

IQF 굴(*Crassostrea gigas*) 복합엑스분의 추출 및 풍미개선

황석민¹ · 황영숙 · 남현규 · 이재동 · 류성귀² · 오광수*

경상대학교 해양식품공학과/농업생명과학연구원, ¹창신대학교 외식조리학과, ²송명수산

Flavor Improvement of a Complex Extract from Poor-quality, Individually Quick-frozen Oysters *Crassostrea gigas*

Seok-Min Hwang¹, Young-Suk Hwang, Hyeon-Gyu Nam, Jae-Dong Lee, Seong-Gwi Ryu² and Kwang-Soo Oh^{1*}

Department of Seafood Science and Technology/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

¹Department of Food Service Management and Culinary, Changshin University, Changwon 630-764, Korea

²Songmyung Fisheries Co., Tongyeong 650-934, Korea

To develop an effective use for poor-quality individually quick-frozen (IQF) oysters *Crassostrea gigas* stored for a long period, the extract conditions, quality characteristics, and optimum reaction flavoring (RF) conditions of a complex extract from these IQF oysters were investigated. The moisture, pH, and volatile basic nitrogen contents of IQF oysters stored for 18 months (18M-IQFO) were 77.9%, 6.32, and 17.9 mg/100 g, respectively. Three different kinds of extract were prepared from 18M-IQFO: a hot-water extract (HE), scrap enzymatic hydrolysate (EH), and complex extract (CE). The respective extracts contained 5.5, 8.6, and 6.6% crude protein and 281.7, 366.0, and 343.0 mg/100 g amino nitrogen, and had 811, 359, and 1,170 mL/kg extraction yields. The CE was superior to the traditional HE in terms of the extraction yield, amino-nitrogen content, and organoleptic qualities, except for the odor. To improve flavor via the Maillard reaction, the reaction system used to produce a desirable flavor comprised CE (Brix 30°), 0.4 M glucose, 0.4 M glycine, and 0.4 M cysteine solution (4:2:1:1, v/v). The reaction time and pH were the independent variables, and the sensory scores for baked potato odor, masking shellfish odor, and boiled meat odor were the dependent variables. The surface response methodology (RSM) analysis of the multiple responses optimization gave a reaction time of 120.6 minutes and pH 7.33 at 120°C. The reaction improved the flavor of CE considerably, as compared to that of the unreacted extract.

Key words: *Crassostrea gigas*, IQF oyster, Complex extract, Reaction flavoring, Maillard reaction

서론

최근 들어 국내산 굴(*Crassostrea gigas*)의 수출물량이 *Norovirus* 검출과 FDA 권고사항 미이행 등 대내외적인 요인에 의해 50% 이상 급감한 바 있으며, 현재도 이러한 수출부진 추세가 계속됨에 따라 국내산 굴의 고부가가치 창출을 위한 효율적 활용이 꼭 필요한 실정이다. 특히 개체동결(individually quick frozen, IQF) 굴의 경우도 훈제굴 기름담금통조림과 마찬가지로 수출부진에 따라 재고가 늘어나고 있으며, 1-2년 이상 장기간

동결저장 중인 IQF 굴은 대부분 승화, 변색, 지질산화 등 freeze burn 현상으로 인해 상품 가치를 거의 상실한 상태이므로(Park et al., 2000) 이를 활용할 수 있는 방안이 필요하다. 지금까지 굴의 식품학적 성분특성과 이용, 그리고 굴 가공부산물의 효율적 이용에 대하여 국내외에서 다양한 연구가 수행되어 왔으나(Kang, 2007; Kim, 2003; Kong, 2004; Yoon et al., 2009), 상품 가치를 상실한 IQF 굴의 효율적 활용과 고부가가치를 창출할 수 있는 기술 개발에 관한 연구는 아직 수행되어져 있지 않다.

한편, 근년 들어 식품의 관능적 품질을 좌우하는 풍미 및 조향

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0733>



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.

