

반응표면분석법을 활용한 문어(*Octopus vulgaris*) 조미김(*Pyropia yezoensis*)의 제조공정 최적화

김도엽¹ · 강상인¹ · 정우철² · 이정석² · 허민수^{2,3} · 김진수^{1,2*}

¹경상대학교 해양식품생명의학과/해양산업연구소, ²경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³경상대학교 식품영양학과

Processing Optimization of Seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with Concentrates of Octopus *Octopus vulgaris* Cooking Effluent Using Response Surface Methodology

Do Youb Kim¹, Sang In Kang¹, U-Cheol Jeong², Jung Seok Lee², Min Soo Heu^{2,3} and Jin-Soo Kim^{1,2*}

¹Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

³Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

This study aimed to optimize mixing conditions (adding amount of squid skin and sea tangle *Saccharina japonica*) for concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent (COCE) and roasting conditions (temperature and time) of seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus cooking effluent (SL-COCE) using response surface methodology (RSM). The results of RSM program for COCE showed that the optimum independent variables (X_1 , squid skin amount; X_2 , sea tangle amount) based on the dependent variables (Y_1 , odor intensity; Y_2 , amino-N content; Y_3 , sensory overall acceptance) for high-quality COCE were 0.53% (w/w) for X_1 and 0.48% (w/w) for X_2 for uncoded values. The results of the RSM program for SL-COCE showed that the optimum independent variables (X_1 , roasted temp.; X_2 , roasted time) based on the dependent variables (Y_1 , burnt odor intensity; Y_2 , water activity; Y_3 , sensory overall acceptance) for high-quality SL-COCE were 344°C for X_1 and 8 sec for X_2 for uncoded values. The SL-COCE prepared under optimum procedure was superior in sensory overall acceptance to commercial seasoned laver.

Key words: Seasoned laver, Laver, Octopus, Processing by-product, RSM

서 론

김은 홍조류 중의 대표적인 품목으로, 우리나라에서는 양식에 의하여 전라도 지방과 충청도 지방에서 대부분이 생산되고 있고, 이들의 주품종은 일반김의 경우 참김(*Pyropia tenera*)과 방사무늬김(*Pyropia yezoensis*), 돌김의 경우 잇바디돌김(*Pyropia dentata*)과 모무늬돌김(*Pyropia seriata*)이다(Cho et al., 2009). 김은 맛이 담백하고, 무기질이 풍부한 알칼리성 식품이며, 단백질, 필수아미노산, 펙놀성분, 식이섬유 등이 풍부한 영양 및 건강식품으로 알려져 있다(Admassu et al., 2018; Cho et al., 2009; Dawczynski et al., 2007). 김은 물김으로 생산된 다음 마른김, 조미김 및 스낵김 등으로 가공되어 유통되고 있고, 소

비 형태는 물김의 경우 산지를 제외하고는 거의 없고, 마른김의 경우 대부분이 김밥용으로, 조미김의 경우 밥과 함께 먹거나 간식으로 먹고 있다. 또한, 조미김은 과거의 경우 국내 시장과 일본 의존적 수출시장이었으나, 최근의 경우 여러 가지 영양의 입증과 짭조름한 맛 등으로 인하여 이들 시장을 제외하고도, 미국을 위시한 70여개국 이상의 국가에 수출되고 있어 다량어류와 함께 대표적인 수산물 수출품목 중의 하나이다(KOSIS, 2019). 하지만, 조미김은 국내의 소비 트렌드가 웰빙 및 차별화로 변화되고 있지만(Lee et al., 2010), 국내의 경우 가공법과 제품 종류가 단순하여 시장 확장이 어려워, 이를 타개하기 위하여는 제품의 다양화가 절실하다.

한편, 참문어(*Octopus vulgaris*)는 연체동물 중 두족강 팔완목

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9146 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: jinsukim@gnu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0311>

Korean J Fish Aquat Sci 52(4), 311-320, August 2019

Received 25 April 2019; Revised 30 May 2019; Accepted 15 August 2019

저자 직위: 김도엽(대학원생), 강상인(대학원생), 정우철(연구교수), 이정석(연구교수), 허민수(교수), 김진수(교수)

문어과에 속하는 것으로 지질과 탄수화물이 적은 반면 단백질이 풍부하고, 특히 타우린과 콜라겐의 함량이 풍부하여 이들 성분에 의한 건강기능성이 기대되는 수산물 중의 하나이다(Hong et al., 2014). 이로 인하여 참문어는 우리나라에서 식용 가치가 매우 높아 통발어업에 의하여 다량 어획되고 있고, 대부분이 데쳐서 숙회라는 형태로 이용되거나, 초밥, 초무침 등의 소재로 이용되며, 일부 건포류로 가공되어 소비되기도 한다. 참문어(*Ocotopus vulgaris*)는 숙회 등으로 가공 중 다량의 자숙액이 발생하나 이의 대부분이 효율적으로 이용되지 못하고 폐기되어 환경오염원으로 작용하고 있다. 하지만, 참문어 자숙액은 타우린, 글루탐산 등과 같은 유리아미노산, 글리코겐 등의 다당류, 콜라겐이 가수분해된 젤라틴 등을 다량 함유하고 있어, 우수한 식품소재로 사용될 수 있다(Oh et al., 2007).

살오징어(*Todarodes pacificus*)는 특유의 조직감을 가지고 있어, 우리나라에서는 마른오징어, 조미오징어, 늘린오징어포, 오징어젓갈 등으로 이용되고 있고, 마른오징어를 제외한 대부분의 제품이 조직감 개선을 위하여 껍질을 육으로부터 분리하여 이용하고 있다. 그러나, 오징어 가공부산물인 오징어 껍질은 다량의 맛성분, 함황아미노산인 타우린, 근기질 단백질인 콜라겐이 다량 함유되어 있어 우수한 수산식품가공소재이다(Oh et al., 2007; Yang and Hong, 2012). 다시마(*Saccharina japonica*)는 연간 생산량이 약 50만-60만 M/T 범위이고, 해마다 증가하고 있는 추세이다(MOF, 2019). 또한, 다시마는 각종 미네랄(K, Ca, Mg, Fe, P, I 및 Zn 등), 비타민[A, thiamine (B₁), riboflavin (B₂), niacin (B₃), pantothenic acid (B₅), pyridoxin (B₆), B₁₂, C, E 등]이 풍부할 뿐만 아니라(National Rural Resources Development Institute, 2007), 식이섬유인 알긴산, 맛성분인 글루탐산 등이 골고루 함유되어 있어 영양 및 건강 기능적으로 의미가 있는 자원이다. 이들 다시마는 쌈소재, 맛성분 추출소재용 건조 사각 다시마 등으로 유통되고 있고, 이 때 부산물로 비정형 다시마가 10% 정도 발생하고 있으나 유효 이용되지 못하고 있어 이의 효율적 이용 방안이 절실하다.

