

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 최적화 연구

이 희 정 · † 주 나 미

숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학전공

Optimization of the Fish Sausage Added with Olive Oil

HeeJeong Lee and †Nami Joo

Dept. of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Abstract

The purpose of this study was to determine the optimal mixing ratio of Alaska Pollack (*Theragra chalcogramma*) and olive oil in the preparation of sausage. The experiment was designed according to the central composite design for estimating the response surface, which demonstrated 10 experimental points including 2 replicates for Alaska Pollack and olive oil. The physical, mechanical and sensory properties of test materials were measured. A canonical form and perturbation plot showed the influence of each ingredient on the final product mixture. Measurement results of the physical and mechanical properties showed a significant increase or decrease in the following properties: dough sweetness ($p<0.05$); sausage L ($p<0.05$), a ($p<0.001$), and b ($p<0.01$); hardness ($p<0.01$), chewiness ($p<0.05$), and gumminess ($p<0.01$). Also, the sensory measurements showed a significant improvement in color ($p<0.05$), flavor ($p<0.01$), taste ($p<0.001$), tenderness ($p<0.05$), chewiness ($p<0.01$), mositness ($p<0.05$), and overall quality ($p<0.01$). As a result, the optimum formulation by numerical and graphical methods was calculated as Alaska Pollack 35.74 g and olive oil 7 g.

Key words: Alaska Pollack (*Theragra chalcogramma*), olive oil, fish sausage, response surface methodology (RSM), optimization

서 론

현대 사회는 과학기술의 발전에 따른 생활수준의 향상으로 인하여 전통적인 식생활 습관으로부터 서구화된 식생활 패턴으로 변화하여 육류 소비가 증가하면서 다양한 육가공 식품이 연구 개발 및 상품화되고 있으며, 그 중 대표적으로 많이 소비되고 있는 육가공 제품으로 소시지가 있다(Chin KB 2002; Kim 등 2000). 소시지는 식육에 조미료 및 향신료 등을 첨가한 후 케이싱에 충전하여 숙성하거나, 훈연 또는 가열처리한 것으로 약 30% 정도의 돈지가 함유되어 있어, 과다 섭취 시 비만, 동맥경화, 관상동맥질환 등의 위험을 초래할 수 있다고 보고되고 있다(Im JH 2009; Kim DW 2013).

따라서 최근 소비자의 삶의 질을 향상시키고, 품질과 기능

성을 동시에 만족시키는 건강지향성 육류 및 육제품을 선호하는 추세로 인삼 추출물(Park & Hwang 2006), 강황 분말(Yun 등 2013), 토마토 분말(Na & Joo 2012), 썩과 솔잎 추출물(Kim & Hwangbo 2011) 등의 기능성 물질을 첨가한 육제품 또는 아질산염 저감화를 위한 연구(Rhyu 등 2003)가 진행되고 있다. 그리고 돈지를 줄이거나 돈지를 식물성 유지로 대체하는 연구 등으로는 닭고기를 이용한 계육 소시지(Yun 등 2013), 닭가슴살과 명태연육을 이용한 어육 소시지(Jin SK 등 2008)와 고등어를 첨가한 고등어 소시지(Kim 등 2013)가 있으며, 식물성 유지를 이용한 연구로는 고추씨유를 첨가한 소시지 연구(Kim 등 2013)와 올리브유, 옥수수유, 대두유, 해바라기유를 이용한 저지방 소시지 개발 연구(Kim KK 2001), 우지방을 현미유와 올리브유로 대체한 우육 패티의 연구(Seo 등

† Corresponding author: Nami Joo, Dept. of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea. Tel: +82-2-710-9471, Fax: +82-2-710-9479, E-mail: 00nutrition@sookmyung.ac.kr

2011) 등이 있다.