Kor J Fish Aquat Sci 47(6) 733-739, December 2014

Received 4 November 2014; Revised 13 November 2014; Accepted 19 November 2014

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772, 9144 Fax: +82. 55. 772. 9149

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

(reaction flavoring)에 대한 관심이 높아지고 있으며, 소비자들의 다양한 기호를 충족시키기 위한 풍미증진 기술개발이 요구되고 있다. 수산식품의 경우 수산물 활용에 가장 큰 장애요소인 어취 차폐(masking) 및 조향을 위한 향미 증진기술이 국내에서 일부 연구되어진 바 있으나(Kim, 2004), 대부분 향신료나 한약재 등을 첨가하여 off-flavor를 차폐시키고 있다(Lee et al., 1997; Ryu et al., 1999). 일반적으로 식품 중의 전구물질을 가열하여 생산된 향미를 reaction flavor 라 하며(Manley, 1994), 주요 근간이 되는 기술이 Maillard 반응이다(May, 1991). Maillard 반응은 식품의 가열 및 저장 중에 광범위하게 일어나며, 환원당과 아미노산의 반응을 통해 많은 향미물질과 melanoidin이라는 색소 물질을 생성시키는 반응으로, 이때 pyrazine, pyridine, pyrrole, thiazole, thiophene 및 oxazole과 같은 meat flavor 가 생성된다(Nursten, 1986; Yoon et al., 1994; Ko et al., 1997). 현재 서구를 중심으로 개발되고 있는 meat flavor 계열의 향미소재는 산업적 생산이 가능한 수준까지 이르고 있는데 비해 수산식품은 미진한 편으로 수산물의 어취 차폐 및 부가가치가 높은 풍미소재를 개발한다는 측면에서 이러한 reaction flavor의 도입이 필요하다고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 상품가치를 상실한 장기저장 IQF 굴로부터 풍미계 천연조미료인 굴소스 소재로 사용할 수 있는 복합엑스분의 추출조건 및 품질특성, 그리고 상기 복합엑스분의 고부가가치 풍미소재화를 목적으로 향미를 개선하기 위한 reaction flavoring의 최적화 반응조건 등에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

재료로 사용한 IQF 굴(*Crassostrea gigas*)는 동결저장 기간이 18개월 이상 경과하여 freeze burn 발생(Park et al., 2000) 등 상품가치를 상실한 제품과 동결저장 1개월째의 정상품을 각각 경남 통영시 소재의 대홍물산(주)에서 구입하여 -20℃ 동결고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

IQF 굴 복합엑스분의 조제 및 추출수율

IQF 굴 복합엑스분(이하 복합엑스분)의 조제는 전보(Kim et al., 2013)와 같이 원료 IQF 굴에 원료 중량의 10배량의 물을 가하여 열수 중에서 8시간 동안 열수추출한 열수추출엑스분(hot-water extract, Brix 20°), 열수추출잔사에 대해 3배량의 물과 Flavourzyme (Novo Nordisk Co., Denmark)을 가하여 45℃에서 4시간 효소분해시킨 잔사효소분해엑스분(scrap enzyme hydrolysate, Brix 20°), 그리고, 열수추출엑스분과 잔사효소분해엑스분을 혼합한 것을 복합엑스분(complex extract, Brix 20°)으로 하였다. 추출수율은 원료 1 kg으로 조제한 Brix 20°의 열수추출, 잔사효소분해 및 복합엑스분의 양을 측정하여 원료에 대한 회수량(mL/kg)으로 나타내었다.

일반성분, pH, 염도, 점도, 휘발성염기질소 및 아미노질소

일반성분의 조성은 상법(KSFSN, 2000a)에 따라 수분 함량은 상압가열건조법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조회분 함량은 건식회화법으로 측정하였다. pH는 시료를 균질화한 다음 pH meter (Accumet Basic, Fisher Sci. Co., USA)로 측정하였고, 염도(salinity)는 염도계(460CP, Istek Co., Korea)로 측정하였다. 점도(viscosity)는 상온에서 Spindle No. 3 accessory를 장착한 점도계(Brookfield DV- II -Viscometer, Brookfield Eng. Inc., USA)로 측정하였다. 휘발성염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량확산법(KSFSN, 2000b)으로 측정하였고, 아미노질소(NH₂-N) 함량은 Formol 적정법(Ohara, 1982)으로 측정하였다.

Reaction flavoring

시료 복합엑스분에 일정량의 0.4 M glucose 등의 당용액과 0.4 M glycine 및 cysteine 등의 아미노산 용액을 첨가하여 pH를 조정된 다음 고온고압 반응기(Hoke SS-DOT)에 넣어 가열한 후 생성되는 구수한 향, 어패취 차폐능 및 삶은 쇠고기향 등에 대한 관능적 평가를 통하여 Maillard 반응의 최적화 조건을 구명하였다.