이러한 일면에서, 참문어 자숙액을 원액으로 하면서, 이를 활용하기 위하여 농축 시에 가공부산물인 오징어 껍질과 비정형 다시마를 넣고 농축한 다음 당류 등으로 적절히 조미하는 경우 맛, 영양 및 건강 기능성이 강화된 참문어 조미 농축액을 제조할 수 있고, 이는 여러 가지 식품의 조리 및 가공 시에 식품의 풍미, 영양 및 기능성 강화 등에 활용할 수 있을 것이다.

한편, 조미김에 대한 연구는 소비 트렌드인 웰빙 및 차별화를 위하여 포장재 개발(Lim et al., 2017), 영양성분 분석(Seo and Jung, 2007), 양잠산물(Kim et al., 2005)을 활용한 건강 기능성 개선 또는 양파(Jeon et al., 2015), 마늘(Jeon et al., 2008)을 활용한 향미 개선 신제품의 개발, 위해요소 분석(Kim and Yoon, 2013; Kang et al., 2015; Hwang et al., 2017), 저장 안정성 개선(Chung et al., 2003)과 같이 다양하게 시도된 바가 있다. 하지만, 수산가공 부산물을 활용하여 제조한 조미 농축액으로 맛과

건강 기능성을 개선한 조미김에 대한 연구는 전무하다.

본 연구에서는 활성화된 국내 및 수출 김시장에 대응할 수 있는 신제품 즉, 문어 자숙액 농축물 활용 문어 조미김을 개발하고자 농축 시에 첨가하는 오징어 껍질과 비정형 다시마의 배합비 최적화, 최적 조건에서 제조한 문어 자숙수 농축액 활용 문어 조미김의 가공공정 최적화에 대하여 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

마른 김(*Pyropia yezoensis*)은 2017년 12월부터 2018년 3월 사이에 전라남도 신안군 소재 양식장에서 채취한 물김으로 가공한 다음 포장하여 둔 것을 2018년 4-8월에 신안군 소재 B사로부터 구입하여 사용하였다. 문어 자숙수는 경상남도 통영시 소재 근해통발수협에서 2017년 11월부터 익년 4월에 수확하여 보관하여 둔 냉동문어를 해동[저온실(4±1°C)에서 6시간 동안 냉장보관한 다음 2-3시간 동안 유수해동]한 다음 100±3°C의 스팀자숙기에서 60분간 자숙(문어 300 kg 기준 물 600 kg)한 자숙수를 2018년 3월에 구입하여 냉동고(C170LWZ, LG, Korea)에 보관하여 두고 실험에 사용하였다. 비정형 마른 다시마(K사), 옥배유(D사) 및 식염(S사)은 2018년 4월에 인터넷 쇼핑몰을 통하여 구입하여 사용하였고, 오징어 껍질은 경상북도 포항시 소재 W사에서 2018년 4월에 구입하여 사용하였으며, 레몬즙(P사)은 2018년 8월에 경상남도 통영시 소재 I마트에서 구입하여 사용하였다.

문어 자숙수 농축물 및 이를 활용한 조미김의 제조

문어 자숙수 농축물은 두족류의 향과 맛의 개선을 목적으로 문어 자숙수에 오징어 껍질(0-3.0%, w/w) 및 비정형 다시마(0-3.0%, w/w)를 첨가한 다음, 100±3°C로 조정된 스팀자숙기에 넣어 brix 10°까지 농축한 후 여과하여 제조하였고, 염미 부여를 위하여 여과액에 대하여 20% (w/v)의 식염을, 문어취의 개선을 위하여 1% (w/v)의 레몬즙을 첨가하여 제조하였다. 이 때 농축조건의 구명을 위한 농축액은 brix 10°까지 농축한 것을 시료로 하였고, 문어 조미김의 제조를 위하여 사용한 농축액은 최종적으로 식염과 레몬즙을 첨가한 것으로 하였다. 문어 조미김은 마른김에 대하여 5% (w/w) 마른김 농축액을 툴러에 흘려 조미 후 1차 구이(220±3°C에서 7초)와 2차 구이(290±3°C에서 3초)를 연속적으로 실시한 다음 기름을 도포[옥배유(27.0%, w/w, 마른김 기준)]하고, 최종 구이를 마무리하면서 고온에서 구이를 실시하는 3차 구이의 조건 설정을 위하여 300-380°C에서 5-11초 동안 실시하여 제조하였다.

중심합성계획

문어 조미김용 문어 자숙수 농축액은 독립변수인 오징어 껍질[0.0-3.0% (w/w)] 및 다시마의 첨가량[0.0-3.0% (w/w)]을,

문어 조미김은 독립변수인 구이온도(300-380°C)와 구이시간(5-11초)을 Table 1에 제시한 바와 같이 중심합성계획(central composite design)에 따라 모두 5단계로 부호화하여 11개의 시료구를 각각 Table 2 및 Table 3에 제시하였고, 이들을 각각 무작위적으로 제조한 다음 시료로 하여 실험을 진행하였다. 이 때 위에서 언급한 2개의 독립변수 범위와 center point value들은 예비실험의 결과를 토대로 선정하였다.

회귀분석

문어 자숙수 농축액 제조를 위한 종속변수는 오징어 껍질과 다시마 첨가량에 따른 맛성분과 냄새강도 변화를 확인하기 위하여 아미노질소 함량, 냄새강도, 관능 패널들의 종합기호도로 하였고, 문어 조미김의 제조를 위한 종속변수는 구이온도와 구이시간에 따른 바삭거림성과 탄정도를 수분활성도, 냄새강도(탄 정도) 및 관능 패널들의 종합적 기호도로 하였으며, 이들의 데이터는 문어 자숙수 농축액의 제조와 문어 조미김의 제조를 위한 회귀분석용 자료로 활용하였다. 한편, 문어 조미김용 문어 자숙수 농축액의 최적 오징어 껍질 및 다시마의 첨가량과 문어