명태(*Theragra chalcogramma*)는 대구목 대구과 명태속에 속하는 어류로 수온이 1~10℃의 비교적 냉수를 이루는 베링해, 오츠크해, 일본 북부와 한국 동해 등에 주로 분포하며, 양질의 아미노산이 적절히 구성되어 있고, 칼슘, 비타민 A가 풍부하며, 지질 함량이 낮아 담백한 대표적인 백색육 어류 중의 하나이다(No YE 2012). 또한 명태를 원료로 사용하는 어묵은 다른 동물성 단백질 식품류에 비해 가격이 저렴하여 대중적인 식품으로 이용되고 있으며, 성인병과 비만 등의 문제가 거론되고 있는 실정인데 비추어, 저칼로리, 저지방 식품으로 인정받고 있으나(Kim 등 2008; Son 등 2003), 명태 어육을 이용한 소시지 및 패티에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 돈육에 비해 저지방 식품인 어육의 특징을 이용해 명태연육을 이용하고, 지방의 조성을 향상시키기 위해 올리브 오일을 첨가하여 건강지향적인 어육 소시지를 제조하였다. 제조 조건을 최적화하기 위하여 이화학적 특징을 살펴보고 반응표면분석법(Response surface methodology: RSM)을 통해 관능적 최적점을 갖는 조리법을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지 제조를 위하여 냉동 명태(러시아산), 돈육(후지, 국내산), 올리브 오일(백설, 스페인산), 전분(뚜레반, 국내산), 후추(오투기, 국내산), 꽃소금(백설, 국내산), 인산염(주) 이슬나라, 다진마늘(찬마루, 국내산), 생강가루(박찬웅, 국내산), 넛맥(화미제당, 말레이시아)을 구입하여 사용하였다.

2. 실험계획

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 모든 실험계획, data 분석 및 품질의 최적화 분석은 Design Expert 8(Stat-Easy Co., Minneapolis MN, USA) 프로그램을 사용하였다. 품질의 최적화는 response surface methodology 중 중심합성계획법(central composite design)에 따라 설계하였고, 독립변수로는 명태와 올리브 오일 두 가지를 요인으로 설정하였으며, 종속변수로는 소시지의 pH, 당도, 염도, 수분 함량, 색도(L, a, b), 텍스처(hardness, adhesiveness, springness, chewiness, gumminess, cohesiveness), 관능검사(color, flavor, taste, tenderness, chewiness, moistness, overall quality)를 설정하였다. 명태와 올리브 오일 첨가량의 최대 및 최소 범위는 명태와 돈육의 총합을 100 g으로 명태는 10~70 g, 올리브 오일 2~14 g으로 정하였고, 완성된 실험 디자인의 재료 혼합 비율은 Table 1과 같다.

Table 1. Experimental design for the fish sausage added with olive oil

| Ingredients | Weight(g) |
|---------------|-----------|
| White fish | 10~70 |
| Lean pork | 30~90 |
| Olive oil | 2~14 |
| White starch | 0.5 |
| Pepper | 0.24 |
| Phosphate | 0.3 |
| Garlic | 0.6 |
| Ginger powder | 0.1 |
| Nutmeg | 0.05 |
| Salt | 1.5 |
| Ice water | 5 |

3. 소시지의 제조

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지는 batter 배합 및 제조 방법은 일반 소시지(Na & Joo 2012)와 계육(Yun 등 2013) 및 고등어 등의 소시지(Kim 등 2013) 연구와 부재료 투입순서에 관한 연구(Jin 등 2007)를 참고하여 예비실험을 거친 후 일부 수정하여 결정하였다. 분쇄시킨 명태와 돈육에 소금, 인산염, 마늘, 생강가루, 후추, 넛맥을 넣고, food mixer(SF-100, Samwoo, Korea)에 약 2분간 믹싱하였다. 믹싱한 고기반죽과 고기무게의 5%의 얼음을 넣고 1분간 믹싱을 한 후 전분, 올리브 오일을 넣고 약 2분간 믹싱하였으며, 완성된 소시지 반죽은 콜라겐 케이싱(Collagen Sausage Casing, Nippi Collagen Ind, Ltd., Shizuoka, Japan)에 sausage stuffer(sausage stuffer kit, Kitchen Aid, USA)를 이용해 충전하였다. 소시지는 70~75℃의 물에 25분간 익힌 후 10분간 냉각시킨 후 실험에 사용하였다.

4. 이화학적 특성

1) pH, 당도, 염도 및 수분 함량 측정

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 pH는 저밀도 폴리에틸렌 백에 익히기 전 소시지 5 g과 증류수 45 mL를 혼합한 후 Homogenizer(Poly Tron PT 2100, KINEMATICA AG, Lucerne, Switzerland)를 사용하여 14,000 rpm에서 1분 30초간 균질한 후, Whatman No. 2 filter pater로 여과하여 pH meter(F-51, Horiba, Japan)로 측정하였다. 당도와 염도는 pH와 같은 시료 용액을 사용하여 당도계(PAL-1, ATAGO, Tokyo, Japan)와 염도계(ES-421, ATAGO, Japan)를 이용하여 측정하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법으로 소시지 1 g을 알루미늄 dish에 칭량하여 측정하였으며, 모든 실험은 3회 측정 후 평균값을 나타내었다.

2) 색도 측정

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 절단면 색은 색도계 (Colormeter CR-200, Minolta, Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)을 각 3회 반복하여 측정 한 후 평균값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준백판의 L값은 94.57, a값은 -0.06, b값은 +1.45로 보정한 후 사용하였으며, 색도 측정을 위한 시료는 익힌 후의 것을 사용하였고, 지름 2 cm, 높이 1 cm의 크기로 잘라 사용하였다.

3) 조직감 측정

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 조직감은 익힌 후의 소시지를 지름 2 cm, 높이 1 cm의 동일한 크기로 잘라 Texture Analyser(TA, XT Express v 2.1, London, England)를 사용하여 3회 측정 후 평균값을 나타내었다. TPA test 방법으로 Texture Analyser의 조건은 pre-test speed 1.0 mm/sec, test speed 5.0 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec, distance 4.0 mm, time 5(s), trigger force 50.0 g으로 실시하였고, probe는 36 mm Cyl. 타입을 사용하였다(Na & Joo 2012). 시료 측정 후 얻어진 force and time graph로부터 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 겹섬성(gumminess), 응집성(cohesiveness)을 측정하였다.

5. 관능적 특성

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 관능검사는 숙명여대학교 식품영양학과 미각이 훈련된 대학원생 20명을 panel로 선정하여 각 panel이 10개의 시료를 평가하도록 하였다. 관능검사 내용으로는 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 부드러움(tenderness), 씹힘성(chewiness), 촉촉함(moistness), 전반적인 기호도(overall quality)에 대한 기호도 특성이었으며, 7점 척도법으로 평가하여 선호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

6. 통계 분석

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 품질 최적화 분석은 Design Expert 8 통계 프로그램을 이용하였다. 최적화는 Canonical 모형의 수치 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 명태와 돈육의 비율과 올리브 오일의 양을 선정하였고, 지점 예측(point prediction)을 통해 최적점으로 선정하였다. 두 가지 독립변수인 명태와 올리브 오일의 양에 의하여 각각의 종속변수로 작용하는 이화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향을 보도록 하였으며, 변수들 간의 관계를 보기 위하여 통계 프로그램의 perturbation plot과 response surface 3D plot을 이용하였다. Canonical model을 기준으로 하는 모델의 계수에 각각의 반응 중 관능평가의

최고점의 목표 범위를 수치 최적화로 설정하였다. 수치 최적화를 통해 제시된 최적점(solution)으로 적합도(desirability)를 구하고, 가장 높은 적합도를 나타내는 최적점을 채택하였다 (Lee 등 2014).

결과 및 고찰

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 제조 조건 최적화는 design expert 프로그램을 이용하여 중심합성 계획에 따라 10 가지 조건에서 얻어진 이화학적, 관능적 특성 측정 결과는 Table 2, Table 4와 같다. 결과값의 회귀식은 Table 3, Table 5에 제시하였고, 각 특성에 대한 반응표면 곡선(response surface plot)과 perturbation plot은 Fig. 1과 Fig. 2에 제시하였다.

1. 이화학적 특성

1) 어육 소시지의 pH, 당도, 염도와 수분 함량

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 10개 실험점에 따른 반죽 pH 측정 결과는 6.17~6.67의 범위를 보였다(Table 2). pH는 최종 육제품의 품질에 많은 영향을 미치며, 육제품의 보수성, 육색, 조직감과 결합력 등의 품질 변화 및 저장성에 있어서도 중대한 요인으로 작용하며, 원료육과 첨가물의 배합 비율에 따라 차이가 있다(Miller 등 1986). Fig. 1의 perturbation plot을 살펴보면 독립변수가 서로 상호작용하는 2FI model이 결정되었으나, p -value는 0.4337로 유의적이지 않아 모델의 적합성이 인정되지 않았으나, 명태보다는 올리브 오일이 증가할수록 음의 영향을 보이는 것으로 나타났다(Table 3). 본 결과는 강황분말 첨가 계육 소시지의 연구(Yun 등 2013)와 우지방을 현미유와 올리브유로 대체한 우육 패티의 연구(Seo 등 2011)에서는 올리브유가 증가할수록 pH가 감소한다는 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 그러나 우지방을 올리브 오일로 대신한 스프레스 햄의 연구(Lee 등 2007)에서 올리브 오일이 증가할수록 pH가 증가하다가 15%와 20%에서 감소하는 경향을 보인 연구와 차이가 있는 것으로 나타났다.

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 당도는 0.40~1.80%의 범위로 명태와 올리브 오일이 증가할수록 당도가 유의적으로 감소하였고($p < 0.05$), 2FI model이 결정되었으며, R^2 값은 0.7271로 모델의 적합성이 인정되었다. 염도는 0.17~0.20%의 범위를 보였고, 2FI model이 결정되었으나 p -value는 0.2777로 유의적이지 않아 모델의 적합성이 인정되지 않았다. 그러나 회귀식에 나타난 계수를 보면 명태와 올리브 오일이 염도에 미치는 영향이 비슷한 것으로 나타났으며, 이는 Yun 등(2013)의 계육 소시지 연구결과와 유사한 것으로 나타났다.

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 수분 함량은 42.31~

Table 2. Physical and mechanical properties of the fish sausage added with olive oil

| Sample No. | Variable levels | | Responses | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------------|------------------|-----------|-----------|----------|-------|------|-------|----------|---------------|-------------|------------|------------|---------------|
| | White fish (g) | Olive oil (g) | pH ¹⁾ | Sweetness | Saltiness | Moisture | L | a | b | Hardness | Adhesive-ness | Spring-ness | Chewi-ness | Gummi-ness | Cohesive-ness |
| 1 | 10 | 2 | 6.21 | 1.27 | 0.20 | 52.73 | 63.13 | 3.24 | 10.78 | 5,539.20 | -11.37 | 1.24 | 5,748.96 | 4,420.19 | 0.80 |
| 2 | 70 | 2 | 6.62 | 1.80 | 0.18 | 57.93 | 63.95 | 1.71 | 12.09 | 2,751.67 | -16.23 | 0.83 | 1,739.83 | 2,089.97 | 0.76 |
| 3 | 10 | 14 | 6.17 | 1.17 | 0.17 | 42.31 | 57.49 | 3.61 | 10.86 | 4,722.60 | -13.57 | 0.94 | 3,315.12 | 3,534.75 | 0.75 |
| 4 | 70 | 14 | 6.67 | 0.87 | 0.17 | 47.46 | 67.32 | 1.08 | 13.48 | 2,089.97 | -14.73 | 0.88 | 1,320.73 | 1,515.50 | 0.73 |
| 5 | 10 | 8 | 6.22 | 0.70 | 0.19 | 43.03 | 57.43 | 3.52 | 10.47 | 4,632.37 | -19.53 | 0.86 | 2,675.99 | 3,107.43 | 0.67 |
| 6 | 70 | 8 | 6.67 | 0.40 | 0.18 | 51.00 | 69.35 | 1.09 | 13.31 | 1,977.97 | -20.77 | 0.87 | 1,264.34 | 1,440.56 | 0.73 |
| 7 | 40 | 2 | 6.43 | 0.60 | 0.19 | 56.27 | 64.23 | 3.19 | 10.92 | 4,751.70 | -23.93 | 0.89 | 3,291.84 | 3,685.60 | 0.78 |
| 8 | 40 | 14 | 6.42 | 0.63 | 0.18 | 45.08 | 58.60 | 3.29 | 10.95 | 2,815.57 | -7.40 | 0.88 | 2,021.69 | 2,304.65 | 0.82 |
| 9 | 40 | 8 | 6.41 | 0.60 | 0.19 | 48.96 | 66.70 | 2.78 | 11.99 | 2,675.27 | -19.73 | 0.79 | 1,521.65 | 3,938.52 | 0.73 |
| 10 | 40 | 8 | 6.41 | 0.57 | 0.19 | 46.48 | 65.04 | 2.96 | 11.78 | 2,385.43 | -19.93 | 0.77 | 1,588.08 | 3,204.53 | 0.73 |

1) Mean

Table 3. Analysis of predicted model equation for the physical and mechanical characteristics of the fish sausage added with olive oil

| Responses | Model | R-squared ¹⁾ | F-value | P-value Prob>F ²⁾ | Equation of on terms of pseudo component |
|--------------|-----------|-------------------------|---------|------------------------------|--|
| pH | Linear | 0.2123 | 0.943 | 0.4337 | 6.423+0.003A - 0.105B |
| Sweetness | 2FI | 0.7271 | 5.329 | 0.0396* | 0.861 - 0.295A - 0.21833B+0.315AB |
| Saltiness | 2FI | 0.7692 | 0.551 | 0.2777 | 0.185+0.003A+0.003B - 0.005AB |
| Moisture | Linear | 0.2039 | 0.896 | 0.4502 | 49.125 - 2.665A - 1.248B |
| L | Linear | 0.5995 | 7.534 | 0.0406* | 63.324+3.761A - 1.316B |
| a | Quadratic | 0.9852 | 19.187 | 0.0009*** | 2.945 - 1.081A - 0.026B - 0.25AB - 0.716A ² +0.218B ² |
| b | Linear | 0.7837 | 12.683 | 0.0047** | 11.663+1.128A+0.25B |
| Hardness | Linear | 0.8151 | 15.433 | 0.0027** | 3434.175 - 1345.76A - 569.072B |
| Adhesiveness | Quadratic | 0.5633 | 1.0322 | 0.5017 | -20.404 - 1.21A+2.638B+0.925AB+0.828A ² +5.313B ² |
| Springness | Quadratic | 0.8403 | 4.2121 | 0.0942 | 0.779 - 0.076A-0.043B+0.087AB+0.086A ² +0.106B ² |
| Chewiness | Quadratic | 0.9508 | 15.464 | 0.0101* | 1566.552 - 1235.86A - 687.182B+503.685AB+391.925A ² +1078.526B ² |
| Gumminess | Linear | 0.7687 | 11.636 | 0.0059** | 2924.17 - 1002.72A - 473.477B |
| Cohesiveness | Quadratic | 0.8444 | 4.3431 | 0.0899 | 0.727 - 0.006A - 0.006B+0.005AB - 0.044A ² +0.075B ² |

A: white fish, B: olive oil, ¹⁾ $0 < R^2 < 1$, close to 1 means more significant, ²⁾ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

57.93%의 범위로 나타났다. 각각의 요인이 독립적으로 작용하는 Linear model이 결정되었고, p -value는 0.4502로 유의적이지 않아 모델의 적합성이 인정되지 않았으나, 명태와 올리브 오일이 증가할수록 수분 함량이 감소하였고, 올리브 오일(B)보다 명태(A)가 증가할수록 수분 함량이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 계육 소시지(Yun 등 2013)의 수분 함량 58.12~70.75%보다 더 낮게 나타났으나, 올리브 오일(B)이 증가할수록 수분 함량을 유의적으로 감소시켰다는 결과와는 유사하

였다. 또한 올리브 오일을 첨가한 프레스햄의 연구(Lee 등 2007)에서도 올리브 오일의 양이 증가할수록 수분 함량이 감소한 연구결과와 유사한 것으로 나타났다. 이는 올리브 오일을 첨가한 소시지가 올리브 오일을 첨가하지 않은 소시지보다 보수력이 더 낮았다는 연구결과(Kim KK 2001)로 볼 때 올리브 오일의 첨가량이 보수력을 낮아지게 하는 것으로 판단된다.

2) 어육 소시지의 색도

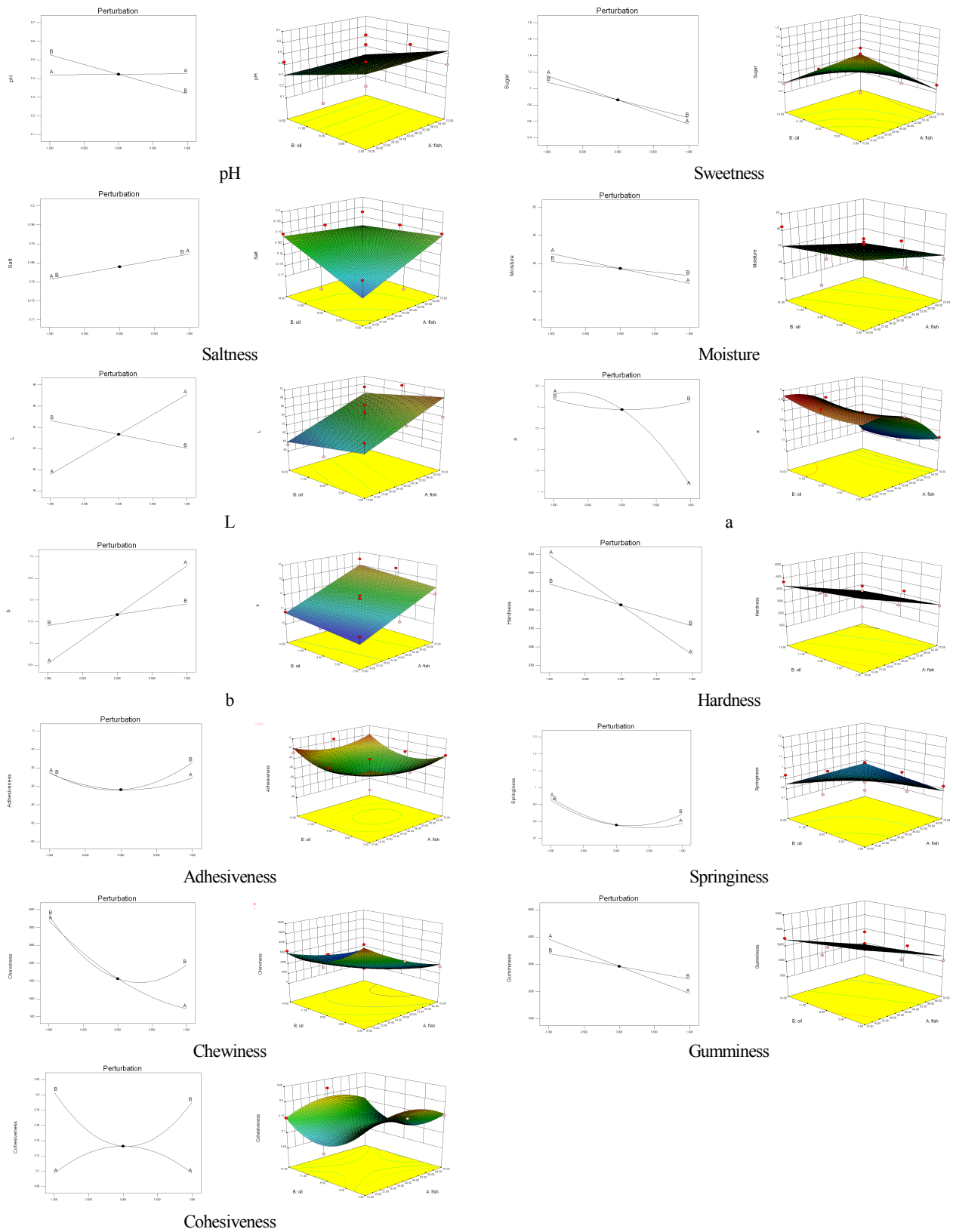


Fig. 1. Perturbation plot and response surface plot for the effect of fish (A) and olive oil (B) on physical and mechanical properties of the fish sausage added with olive oil.

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 색도(L, a, b)의 L값은 57.43~69.35, a값은 1.08~3.61, b값은 10.47~13.48의 범위를 나타내었다. 명도(L)와 황색도(b)는 독립변수 간에 독립적 작용이 발생하는 Linear model이 설정되었고, p -value는 0.0406, 0.0047(R^2 값 0.5995, 0.7837)로 0.5%와 0.01% 이내의 수준에서 유의성을 나타냈으며, 올리브 오일(B)보다 명태(A)가 증가할수록 양의 영향을 주는 것으로 나타났다. 적색도(a)는 독립변수 간에 교호작용이 발생하는 quadratic model이 설정되었고, p -value는 0.0009로 0.01% 이내의 수준에서 유의성이 나타났으며, R^2 값은 0.9852로 모델의 적합성이 인정되었다. 고등어 어육 소시지의 연구(Kim 등 2013)의 색도는 L값 58.53, a값 3.68, b값 11.27로 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 그러나 명태 연육 튀김어묵의 경우(Kim 등 2008)는 L값 16.90, a값 0.61, b값 -0.08, 돔 연육을 이용한 어묵 연구(Shin 등 2008)에서는 L값 49.48, a값 10.27, b값 13.16으로 어묵의 결과와는 차이가 있는 것으로 나타나, 조리방법과 원료에 따라서 차이가 있는 것으로 판단된다.

3) 어육 소시지의 조직감

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 조직감의 측정된 결과, 경도는 1,977.97~5,539.20, 점착성은 -7.40~ -23.93, 탄력성은 0.77~1.24, 씹힘성은 1,264.34~5,748.96, 검성은 1,440.56~4,420.19, 응집성은 0.67~0.82 사이의 범위를 나타내었다. 경도와 검성은 첨가 시료간의 독립적으로 작용하는 Linear model이 선정되었고, 모델의 p -value는 0.0027, 0.0059로 모두 1% 이내의 수준에서 유의성을 나타내었다. R^2 값은 0.8151, 0.7687로 모델 적합성이 인정되었고, perturbation plot과 반응표면곡선을 살펴보면 명태(A)와 올리브 오일(B)이 증가할수록 감소

하는 것으로 나타났으며, 올리브 오일(B)보다 명태(A)가 증가할수록 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 닭가슴살을 첨가한 고등어 소시지(Kim 등 2014) 연구에서 고등어비율이 증가할수록 경도와 점도가 증가하여 본 연구와는 다른 결과를 나타내었다. 점착성, 탄력성, 씹힘성 및 응집성은 첨가 시료간의 교호적으로 작용하는 quadratic model이 선정되었고, p -value는 각각 0.5017, 0.0942, 0.0101, 0.0899로 씹힘성은 5% 이내의 수준에서 유의성을 나타냈다. 또한 탄력성, 씹힘성 및 응집성의 R^2 값은 0.8403, 0.9508, 0.8444로 각각 모델의 적합성이 인정되었다. 탄력성은 명태(A)와 올리브 오일(B)이 증가할수록 감소하다가 일정 시점 이후에는 증가하는 경향을 보였으며, 이는 응집성의 올리브 오일(B)에서도 유사한 경향을 보였으나, 명태(A)의 경우는 첨가량이 증가할수록 증가하다 일정 시점 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 씹힘성에서는 명태(A)가 증가할수록 감소하였으나, 올리브 오일(B)은 일정 시점 이후에 증가하는 경향을 보였으며, 올리브 오일(B)보다는 명태(A)가 더 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2. 관능적 특성

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지에 대해 7점 척도로 관능적 품질을 평가한 결과, 색은 2.73~4.91, 향미는 2.91~4.45, 맛은 2.55~5.00, 부드러움은 3.45~5.09, 씹힘성은 2.36~5.27, 촉촉함은 2.91~5.18, 전반적인 기호도는 2.36~5.18 사이의 범위로 나타났다(Table 4). 관능적 특성 7가지의 모두에서 독립변수들 간에 교호작용하는 quadratic model이 결정되었고, R^2 값은 색 0.9444, 향미 0.9599, 맛 0.9879, 부드러움 0.8975, 씹힘성 0.9836, 촉촉함 0.9468, 전반적인 기호도 0.9775로 모든 항목에서 모델의 적합성이 인정되었다. p 값은 색 0.0128($p <$

Table 4. Sensory evaluation properties of the gish sausage added with olive oil

| Sample No. | Variable levels | | Responses | | | | | | |
|------------|-----------------|---------------|---------------------|--------|-------|------------|-----------|-----------|-----------------|
| | White fish (g) | Olive oil (g) | Color ¹⁾ | Flavor | Taste | Tenderness | Chewiness | Moistness | Overall quality |
| 1 | 10 | 2 | 4.91 | 4.00 | 3.64 | 3.45 | 4.00 | 3.18 | 4.00 |
| 2 | 70 | 2 | 3.18 | 3.45 | 2.55 | 3.45 | 2.45 | 4.18 | 2.64 |
| 3 | 10 | 14 | 3.73 | 3.82 | 4.00 | 3.55 | 3.91 | 2.91 | 3.55 |
| 4 | 70 | 14 | 2.82 | 2.91 | 2.91 | 3.64 | 2.45 | 4.27 | 2.36 |
| 5 | 10 | 8 | 4.27 | 4.09 | 4.73 | 3.73 | 3.91 | 3.82 | 4.09 |
| 6 | 70 | 8 | 2.73 | 3.36 | 3.27 | 3.73 | 2.36 | 4.45 | 2.64 |
| 7 | 40 | 2 | 4.55 | 4.00 | 4.27 | 4.36 | 4.64 | 4.60 | 4.45 |
| 8 | 40 | 14 | 4.27 | 4.00 | 4.36 | 4.00 | 4.91 | 4.00 | 4.73 |
| 9 | 40 | 8 | 4.36 | 4.27 | 5.00 | 5.09 | 5.18 | 5.02 | 5.18 |
| 10 | 40 | 8 | 4.91 | 4.45 | 4.91 | 5.09 | 5.27 | 5.18 | 5.18 |

¹⁾ Mean

0.05), 향미 0.0067($p<0.01$), 맛 0.0006($p<0.001$), 부드러움 0.0413 ($p<0.05$), 씹힘성 0.0012($p<0.01$), 촉촉함 0.0117($p<0.05$), 전반적인 기호도 0.0022($p<0.01$)로 모든 항목에서 유의적인 결과

를 보였다(Table 5). 각각의 관능검사에 관한 perturbation plot 과 반응표면의 그래프는 Fig. 2와 같이, 대부분 명태(A)와 올리브 오일(B)이 증가할수록 기호도가 증가하다가 일정 시점

Table 5. Analysis of predicted model equation for the sensory quality characteristics of the fish sausage added with olive oil

| Responses | Model | R-squared ¹⁾ | F-value | P-value Prob>F ²⁾ | Equation of on terms of pseudo component |
|-----------------|-----------|-------------------------|---------|------------------------------|---|
| