차이가 있어 구성성분이 다르며, 풍부한 다당류를 함유하고 있을 뿐만 아니라 다양한 무기질과 비타민이 풍부하게 함유되어 있고, 일부 특정 성분에서는 항균 (Nagayama et al., 2002), 항산화 (Heo and Jeon, 2005), 항고혈압 (Cha et al., 2006) 및 항암 (Okai et al., 1998) 등의 건강 기능 특성을 가지고 있다. 해조류 중의 하나인 감태의 경우도 항산화 (Heo et al., 2005; Kim and Lee, 2004)와 항고혈압 (Yasantha and Jeon, 2005) 등과 같은 건강 기능성들이 알려짐으로서 새로운 건강 기능성 소재로 부각되고 있으나, 아직 알긴산의 추출 소재와 같이 단순 이용되고 있어 이의 건강 기능성을 이용한 효율적 이용이 절실한 실정이다.

식물의 세포벽에 있는 섬유질이나 당단백질 등의 고분자 물질을 분해시켜 생리활성물질이 원활히 추출될 수 있도록 유도하는 친환경적 추출법인 효소 추출법은 열수 추출법이나 기타 추출법에 비하여 높은 수율의 저분자 수용화 기술이어서 효소 추출물이 가지고 있는 생리 활성을 생체 내로 쉽게 전달시킬 수 있고, 유기용매와 같은 화학약품을 사용하지 않아

*Corresponding author: jinsukim@gnu.ac.kr

안전성에 대한 우려도 없어 기능성 천연소재로서 식품의 응용성이 매우 높을 것으로 기대된다 (Heo and Jeon, 2005; Heu et al., 2010). 따라서, 감태를 소재로 하여 항산화성 등이 개선된 효소 가수분해물 (Heu et al., 2010)을 제조하여 즉석 면류의 기능성 강화 소재와 같이 효율적으로 이용할 수 있다면 감태의 효율적 이용 뿐만이 아니라 즉석 면류의 소비 확대에도 기여할 수 있을 것이다.

소비자의 기호에 부합하는 다시마나, 효모 엑스분 등과 같은 천연물로부터 추출한 성분들에 의하여 기존의 맛을 낼 수 있으면서 감태로부터 유용 건강 기능성 성분을 효소 추출법으로 추출하여 첨가함으로써 오히려 건강 기능성이 강화된 소스 제품을 생산할 수 있다면 식품산업의 활성화 뿐만이 아니라 국민 건강 증진 면에서도 그 의미는 상당히 크다고 할 수 있다.

한편, 즉석 식품용 소스에 제조에 관한 연구로는 Kim et al. (2010a)이 키위 및 무화과를 이용하여 육질 개선용 소스의 개발을, Han et al. (2007)이 김치를 활용하여 다용도 소스의 개발을, Kang et al. (2007)이 굴 스파게티 소스의 개발을, 그리고 Kim et al. (2010b)이 화닭 달걀 소스의 보존성 향상에 관한 개발을 시도한 바와 같이 다수가 있으나, 건강 기능성 개선을 위하여 시도된 바는 찾아보기 어렵다. 그리고, 감태 효소 추출물에 관한 연구로는 기초 연구의 경우 Hong et al. (2006)과 Cha et al. (2006)의 항고혈압 효과, Heo and Jeon (2005)과 Heo et al. (2005)의 항산화 효과 등이 있고, 응용 연구의 경우 Yoon et al. (2009a; 2009b)의 간고등어와 Heu et al. (2010)의 즉석 국수에 대한 건강 기능성 개선을 위한 시도 등이 있을 뿐이다. 따라서, 감태 효소 추출물을 이용하여 즉석 국수용 소스의 건강 기능성 개선을 위하여 시도한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 맛이 있으면서 건강 기능성이 부여된 즉석 국수용 소스를 제조할 다시마, 조선국간장, 효모엑스분 등과 같은 부원료와 건강 기능성 소재인 감태 효소 추출물을 첨가한 국수용 소스의 가공 최적화에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

감태 효소 가수분해물 첨가 즉석 국수용 소스 (이하 시제 소스라 칭함)의 제조를 위하여 가공용수 이외에 원료로서 다시마 (강진맛김), 표고버섯 (이왕상사), 멸치 (덕영물산), 혼합부시 (켄트리가스오 주), 조선국간장 (샘표), 미림 (롯데칠성음료 주), 식염 (영진그린식품 주), 알라닌 (무시시노 화학식품 주), 글리신 (쇼와덴코 주), 정백당 (대한제당 주), 말토덱스트린 (대상식품 주), 이노신산나트륨 (제일제당 주), 효모 엑스분 (청정원 주) 및 감태 효소 추출물 (아쿠아그린텍 주) 등을 사용하였다. 이들 원료는 다시마, 표고버섯, 조선국간장, 미림, 식염, 정백당, 이노신산, 효모 엑스분, 말토덱스트린 및 감태 효소 가수분해물 [감태 약 100 g을 증류수 10 L에 가하고, 시판 당분해효소인 Cellulast (Cellulast 1.5L FG, Novozyme Nordisk Co.) 100 mg을 첨가하여 잘 혼합한 후 pH 4.5 및 50℃에서

24시간 동안 추출하고, 추출물을 pH 조정 (pH 7.0), 실활 처리 (100℃에서 10분) 및 원심분리 (Coming US/PC 420, 3,000 rpm, 20분)시켜 얻어진 상층액을 membrane filter로 분리한 후 진공농축 및 동결건조한 분말]의 경우 제주시에 소재하고 있는 강진맛김, 이왕상사, 한라유통, 롯데칠성 제주지점, 제주 이마트, 대한제분 제주지점, 제일유통, 제주 하나로마트, 대상 제주지점 및 아쿠아그린텍 등으로부터 구입하여 사용하였고, 멸치의 경우 전라남도 여수시에 소재하고 있는 덕영물산으로부터, 혼합부시의 경우 서울특별시 소재 성보로부터, 그리고, 알라닌 및 글리신의 경우 서울특별시 소재 남영상사로부터 구입하여 사용하였다.

감태 효소 가수분해물의 일반성분 및 DPPH 라디칼 소거 활성

감태 및 감태 효소 가수분해물의 일반성분 함량은 AOAC법 (1995)에 따라, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법으로, 회분은 건식회화법으로 측정하였다.

감태 효소 가수분해물의 라디칼 소거 활성은 Lee et al. (2006)이 언급한 방법과 같이 spectrophotometer를 이용하는 DPPH free radical 소거능으로 실시하였다. 즉, DPPH free radical 소거능은 에탄올에 용해시킨 8×10^{-5} M DPPH 용액 2.9 mL에 자생식물 유래 효소 추출물 0.1 mL를 가하고 혼합하여 30분간 반응시킨 후 516 nm에서 흡광도를 측정하여 다음에 제시한 식에 따라 계산하여 나타내었다

$$\text{DPPH free radical 소거능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 흡광도}}{\text{대조구 흡광도}}\right) \times 100$$

즉석 국수용 소스의 제조

시제 소스의 제조를 위한 베이스 소스는 가공 용수 100 mL에 대하여 일정량 (w/v) ($X_1=0-4\%$)의 다시마, 건 표고버섯 0.78% (w/v), 멸치 16.77% (w/v), 혼합부시 2.04% (w/v)를 가하고 100℃에서 brix가 2.4가 되도록 가열 및 농축한 다음 고형물을 제거하여 제조하였다. 이어서 시제 소스는 먼저 제조한 베이스 소스에 가공 용수 기준으로 식염 13.00% (w/v), 일정량 (w/v)의 조선국 간장 ($X_2=5-25\%$)과 효모 엑스분 ($X_3=0-6\%$), 말토덱스트린 1.72% (w/v), 미림 0.94% (v/v), 글리신 0.94% (w/v), 알라닌 0.47% (w/v), 이노신산 나트륨 0.63% (w/v), 정백당 0.47% (w/v), 일정량 (v/v) ($X_4=0-4\%$)의 감태 효소 추출물과 같은 기타 부원료를 첨가하고, 교반한 다음 체거름 (300 mesh) 및 충전하여 제조하였다.

반응표면분석법을 이용한 시제 소스의 최적 제조조건 설정

일반적으로 식품용 소스는 다시마 및 효모 엑스분과 같은 천연물로부터 기존의 맛을 낼 수 있으면서 오히려 건강 기능성이 강화된 소스 제품을 생산할 수 있다면 소스의 판매 및 국민 건강 증진 면에서 그 의미는 상당히 크다고 할 수 있다. 따라서, 소비자의 기호에 부합하는 시제 소스의 제조를 위하여 맛과

건강 기능성에 영향을 미칠 수 있는 다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 가수분해물의 농도를 독립변수로 설정하고, 이들의 최적조건을 구명하여야 한다. 이러한 일면에서 본 실험에서는 즉석 국수용 건강 기능성 소스의 제조 특성 모니터링과 조건의 최적화를 위하여 반응표면분석법 (response surface methodology, RSM)을 사용하였다. 중심합성계획 (central composite design)에 따라 독립변수를 5단계로 부호화 (Table 1)하고, 이를 토대로 디자인된 27구의 시료 (Table 2)를 무작위적으로 제조하여 실험에 사용하였다. 이때 4개의 독립변수의 범위와 center point value들은 예비 실험의 결과를 토대

Table 1. Experimental range and values of the independent variables in the central composite design for preparing the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce

Independent variable	Symbol	Range levels				
		-2	-1	0	+1	+2
Sea tangle	X ₁	0	1	2	3	4
Traditional soy sauce	X ₂	5	10	15	20	25
Yeast extract	X ₃	0	1.5	3	4.5	6.0
<i>Ecklonia cava</i> extract	X ₄	0	1	2	3	4

X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract).

Table 2. Central composite design and responses of dependent variables for the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce to independent variables

Run No.	Factor				Response		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	1	10	1.5	1	28.84	3.30	0.99
2	3	10	1.5	1	71.72	5.07	1.00
3	1	20	1.5	1	48.10	4.16	1.05
4	3	20	1.5	1	94.12	6.22	1.07
5	1	10	4.5	1	60.48	4.72	0.98
6	3	10	4.5	1	68.12	5.23	1.01
7	1	20	4.5	1	75.54	5.40	1.05
8	3	20	4.5	1	93.72	6.24	1.06
9	1	10	1.5	3	31.86	3.43	1.60
10	3	10	1.5	3	70.80	5.19	1.62
11	1	20	1.5	3	46.54	4.09	1.74
12	3	20	1.5	3	96.06	6.32	1.75
13	1	10	4.5	3	64.18	4.89	1.61
14	3	10	4.5	3	81.12	5.65	1.62
15	1	20	4.5	3	73.86	5.32	1.79
16	3	20	4.5	3	102.14	6.60	1.80
17	0	15	3	2	51.48	4.32	1.30
18	4	15	3	2	144.62	8.51	1.31
19	2	5	3	2	58.10	4.61	1.21
20	2	25	3	2	96.20	6.33	1.50
21	2	15	0	2	50.22	4.26	1.29
22	2	15	6	2	102.90	6.63	1.28
23	2	15	3	0	81.06	5.65	0.80
24	2	15	3	4	82.36	5.71	2.01
25	2	15	3	2	88.10	5.96	1.46
26	2	15	3	2	89.76	6.04	1.45
27	2	15	3	2	88.26	5.97	1.46

X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₁ (content of glutamic acid, mg/100 mL), Y₂ (sensory evaluation), Y₃ (antioxidant activity, PF: protection factor).

로 선정하였다. 또한 즉석 국수용 건강 기능성 소스의 종수변수는 glutamic acid 함량, 관능평가 점수 및 항산화성으로 하였고, 이들은 3회 반복 측정하여 그 평균값을 회귀 분석에 사용하였다. 회귀분석에 의한 정준형식 확인은 statistical analysis system (SAS) program을 이용하였고, 최적점의 예측 및 확인은 MINITAB program을 이용하였으며, 독립변수와 종속변수 간에 관계는 Maple software를 이용하였다.

Trichloroacetic acid (TCA) 가용성 획분의 glutamic acid 함량

RSM을 위한 시제 소스 27구의 glutamic acid 함량을 분석하기 위한 시료는 다음과 같이 조제하였다. 일정량의 시제 소스에 동량의 20% TCA를 가하여 균질화한 다음 100 mL로 정용하고, 이를 원심분리 (1,000×g, 10분)하여 얻은 제단백 상층액을 증류수로 정용 (25 mL)하였다. 이어서 이 중 2mL에 진한 염산 2 mL를 ampoule에 넣고, 밀봉한 후 heating block (HF 21, Yamato, Japan)에서 가수분해 (110°C, 24시간)한 다음 glass filter로 여과, 감압건조 및 구연산나트륨 완충액 (pH 2.2)으로 정용 (25 mL)하여 glutamic acid 함량을 측정하기 위한 시료로 사용하였다. 이어서 glutamic acid는 전처리한 시료의 일정량을 사용하여 아미노산 자동분석기 (Biochrom 30, Pharmacia Biotech., England)로 분석하였다.

항산화능 및 ACE 저해능

RSM을 위한 27구의 시제 소스의 항산화능은 측정의 용이성과 재현성을 위하여 Gogolewski et al. (2003)과 Kajimoto et al. (1995)의 방법에 따라 Rancimat (743 Metrohm, Metrohm, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 즉, Rancimat의 reaction vessel에 대두유 (오뚜기 주, 한국) 2.5 g을 취하고, 여기에 시제 소스 0.5 g (대조구의 경우 증류수 0.5 mL)과 이들의 유화를 위하여 Tween-80 0.2 g을 각각 가한 후 vortexing 시킨 다음 120°C로 조절된 aluminum heating block에서 20 L/hr의 여과된 공기를 주입하여 산화시켰다. 항산화능은 휘발성 산화 생성물을 60 mL의 증류수가 들어 있는 absorption vessel에 이항시켜 전기 전도도의 변화에 따라 유도시간을 자동적으로 산출시켜 protection factor (PF)로 나타내었다. 이때 PF는 다음과 같은 식으로 산출하였다.

$$PF = \frac{\text{시제 소스 첨가구의 유도기}}{\text{대조구의 유도기}}$$

ACE 저해능의 분석을 위한 시료는 Horiuchi et al. (1982)의 방법으로 전처리하여 조제한 다음 이의 20 uL를 Zeobax 300SB C₈ column (Hewlett Packard Co., 4.6×150 mm)이 장착된 HPLC (Shimadzu LC-10Avp, Japan)로 분석하였다. 즉, ACE 저해능의 분석을 위한 전처리 시료는 일정량 (15uL)의 시제 및 시판 소스에 정제 ACE (60 mU/mL) 50uL를 가하여 예비 가온 (37°C, 5분)시키고, 여기에 붕산 완충액 (pH 8.3, 400 mM NaCl 함유)으로 용해한 5 mM의 hippuryl-histidyl-leucine 용액 125uL를 가한 다음 반응 (37°C, 30분)시킨 후 반응 정지를 목적으로 10% trifluoroacetic acid (TFA) 20uL를 가하여 제조하였다.

관능검사 및 통계처리

RSM을 위한 시제 소스 27구의 관능검사는 Run no. 27을 대조구로 하고, 이의 종합적 기호도를 5점으로 하여 이보다 우수한 경우 6-9점으로, 이보다 열악한 경우 4-1점으로 하는 9단계 평점법으로 평가하여 나타내었다. 그리고, 최적조건에서 제조한 시제 소스에 대한 관능 평가는 즉석 국수용 시판 소스의 색, 향 및 맛을 기준점인 5점으로 하고, 최적 조건에서 제조한 시제 소스의 이들 항목이 이보다 우수한 경우 5-9점을, 그리고, 이보다 열악한 경우 4-1점으로 하여 실시하였다. 관능 검사에 대한 통계 처리는 ANOVA test를 이용하여 분산분석을 실시한 후 Duncan의 다중위 검정으로 최소 유의차 검정 (5% 유의수준)을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

감태 효소 가수분해물의 일반성분 및 항산화성

감태 분말과 이를 소재로 하여 제조한 감태 효소 가수분해물의 일반성분 함량과 라디칼 소거능은 Table 3과 같다. 감태 효소 추출물의 원료인 감태의 일반성분 함량은 수분의 경우 11.0%, 조단백질의 경우 14.9%, 조지방의 경우 0.5% 및 회분의 경우 12.1%이었다. 이에 반하여 감태 효소 추출물의 일반성분 함량은 수분의 경우 7.8% 범위, 조단백질의 경우 10.1% 범위, 조지방의 경우 1.4% 범위 및 회분의 경우 16.6%로 감태 분말의 이들 함량에 비하여 수분 함량과 조단백질 함량의 경우 낮았으나 조지방 함량과 회분 함량의 경우 높아 차이가 있었다.

감태 효소 가수분해물의 항산화능을 살펴 볼 목적으로 항산화제의 radical 소거 활성을 평가하는데 많이 사용되고 있는 DPPH free radical 소거 활성을 측정하였다. 감태 효소 가수분

해물의 DPPH free radical 소거 활성은 85.0%로 상당히 높았다. 한편, Heo et al. (2003)은 갈조류 효소 가수분해물의 항산화 특성에 관한 연구에서 감태 효소 가수분해물의 DPPH radical의 소거 활성은 72.5%로 다른 갈조류 효소 가수분해물의 DPPH radical의 소거 활성 (0-33.8%)에 비하여 상당히 높았다고 보고한 바 있다.

Table 3. Proximate composition and radical scavenging activity of *Ecklonia cava* and its enzymatic extract

Sample	Proximate composition (%)				DPPH radical scavenging activity (%) ¹⁾
	Moisture	Protein	Lipid	Ash	
<i>Ecklonia cava</i>	11.0±0.0	14.9±0.1	0.5±0.1	12.1±0.3	-
Enzymatic extract	7.8±0.1	10.1±0.1	1.4±0.0	16.6±0.0	85.0

¹⁾The concentration used was 2.0 mg/mL of enzymatic extracts from *Ecklonia cava*.

반응 모형 방정식의 설계

소비자의 기호에 부합하는 시제 소스의 제조를 위하여 맛과 건강 기능성에 영향을 미칠 수 있는 다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 가수분해물의 농도 등과 같은 요인들을 독립변수로 설정하고, 이들의 최적조건을 구명하기 위하여 독립변수의 code level을 Table 1과 같이 설정하였다. 이어서 이들 독립변수의 code level을 중심합성계획에 따라 27구의 시료를 제조하여 종속변수인 glutamic acid 함량, 관능평가 점수 및 항산화성을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 이들 독립변수 (다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 가수분해물의

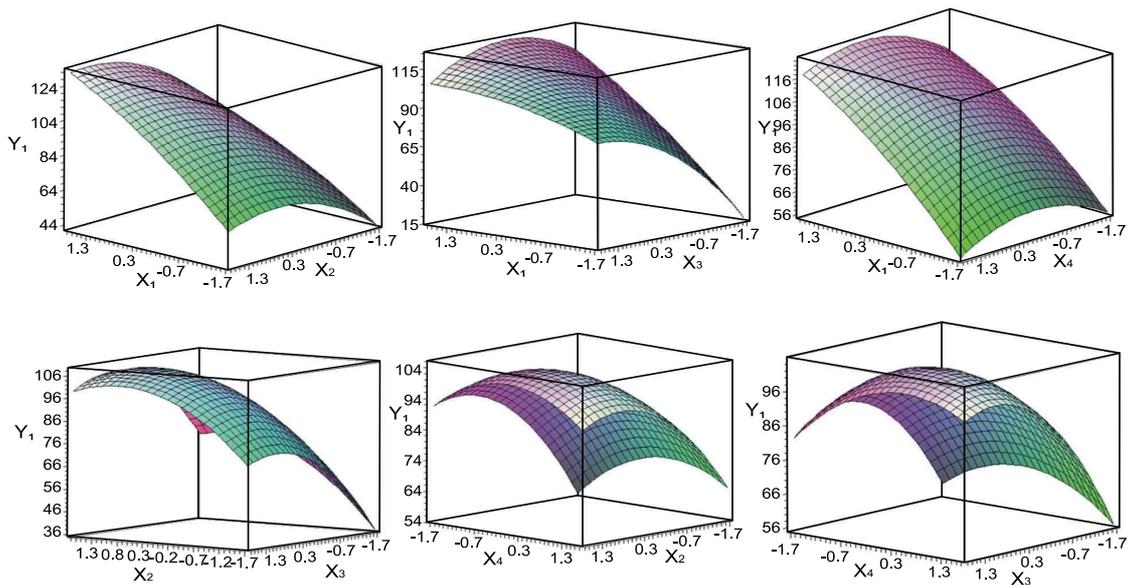


Fig. 1. Response surface plots for optimization of content of glutamic acid in the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce. X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₁ (content of glutamic acid, mg/100 mL).

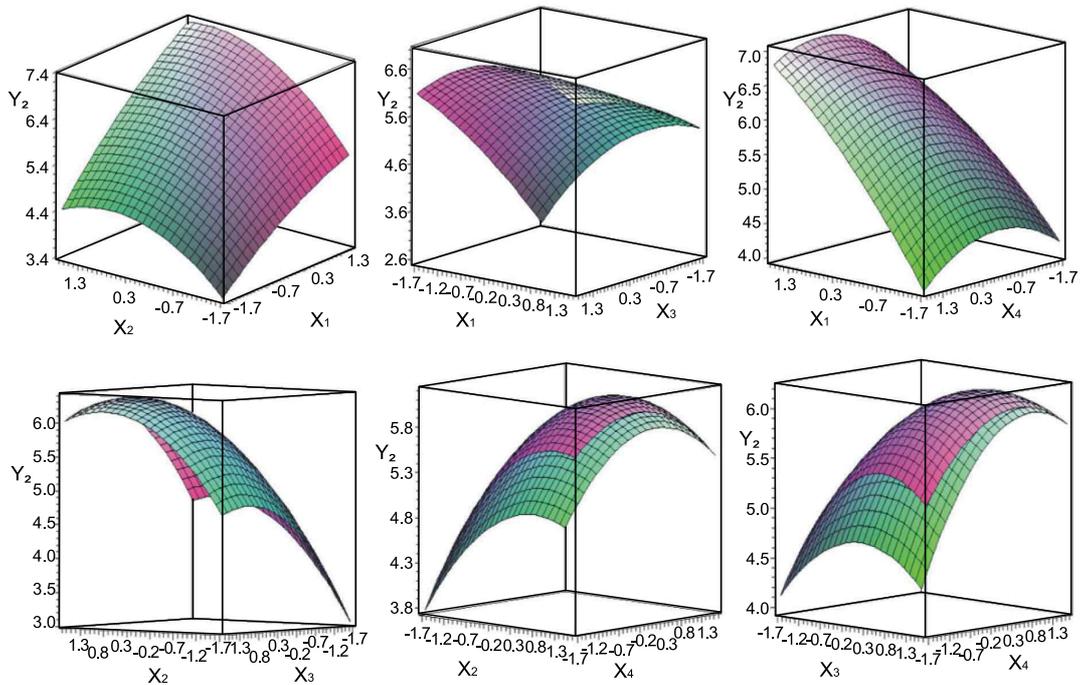


Fig. 2. Response surface plots for optimization of sensory score in the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce. X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₂ (sensory evaluation).

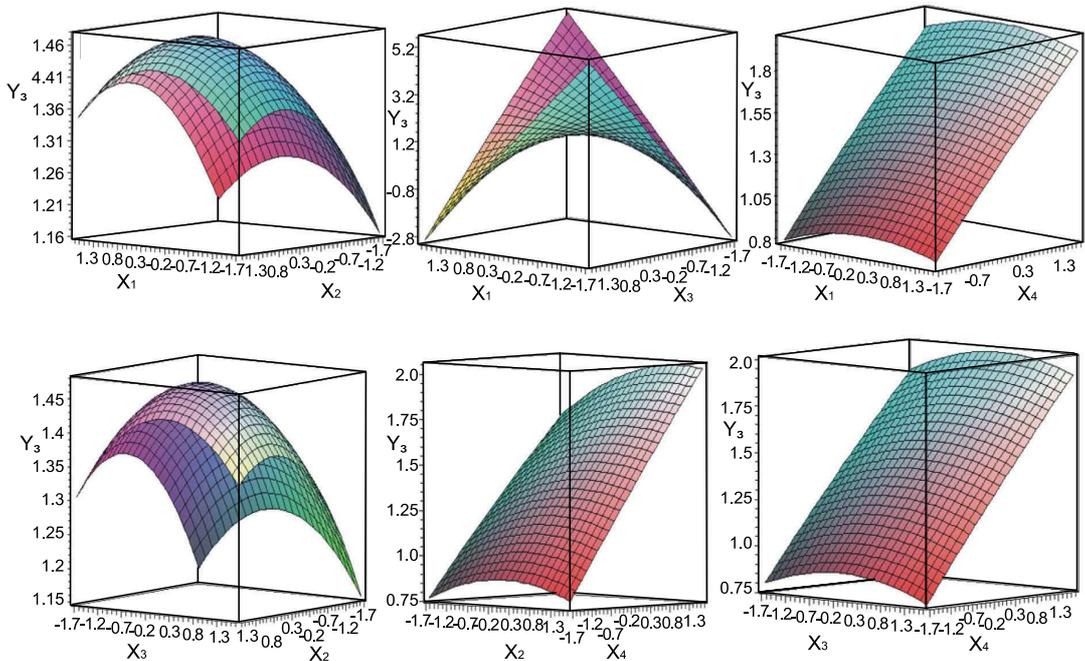


Fig. 3. Response surface plots for optimization of antioxidant activity in the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce. X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₃ (antioxidant activity, PF: protection factor).

농도)와 종속변수 (glutamic acid 함량, 관능평가 점수 및 항산화성)와의 관계를 살펴볼 목적으로 MINITAB 통계 프로그램을 이용하여 RSREG (response surface analysis by least-squares

regression)를 실시한 다음 3종의 독립변수 상호 간의 관계를 Maple software를 사용하여 3차원으로 도식화한 결과는 각각 Fig. 1-3과 같다. 시제 소스의 glutamic acid 함량 (Y₁)은 X₁

(다시마 농도)의 경우 -1.682에서 +1.682 부근까지 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었고, X_2 (조선국간장 농도) 및 X_3 (효소 추출물 농도)의 경우 각각 -1.682에서 +0.910 부근까지 및 -1.682에서 +0.912 부근까지 증가할수록 증가하였고, 그 이상에서는 감소하는 경향을 나타내었으나, X_4 (감태 효소 가수분해물 농도)의 경우 전혀 영향을 미치지 않았다. 시제 소스의 관능 평가 (Y_2)는 X_1 의 경우 -1.682에서 +1.682 부근까지 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었고, X_2 및 X_3 의 경우 각각 -1.682에서 +0.896 부근까지 및 -1.682에서 +0.958 부근까지 증가할수록 증가하였고, 그 이상에서는 감소하는 경향을 나타내었으나, X_4 의 경우 전혀 영향을 미치지 않았다. 시제 소스의 향산화능 (PF) (Y_3)은 X_1 및 X_3 의 경우 -1.682에서 0 부근까지 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었고, 그 이상에서는 감소하는 경향을 나타내었으며, X_2 및 X_4 의 경우 -1.682에서 +1.682 부근까지 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다.

다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 가수분해물의 농도와 같은 독립변수에 따른 시제 소스의 glutamic acid 함량 (Y_1), 종합적 관능 기호도 (Y_2) 및 향산화능 (PF) (Y_3)의 결과치인 Table 2를 이용하여 MINITAB program을 구동하였다. MINITAB program의 RSREG로 살펴 본 시제 소스의 glutamic acid 함량 (Y_1), 관능 평가 (Y_2) 및 향산화능 (PF) (Y_3)에 대한 일차항 (linear; X_1, X_2, X_3, X_4) 이차항 (quadratic; $X_1^2, X_2^2, X_3^2, X_4^2$) 및 교차항 (cross-product; $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_2X_4, X_3X_4$)과 같은 여러 가지 2차 회귀방정식의 계수들과 이들의 유의성을 살펴 본 결과는 Table 4와 같고, 이들 계수를 이용하여 작성한 반응 모형 방정식은 다음과 같다.

$$Y_1 = 88.71 + 18.11X_1 + 9.55X_2 + 9.85X_3 + 1.19X_4 - 0.03X_1^2 - 5.25X_2^2 - 5.30X_3^2 - 4.11X_4^2 + 2.23X_1X_2 - 6.65X_1X_3 + 1.19X_1X_4 - 0.65X_2X_3 - 0.73X_2X_4 + 1.31X_3X_4$$

$$Y_2 = 5.99 + 0.82X_1 + 0.43X_2 + 0.46X_3 + 0.05X_4 - 0.24X_2^2 - 0.24X_3^2 - 0.18X_4^2 + 0.10X_1X_2 - 0.28X_1X_3 + 0.05X_1X_4 - 0.05X_2X_3 - 0.03X_2X_4 - 0.04X_3X_4$$

$$Y_3 = 1.46 + 0.01X_1 + 0.06X_2 + 0.32X_4 - 0.04X_1^2 - 0.02X_2^2 - 0.04X_3^2 - 0.01X_4^2 + 0.01X_2X_3 + 0.02X_2X_4 + 0.01X_3X_4$$

반응 모형 방정식의 설정

일반적으로 MINITAB program의 RSREG로 작성한 2차 회귀방정식 즉, 반응 모형 방정식은 일차항, 이차항 및 교차항과 같은 다양한 항을 구성하고 있어 위와 같이 복잡하나, 유의성이 인정되지 않는 다수의 항이 존재할 수 있다 (Kim, 2010). 따라서 MINITAB program의 RSREG로 분석한 시제 소스의 glutamic acid 함량 (Y_1)에 대한 반응 모형 방정식의 간결화를 위하여 일차항 (linear; X_1, X_2, X_3, X_4) 이차항 (quadratic; $X_1^2, X_2^2, X_3^2, X_4^2$) 및 교차항 (cross-product; $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_2X_4, X_3X_4$)에 대한 유의성을 살펴 본 결과, p value는 일차항 중 X_1, X_2, X_3 의 경우 각각 0.000, 0.002 및 0.001로 0.05보다 작았고, 이차항 중 X_2^2, X_3^2 와 같은 두 종류의 항도 각각 0.049

및 0.047로 0.05보다 역시 작았으며, 교차항 중 X_1X_3 도 0.039로 0.05보다 작아, 이들 일차항, 이차항 및 교차항들은 모두 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 그러나, p value가 일차항 중 X_4 의 경우 0.620으로, 이차항 중 X_1^2, X_4^2 과 같은 두 종류의 항도 각각 0.992 및 0.123으로, 교차항 중 X_1X_3 를 제외한 나머지 $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_2X_4, X_3X_4$ 항들의 경우 각각 0.452, 0.686, 0.827, 0.803 및 0.655로 0.05보다 커서 5% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다. 따라서 시제 소스의 다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 가수분해물의 농도에 대한 glutamic acid 함량 (Y_1) 반응 모형 방정식을 간결화를 시도하는 경우 일차항 중 X_4 , 이차항 중 X_1^2, X_4^2 , 교차항 중 $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_2X_4, X_3X_4$ 항들이 삭제된 형태의 간편식으로 나타낼 수 있다 (Cho et al., 2005). 시제 소스의 종합적 관능 기호도 (Y_2)에 대한 반응 모형 방정식의 간결화를 위하여 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성을 살펴 본 결과, p value는 일차항 중 X_1, X_2, X_3 의 경우 각각 0.000, 0.001 및 0.001로 0.05보다 작았고, 이차항 중 X_2^2, X_3^2 와 같은 두 종류의 항도 모두 0.047로 0.05보다 역시 작았으며, 교차항 중 X_1X_3 도 0.049로 0.05보다 작아, 이들 일차항, 이차항 및 교차항들은 모두 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 그러나, p value가 일차항 중 X_4 의 경우 0.618로, 이차항 중 X_1^2, X_4^2 과 같은 두 종류의 항도 각각 0.999 및 0.119로, 교차항 중 X_1X_3 를 제외한 나머지 $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_2X_4, X_3X_4$ 항들의 경우 각각 0.442, 0.682, 0.725, 0.798 및 0.776으로 0.05보다 커서 5% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다. 따라서 시제 소스의 다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 가수분해물의 농도에 대한 종합적 관능 기호도 (Y_2) 반응 모형 방정식의 간결화를 시도하는 경우 glutamic acid 함량의 반응 모형 방정식을 간결화를 시도하는 것과 같이 일차항 중 X_4 , 이차항 중 X_1^2, X_4^2 , 교차항 중 $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_2X_4, X_3X_4$ 항들이 삭제된 형태의 간편식으로 나타낼 수 있다. 시제 소스의 향산화능 (Y_3)에 대한 반응 모형 방정식의 간결화를 위하여 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성을 살펴 본 결과, p value는 일차항인 X_2 와 X_4 의 경우 모두 0.000으로 0.05보다 작았고, 이차항 중 X_4^2 을 제외한 X_1^2, X_2^2, X_3^2 의 경우 각각 0.000, 0.004 및 0.000으로 0.05보다 역시 작았으며, 교차항인 X_2X_4 도 0.007로 0.05보다 작아, 이들 일차항, 이차항 및 교차항들은 모두 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 그러나, p value가 일차항 중 X_1 과 X_3 의 경우 각각 0.345 및 0.585로, 이차항 중 X_4^2 의 경우 0.131로, 교차항 중 X_2X_4 를 제외한 나머지 $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_3X_4$ 항들의 경우 각각 0.886, 1.000, 0.866, 0.505 및 0.323으로 0.05보다 커서 5% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다. 따라서 시제 소스의 다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 가수분해물의 농도에 대한 향산화능 (Y_3)의 반응 모형 방정식을 간결화를 시도하는 경우 일차항 중 X_1 과 X_3 , 이차항 중 X_4^2 , 교차항 중 $X_1X_2, X_1X_3, X_1X_4, X_2X_3, X_3X_4$ 항들이 삭제된 형태의 간편식으로 나타낼 수 있다. 이상에서 언급한 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 향산화능에 대한 유의성을 고려한 간편식은 Table 5와 같다.

Table 4. Estimated coefficients of fitted quadratic polynomial equation of the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce for different response based on *t*-statistic

	Y ₁		Y ₂		Y ₃	
	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value
Intercept	88.71	0.000	5.99	0.000	1.46	0.000
X ₁	18.11	0.000	0.82	0.000	0.01	0.345
X ₂	9.55	0.002	0.43	0.001	0.06	0.000
X ₃	9.85	0.001	0.46	0.001	0.00	0.585
X ₄	1.19	0.620	0.05	0.618	0.32	0.000
X ₁ X ₁	-0.03	0.992	-0.00	0.999	-0.04	0.000
X ₂ X ₂	-5.25	0.049	-0.24	0.047	-0.02	0.004
X ₃ X ₃	-5.40	0.047	-0.24	0.047	-0.04	0.000
X ₄ X ₄	-4.11	0.123	-0.18	0.119	-0.01	0.131
X ₁ X ₂	2.23	0.452	0.10	0.442	-0.00	0.866
X ₁ X ₃	-6.65	0.039	-0.28	0.049	-0.00	1.000
X ₁ X ₄	1.19	0.686	0.05	0.682	-0.00	0.866
X ₂ X ₃	-0.65	0.827	-0.05	0.725	0.01	0.505
X ₂ X ₄	-0.73	0.803	-0.03	0.798	0.02	0.007
X ₃ X ₄	1.31	0.655	0.04	0.776	0.01	0.323

X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₁ (content of glutamic acid, mg/100 mL), Y₂ (sensory evaluation), Y₃ (antioxidant activity, PF: protection factor).

Table 5. Response surface model for processing conditions of the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce

Responses	Quadratic polynomial model	R ²	P-value
Y ₁	Y = 88.71 + 18.11X ₁ + 9.55X ₂ + 9.85X ₃ - 5.25X ₂ ² - 5.40X ₃ ² - 6.65X ₁ X ₃	0.902	0.000
Y ₂	Y = 5.99 + 0.82X ₁ + 0.43X ₂ + 0.46X ₃ - 0.24X ₂ ² - 0.24X ₃ ² - 0.28X ₁ X ₃	0.905	0.000
Y ₃	Y = 1.46 + 0.06X ₂ + 0.32X ₄ - 0.04X ₁ ² - 0.02X ₂ ² - 0.04X ₃ ² + 0.02X ₂ X ₄	0.996	0.000

X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₁ (content of glutamic acid, mg/100 mL), Y₂ (sensory evaluation), Y₃ (antioxidant activity, PF: protection factor).

Table 6. Canonical form of the response surface model for processing the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce

Res- ponse	Canonical form of quadratic polynomial model
Y ₁	1878.62 - 0.01 (ω ₁) ² - 0.49 (ω ₂) ² - 9.09 (ω ₃) ² - 18.35 (ω ₄) ²
Y ₂	18.37 - 0.02 (ω ₁) ² - 0.51 (ω ₂) ² - 0.80 (ω ₃) ² - 1.09 (ω ₄) ²
Y ₃	8.96 - 0.01 (ω ₁) ² - 0.09 (ω ₂) ² - 0.14 (ω ₃) ² - 0.15 (ω ₄) ²

ω₁, ω₂, ω₃ and ω₄: new coordinates of X₁ (Sea tangle, %), X₂ (Traditional soy sauce, %), X₃ (Yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₁ (Content of glutamic acid, mg/100 mL), Y₂ (Sensory evaluation), Y₃ (Antioxidant activity, PF: Protection factor).

반응 모형 방정식의 정상점 확인

이상에서 구명한 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 항산화능에 대한 각각 반응 모형 방정식의 정상점 (stationary point)을 살펴 본 결과는 Table 6과 같다. 일반적으로 반응 모형 방정식의 정상점은 방정식을 정준 형식 (canonical form)으로 변환시켰을 때 반응식의 계수 부호가 모두 음인 경우 최대점 (maximum point)을, 반응식의 계수 부호가 모두 양인 경우 최소점 (minimum point)을, 그리고, 반응식의 계수 부호가 양과 음이 혼재하는 경우 안장점 (saddle point)을 나타낸다고 알려져 있으며, 계수가 0이 하나 이상 존재하는 경우 정상능선을 나타낸다고 알려져 있다 (Kim et al., 2002). 이러한

일면에서 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 항산화능에 대한 한편 반응 모형 방정식의 계수 부호는 종속 변수의 종류에 관계없이 모두 음을 나타내고 있어 이들의 정상점은 모두 최대점을 나타내고 있다고 판단되었다.

시제 소스의 제조를 위한 최적조건의 구명

한편, 시제 소스는 다시마, 전통 간장, 효모 엑스분 및 감태 효소 추출물의 농도에 따라 맛과 건강 기능성이 증가하나, 과다한 경우 색과 짠맛 등이 강화되어 종합적 기호도가 저하되어 구매자들이 기피할 우려가 있다. 이러한 일면을 고려하여 맛이 있으면서 건강 기능성이 강화된 즉석 국수용 감태 효소 추출물 첨가 소스를 제조하고자 하는 경우 일정 범위의 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 항산화성이 유지되어야 한다. 따라서, 시제 소스의 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 항산화성의 각각과 이들을 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 MINITAB 통계 프로그램을 구동하였고, 이때 활용한 시제 소스의 제조를 위한 종속 변수의 범위는 glutamic acid 함량의 경우 100.00-144.62 mg/100 mL로 설정하였고, 종합적 관능 기호도의 경우 5.00-8.51점으로 설정하였으며, 그리고, 항산화능은 1.00-2.01로 설정하였다. 이와 같은 조건으로 MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적조건 예측치를 Table 7에 나타내었다.

Table 7. Optimal conditions of multiple responses for processing of *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce for instant noodle

Dependent variable	Independent variable	Critical value		Stationary point
		Coded	Uncoded	
Y ₁	X ₁	1.96	3.96	Maximum
	X ₂	1.26	21.30	
	X ₃	-0.32	2.53	
	X ₄	0.30	2.30	
Y ₂	X ₁	1.96	3.96	Maximum
	X ₂	1.31	21.54	
	X ₃	-0.32	2.53	
	X ₄	0.25	2.25	
Y ₃	X ₁	0.0	2.00	Maximum
	X ₂	0.0	15	
	X ₃	0.0	3	
	X ₄	1.77	3.78	
Multiple response optimization	X ₁	1.91	3.91	-
	X ₂	1.11	20.57	
	X ₃	0.02	3.04	
	X ₄	1.76	3.76	

X₁ (sea tangle, %), X₂ (traditional soy sauce, %), X₃ (yeast extract %), X₄ (*Ecklonia cava* extract), Y₁ (content of glutamic acid, mg/100 mL), Y₂ (sensory evaluation), Y₃ (antioxidant activity, PF: protection factor).

Table 8. Experimental and predicted results of verification in the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce under optimized condition

Dependent variables	Predicted value	Experimental value
Y ₁ (Glutamic acid, mg/100 mL)	124.02	126.62
Y ₂ (Sensory evaluation, score)	7.6	7.3 ± 0.8
Y ₃ (Antioxidant activity, PF)	1.95	1.98 ± 0.05

시제 소스의 glutamic acid 함량 (Y₁)에 대한 최적 다시마 (X₁), 전통 간장 (X₂), 효모 엑스분 (X₃) 및 감태 효소 추출물 (X₄)의 농도는 부호화된 값 (coded value)의 경우 각각 1.96, 1.26, -0.32 및 0.30이었고, 이를 실제 값 (uncoded value)으로 환산하는 경우 정제수 100 mL에 대하여 각각 3.96%, 21.30%, 2.53% 및 2.30%이었다. 이들 조건에서 제조한 시제 소스의 glutamic acid 함량은 134.29 mg/100 mL로 예측되었다. 시제 소스의 종합적 관능 기호도에 대한 최적 다시마 (X₁), 전통 간장 (X₂), 효모 엑스분 (X₃) 및 감태 효소 가수분해물 (X₄)의 농도는 부호화된 값 (coded value)의 경우 각각 1.96, 1.31, -0.32 및 0.25이었고, 이를 실제 값 (uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 3.96%, 21.54%, 2.53% 및 2.25%이었다. 이들 조건에서 제조한 시제 소스의 종합적 관능 기호도는 8.05점으로 예측되었다. 시제 소스의 항산화능에 대한 최적 다시마 (X₁), 전통 간장 (X₂), 효모 엑스분 (X₃) 및 감태 효소 가수분해물 (X₄)의 농도는 부호화된 값 (coded value)의 경우 각각 0.00, 0.00, 0.000 및 1.77이었고, 이를 실제 값 (uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 2.00%, 15.00%, 3.00% 및 3.78%이었다. 이들 조건에서 제조한 시제 소스의 항산화능은 2.01로 예측되었다. 이들

시제 소스의 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 항산화능을 모두 충족할 수 있는 최적 다시마 (X₁), 전통 간장 (X₂), 효모 엑스분 (X₃) 및 감태 효소 추출물 (X₄)의 농도는 부호화된 값 (coded value)의 경우 각각 1.91, 1.11, 0.02 및 1.76이었고, 이를 실제 값 (uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 3.91%, 20.57%, 3.04% 및 3.76%이었다. 이들 최적 조건을 적용하여 시제 소스를 제조한 다음 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 항산화능을 측정된 결과 (Table 8), 이들 시제 소스의 glutamic acid 함량, 종합적 관능 기호도 및 항산화능은 각각 126.62 mg/100 mL, 7.3점 및 1.98로, 이들의 예측치인 124.02 mg/100 mL, 7.6점 및 1.95에 유의적인 범위에 있었다.

이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면 모델은 시제 소스의 제조를 위한 최적 모델이라 판단되었다.

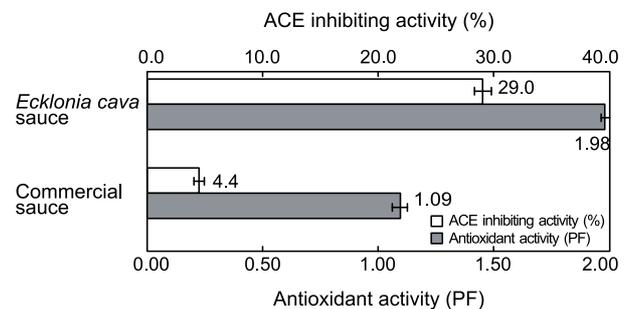


Fig. 4. Comparison of antioxidant activity and angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibiting activity of commercial seasoning sauce and the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce.

Table 9. Results on the sensory evaluation of commercial seasoning sauce and the *Ecklonia cava* extract-added seasoning sauce

Seasoning suce	Sensory evaluation		
	Color	Flavor	Taste
Commercial	5.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0
<i>Ecklonia cava</i> extract-added	6.7 ± 0.3	5.4 ± 0.5	4.8 ± 0.5

항산화능 및 ACE 저해능

즉석 국수용 시판 소스 및 시제 소스의 항산화능 및 ACE 저해능을 살펴 본 결과는 Fig. 4와 같다. 즉석 국수용 소스의 항산화능은 시제 소스의 경우 1.98로 시판 소스의 1.09에 비하여 확연히 개선되었고, ACE 저해능은 감태 효소 추출물을 첨가하여 제조한 시제 소스의 경우 29.0%로, 시판 소스의 4.4%에 비하여 확연히 개선되어 감태 효소 추출물 첨가에 의하여 즉석 국수용 소스의 항산화능 뿐만이 아니라 고혈압 저해 작용도 개선됨을 알 수 있었다 (Cha et al., 2006).

관능검사

즉석 국수용 시판 소스의 색, 향 및 맛을 기준점인 5점으로 하고, 최적 조건에서 제조한 시제 소스의 관능적 특성을 9단계 평점법으로 관능검사한 결과는 Table 9와 같다. 즉석 국수용

소스의 색은 시판 소스에 비하여 감태 효소 가수분해물 첨가 소스가 3.7점 (데이터 미제시)으로 다소 낮았는데, 이는 색차가 90.33±33 (데이터 미제시)인 감태 효소 가수분해물 첨가에 의하여 갈색을 나타냄으로 인하여 일반적인 소스의 색과 약간의 차이가 있었기 때문이었다. 그러나, 관능 평가 시에 감태 효소 가수분해물의 건강 기능성에 대하여 충분히 설명한 후에 재평가를 하였을 때 시판 소스와 시제 소스 간의 색조는 오히려 이들 제품 간의 구별을 할 수 있다는 강점으로, 시제 소스가 6.7점을 얻어 차이가 있었다. 한편, 즉석 국수용 소스의 향과 맛은 시판 소스에 비하여 시제 소스가 각각 5.4점 및 4.8점으로 약간 높거나 낮았으나 5% 유의수준에서 차이가 없었다.

사 사

본 연구는 지식경제부 기술개발사업 (제주, 과제번호 7006756-2009-01)의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, U.S.A., 69-74.

Cha SH, Ahn GN, Heo SJ, Kim KN, Lee KW, Song CB, Cho SM and Jeon YJ. 2006. Screening of extracts from marine green and brown algae in Jeju for potential marine angiotensin-I converting enzyme (ACE) inhibitory activity. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 307-314.

Cho SM, Gu YS and Kim SB. 2005. Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatin compared to mammalian gelatins. Food Hydrocolloids 19, 221-229.

Gogolewski M, Nogala-Lalucka M and Galuba G. 2003. Studies on dimerisation of tocopherols under the influence of methyl linoleate peroxides. Nahrung-Food 47, 74-78.

Han GJ, Shin DS, Cho YS and Lee SY. 2007. Development of a multi-purpose sauce using Kimchi. Korean J Food Cookery Sci 23, 281-287.

Heo SJ and Jeon YJ. 2005. Antioxidant effect and protecting effect against cell damage by enzymatic hydrolysates from marine algae. Food Ind Nutr 10, 31-41.

Heo SJ, Lee KW, Song CB and Jeon YJ. 2003. Antioxidant activities of enzymatic extracts from brown seaweeds. Algae 18, 71-81.

Heo SJ, Park, BJ, Lee KW and Jeon YJ. 2005. Antioxidant activities of enzymatic extracts from brown seaweeds. Bioresource Technol 96, 1613-1623.

Heu MS, Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Lee JH, Jo MR, Lee JS, Jeon YJ and Kim JS. 2010. Improvement on the antioxidant activity of instant noodles containing enzymatic extracts from *Ecklonia cava* and its quality characterization. Kor J Fish Aquat Sci 43, 391-399.

Hong JH, Son BS, Kim BK, Chee HY, Song KS, Lee BH, Shin HC and Lee KB. 2006. Antihypertensive effect of *Ecklonia cava* extract. Kor J Pharmacogn 37, 200-205.

Horiuchi M, Fujimura KI, Terashima T and Iso T. 1982. Method for determination of angiotensin-I converting enzyme activity in blood and tissue by high-performance liquid chromatography. J Chromatogr 233, 123-130.

Kajimoto G, Nakamura M and Yamaguchi M. 1995. Changes in organic acid components of volatile degradation products during oxidation of oil, and effects of organic acid on increased conductivity determined by the Rancimat method. J Japanese Nutrition Food 50, 223-227.

Kang KT, Heu MS and Kim JS. 2007. Development of spaghetti sauce with oyster. J Korean Soc Food Sci Nutr 36, 93-99.

KFDA (Korea Food and Drug Administration). 2010. Food Code. vol. I. KFDA, Seoul, p 5-15-1~2, 5-21-3.

Kim H, Lee JS and Cha YJ. 2002. Processing of functional enzyme-hydrolyzed sauce from anchovy sauce and soy sauce processing by-products. 1. optimization of hydrolysis conditions by response surface methodology. J Korean Soc Food Sci Nutr 31, 653-657.

Kim HJ, Yoon MS, Park KH, Shin JH, Heu MS and Kim JS. 2010. Processing optimization of gelatin from rockfish skin based on yield. Fish Aqua Sci 13, 1-11.

Kim JA and Lee JM. 2004. The changes in the chemical components and antioxidant activities in *Ecklonia cava* according to the drying methods. J Korea Home Economics Asso 42, 193-203.

Kim MH, Kim MJ and Rho JH. 2010a. Effects of seasoning and flavor spices on tenderizing activity of fig and kiwifruit sauce for meat cooking. Korean J Food Cookery Sci 26, 530-536

Kim ML. 2005. Sensory characteristics of Korean wheat noodles with pine pollen and antioxidant activities of pine pollen extracts. Korean J Soc Food Sci 21, 717-724.

Kim YS, Kim HJ, Yoon YH, Shin MG, Kim CJ, Shin MH and Lee JW. 2010b. Antimicrobial effects of retort and gamma irradiation on bacterial populations in

- spicy chicken sauce. Korean J Food Sci Ani Resour 30, 141-147.
- Lee SH, Kim KN, Cha SH, Ahn GN and Jeon YJ. 2006. Comparison of antioxidant activities of enzymatic and methanolic extracts from *Ecklonia cava* stem and leave. J Koean Soc Food Sci Nutr 35, 1139-1145.
- Nagayama K, Iwamura Y, Shibata T, Hirayama I and Nakamura, T. 2002. Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia kurome*. J Antimicrob Chemoth 50, 889-893.
- Okai Y, Higashi-Okai K, Ishizaka S, Ohtani K, Matsui-Yuasa I and Yamashita U. 1998. Possible immunomodulating activities in an extract of edible brown alga, *Hijikia fusiforme* (Hijiki). J Sci Food Agric 76, 56-62.
- Yasantha A and Jeon YJ. 2005. Screening for angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of *Ecklonia cava*. J Food Sci Nutr 10, 134-139.
- Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Shin JH, Lee JS, Jeon YJ, Son HJ, Heu MS and Kim JS. 2009a. Development and chacterization of high quality salted mackerel using enzyme hydrolysate of *Ecklonia cava*. Kor J Fish Aquat Sci 42, 545-554.
- Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Shin JH, Lee JS, Jeon YJ, Son HJ, Heu MS and Kim JS. 2009b. Effect of antioxidant properties and biogenic amine contents of salted mackerel by the concentration of enzymatic hydrolysate from *Ecklonia cava*. Korean J Food Preserv 16, 915-923.

2011년 3월 8일 접수
 2011년 5월 10일 수정
 2011년 6월 8일 수리