

반응표면분석법을 이용한 가자미(*Verasper moseri Jordan et Gilbert*) 식해 제조 최적화

한대원¹ · 김덕기 · 한호준 · 조순영^{2*}

강릉원주대학교 식품과학과, ¹강릉원주대학교 동해안해양생물자원연구센터, ²강릉원주대학교 식품가공유통학과

Determining Optimal Processing Conditions for Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* Sikhe using Response Surface Methodology

Dae-Won Han¹, Deog-Gi Kim, Ho-Jun Han and Soon-Yeong Cho^{2*}

Department of Food Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

¹East Coastal Marine Bioresources Research Center, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

²Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

We examined sensory characteristics to determine the optimal conditions for flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe preparation, using response surface methodology. Our aim was to develop the optimum mixing rates and materials for producing highly palatable flounder sikhe. The optimal fermentation temperature, salt concentration, and fermentation period for preparing flounder sikhe of acceptable quality were 11.63°C, 4.66% and 9.12 days, respectively. The optimal percentages of red pepper powder, garlic, monosodium glutamate, ginger, radish and foxtail millet were 16.08%, 7.21%, 2.96%, 3.70%, 10.12% and 13.72% respectively.

Key words: Flounder sikhe, Sundried sea salt, Standardization of processing conditions, Microbiological, Quality evaluation

서 론

가자미(*Verasper moseri Jordan et Gilbert*)는 주로 우리나라 동해안에서 생산되며 어민들의 주요 소득원 중의 하나이다. 가자미는 docosa hexaenoic acid (DHA), eicosapentaenoic acid (EPA) 등과 같은 각종 영양소가 풍부하여 예로부터 회, 건제품, 조미포, 젓갈 및 식해 등 여러 가지 식품 소재로 이용되어 왔다(Cha et al., 2004). 식해는 어육 등의 주 원료에 통상적으로 7-10% 내외의 소금을 가하여 익힌 곡류와 고춧가루, 채소 등 각종 조미 부재료를 혼합하여 숙성시킴으로서 젓산균을 비롯한 미생물과 생성된 유기산에 의한 부패방지는 물론 식용에 적합한 풍미와 조직감이 생성되는 전통 수산발효식품이다(Woo et al., 1992). 식해는 김치와 발효원리가 동일하고 첨가되는 부재료가 유사하여 김치에서와 유사한 생리 기능적 특성(고춧가루에 의한 항돌연변이 효과와 유산균, 식이섬유소 및 마늘에 의한 항암효과)이 기대되는 전통발효식품으로서 우리의 입맛에 잘

맞을 뿐만 아니라 영양학적 측면이나, 시장성측면에서도 장점이 많다. 그러나 식해에 관한 연구는 이화학적 및 미생물학적 성상에 관한 연구조차도 거의 이루어져 있지 않다(Kim and Cho, 2012). 식해는 최근 건강 지향적인 식품의 소비가 증가함에 따라 염 함량이 낮은 양념 식해의 형태로 많이 유통되고 있는 실정이나, 이로 인하여 식해의 저장성 단축이 야기되어 문제로 제기되고 있다. 일반적으로 전통식품이 상품성이 있고 세계적인 가공 식품화를 위해서는 위생적 안전성과 저장 유통 안정성 등이 기본적으로 확보되어야 할 뿐만 아니라 식품 고유의 품질 특성, 기호성, 균일성, 가공 안전성 등의 다양한 조건이 구비되어야 한다. 이를 위해서는 식해의 경우 원료 특성을 포함한 주요 상품화 요소 기술에 대한 집중적 연구가 필요한 실정이고, 그 중에서도 가장 시급한 것은 공정개선, 기호도 증진을 위한 조미기술 개발, 그리고 유통구조 개선이다. 현재 우리나라의 식해 생산은 경제성이 낮은 소형어패류를 이용하므로 연근해 어민의 주요 소득원으로 활용될 수 있으며 한국인의 기호와 잘 어울리는

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0036>



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 48(1) 036-043, February 2015

Received 4 December 2014; Revised 3 February 2015; Accepted 10 February 2015

*Corresponding author: Tel: +82. 33.640.2730 Fax: +82. 33.643.3832

E-mail address: csykang@gwnu.ac.kr

맛과 향을 가진 전통 수산 발효제품이다. 하지만, 식해는 과학적 숙성 발효의 조건이 아직 설정되어 있지 않은 등 경험적인 제조 방법에 의존하기 때문에 생산된 제품 품질의 재현성이 낮고 지나치게 염도가 높으며 표준화되지 않은 생산 유통으로 인해 유통 중 품질안정화를 기대하기 어렵다(Choi et al., 2001). 따라서 본 논문에서는 가자미식해 제품의 생산 시 품질 균일성을 추구하고 기호성을 포함한 제품의 품질안정화 기법 등을 살펴볼 목적으로 가자미식해의 최적 발효 온도와 염농도 및 부재료 배합비를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 가자미식해의 제조를 위한 원료 중 가자미 (*Verasper Jordan et Gilbert*, 원산지, 대한민국)는 냉동품이 아닌 생물을 강릉시 중앙시장에서 구입하여 사용하였고, 소금은 천일염(해표(주), 국내산)을 이용하였으며, 당장용 첨가제는 백설탕(홈플러스(주), 국내산)과 물엿(오투기(주), 국내산)을 이용하였다. 그리고, 기타 식해 나머지 부재인 고춧가루(해찬들(주), 국내산), 마늘(신아원, 국내산), 생강(농협, 국내산), 미원(대상(주),

국내산), 무우(농협, 국내산), 좁쌀(홈플러스(주), 국내산)등은 강릉시 소재 농협 하나로마트에서 각각 구입하여 사용하였다.

가자미식해 제조

가자미식해의 제조를 위하여 라운드(round) 상태의 가자미 (*V. Jordan et Gilbert*)는 내장 및 껍질을 제거한 후 몸통육만을 취해서 잘게 세절(가로×세로, 6 cm×6 cm)한 후 24 시간 동안 염장(전처리 어체에 대한 천일염 20%, W/W) 하였다. 이어서 염장 가자미를 세척하고, 2 시간 동안 탈수한 후 여기에 원물대비 부재료 첨가량(W/W) 및 숙성온도, 숙성기간, 염도는 Table 1, 2, 3에 나타내었다.

실험계획 및 반응표면 분석

가자미식해의 제조 공정에 대한 모든 설계는 반응표면 실험계획법의 central composite design에 따라 SAS (statistical analysis system 10.0) 프로그램을 사용하였다. 가자미식해 제조 최적화를 위하여 총 3단계로 실험계획을 설계하여 반응표면 분석을 실시하였다. 1단계 계획으로 독립변수로는 온도(X_1), 기간(X_2), 염도(X_3)의 함량을, 종속변수로는 관능적 특성의 색, 향, 조직감, 맛 전반적인 기호도로 설정하여 표준화하였고 이를 바탕으로 2단계는 독립변수로 고춧가루(X_1), 마늘(X_2), 미원(X_3), 종속

Table 1. Experimental design for flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared of fermentation condition

Sample No.	Variable Level Ingredient								
	Factors			Red pepper powder (%)	Garlic (%)	MSG ¹ (%)	Radish (%)	Ginger (%)	Foxtail millet (%)
	X_1	X_2	X_3						
Temp (°C)	Day	Salinity (%)							
1	10	11	4	15	7	3	15	3	14
2	10	11	6	15	7	3	15	3	14
3	10	17	4	15	7	3	15	3	14
4	20	11	4	15	7	3	15	3	14
5	10	17	6	15	7	3	15	3	14
6	20	17	4	15	7	3	15	3	14
7	20	11	6	15	7	3	15	3	14
8	20	17	6	15	7	3	15	3	14
9	15	14	5	15	7	3	15	3	14
10	15	14	5	15	7	3	15	3	14
11	15	14	5	15	7	3	15	3	14
12	15	14	5	15	7	3	15	3	14
13	25	14	5	15	7	3	15	3	14
14	5	14	5	15	7	3	15	3	14
15	15	20	5	15	7	3	15	3	14
16	15	8	5	15	7	3	15	3	14
17	15	14	7	15	7	3	15	3	14
18	15	14	3	15	7	3	15	3	14

¹Monosodium glutamate.

Table 2. Experimental design for flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared with material proportion

Sample No.	Variable Level Ingredient								
	Factors			Temp (°C)	Day	Salinity (%)	Radish (%)	Ginger (%)	Foxtail millet (%)
	X ₁	X ₂	X ₃						
	Red pepper powder (%)	Garlic (%)	MSG ¹ (%)						
1	10	4	2	11.6	4.6	4.6	15	3	14
2	10	4	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
3	10	10	2	11.6	4.6	4.6	15	3	14
4	20	4	2	11.6	4.6	4.6	15	3	14
5	10	10	4	11.6	4.6	4.6	15	3	14
6	20	10	2	11.6	4.6	4.6	15	3	14
7	20	4	4	11.6	4.6	4.6	15	3	14
8	20	10	4	11.6	4.6	4.6	15	3	14
9	15	7	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
10	15	7	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
11	15	7	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
12	15	7	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
13	25	7	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
14	5	7	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
15	15	13	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
16	15	1	3	11.6	4.6	4.6	15	3	14
17	15	7	5	11.6	4.6	4.6	15	3	14
18	15	7	1	11.6	4.6	4.6	15	3	14

¹Monosodium glutamate.

변수로 관능적 특성을 설정하였다. 3단계 또한 1-2단계를 바탕으로 하여 종속변수 무(X₁), 생강(X₂), 좁쌀(X₃), 독립변수는 관능적 특성으로 설정 하였다. 각 요인의 최소 및 최대 범위를 각각 온도 5-25℃, 기간 8-20일, 염도 3-7%, 고춧가루 5-25%, 마늘 1-13%, 미원 1-5%로 정하였다. 완성된 실험 각각의 재료 혼합 비율은 Table 1, 2, 3과 같다.