Reaction flavoring의 반응표면분석

Reaction flavoring의 반응온도를 120℃로 고정하고, 중심합성계획에 의해 반응시간 및 반응액의 pH를 독립변수로 설정하여 Maillard 반응을 진행하였다. 실험영역은 -1.414, -1, 0, 1, 1.414로서 5단계 부호화하였고, 이러한 독립변수와 부호를 이용하여 반응표면 실험계획을 중심합성계획에 따라 작성하였다. 반응온도는 삶은 쇠고기향 발현에 매우 중요한 인자로 육을 가열할 때 heterocyclic amine과 같은 발암성 물질이 생성될 수도 있기 때문에 reaction flavor 제조 지침에서 반응온도는 180℃에서 15분 이내 혹은 이보다 낮은 온도에서 장시간으로 제한되어있다(Kim, 2004). 본 연구에서는 180℃보다 훨씬 낮은 120℃로 고정하고 반응을 진행하였다(Kim and Baek, 2003). 반응조건에 대한 실험계획은 fractional factorial design을 사용하였으며, 반응표면 회귀분석을 위해 SAS (Statistical analysis system) program을 사용하였다. 실험계획은 Table 1과 같이 Maillard 반응에서 중요한 독립변수로 고려되는 인자 즉, 반응시간(X₁; 91.72분, 100분, 120분, 140분 및 148.28분),

Table 1. Experimental range and value of the independent variables on the central composite design for reaction flavoring

Independent variable	Factor	Range level				
		-1.414	-1	0	1	1.414
Time (min)	X ₁	91.72	100	120	140	148.28
pH	X ₂	5.586	6	7	8	8.414

반응액의 pH (X_2 ; 5.586, 6, 7, 8 및 8.414)를 -1.414, -1, 0, 1, 1.414의 5단계로 부호화하였다. 즉, 독립변수(X_i)는 중심합성 계획에 따라 Fig. 1과 같이 11구간(요인실험점 4, 축점 4, 중심점 3)으로 설정하여 실험을 진행하였다. 이들 독립변수에 영향을 받는 종속변수(response variable, Y_n) 즉, 반응액에서 발현된 바람직한 향의 관능적 특성인자로서 구수한 향(baked potato odor, Y_1), 어패취 차폐능(masking of shellfish odor, Y_2), 삶은 쇠고기향(boiled meat odor, Y_3)으로 하였으며, 각 조건별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 회귀분석에 사용하였다.

관능검사

굴 엑스분의 맛, 색조, 냄새 등의 관능적 특성에 익숙하도록 훈련된 panel을 구성하여 시료 엑스분의 색조, 맛, 냄새 및 종합적 기호도에 대한 관능적 특성을 5단계 평점법(5점, 매우 좋음; 4점, 좋음; 3점, 보통; 2점, 나쁨; 1점, 매우 나쁨)으로 평가하였다. 한편, reaction flavoring 전후의 구수한 냄새, 어패취 차폐능 및 삶은 쇠고기향에 대한 관능검사는 7단계 평점법(7점, 매우 좋음 혹은 매우 강함; 4점, 보통; 1점, 매우 좋지 않음 혹은 매우 약함)으로 평가하였다. 관능검사의 결과에 대한 통계처리는 SAS program (Statistical analytical system V9.1.3)을 이용하여 One way ANOVA 법으로 분산분석을 실시하였으며, 조사 항목들 간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법으로 $P<0.05$

X_1	X_2	
-1	-1	Fractional factorial design
1	-1	
-1	1	
1	1	
-1.414	0	Star points
1.414	0	
0	-1.414	
0	1.414	
0	0	Central points
0	0	
0	0	

Fig. 1. Code level of independent variables in experimental design for reaction flavoring. X_1 , time; X_2 , pH.

Table 2. Proximate composition, pH and volatile basic nitrogen (VBN) content of IQF oysters *Crassostrea gigas* stored for 18 months at -20°C

Sample ¹	Proximate composition (g/100 g)			pH	VBN (mg/100 g)
	Moisture	Crude protein	Ash		
A	77.9±0.2 ^a	12.6±0.9 ^a	1.1±0.1 ^a	6.30±0.01 ^a	17.9±0.3 ^b
B	80.2±0.3 ^b	12.0±1.1 ^a	1.0±0.1 ^a	6.19±0.01 ^a	11.9±0.1 ^a

¹A, 18 months stored IQF oyster with poor quality; B, 1 month stored IQF oyster with good quality. ^{a,b}Means with different superscript in the same column significantly differ at $P<0.05$.

수준에서 실시하였다(Kim and Goo, 2001).

결과 및 고찰

원료 IQF 굴의 일반성분 및 선도

동결저장기간이 18개월이 경과하여 부분적으로 freeze burn 현상이 일어나 상품가치를 상실한 추출원료용 IQF 굴과 동결저장 1개월째의 정상 IQF 굴의 일반성분, pH 및 VBN 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 추출원료용 IQF 굴의 수분 함량은 77.9%로 정상 IQF 굴의 80.2%에 비하여 약간 감소하였으나, 그 외 조단백질과 조회분 함량은 거의 비슷하였다. 추출원료용 IQF 굴의 pH와 VBN 함량은 정상 굴에 비해 동결저장 18개월 동안 각각 6.19에서 6.32로, 11.9 mg/100 g에서 17.9 mg/100 g으로 증가하였다. 이는 IQF 굴의 장기저장 중 freeze burn 발생에 따른 육 성분의 부분적 분해로 생성된 저급염기성 물질에 기인한 것으로 추정된다.

IQF 굴 엑스분의 품질특성

IQF 굴에서 추출한 열수추출, 잔사효소분해 및 복합엑스분 3종의 조단백질 함량, pH, 염도, 점도, 아미노질소 및 VBN 함량을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 고형물 양을 Brix 20°로 조정할 열수추출엑스분의 경우 각각 5.5%, 5.8, 2.3%, 15.7 cps, 281.7 및 19.6 mg/100 g이었고, 잔사효소분해엑스분은 각각 8.5%, 6.4, 1.9%, 13.6 cps, 366.0 및 22.9 mg/100 g, 복합엑스분은 각각 7.1%, 6.1, 2.2%, 14.4 cps, 343.0 mg/100 g 및 21.0 mg/100 g으로 잔사효소분해엑스분이 조단백질과 아미노질소 함량이 가장 많았다. VBN 함량은 열수추출엑스분이 잔사효소분해엑스분에 비해 다소 적어 어패취 냄새 억제 면에서 약간 효과적이었으며, 점도의 경우는 열수추출엑스분이 가장 높아 열수추출 중 굴 결체조직에서 콜라겐이 다소 많이 용출됨을 알 수 있었다. 또한, 각 엑스분의 염도는 1.9-2.3%로 기존의 굴 자숙액의 14.5-17.6% (Yoon et al., 2009)에 비해 NaCl 함량이 훨씬 낮기 때문에 식미가 좋으며, 다용도 활용이 가능할 것으로 기대되었다.

수율 및 관능검사

고형물의 농도를 Brix 20°로 조정할 열수추출, 잔사효소분해 및 복합엑스분의 수율 및 이들을 관능검사한 결과는 Table 4와

Table 3. pH, salinity, viscosity, NH₂-N and volatile basic nitrogen (VBN) content of various IQF oyster *Crassostrea gigas* extracts (Brix 20°)

Extract ¹	Crude protein	pH	Salinity (%)	Viscosity (cps)	NH ₂ -N (mg/100 g)	VBN (mg/100 g)
WE	5.5±0.2 ^a	5.8±0.0 ^a	2.3±0.0 ^a	15.7±0.2 ^c	281.7±0.2 ^a	19.6±0.1 ^a
EH	8.5±0.1 ^c	6.4±0.1 ^c	1.9±0.0 ^b	13.6±0.2 ^a	366.0±0.3 ^c	22.9±0.2 ^c
CE	7.1±0.1 ^b	6.1±0.0 ^b	2.2±0.0 ^a	14.4±0.1 ^b	343.0±0.5 ^b	21.0±0.2 ^b

¹WE, hot-water extract; EH, scrap enzyme hydrolysate; CE, complex extract (WE+EH).

^{a-c}Means with different superscript in the same column significantly differ at $P<0.05$.