조미김 제조용 구이조건(구이온도 및 시간)에 대한 최적점의 예측 및 확인은 Kim et al. (2010)이 언급한 방법에 따라 MINITAB 통계프로그램(MINITAB Ver. 18, MINITAB, Pennsylvania, USA)을 이용하였다. 즉, 중심합성계획에 따라 5단계로 부호화하여 무작위적으로 제조한 11개 시료구의 실험 결과를 토대로 독립변수와 종속변수 상호 간의 관계에 따라 제시되는 반응표면 회귀 계수 및 분산 분석 결과를 토대로 모델(Model), 1차항(Linear), 2차항(Quadratic), 교차항(Cross-product) 및 적합성 결여도(lack of fit) 각각의 유의성(P-value)에 대한 인정(P<0.05) 여부를 확인하였고, 이들 결과값에 대하여 최종적으로 결정계수(R²)를 확인하여 최적조건을 산출하였다. 또한, 이를 근거로 하여 독립변수 및 종속변수의 설계 모형의 적합성은 반응 최적화 도구를 이용하여 종속변수에 대한 각각의 목표값(target value)을 설정하여 확인하였고, 이와 같이 프로그램에서 산출된 부호값(coded value)을 환산하여 얻은 실제값(actual value)을 토대로 예측치(predicted value)와 실제 실험을 통한 실험치(experimental value)를 비교, 분석하여 나타내었다.

Table 1. Experimental range and value of independent variables in the central composite design for concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent with squid *Todarodes pacificus* skin and non-formed sea tangle *Saccharina japonica*, and roasting seasoned Laver *Pyropia yezoensis*

Independent	Symbol	Range and levels					
		-1.414	-1	0	+1	+1.414	
Mixing condition of concentrates	Squid skin (w/w, %)	X_1	0.0	0.4	1.5	2.6	3.0
	Non-formed sea tangle (w/w, %)	X_2	0.0	0.4	1.5	2.6	3.0
Roasting condition	Roasting temp. (°C)	X_1	300	312	340	368	380
	Roasting time (sec)	X_2	5	6	8	10	11

Table 2. Central composite design and responses of the dependent variables for concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent with squid *Todarodes pacificus* skin and non-formed sea tangle *Saccharina japonica*

Run No.	Coded value ¹		Uncoded value		Response ²			
	X_1	X_2	X_1	X_2	Y_1	Y_2	Y_3	
Fractional portion	1	-1	-1	0.4	0.4	154	109.5	6.9
	2	+1	-1	2.6	0.4	200	139.0	6.3
	3	-1	+1	0.4	2.6	196	140.7	6.5
	4	+1	+1	2.6	2.6	254	169.9	3.8
Star portion	5	-1.414	0	0.0	1.5	177	122.0	7.6
	6	+1.414	0	3.0	1.5	234	155.6	5.6
	7	0	-1.414	1.5	0.0	167	123.0	7.8
	8	0	+1.414	1.5	3.0	229	155.8	5.1
Central portion	9	0	0	1.5	1.5	201	135.6	7.3
	10	0	0	1.5	1.5	200	135.2	7.3
	11	0	0	1.5	1.5	203	133.5	7.5

¹ X_1 (Squid skin, %, w/w), X_2 (Non- formed sea tangle, %, w/w). ² Y_1 (Odor intensity, level), Y_2 (Amino-N content, mg/100 g), Y_3 (Sensory overall acceptance, score).

그래프 도식화

독립변수와 종속변수 간의 관계를 나타내는 그래프는 위의 회귀분석 결과에서 도출된 회귀방정식 결과인 상수, 1차항, 2차항 및 교차항의 값을 각각 MAPLE software (MAPLE Ver.12, Maple Soft, Waterloo, Canada)에 대입하여 산출된 3차원 그래프를 나타냈으며, 그래프를 구성하는 식은 다음과 같다.

$$Y_i = A_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + A_3 X_1^2 + A_4 X_2^2 + A_5 X_1 X_2$$

여기서 Y_n 은 종속변수, X_1, X_2 는 독립변수, A_0 는 상수, A_n 은 회귀계수이다.

수분활성도

수분활성은 분쇄한 조미김을 검체로 하여 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 조정된 실내에서 Thermoconstanter (Axair AG 8808, Novasina Co., Switzerland)로 측정하였다

아미노질소

아미노질소는 식품공전(MFDS, 2018)에서 언급한 홀몰적정법(Sørensen법)으로 실시하였다.

냄새강도

조미김의 냄새강도(탄 정도)는 Kang et al. (2014)이 언급한 방법에 전자코(Odor concentration meter, XP-329R, New Cosmos Electric Co. Ltd., Japan)로 측정하였다. 즉, 조미김의 냄새강도를 측정하기 위하여 코니칼 튜브(50 mL conical tube, 30×150 mm, SPL Life Science Co. Ltd., Korea)에 대조구인 시판 조미김과 문어 조미김 분쇄물의 약 10 g을 각각 넣고, 여기에 냄새강도기의 흡입구도 넣은 다음, 냄새가 휘발되지 않게 파라필름(parafilm)으로 밀봉하여 냄새강도를 측정하였다. 이

때 냄새강도기의 mode는 batch로 설정하였고, 단위는 냄새강도(level)로 나타내었다.

패널에 의한 종합기호도

문어 조미김에 대한 관능평가는 조미액과 조미김의 특성에 잘 훈련된 panel member 12인(20-30대, 남자 5인, 여자 7인)을 대상으로 하여 문어 자숙수 농축액의 제조조건의 경우 보통을 5점으로 하고, 이보다 풍미(맛, 향 및 색)가 좋을수록 높은 점수로 달리하여 6-9점을, 이보다 나쁠수록 낮은 점수로 달리하여 4-1점으로 하여, 조미김 구이 조건의 경우 종합적 기호도(바삭거림성과 맛, 색 등을 종합적으로 고려)를 시판 조미김(G사)에 대하여 기준점인 5점으로 하고, 이보다 우수한 경우 6-9점, 이보다 열악한 경우 1-4점으로 하는 9단계 평점법으로 평가하였다.

통계처리

본 실험 결과에 대한 데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 10.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

문어 자숙수 농축물의 제조를 위한 배합조건 최적화

문어 조미김용 문어 자숙수 농축물의 배합조건 최적화(문어 자숙액, 오징어 껍질량 및 다시마량)를 위하여 중심합성계획(central composite design)에 따라 제시한 11구의 시료구를 무작위적으로 제조한 다음 이들의 종속변수(Y_1 , 냄새강도; Y_2 , 아미노질소; Y_3 , 종합기호도)를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 이들 독립변수와 종속변수와의 관계를 Maple software를 사용하

Table 3. Central composite design and responses of the dependent variables for roasting seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent

Run No.	Coded value ¹		Uncoded value		Response ²			
	X_1	X_2	X_1	X_2	Y_1	Y_2	Y_3	
Fractional portion	1	-1	312	6	102	0.27	3.5	
	2	+1	368	6	146	0.19	6.2	
	3	-1	312	10	125	0.21	5.8	
	4	+1	368	10	300	0.14	3.6	
Star portion	5	-1.414	300	8	122	0.29	5.2	
	6	+1.414	380	8	288	0.16	5.2	
	7	0	-1.414	340	5	135	0.25	5.0
	8	0	+1.414	340	11	180	0.18	6.4
Central portion	9	0	340	8	148	0.23	7.8	
	10	0	340	8	146	0.21	7.8	
	11	0	340	8	146	0.21	8.5	

¹ X_1 (Roasting temperature, °C), X_2 (Roasting time, sec). ² Y_1 (Burnt degree, level), Y_2 (Water activity), Y_3 (Sensory overall acceptance, score).

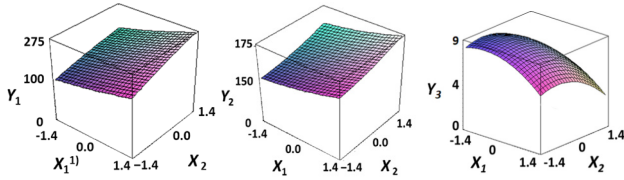


Fig. 1. Response surface plots for concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent with squid *Todarodes pacificus* skin and non-formed sea tangle *Saccharina japonica* based on Y_1 (Odor intensity, level), Y_2 (Amino-N content, mg/100 g), Y_3 (Sensory overall acceptance, score). X_1 (Squid skin, %, w/w), X_2 (Non- formed sea tangle, %, w/w).

여 각각 3차원으로 도식화한 결과는 Fig. 1과 같다. 문어 자숙수 농축물의 냄새강도(Y_1)와 아미노질소 함량(Y_2)에 대한 2종의 독립변수는 모두 계속적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 그 폭이 커서 두 독립변수 모두가 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 문어 자숙수 농축물의 종합기호도(Y_3)는 X_1 및 X_2 의 경우 -1.414에서 각각 -0.15 및 -0.25로 이동할수록 증가하였다가 이후 계속적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

MINITAB 통계 프로그램의 RSREG로 살펴본 오징어 껍질 및 다시마의 양을 각각 달리한 문어 자숙수 농축물의 냄새강도(Y_1), 아미노질소 함량(Y_2) 및 종합기호도(Y_3)에 대한 일차항, 이차항 및 교차항과 같은 여러 가지 2차 회귀 방정식의 계수들과 이들의 유의성을 살펴본 결과는 Table 4와 같다.

일반적으로 MINITAB program의 RSREG로 작성한 2차 회귀방정식 즉, 반응모형방정식은 구성 항의 유의성을 고려하지 않는 경우 다양한 항을 구성하고 있어 유의성이 인정되는 항만으로 정리를 할 필요가 있다(Kim et al., 2010). 따라서 MINITAB program의 RSREG로 분석한 데이터를 활용하여 최적의 오징어 껍질과 다시마를 첨가한 문어 자숙수 농축물의 냄새강도(Y_1), 아미노질소 함량(Y_2) 및 종합기호도(Y_3)에 대한 반응모형방정식의 간결화를 목적으로 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성은 인정($P < 0.05$)되는 항이 냄새강도(Y_1)와 아미노질

소 함량(Y_2)의 경우 모두 일차항인 X_1 , X_2 와 같은 2종의 항뿐이었고, 종합기호도(Y_3)의 경우 일차항인 X_1 , X_2 , 이차항인 X_1^2 , X_2^2 과 같은 4종의 항이었으며, 나머지 항들의 경우 모두 유의성이 인정되지 않았다.

문어 자숙수 농축물의 제조를 위한 간결 반응모형방정식의 독립변수와 종속변수 간의 상관관계를 ANOVA분석으로 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 문어 자숙수 농축물 제조용 오징어 껍질 및 다시마 첨가량의 최적화를 위한 반응모형방정식은 냄새강도(Y_1)와 아미노질소 함량(Y_2)의 경우 일차항만이 유의성이 인정되었고($P < 0.05$), 종합기호도(Y_3)의 경우 일차항 및 이차항의 유의성이 모두 인정되었다($P < 0.05$). 문어 자숙수 농축물 제조용 오징어 껍질 및 다시마량의 최적화를 위한 냄새강도(Y_1)와 아미노질소 함량(Y_2)에 대한 반응모형방정식 모델의 적합성 여부를 나타내는 적합 결여 검증은 P value가 각각 0.083 및 0.074로 0.05보다 높았고, 결정계수(R^2)가 각각 0.981 및 0.967로서 1에 가까우며, model의 P value가 모두 0.05보다 낮아 설계 모형이 적합한 것으로 나타났다. 종합기호도(Y_3)의 적합 결여 검증은 P value가 0.040으로 0.05보다 낮아 설계 모형이 완전하지는 않으나, 결정계수(R^2)가 0.870으로 1에 가까우며 model 값이 0.005로 0.05보다 낮아 설계 모형이 적합한 것으로 나타났다(Zhou and Regenstein, 2004).

한편, 문어 자숙수 농축물은 오징어 껍질과 다시마의 첨가량이 높은 경우 냄새강도 및 맛성분 추출율이 높으나, 과도한 경우 수산물 특유의 이취, 비린내와 쓴맛 증가, 단가 상승 등으로 구매를 기피할 우려가 있다. 이러한 일면을 고려하여 문어 자숙수 농축액을 제조하고자 하는 경우 냄새강도 및 아미노질소 함량은 높으나, 이취와 비린내가 적게 생성되어야 하며, 첨가량 증가에 따른 적정 단가를 설정하여야 한다. 이러한 일면을 고려하여 문어 조미김용 문어 자숙수 농축물을 제조하고자 하는 경우 냄새강도, 아미노질소 함량 및 종합기호도는 높지만 이취 및 비린내가 생기지 않을 정도의 적정량, 그리고 적정 단가를 고려한 범위가 되어야 한다. 따라서, 문어 조미김용 문어 자숙수 농축물의 냄새강도(Y_1), 아미노질소 함량(Y_2) 및 종합기호도(Y_3)

Table 4. Estimated coefficients and P-values on the linear (X_1 and X_2), quadratic (X_1X_1 and X_2X_2) and interaction terms (X_1X_2) of the fitted quadratic polynomial equation for different responses based on t-statistic

	Y_1		Y_2		Y_3	
	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value
Intercept	201.33	0.000	134.77	0.000	7.37	0.000
X_1	23.08	0.000	13.28	0.000	-0.77	0.005
X_2	22.96	0.000	13.56	0.000	-0.84	0.003
X_1X_1	1.90	0.320	2.19	0.161	-0.55	0.034
X_2X_2	-1.85	0.328	2.49	0.120	-0.62	0.022
X_1X_2	3.00	0.200	-0.08	0.964	-0.53	0.066

1X_1 (Squid skin, %, w/w), X_2 (Non- formed sea tangle, %, w/w). 2Y_1 (Odor intensity, level), Y_2 (Amino-N content, mg/100 g), Y_3 (Sensory overall acceptance, score).

의 범위는 시판 조미김을 대조구로 하여 예비실험 결과 기호도가 우수하다고 판단된 값을 참고하여 냄새강도의 경우 100-220 level, 아미노질소 함량의 경우 110-160 mg/100 g으로, 종합기호도의 경우 5-9점으로 설정하였다. 또한 이들을 관능평가한 결과 우수하다고 판단된 제품을 목표값으로 설정하였고, 이 때 목표값은 냄새강도의 경우 125.0 level, 아미노질소 함량의 경우 114.5 mg/100 g, 종합기호도의 경우 최대값인 9점으로 하였다.

이러한 일면에서 오징어 껍질과 다시마의 첨가량을 달리한 문어 자숙수 농축물의 냄새강도, 아미노질소 함량과 종합기호도

Table 5. Analysis of variance (ANOVA) for response of dependent variables for concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent with squid *Todarodes pacificus* skin and non-formed sea tangle *Saccharina japonica*

Response	Sources	DF	SS	MS	F-value	P-value	
Y ₁	Model		58569.72	1713.94	103.46	0.000	
	Linear		27477.46	4238.73	255.88	0.000	
	Square	2	56.25	28.13	1.70	0.274	
	Cross-product	1	36.00	36.00	2.17	0.200	
	Residual	5	82.83	16.57	-	-	
	Lack of fit	3	78.16	26.05	11.17	0.083	
	Pure error	2	4.67	2.33	-	-	
	Total	10	8652.55	-	-	-	
Y ₂	Model		52929.41	585.88	58.71	0.000	
	Linear		22881.43	1440.71	144.38	0.000	
	Square	2	47.96	23.98	2.40	0.186	
	Cross-product	1	0.02	0.02	0.00	0.964	
	Residual	5	49.89	9.98	-	-	
	Lack of fit	3	47.41	15.80	12.71	0.074	
	Pure error	2	2.49	1.24	-	-	
	Total	10	2979.31	-	-	-	
Y ₃	Model		5	14.43	2.89	14.36	0.005
	Linear		2	10.34	5.17	25.72	0.002
	Square	2	2.99	1.50	7.44	0.032	
	Cross-product	1	1.10	1.10	5.49	0.066	
	Residual	5	1.00	0.20	-	-	
	Lack of fit	3	0.98	0.33	24.46	0.040	
	Pure error	2	0.027	0.01	-	-	
	Total	10	15.44	-	-	-	

¹Y₁(Odor intensity, level), Y₂(Amino-N content, mg/100 g), Y₃ (Sensory overall acceptance, score).

의 각각과 이들을 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 앞에서 언급한 조건을 설정한 다음 MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적조건 예측치는 Table 6과 같다. 문어 자숙수 농축물 제조용 오징어 껍질과 다시마의 첨가량에 대한 목표값을 고려한 최적값은 냄새강도의 경우 부호값이 각각 -0.84 및 -0.98이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.58% (w/w) 및 0.42% (w/w)이었으며, 아미노질소 함량(Y₂)의 경우 부호값이 각각 -0.81 및 -0.99이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.61% (w/w) 및 0.53% (w/w)이었으며, 종합기호도(Y₃)의 경우 부호값이 각각 -0.98 및 -0.88이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.42% (w/w) 및 0.53% (w/w)이었다. 위에서 언급한 처리조건(최적 오징어 껍질 첨가량 및 다시마 첨가량)에 따른 문어 자숙수 농축물의 냄새강도, 아미노질소 함량 및 종합기호도를 동시에 충족하는 오징어 껍질 및 다시마 첨가량의 부호값은 각각 -0.88 및 -0.93이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 0.53% (w/w) 및 0.48% (w/w)이었다.

이들 최적조건(오징어 껍질 0.5% 및 다시마 첨가량 0.5%)을 적용하여 제조한 문어 자숙수 농축물의 냄새강도, 아미노 질소 함량 및 종합기호도는 예측값의 경우 각각 162.0 level, 114.5 mg/100 g 및 7.4점이었고, 실제 측정 결과값의 경우 각각 166.0±8.0 level, 117.9±4.3 mg/100 g 및 7.8±0.6점이었다 (Table 7). 이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면 모델은 문어 자숙수 농축물의 향미 개선을 위한 첨가량 조건(오징어 껍

Table 6. Each and multiple response optimizations for concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent with squid *Todarodes pacificus* skin and non-formed sea tangle *Saccharina japonica*

Response	Value	X ₁ ¹	X ₂
Y ₁ ²	Target	125.0	125.0
	Coded	-0.84	-0.98
	Actual	0.58	0.42
Y ₂	Target	114.5	114.5
	Coded	-0.81	-0.99
	Actual	0.61	0.41
Y ₃	Target	Max	Max
	Coded	-0.98	-0.88
	Actual	0.42	0.53
Multiple	Target	-0.88	-0.93
	Coded	0.53	0.48

¹X₁ (Squid skin, %, w/w), X₂ (Non-formed sea tangle, %, w/w).
²Y₁ (Odor intensity, level), Y₂ (Amino-N content, mg/100 g), Y₃ (Sensory overall acceptance, score).

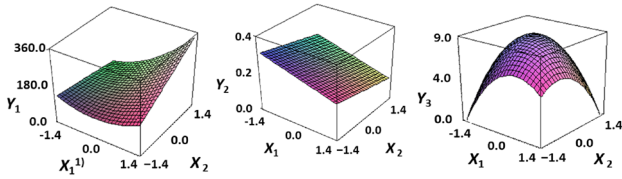


Fig. 2. Response surface plots for preparation of seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent based on Y_1 (Burnt odor intensity, level), Y_2 (Water activity), Y_3 (Sensory overall acceptance, score). ¹ X_1 (Roasted temp., °C), X_2 (Roasted time, sec).

질 및 다시마)이 최적 모델이라 판단되었다.

문어 조미김 제조를 위한 구이조건의 최적화

문어 조미김의 구이공정 최적화(구이온도 및 구이시간)를 위하여 중심합성계획에 따라 제시한 11구의 시료구를 무작위적으로 제조한 다음 이들의 종속변수[Y_1 , 냄새강도(탄 정도); Y_2 , 수분활성도; Y_3 , 종합기호도]를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 이들 독립변수와 종속변수와의 관계를 Maple software로 각각 3차원 도식화한 결과는 Fig. 2와 같다. 문어 조미김의 종속변수는 X_1 및 X_2 가 모두 -1.414에서 +1.414로 이동할수록 냄새강도(탄정도, Y_1)의 경우 증가하는 경향을, 수분활성도(Y_2)의 경우 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고, 문어 조미김의 종합기호

도(Y_3)는 X_1 및 X_2 가 모두 -1.414에서 0까지 증가한 후 다시 감소하는 경향을 나타내었다.

MINITAB 통계 프로그램의 RSREG로 살펴본 구이온도 및 구이시간을 달리한 문어 조미김의 냄새강도(탄정도, Y_1), 수분활성도(Y_2) 및 종합기호도(Y_3)에 대한 일차항, 이차항 및 교차항과 같은 여러 가지 2차 회귀 방정식의 계수들과 이들의 유의성을 살펴본 결과는 Table 8과 같다.

MINITAB program의 RSREG로 분석한 데이터를 활용하여 최적의 구이온도 및 구이시간을 달리한 문어 조미김의 냄새강도(탄정도, Y_1), 수분활성도(Y_2) 및 종합기호도(Y_3)에 대한 반응모형방정식의 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성은 인정($P<0.05$)되는 항의 경우 냄새강도(탄정도, Y_1)가 일차항인 X_1 , X_2 이차항인 X_1^2 및 교차항인 X_1X_2 와 같은 4종의 항, 수분활성도(Y_2)가 일차항인 X_1 , X_2 와 같은 2종의 항, 종합기호도(Y_3)가 이차항인 X_1^2 , X_2^2 , 교차항인 X_1X_2 와 같은 3종의 항이었고, 나머지 항들의 경우 모두 유의성이 인정되지 않았다.

문어 조미김의 제조를 위한 간결 반응모형방정식의 독립변수와 종속변수 간의 상관관계를 ANOVA분석으로 살펴본 결과는 Table 9와 같다. 구이온도 및 구이시간을 달리한 문어 조미김의 최적화를 위한 반응모형방정식은 냄새강도(탄정도, Y_1)의 경우 일차항과 교차항의 유의성이 인정되었고($P<0.05$), 수분활성도(Y_2)의 경우 일차항만이 유의성이 인정되었으며($P<0.05$), 종합기호도(Y_3)의 경우 이차항과 교차항의 유의성이 인정되었다($P<0.05$). 문어 조미김의 구이온도 및 구이시간에 따른 냄새강도(탄정도, Y_1)에 대한 반응모형방정식 모델의 적합 결여 검증은 P value가 0.002로 0.05보다 낮으나, 결정계수(R^2)가 각각 0.908로서 1에 가까우며, model의 P value가 0.05보다 낮아 설계 모형이 적합한 것으로 나타났다(Zhou and Regenstein, 2004). 문어 조미김의 구이온도 및 구이시간에 따른 수분활성도(Y_2) 및 종합기호도(Y_3)에 대한 적합 결여 검증은 P value가 각각 0.360 및 0.244로 모두 0.05보다 높았고, 결정계수(R^2)도 각각 0.899 및 0.859로서 높았으며, model의 P value 값도 각각 0.003 및 0.007로 0.05보다 낮아 설계 모형이 적합한 것으로 나

Table 7. Predicted and experimental values on dependent variables of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent with squid *Todarodes pacificus* skin and non-formed sea tangle *Saccharina japonica* concentrated under multiple response optimum condition

Response	Value	
	Predicted	Experimental
Y_1 (Odor intensity, level)	162.0 ^a	166.0±8.0 ^a
Y_2 (Amino-N content, mg/100 g)	114.5 ^a	117.9±4.3 ^a
Y_3 (Sensory overall acceptance, score)	7.4 ^a	7.8±0.6 ^a

Table 8. Estimated coefficients and P-values on the linear (X_1 and X_2), quadratic (X_1X_1 and X_2X_2) and interaction terms (X_1X_2) of the fitted quadratic polynomial equation for different responses in processing condition optimization of seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent based on t-statistic

Response	Y_1^2		Y_2		Y_3	
	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value
Intercept	146.67	0.000	0.22	0.000	8.03	0.000
X_1^1	56.72	0.000	-0.04	0.000	0.06	0.787
X_2	30.08	0.008	-0.03	0.004	0.02	0.382
X_1X_1	25.92	0.027	0.00	0.974	-1.59	0.002
X_2X_2	2.17	0.806	-0.01	0.429	-1.34	0.004
X_1X_2	32.75	0.022	0.00	0.743	-1.23	0.011

¹ X_1 (Roasted temp., °C), X_2 (Roasted time, sec). ² Y_1 (Burnt odor intensity, level), Y_2 (Water activity), Y_3 (Sensory overall acceptance, score).

타났다(Zhou and Regenstien, 2004).

한편, 구이온도와 구이시간을 달리한 문어 조미김은 높은 구이온도와 긴 구이시간으로 제조할 경우 영양소 손실 및 김이 탈수가 있고, 낮은 구이온도와 짧은 구이시간으로 제조할 경우 비린내(해조취 및 문어 농축액)가 많이 나고, 바스락거림성이 떨어질 수가 있다. 이러한 일면을 고려할 때 최적의 문어 조미김을 제조하고자 하는 경우 적정 구이온도 및 구이시간으로 적용하여, 소비자들이 만족할 수 있게 제조되어야 한다. 소비자 기호도를 고려한 문어 조미김의 구이온도 및 구이시간의 적정 적용범위는 냄새강도(탄정도, Y_1) 및 수분활성도(Y_2)의 경우 시판 조미김들 4종과 문어 조미김 구이 예비실험 결과값을 통해 결정하였고, 이들의 값은 각각 100.0-200.0 level 범위 및 0.1-0.3 범위로 설정하였으며, 목표값은 예비실험 결과 기호성이 뛰어난 제품을 참고하여 각각 150.0 level 및 0.2으로 하였다. 종합기호도

(Y_3)는 아주 우수한 경우 6-9점, 보통 5점, 아주 열악한 경우 1-4점으로 평가하였으며, 범위와 목표값은 각각 5-9점, 최대값(9점)으로 하였다. 이러한 일면에서 구이온도 및 구이시간을 달리한 문어 조미김에 대한 냄새강도(탄정도, Y_1), 수분활성도(Y_2) 및 종합기호도(Y_3)의 각각과 이들을 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 Table 3의 결과치를 이용하면서 앞에서 언급한 조건을 설정한 다음 MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적조건 예측치를 Table 10에 나타내었다.

문어 조미김의 냄새강도 목표값을 고려한 최적값은 구이온도 및 구이시간의 경우 부호값이 각각 0.00 및 0.11이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 340.0°C 및 8.2초이었으며, 이들 조건에서 제조된 제품의 예측치는 148.4 level이었다.

문어 조미김 제품의 수분활성도의 목표값을 고려한 최적값은

Table 9. Analysis of variance (ANOVA) for response of dependent variables for preparation of seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent

Independent	Sources	DF	SS	MS	F-value	P-value
Y_1	Model	5	41242.9	8248.6	20.85	0.002
	Linear	2	32975.6	16487.8	41.68	0.001
	Quadratic	2	3977.0	1988.5	5.03	0.064
	Cross-product	1	4290.2	4290.2	10.84	0.022
	Residual	5	1978.0	395.6		
	Lack of fit	3	1975.4	658.5	493.84	0.002
	Pure error	2	2.7	1.3		
	Total	10	43220.9			
Y_2	Model	5	0.02	0.00	18.87	0.003
	Linear	2	0.02	0.01	46.73	0.001
	Quadratic	2	0.00	0.00	0.40	0.693
	Cross-product	1	0.00	0.00	0.12	0.743
	Residual	5	0.00	0.00		
	Lack of fit	3	0.00	0.00	1.93	0.360
	Pure error	2	0.00	0.00		
	Total	10	0.02			
Y_3	Model	5	25.25	5.05	13.16	0.007
	Linear	2	0.38	0.19	0.50	0.634
	Quadratic	2	18.86	9.43	24.58	0.003
	Cross-product	1	6.00	4.00	15.64	0.011
	Residual	5	1.92	0.38		
	Lack of fit	3	1.59	0.53	3.25	0.244
	Pure error	2	0.33	0.16		
	Total	10	27.17			

¹ Y_1 (Burnt odor intensity, level), Y_2 (Water activity), Y_3 (Sensory overall acceptance, score).

Table 10. Each and multiple response optimizations for preparation of seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent

Response	Value	X_1^1	X_2
Y_1^2	Target	150.0	150.0
	Coded	0.00	0.11
	Actual	340.0	8.2
Y_2	Target	0.2	0.2
	Coded	0.00	0.57
	Actual	340.0	9.1
Y_3	Target	Max	Max
	Coded	0.00	0.00
	Actual	340.0	8.0
Multiple	Target	0.14	0.20
	Coded	343.9	8.4

¹ X_1 (Roasted temp., °C), X_2 (Roasted time, sec). ² Y_1 (Burnt odor intensity, level), Y_2 (Water activity), Y_3 (Sensory overall acceptance, score).

Table 11. Predicted and experimental values on dependent variables of seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent prepared under multiple response optimum condition

Response	Value	
	Predicted	Experimental
Y_1 (Burnt odor intensity, level)	148.4 ^a	155.3±5.4 ^a
Y_2 (Water activity)	0.2 ^a	0.2±0.0 ^a
Y_3 (Sensory overall acceptance, score)	8.0 ^a	8.2±0.5 ^a

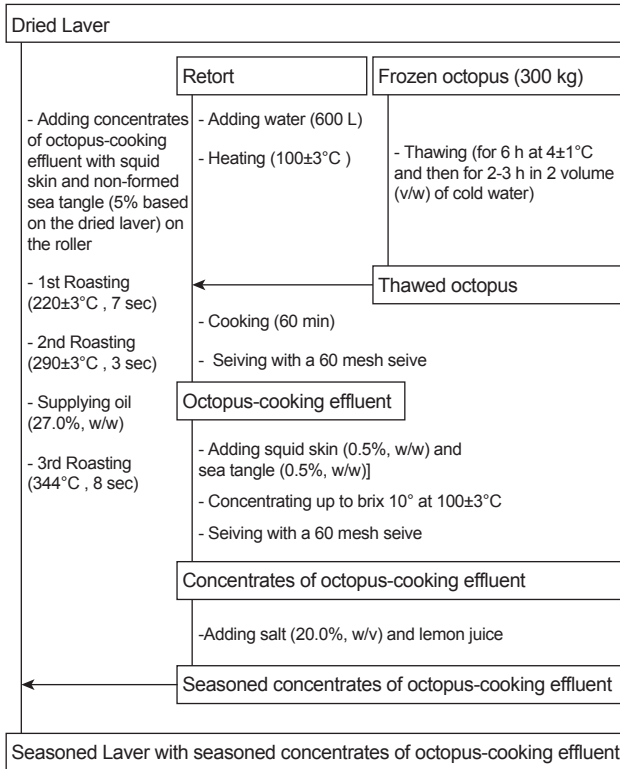


Fig. 3. Optimum procedure for processing seasoned Laver *Pyropia yezoensis* with seasoned octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent.

구이온도 및 구이시간의 경우 부호값이 각각 0.00 및 0.57이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 340.0°C 및 8.9초였으며, 이들 조건에서 제조된 제품의 예측치는 0.2이었다. 문어 조미김의 종합기호도에 대한 목표값을 고려한 최적값은 구이온도 및 구이시간의 경우 부호값이 모두 0.00이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 340.0°C 및 8.0초였으며, 이들 조건에서 제조된 제품의 예측치는 7.6점이었다.

문어 조미김의 냄새강도, 수분활성도 및 종합기호도를 모두 충족할 수 있는 최적 구이온도 및 구이시간의 부호값은 각각 0.14 및 0.20이었고, 이를 실제값으로 환산하는 경우 각각 343.9°C 및 8.4초이였으며, 이들 조건에서 제조된 제품의 냄새강도, 수분활성도 및 종합기호도에 대한 예측치는 각각 148.4 level, 0.2 및 8.0점이었다. 이들 최적 조건을 적용하여 제조한 문어 조미김의 냄새강도(탄정도), 수분활성도 및 종합기호도는 각각 155.3 ± 5.4 level, 0.220 ± 0.01 및 8.2 ± 0.5 점이었다 (Table 11). 따라서, 문어 조미김의 제조를 위한 최적 구이온도와 시간으로 제조한 제품의 냄새강도(탄정도), 수분활성도 및 종합기호도는 예측치와 실측치 간에 유의적인 차이가 인정되지 않았다($P > 0.05$). 이상의 결과로 미루어 보아 반응표면 모델은 문어 조미김의 제조를 위한 구이온도 및 구이시간의 최적 모

델이라 판단되었다.

문어 조미김의 최적 제조공정 표준화

이상에서 검토한 풍미부여를 위한 부원료 첨가조건, 바스락거림성의 개선을 위한 구이조건의 결과로부터 문어 조미김의 최적 가공조건을 정립한 결과는 Fig. 3과 같다. 문어 조미김용 문어 자숙수는 스팀자숙기에 물 600 L를 가하고, $100 \pm 3^\circ\text{C}$ 로 끓인 다음, 여기에 유수해동 시킨 문어[냉동 문어(300 kg)를 저온실($4 \pm 1^\circ\text{C}$)에서 6시간 방치시킨 다음 2-3시간 동안 유수해동]를 60분 동안 열처리하여 얻었다. 이어서, 조미 문어 자숙수 농축물은 농축액에 풍미를 부여하기 위해 농축물에 대하여 오징어 껍질과 비정형 다시마의 경우 각각 0/5% (w/v)를 첨가한 다음, $100 \pm 3^\circ\text{C}$ 로 조정된 스팀자숙기에 넣어 brix 10°까지 농축하여 제조하고, 염미 부여를 위하여 식염의 경우 20% (w/v)를, 문어취의 개선을 위하여 레몬즙의 경우 1% (w/v)를 첨가하여 제조하였다.

문어 조미김은 마른 김에 문어 자숙수 농축물의 경우 5% (v/w)를 몰러에 흘려 조미 후 1차 구이($220 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 7초)와 2차 구이($290 \pm 3^\circ\text{C}$ 에서 3초)를 실시하고, 이어서 기름 도포[옥배유 (27.0%, w/v)] 및 3차 구이(344°C , 8초)하여 제조하였다.

사 사

이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(해양별 특성을 고려한 전통 수산가공식품 개발 및 상품화).

References

Admassu H, Abera T, Abraha B, Yang R and Zhao W. 2018. Proximate, mineral and amino acid composition of dried laver (*Porphyra* spp.) seaweed. *J Acad Ind Res* 6, 149-154.

Cho SM, Kim BM, Han KJ, Seo HY, Han YN, Yang EH and Kim DS. 2009. Chemical engineering. In : Current Status of the Domestic Processed Laver Market and Manufactures. Food Science and Industry, Seoul, Korea, 57-70.

Chung HK, Choi CS, Lee JH, Jang MJ and Kang MH. 2003. Oxidative stability of the pine needle extracted oils and sensory evaluation of savored laver made by extracted oils. *J Kor Soc Food Culture* 18, 89-95.

Dawczynski C, Schubert R and Jahreis G. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fiber in edible seaweed products. *Food Chem* 103, 891-899.

Hwang YI, Kim JG and Kwon SC. 2017. A study on physical risk and chemical risk analysis of seasoned laver. *JAIR* 18, 620-626.

Hong YS, Ryu GY and Kim KS. 2014. Analysis of radiation induced hydrocarbons by electron-beam irradiation in dried squid (*Todarodes pacificus*) and octopus (*Paroctopus dofle-*

- ini). Korean J Food Preserv 21, 381-387.
- Jeon YS, Kang MH and Choi MK. 2015. Manufacture and storage characteristics of onion seasoned laver. J East Asian Soc Dietary Life 25, 146-152.
- Jeon YS, Park SJ, Choi MK and Kang MH. 2008. Oxidation stability of lavers made with garlic-salt and their characteristics during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 37, 83-89. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.1.83>.
- Kang MJ, Lee HT and Kim JY. 2015. Hazard analysis, determination of critical control points, and establishment of critical limits for seasoned laver. Culi Sci Hos Res 21, 1-10.
- Kang SI, Kim KH, Lee JK, Kim YJ, Park SJ, Kim MW, Choi BD, Kim DS and Kim JS. 2014. Comparison of the food quality of freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*-cultured in different regions. Korean J Fish Aquat Sci 47, 103-113. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0103>.
- Kim AJ, Yuh CS, Woo KJ, Kang YL, Lim YH, Kim MW and Kim MH. 2005. A study on the sensory evaluation and nutritional analysis of functional laver added with sericulture powder. Korean J Food Culture 20, 416-420.
- Kim HJ, Yoon MS, Park KH, Shin JH, Heu MS and Kim JS. 2010. Processing optimization of gelatin from rockfish skin based on yield. Korean Fish Aquat Sci 13, 1-11.
- Kim KY and Yoon SY. 2013. A study on microbiological risk assessment for the HACCP system construction of seasoned laver. J Environ Health Sci 39, 268-278.
- KOSIS (Korea Statistical Information Service). 2019. Statistics of varieties fishing. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parentId=F#SubCont on Mar 23, 2019.
- Lee JS, Lee MH and Koo JG. 2010. Effects of porphyran and insoluble dietary fiber isolated from laver, *Porphyra yezoensis* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. Korean J Food Nutr 23, 562-569.
- Lim MJ, Kim DW and Seo JC. 2017. Preparation and characterization of PET/PVA-BA/OPP multi-layer films for seasoned-laver packaging. Korean J Packag Sci Tech 23, 9-15.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018. Korean food code. chapter 7. General analytical method. Retrieved from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvlv/foodRvlv.do> on Oct 12, 2018.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2019. Current status of varieties. Retrieved from <https://www.fips.go.kr/p/S020304/#> on Mar 23, 2018.
- National Rural Resources Development Institute. 2007. Food Composition Table. Rural Development Administration, 7th eds. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 329-331.
- Oh HS, Kang KT, Kim HS, Lee JH, Jee SJ, Ha JH, Kim JS and Heu MS. 2007. Food component characteristics of seafood cooking drips. J Korean Soc Food Sci Nutr 36, 595-602. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.5.595>.
- Seo HY and Jung BM. 2007. Comparative study of food components and sensory properties of common *Porphyra yezoensis* and functional *Porphyra yezoensis*. J Korean Soc Food Sci Nutr 36, 1314-1319.
- Yang SJ and Hong JH. 2012. Extraction and physicochemical properties of collagen from squid (*Todarodes pacificus*) skin and Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) skin. Korean J Food Cook Sci 28, 711-719.
- Zhou P and Regenstein JM. 2004. Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin. J Food Sci 69, 393-398.