관능검사

관능검사는 식해의 향기, 맛, 색, 조직감에 잘 훈련된 15인의 패널을 구성하여 이들의 관능 항목과 전체적인 기호도에 대해 9단계 평점법(매우 나쁘다, 1점; 매우 좋다, 9점)을 사용하였고, 검사항목은 색(color), 맛(taste), 풍미(flavor), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall quality)로서 평가하였다.

통계분석

검사결과에 대한 통계적인 유의성 검정은 Statistical Packages for Social Science (SPSS, Chicago, IL, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의수준 5% 이내(P<0.05)로 각 평균값에 대한 유의적 차이를 조사하였다. 데이터는 각 실험치의 평균값과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

가자미식해의 제조 공정 최적화

본 연구는 가자미식해의 제조 공정 최적화 기술개발을 위하여 단계별로 반응표면분석을 실시하였다. 반응표면분석은 숙성온도, 숙성기간 및 염도를 달리한 1단계 조건과 고춧가루, 마늘, 미원 첨가량을 달리한 2단계, 그리고 생강, 무, 좁쌀 첨가량을 달리한 3단계로하여 순차적으로 최적화를 시도하였다. 모든 조건을 한번에 데이터화 하여 반응표면 분석을 할 시 가장 좋지만, 시료의 수가 너무 많아지고 관능검사로 이것을 데이터화 하기에는 편차와 오류가 크기 때문에 총 3단계로 나누어 최적화를 시도하였다

숙성온도, 기간, 염도의 조건을 달리한 가자미식해 관능적 특성

숙성온도와, 숙성기간, 그리고 염도를 각각 달리한 조건에 따른 가자미식해의 맛, 색, 조직감, 향에 대한 기호도는 Table 4와 같다. 예비 실험을 통하여 5℃와 25℃ 구간의 조건으로 하여 총 18가지 종류의 가자미식해를 제조하여 15인의 패널이 관능검

Table 3. Experimental design for flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared with material proportion

Sample No.	Variable Level Ingredient								
	Factors			Red pepper powder (%)	Garlic (%)	MSG ¹ (%)	Temp (°C)	Day	Salinity (%)
	X ₁	X ₂	X ₃						
Ginger (%)	Radish (%)	Foxtail millet (%)							
1	2	10	10	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
2	2	10	18	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
3	2	20	10	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
4	4	10	18	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
5	2	20	18	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
6	4	20	10	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
7	4	10	18	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
8	4	20	18	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
9	3	15	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
10	3	15	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
11	3	15	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
12	3	15	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
13	5	15	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
14	1	15	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
15	3	25	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
16	3	5	14	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
17	3	15	22	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6
18	3	15	6	16.0	7.2	2.9	11.6	4.6	4.6

¹Monosodium glutamate

사를 실시하였다.

20℃ 구간에서는 8-20일간의 숙성기간 동안 염도가 비교적 높았던 염도 6%인 7번 시료를 제외하고는 부패가 진행되어 관능평가를 진행할 수 없었으며, 25℃에서 숙성한 시료 또한 부패가 진행되어 관능평가를 할 수 없었다. 이는 예비실험을 통한 가자미식해의 숙성온도가 너무 높을 시 빠른 부패가 일어난 것과 비슷한 결과를 나타내었다(Cho et al., 2013). 전체적인 가자미식해에서는 신맛과 향이 강하에 생성되었는데, 이는 강릉지방의 가자미식해 개발 연구에 관한 연구에서 식해의 숙성 중 고온에서 염농도가 낮고 숙성온도가 높을수록 미생물활성에 인하여 유기산이 증가하여 pH가 낮아지면서 신맛을 나타낸다는 내용과 유사한 결과를 나타내었다(Kim et al., 1994). 또한 이는 20-25℃ 높은 온도에서 과도한 숙성을 통한 부패의 원인으로도 사료된다.

가자미식해의 염도에 따라 패널들의 맛의 선호도를 보았을 때, 염도가 가장 낮았던 18번 시료가 염도 3%로 맛에서 3.56점으로 최저점을 나타내었고, 염도 4% 시료들에 비해서 염도 5%의 가자미식해가 맛에서 더 좋은 평가를 나타내었다. 이는 오징어식해의 관능평가에서 염도가 낮은 오징어식해에 비하여 조

금 더 높은 시료가 더 좋은 평가를 받았던 연구결과와 비슷한 결과를 나타내었다(Cho and Kim, 2012). 또한 18인의 패널들의 묘사평과 결과 염도가 낮은 시료에서 약간의 비린맛이 느낀다고 하였는데 이러한 영향이 관능평가에 준 것으로 사료된다.

16번 시료인 온도 15℃, 기간 8일, 염도 5%의 가자미식해가 총점 5.8점으로 가장 좋은 관능평가 점수를 나타내었으며 다른 시료들에 비해 유의적으로도 큰 차이를 나타내었다. 5℃에서 숙성한 가자미식해는 온도가 숙성온도가 낮아 발효기간이 14일 정도로 길어지는 경향이 있었으나 관능평가에서 5.1점으로 두 번째로 좋은 결과를 나타내었으며, 이 관능검사 점수를 통하여 Table 4와 같이 숙성온도, 숙성기간, 염도에 대한 실험계획을 세울 수 있었다.

온도, 기간, 염도의 조건을 달리한 가자미식해 제조 최적화

Table 4의 실험계획을 자료로 하여 반응표면 분석을 실시한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 독립변수로는 온도(X₁), 기간(X₂), 염도(X₃)의 함량을, 종속변수로는 관능적 특성의 색, 향, 조직감, 맛 전반적인 기호도로 설정하여 3차원 그래프화 하여 표준화하였다. 일차식(primary regression)은 5% 수준에서 유의성(P<0.05)이 있으며, 이차식(quadratic regression)은 유의성이

Table 4. Experimental design for flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared of fermentation condition

Sample No.	Factors			Variable Level Ingredient				
	X ₁	X ₂	X ₃	Flavor	Taste	Texture	Color	Overall quality
	Temp (°C)	Day	Salinity (%)					
1	10	11	4	4.97±0.21 ^b	4.78±0.48 ^c	5.00±0.14 ^c	5.67±0.88 ^b	5.01±0.14 ^b
2	10	11	6	4.47±1.21 ^d	4.78±0.91 ^c	4.44±0.45 ^d	4.67±0.69 ^d	4.54±0.81 ^c
3	10	17	4	- ¹	-	-	-	-
4	20	11	4	-	-	-	-	-
5	10	17	6	4.53±0.45 ^d	4.33±0.78 ^d	4.78±0.41 ^d	5.33±0.44 ^c	4.52±0.10 ^c
6	20	17	4	-	-	-	-	-
7	20	11	6	4.81±0.23 ^c	4.44±1.11 ^d	5.11±0.84 ^c	5.56±0.75 ^b	4.81±0.54 ^{bc}
8	20	17	6	-	-	-	-	-
9	15	14	5	4.64±0.76 ^c	4.22±0.24 ^d	5.00±0.71 ^c	5.56±0.39 ^b	4.60±0.15 ^c
10	15	14	5	4.98±0.47 ^b	4.78±0.11 ^c	5.22±0.15 ^b	5.33±0.57 ^c	5.01±0.64 ^b
11	15	14	5	4.64±0.62 ^c	4.22±0.87	5.00±0.54 ^c	5.56±0.41 ^b	4.62±0.14 ^c
12	15	14	5	4.98±0.18 ^b	4.78±0.84 ^c	5.22±0.67 ^b	5.33±0.16 ^c	5.00±0.49 ^b
13	25	14	5	-	-	-	-	-
14	5	14	5	5.15±0.74 ^a	5.11±0.23 ^b	5.33±0.64 ^a	5.44±0.18 ^c	5.12±0.16 ^{ab}
15	15	20	5	-	-	-	-	-
16	15	8	5	5.75±0.16 ^a	6.22±0.34 ^a	5.67±0.17 ^a	6.22±1.19 ^a	5.81±0.84 ^a
17	15	14	7	4.20±0.11 ^d	4.44±0.69 ^d	4.44±0.78 ^d	4.00±0.95 ^d	4.21±0.26 ^d
18	15	14	3	3.91±0.32 ^e	3.56±0.81 ^e	4.33±0.34 ^d	4.44±0.41 ^d	3.90±0.74 ^e

^{a-c}Values with different superscripts in the same row are significantly at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

¹- No data.

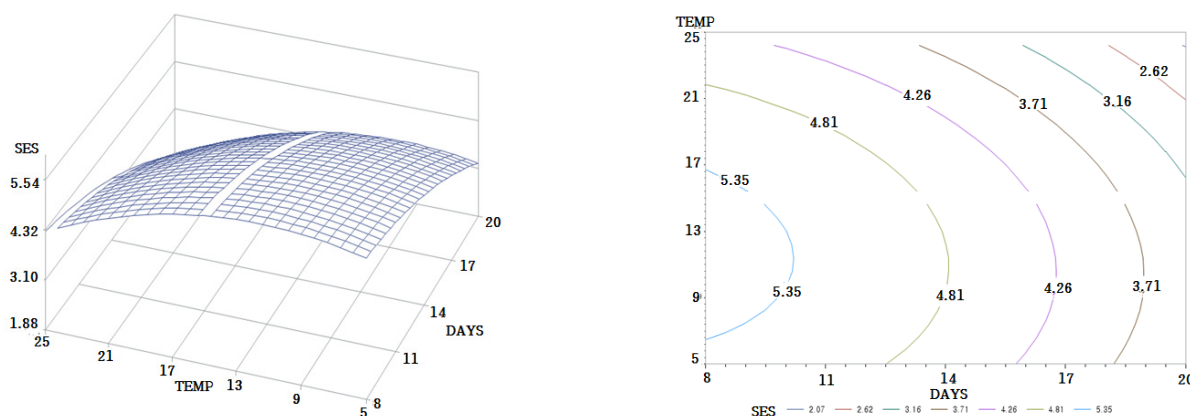


Fig. 1. Perturbation plot and response surface for the effect of sensory characteristics of flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared with production process standardization.

없었다. 각 요인의 최소 및 최대 범위 온도 5-25°C 구간에서는 11.63°C가 가장 최적조건으로 나타났으며, 숙성기간 8-20일 구간에서는 9.12일이 최적 조건을 나타냈다. 염도는 3-7% 구간에서 4.66% 구간이 가장 적정구간으로 나타났으며 염도가 너무 높거나 낮아도 관능평가에서 낮은 점수를 나타냈다.

본 반응표면 분석법을 계획한 결과값은 결정계수(R-squared)가 0.7969로 0.5 이상을 나타내어 신뢰성을 가지는 결과를 나타내었다. 결과적으로 숙성온도, 숙성기간, 염도의 최적조건은 온도 11.63°C, 기간 9.12일, 염도는 4.66%라는 결론을 내릴 수 있었다. 이 조건을 고정하여 Table 2의 고춧가루, 마늘, 미원을

함량을 달리하여 제조한 가자미식해의 제조 최적화의 실험설계를 실시하였다.

고춧가루, 마늘, 미원의 첨가량을 달리한 가자미식해의 관능적 특성

1단계에서 가자미식해의 숙성온도, 숙성기간 및 염도의 최적화를 통하여 숙성조건을 숙성온도 11.63℃, 숙성기간 9.12일, 염도는 4.66% 동일조건에서 고춧가루, 마늘, 미원의 첨가량을 달리하여 총 18가지 종류의 가자미식해를 제조하여 관능검사를 실시하였다. 고춧가루 첨가량이 적은 시료들은 상기의 염도와 비슷하게 패널들에게서 맛에 낮은 점수를 받았으며, 약간의 비린맛을 느낀다고 대답하였다. 마늘의 경우 마늘을 가장 적게 1% 첨가한 가자미식해가 총점이 4.22점으로 가장 낮은 평가 결과가 나타났는데, 이는 마늘을 첨가하지 않은 김치에 비하여 마늘 2g을 첨가한 김치에서 외관, 이취, 종합적인 맛에서 좋게 평가되었다고 한 연구결과와 비교해 볼 때 유사한 결과를 나타낸다(Lee et al., 1989). 또한 오징어식해 자체의 품질변화에는 고춧가루와 마늘의 첨가량이 크게 영향을 미치지 않는다고 하는데 이는 각각의 가자미식해들의 색(color)과 조직감(texture)에서 전반적으로 큰 점수 차이를 나타내지 않는 것과 비교해 볼 때

유사한 결과라고 사료된다(Kim et al., 1994). 부재료 배합비를 달리한 가자미식해의 최고점은 18번 시료인 고춧가루 15%, 마늘 7%, 미원 1%가 5.8점으로 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 다른 시료들과 유의적으로도 차이를 나타내었다. 이를 바탕으로 실험설계를 하여 반응표면분석을 실시하였다.

고춧가루, 마늘, 미원의 첨가량을 달리한 가자미식해의 제조 최적화

Table 5의 실험설계를 통하여 반응표면 분석을 실시한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 독립변수로 고춧가루(X_1), 마늘(X_2), 미원(X_3), 종속변수로 관능적 특성을 설정하였다. 일차식(primary regression)은 0.97, 이차식(quadratic regression)은 0.08로 5% 수준에서 유의성($P<0.05$)이 없으며 각 부재료별 첨가량의 최소 및 최대 범위는 원물대비 고춧가루 5-25%, 마늘 1-13%, 미원 1-5% 하였으며, 이 구간에서 고춧가루 16.08%, 마늘 7.21%, 미원 2.96%가 최적조건으로 결과가 도출되었다. 반응표면 분석결과 관능평가에서 1순위였던, 18번 시료에 비해 17번 시료의 배합비와 유사한 결과를 나타내었으며, 반응표면 분석법을 계획한 결과값은 결정계수(R-squared)가 0.67로 신뢰성이 있음을 알 수 있었다. 실험설계 1, 2단계의 자료를 토대로 3단계 실

Table 5. Experimental design for flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared with material proportion

Sample No.	Variable Level Ingredient			Flavor	Taste	Texture	Color	Overall quality
	Factors							
	X_1 Red pepper powder(%)	X_2 Garlic (%)	X_3 MSG ¹ (%)					
1	10	4	2	5.75±0.12 ^a	5.50±0.35 ^b	5.25±0.32 ^{ab}	5.88±0.11 ^a	5.21±0.21 ^{bc}
2	10	4	3	5.13±0.51 ^b	5.50±0.21 ^b	5.00±0.51 ^c	5.88±0.21 ^a	5.42±0.15 ^b
3	10	10	2	4.88±0.97 ^c	5.13±0.51 ^c	5.00±0.21 ^c	5.50±0.25 ^{ab}	5.10±0.21 ^c
4	20	4	2	4.37±0.14 ^d	4.50±0.32 ^d	4.75±0.12 ^d	5.63±0.61 ^a	4.81±0.75 ^d
5	10	10	4	4.13±0.22 ^d	4.63±0.21 ^d	4.63±0.64 ^d	5.13±0.32 ^c	4.62±0.23 ^d
6	20	10	2	4.75±0.84 ^c	5.00±0.33 ^c	5.75±1.01 ^a	5.50±0.28 ^{ab}	5.31±0.54 ^b
7	20	4	4	4.62±0.42 ^d	4.63±0.27 ^d	4.50±0.32 ^d	5.25±0.74 ^c	4.82±0.12 ^d
8	20	10	4	4.88±0.64 ^c	4.25±0.63 ^e	4.63±0.29 ^d	4.88±0.12 ^d	4.70±0.91 ^d
9	15	7	3	5.00±0.12 ^c	5.00±0.12 ^c	5.13±0.21 ^c	5.38±0.54 ^b	5.10±0.21 ^c
10	15	7	3	5.00±0.42 ^b	5.00±0.23 ^c	5.13±0.54 ^c	5.38±0.21 ^b	5.12±0.11 ^c
11	15	7	3	5.00±0.32 ^{bc}	5.50±0.45 ^b	5.13±0.52 ^c	5.38±0.63 ^b	5.35±0.36 ^b
12	15	7	3	5.00±0.17 ^c	5.50±0.23 ^b	5.13±0.31 ^c	5.38±0.55 ^b	5.31±0.12 ^b
13	25	7	3	5.00±0.41 ^{bc}	5.13±0.11 ^c	5.25±0.82 ^b	5.63±0.51 ^a	5.35±0.22 ^b
14	5	7	3	5.13±0.26 ^b	4.38±0.18 ^e	5.50±1.00 ^a	5.25±0.23 ^b	5.10±0.24 ^c
15	15	13	3	5.25±0.12 ^b	4.38±0.24 ^e	5.50±1.32 ^a	5.38±0.94 ^b	5.11±0.58 ^c
16	15	1	3	3.13±0.37 ^d	3.25±0.32 ^f	5.25±0.81 ^b	5.25±0.41 ^b	4.22±0.12 ^e
17	15	7	5	5.00±0.12 ^{bc}	5.38±0.12 ^{bc}	5.38±0.62 ^b	5.50±0.66 ^{ab}	5.35±0.63 ^b
18	15	7	1	5.13±0.63 ^b	6.13±0.12 ^a	5.50±0.15 ^a	5.63±0.41 ^a	5.65±0.23 ^a

^{a-c}Values with different superscripts in the same row are significantly at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test. ¹monosodium glutamate.

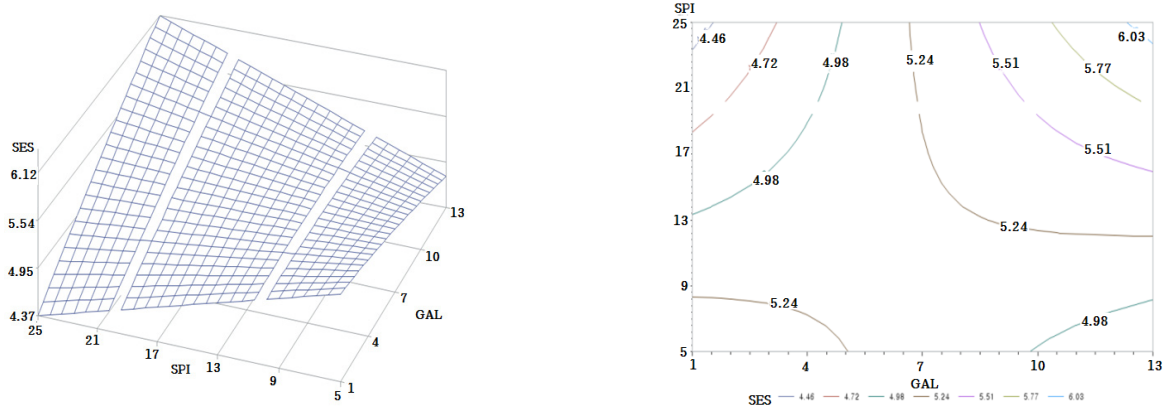


Fig. 2. Perturbation plot and response surface for the effect of sensory characteristics of flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared with production process standardization.

험을 진행하였다.

생강, 무, 좁쌀의 첨가량을 달리한 가자미식해의 관능적 특성

생강, 무, 좁쌀의 첨가량을 달리한 가자미식해는 실험 1, 2단계의 결과인 온도 11.63℃, 기간 9.12일, 염도는 4.66%, 고춧가루 16.08%, 마늘 7.21%, 미원 2.96%의 조건을 고정하여 총 18

종류를 만들어서 관능검사를 실시한 결과를 Table 6에 나타내었다. 생강 4%, 무 10%, 좁쌀 18%로 첨가한 가자미식해에서 6.25점으로 가장 높은 점수를 나타냈고, 생강 1%, 무 15%, 좁쌀 14%의 가자미식해에서는 2.59점으로 가장 낮은 점수를 나타내었다. 두 개의 시료를 비교해 보면 생강의 함량이 가자미식

Table 6. Experimental design for flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu* sikhe prepared with material proportion

Sample No.	Factors			Variable Level Ingredient				
	Ginger (%)	Radish (%)	Foxtail millet (%)	Flavor	Taste	Texture	Color	Overall quality
1	2	10	10	4.75±0.23 ^d	5.13±0.36 ^d	5.50±0.14 ^c	5.13±0.11 ^c	5.13±0.26 ^e
2	2	10	18	4.63±0.21 ^d	5.50±0.22 ^c	5.88±0.52 ^b	5.00±0.21 ^d	5.25±0.16 ^e
3	2	20	10	3.88±0.91 ^e	4.88±0.78 ^e	4.75±0.36 ^e	4.88±0.10 ^d	4.59±0.58 ^f
4	4	10	18	5.25±0.33 ^c	5.88±0.82 ^b	5.63±0.33 ^c	5.88±0.36 ^{ab}	5.66±0.33 ^c
5	2	20	18	5.25±0.51 ^c	5.75±0.63 ^{bc}	5.38±0.44 ^c	5.75±0.24 ^b	5.53±0.14 ^c
6	4	20	10	5.63±0.24 ^b	5.13±0.56 ^d	6.13±0.25 ^{ab}	5.75±0.63 ^b	5.66±0.61 ^c
7	4	10	18	6.13±0.36 ^a	6.13±0.98 ^a	6.63±0.63 ^a	6.13±0.12 ^a	6.25±0.39 ^a
8	4	20	18	3.63±0.74 ^e	4.75±1.03 ^e	5.25±0.84 ^c	4.75±0.22 ^d	4.59±0.21 ^f
9	3	15	14	5.13±0.22 ^c	5.38±0.94 ^c	5.88±0.59 ^b	5.13±0.85 ^c	5.38±0.14 ^d
10	3	15	14	5.13±0.36 ^c	5.38±0.13 ^c	5.88±0.93 ^b	5.13±0.39 ^c	5.38±0.89 ^d
11	3	15	14	4.75±0.51 ^d	4.88±0.36 ^e	5.88±0.21 ^b	5.38±0.93 ^{bc}	5.22±0.12 ^d
12	3	15	14	4.75±0.36 ^d	4.88±0.36 ^e	5.88±0.53 ^b	5.38±0.36 ^c	5.22±0.11 ^d
13	5	15	14	4.75±0.19 ^d	5.00±0.23 ^d	5.00±0.12 ^d	5.38±0.12 ^c	5.03±0.74 ^d
14	1	15	14	1.88±0.05 ^f	3.13±0.11 ^f	1.75±0.12 ^f	3.63±0.51 ^f	2.59±0.21 ^g
15	3	25	14	4.75±0.36 ^d	5.38±0.32 ^c	5.63±0.36 ^c	5.75±0.36 ^b	5.38±0.69 ^c
16	3	5	14	5.13±0.23 ^c	4.75±0.51 ^e	5.25±0.41 ^{cd}	4.63±0.56 ^d	4.94±0.74 ^f
17	3	15	22	5.63±0.78 ^b	6.25±0.69 ^a	6.00±0.48 ^b	6.00±0.41 ^a	5.97±0.14 ^b
18	3	15	6	5.13±0.34 ^c	4.88±0.26 ^e	5.63±0.26 ^c	5.63±0.31 ^b	5.31±0.21 ^d

^{a-f}Values with different superscripts in the same row are significantly at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

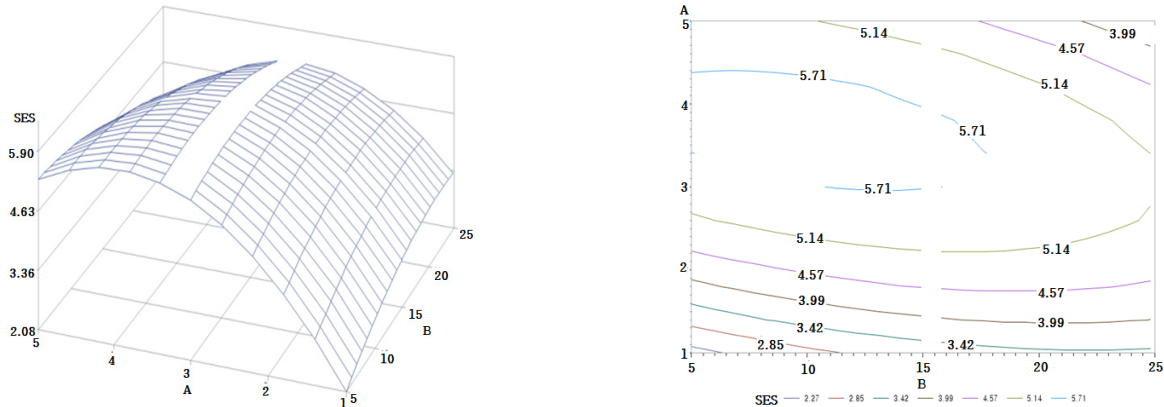


Fig. 3. Perturbation plot and response surface for the effect of sensory characteristics of flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* sikhe prepared with production process standardization.

해의 기호도에 큰 영향을 미치는 것으로 사료되며, 좁쌀 또한 첨가량이 증가할수록 평균적으로 관능점수가 높게 나타났다. 또한 무의 경우에는 관능평가에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 최종적인 각각의 관능평가와 재료 배합비를 토대로 하여 반응표면 분석을 위한 실험설계를 하였다.

생강, 무, 좁쌀의 첨가량을 달리한 가자미식해의 표준화

생강, 무, 좁쌀의 첨가량과 관능평가를 토대로 반응표면 분석을 실시한 결과는 Fig. 3과 같다. 종속변수 생강(X_1), 무(X_2), 좁쌀(X_3), 독립변수는 관능적 특성으로 설정하였다. 생강, 무, 좁쌀 첨가량 범위에서 가장 적정 첨가량은 각각 원물 무게 대비 생강 3.70%, 무 10.12%, 좁쌀 13.72%를 나타냈으며, 반응표면 분석법을 계획한 결과값은 결정계수(R-squared)가 0.77로 신뢰성을 가짐을 보여 주었다. 가장 점수가 높았던 관능평가 시료와 비교해 보았을 때, 생강과 무의 첨가량을 비슷한 수준을 나타내었으며, 좁쌀은 4% 정도 낮은 함량을 나타내었다. 생강과 무, 좁쌀의 첨가량의 최종적으로 가자미식해의 제조 공정 최적화 조건은 숙성온도 11.63℃, 숙성기간 9.12일, 염도는 4.66%, 고춧가루 16.08%, 마늘 7.21%, 미원 2.96%, 생강 3.70%, 무 10.12%, 좁쌀 13.72%로 나타났다. 본 연구를 진행하면서 발효 숙성 식품인 가자미식해의 최적 제조조건을 구명하기 위하여 발효라는 특별한 조건은 각각의 데이터가 일정하지 않아서 많은 어려움이 있었다. 추가적인 연구를 통하여 각각의 최적화 조건의 범위 설정을 줄여나가면서 반응표면분석 실험계획을 설계한다면 좀더 정확한 가자미식해의 최적 제조공정을 확인할 수 있을 것으로 사료되며, 더 나은 품질의 가자미식해를 제조할 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 농림수산식품부 기술개발과제(311056-3, 2014년도)에 의해 수행된 결과입니다. 이에 감사드립니다.

References

Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ and Yoo MY. 2004. Studies on taste compounds in Alaska Pollack sikhae during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 1512-1515.

Cho SY, Han DW, Kim DG, Han HJ and Im MJ. 2013. Optimal Fermentation Conditions (Temperature and Salt Concentration) for Preparing Flounder *Verasper moseri Jordan et Gilbert* Sikhae. *Kor J Fish Aquat Sci* 46, 689-695. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0689>.

Cho WI and Kim SM. 2012. The Biofunctional Activities and Shelf-life of Low-salt Squid Sikhae. *Korean J Food Sci Technol* 44, 61-68.

Choi C, Lee HD and Choi HJ. 2001. A study on quality characteristics and establishment of fermentation process for traditional Kyungsando squid sikhe. *Korean J Dietary Culture* 16, 118-127.

Kim SM, Jeong IH and Cho YJ. 1994. The Development of Squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-Nung District-1. The Effects of Fermentation Temperatures and Periods on the Properties of Squid Sik-hae. *Bull Korean Fish Soc* 27, 215-222.

Kim SM, Bank OD and Lee KT. 1994. The Development of Squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-Nung District-4. The Effects of Red Pepper and Grain Contents on the Properties of Squid Sik-hae. *Bull Korean Fish Soc* 27, 366-372.

Lee SK, Shin MS, Jhong DY, Hong YH and Lim HS. 1989. Changes of Kimchis Contained Different Garlic Contents During Fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21, 68-74.

Woo KL, Jung HS and Lee SH. 1992. Effect of Salting Levels on the Changes of Taste Constituents of Domestic Fermented Flounder Sikhae of Hamkyeng-Do. *Korean J Food Sci Technol* 24, 59-64.