같다. 추출수율은 IQF 굴 1 kg당 각각 811, 359 및 1,170 mL로서 복합엑스분의 경우 기존 열수추출엑스분에 비해 수율이 약 44% 증가하였다. 각 엑스분의 색깔, 맛, 냄새 및 종합적 기호도를 관능검사한 결과, 색조는 잔사효소분해엑스분을 첨가함으로써 열수추출엑스분에 비해 좀 더 나은 평점을 얻었으며, 맛의 경우는 잔사효소분해엑스분을 첨가할 경우 평점이 약간 저하하는 것으로 나타났는데 이는 효소분해시 생성되는 쓴맛의 소수성 아미노산의 영향 때문으로 보인다. 한편, 냄새는 각 엑스분 모두 약간 낮은 평점을 받아 조향을 통한 풍미개선이 일부 필요할 것으로 판단되었다. 종합적 기호도 면에서 복합엑스분과 열수추출엑스분은 5% 수준에서 유의차가 없이 비슷한 평점을 받아 잔사효소분해엑스분을 첨가하여도 관능적 기호도의 저하가 거의 없음을 확인하였다. 수산물의 엑스분을 추출하는 일반적인 방법인 열수추출법은 엑스분의 풍미는 우수하나 수율과 맛

의 강도가 떨어지는 단점이 있는 반면, 효소분해법은 수율과 맛의 강도가 우수한 대신 뽀은맛 생성 등 풍미가 다소 저하되는 단점을 지니고 있다(Hamada, 1992; Ren et al., 1997).

Maillard 반응의 최적 반응기질 선정

복합엑스분의 풍미를 개선시키기 위한 Maillard 반응액의 기질을 선정하기 위하여, 일반적인 Maillard 반응에 이용되는 당과 아미노산 등 전구물질들을 조사하였다. 먼저 0.2 M glucose 용액을 기본으로 하여 각 아미노산의 조합을 변화시켜가면서 Maillard 반응을 시킨 후 발생하는 삶은 쇠고기향과 은은한 향의 특성을 관능적으로 평가한 결과는 Table 5와 같다. 이때 첨가하는 아미노산으로는 삶은 쇠고기향의 발현에 중요한 역할을 하는 함황아미노산(Hofmann and Schiberle, 1995), 시료 복합엑스분의 아미노산 조성과 정미성, Maillard 반응에 기여 정

Table 4. Extraction yield and sensory evaluation of various IQF oyster *Crassostrea gigas* extracts (Brix 20°)

Extract ¹	Yield (mL/kg)	Sensory evaluation ²			
		Color	Taste	Odor	Over-all acceptance
WE	811±17 ^b	3.5±0.3 ^a	4.1±0.2 ^b	2.9±0.2 ^b	3.4±0.3 ^b
EH	359±10 ^a	3.8±0.2 ^b	3.8±0.3 ^a	2.4±0.2 ^a	3.0±0.3 ^a
CE	1,170±14 ^c	3.7±0.2 ^b	4.0±0.2 ^{ab}	2.7±0.3 ^b	3.3±0.4 ^b

¹WE, hot-water extract; EH, scrap enzyme hydrolysate; CE, complex extract (WE+EH). ²5 scale score: 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor. ^{a-c}Means (n=7) with different superscript in the same column significantly differ at $P<0.05$.

Table 5. Flavor characteristics of glucose-amino acids solution during reaction flavoring at 120°C

Glucose-amino acid solution ¹	Reaction time (h)							
	4		8		12		16	
	Boiled meat	Sweet	Boiled meat	Sweet	Boiled meat	Sweet	Boiled meat	Sweet
Glu+Met+Thr								
Glu+Met+Ala								
Glu+Met+Lys		++ ²		++		+		+
Glu+Met+Gly								
Glu+Thr+Cys	+	+	+	++	+	+		
Glu+Ala+Cys	+	+	+	++		+		
Glu+Lys+Cys		+				++		+
Glu+Gly+Cys	+	+	++	+	+++	++	++	++

¹0.2 M glucose (10 mL)+0.2 M amino acid (5 mL)+0.2 M amino acid (5 mL). ²Symbols represent odor intensity (+: weak, +++: moderate, ++++: strong).

도 등을 고려하여 methionine, cysteine, threonine, alanine, lysine 및 glycine 등을 반응물질로 선정하였다. 상기 아미노산과 glucose 용액을 단일 또는 복합적으로 혼합하여 Maillard 반응을 시킨 후 반응시간에 따라 발생하는 향기의 특성을 검토한 결과, glucose+glycine+cysteine의 복합기질이 삶은 쇠고기향과 은은한 향의 발현에 가장 근접하였고 그 강도 또한 강하였다. 따라서 이 복합기질을 복합 엑스분의 풍미를 개선시키기 위한 반응 전구물질로 결정하였다. Sheldon (1988)은 Maillard 반응에서 cysteine은 반응초기에 유황 냄새를 내지만 반응이 진행될수록 삶은 쇠고기향을 낸다고 하였고, 또한 Hsieh (1980)는 함황

아미노산과 가열시 alanine, glycine이 cysteine과 혼합한 여러 혼합기질 중에서 가장 삶은 쇠고기 향에 근접하였다는 본 실험 결과와 유사한 결과를 보고한 바 있다. 한편, 당류는 Maillard 반응시 삶은 쇠고기향의 생성에 관여하는 전구물질로서 일반적으로 5탄당이 6탄당 보다 반응성이 더 강하고, 당의 종류는 발생하는 향의 특성보다는 반응속도에 더 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Reyes et al., 1982; Nagodawithana, 1995). 따라서 본 Maillard 반응에 적합한 당류를 선정하기 위하여 0.2 M glucose, 0.2 M ribose 및 0.2 M xylose 용액으로 각각 복합기질을 조제한 다음 Table 5와 같이 reaction flavoring 반응을 진행시킨 결과 서로 유사한 향을 발생하였고, 종류에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타나 3가지 당류 중 가장 일반적인 glucose를 복합기질의 전구물질로 사용하였다.

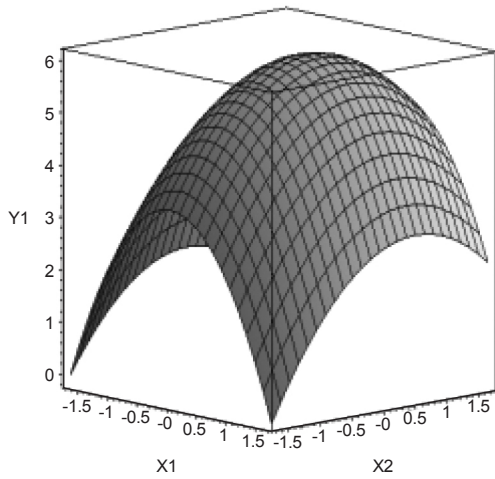


Fig. 2. Response surface for baked potato odor (Y_1) at constant values as a function of time (X_1) and pH (X_2) in reaction flavoring at 120°C.

Maillard 반응의 동적 모니터링과 최적화 반응조건

복합엑스분(Brix 30°), 0.4 M glucose, 0.4 M glycine 및 0.4 M cysteine 용액을 각각 4:2:1:1로 혼합한 반응계(이하 CE-Glu-G-C 반응계)를 반응시간과 반응액의 pH 등 독립변수를 달리하여 Maillard 반응시킨 다음 반응생성물의 3가지 종속변수에 대한 관능평가 결과의 동적변화를 3차원 반응표면으로 Figs. 2-4에 나타내었다. OE-Glu-G-C 반응계의 Maillard 반응에서 반응시간 및 반응기질 pH의 변화에 따른 종속변수의 회귀식, R² 값 및 유의성을 측정된 결과는 Table 6과 같다. Figs. 2-4 및 Table 6에서 얻어진 3가지 종속변수의 최적화 반응조건은 Table 7과 같다. 즉, 구수한 향, 어패취 차폐능 및 삶은 쇠고기향 발현의 최적 반응조건은 각각 120°C에서 121.6분, pH 7.43, 120.5분, pH 7.12, 그리고 130.8분, pH 7.15로 나타났다. 그리고 이 3가지 종속변수를 모두 고려한 multiple response optimization 반응

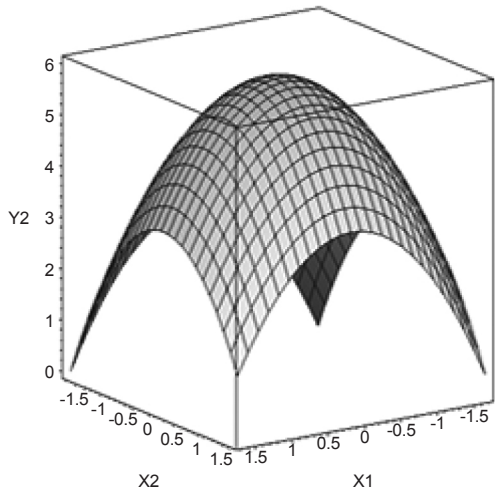


Fig. 3. Response surface for masking of shellfish odor (Y_2) at constant values as a function of time (X_1) and pH (X_2) in reaction flavoring at 120°C.

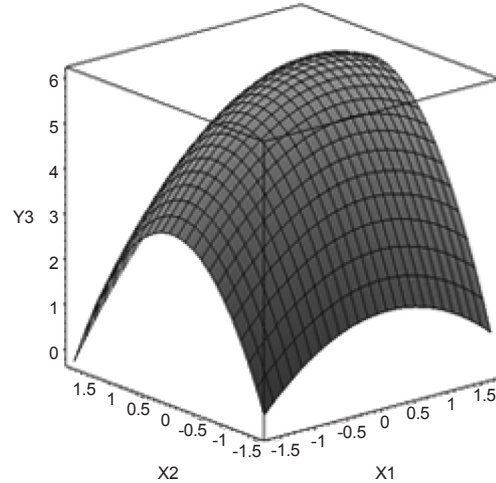


Fig. 4. Response surface for boiled meat odor (Y_3) at constant values as a function of time (X_1) and pH (X_2) in reaction flavoring at 120°C.

Table 6. Polynomial equations for reaction flavoring calculated by surface response methodology (RSM)

Response	Quadratic polynomial equation	R ²	P-value
Baked potato odor	$Y_1=6.0000+0.2207X_1+0.4328X_2-1.2500X_1X_1-0.6000X_2X_2+0.1500X_1X_2$	0.974	0.001
Masking of shellfish odor	$Y_2=6.0000+0.1332X_1+0.2436X_2-0.9687X_1X_1-0.9688X_2X_2+0.0750X_1X_2$	0.993	0.000
Boiled meat odor	$Y_3=5.8000+0.6596X_1+0.3987X_2-0.4563X_1X_1-1.1813X_2X_2+0.3000X_1X_2$	0.939	0.005

Table 7. Optimum reaction conditions of multiple responses for Maillard reaction

Dependent variable	Independent variable	Critical value		Stationary point
		Coded	Uncoded	
Y ₁ (Baked potato odor)	X ₁	0.082	121.64	Maximum
	X ₂	0.431	7.43	Maximum
Y ₂ (Masking of shellfish odor)	X ₁	0.026	120.52	Maximum
	X ₂	0.115	7.12	Maximum
Y ₃ (Boiled meat odor)	X ₁	0.535	130.80	Maximum
	X ₂	0.153	7.15	Maximum
Multiple response optimization	X ₁	0.032	120.60	Optimum
	X ₂	0.328	7.33	Optimum

X₁, time; X₂, pH.

조건은 반응온도 120℃에서 반응시간 120.6분, pH 7.33이 가장 적합하였다.

Maillard 반응의 예측값과 실측값의 검정

최적 Maillard 반응조건에서의 예측값과 실제 복합엑스분을 최적 조건에서 reaction flavoring 시킨 후 평가한 각 종속변수의 평점을 비교한 결과는 Table 8과 같다. 종속변수 즉, 구수한 향, 어패취 차폐능 및 삶은 쇠고기향의 발현에 대한 예측치는 각각 6.08, 5.98 및 5.83으로 실측치(5.93, 5.85 및 5.77)와 유의적 차이 없이 비슷한 결과를 얻었으며, 이로서 reaction flavoring

Table 8. Predicted and observed values of response variables in critical reaction flavoring (RF)

Response variable	Predicted value	Observed value	
	RF extract	RF extract	Non-RF extract
Baked potato odor	6.08 ^b	5.93±0.25 ^b	4.0 ^a
Masking of shellfish odor	5.98 ^b	5.85±0.19 ^b	4.0 ^a
Boiled meat odor	5.83 ^b	5.77±0.28 ^b	4.0 ^a

Calculated using the predicted polynomial equations for response variables, critical values of independent variables: reaction temperature, 120℃; reaction time, 121 min at pH 7.3.

Mean values of triplicate determinations by sensory test (n=12, 7 scale score: 7, very good or stronger; 4, acceptable or moderate; 1, very poor or weaker).

^{a,b}Means with different superscript in the same row significantly differ at $P<0.05$.

반응을 통해 IQF 굴 복합엑스분의 풍미를 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

사 사

이 논문은 2009년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 0074813)의 일부로서 이에 감사드립니다.

References

- Hamada S. 1992. Extraction technique of fisheries extract. *New Food Ind* 34, 17-23.
- Hofmann T and Schiberle P. 1995. Evaluation of the key odorants in a thermally treated solution of ribose and cysteine by aroma extract dilution techniques. *J Agric Food Chem* 43, 2187-2194.
- Hsieh YPC, Pearson AM and Magee WT. 1980. Development of a synthetic meat flavor mixture by using surface response methodology. *J Food Sci* 45, 1125-1130.
- Kang GT. 2007. Development of functional oyster drink using liquid byproducts from canned oyster. MS thesis. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Kim WJ and Goo KH. 2001. Food Sensory Evaluation Method. Hyoil Pub. Co., Seoul, Korea, 68-94.
- Kim KW and Baek HH. 2003. Development of a burnt beef flavor by reaction flavor technology. *Kor J Food Sci Technol* 35, 1045-1052.

- Kim JT. 2004. Processing and reaction flavoring technique of the functional extractives from conger eel and its scrap. MS thesis. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Kim SG, Hwang SM and Oh KS. 2013. Food component characteristics of cultured sea mussel *Mytilus edulis* and its complex extract. *J Agri Life Sci* 47, 281-292.
- Kim SM. 2003. Processing and quality characteristics of salt-fermented oysters in olive oil. MS thesis. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- Ko SN, Yoon SH, Yoon SK and Kim WJ. 1997. Development of meat-like flavor by Maillard reaction of model system with amino acids and sugars. *Kor J Food Sci Technol* 29, 827-838.
- Kong CS. 2004. Processing and quality characteristics of a natural flavoring substance from the smoked-dried oyster and its scrap. MS thesis. Gyeongsang National University, Jinju, Korea.
- KSFSN. 2000a. Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition. Hyoil Pub. Co., Seoul, Korea, 96-127.
- KSFSN. 2000b. Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition. Hyoil Pub. Co., Seoul, Korea, 625-627.
- Lee KT, Park SM, Ryu HS and Yoon HD. 1997. High temperature cooking of fish protein extracts for plastein reaction. *J Food Sci Nutr* 2, 321-327.
- Manley CH. 1994. Process Flavors. In *Source Book of Flavor*. Reineccius GR, Chapman and Hill, NY, U.S.A., 139-154.
- May CG. 1991. Processed flavorings. In *Food Flavorings*. Ashurst PR, AVI Pub Co Inc, Westport, U.S.A., 257.
- Nagodawithana TW. 1995. Savory flavors. Esteekay Associate Inc, Milwaukee, U.S.A., 164-224.
- Nursten HE. 1986. Aroma compounds from the Maillard reaction. In *Developments in food flavors*. Elsevier Applied Science Co. Inc., NY, U.S.A., 173.
- Ohara T. 1982. *Food Analysis Handbook*. Kenpakusha, Tokyo, Japan, 51-55.
- Oh KS. 1998. Processing of flavoring substances from low-utilized shellfishes. *J Kor Fish Soc* 31, 791-798.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS and Goo JK. 2000. *Applied Fisheries Processing*. Suhyubmunhwasa, Seoul, Korea, 142.
- Ren H, Liu D, Wang Y, Endo H, Watanabe E and Hayashi T. 1997. Preparation of hot-water extract from fisheries waste. *Bull Japan Soc Sci Fish* 63, 985-991.
- Reyes FGR, Poocharoen B and Wrolstad RE. 1982. Maillard browning reaction of sugar-glycine model system. Changes in sugar concentration, color, appearance. *J Food Sci* 47, 1376-1379.
- Ryu HS, Moon JH, Hwang EY, Lee JY and Cho HK. 1999. Protein nutritional qualities of hydrocooked fish extracts containing spicy vegetables. *J Kor Fish Soc* 32, 211-216.
- Sheldon SA. 1988. Volatile compounds produced in L-cysteine / D-glucose model system by sun-light irradiation. *J Food Sci* 53, 196-198.
- Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Heu MS, Yeom DM and Kim JS. 2009. Comparison of food component of oyster drip concentrates steamed under different retort pressures. *J Kor Fish Soc* 42, 197-203.
- Yoon SH, Lee JK, Nam HS and Lee HJ. 1994. Formation of meat-like flavors by Maillard reaction using hydrolyzed vegetable protein (HVP). *Kor J Food Sci Technol* 26, 781-786.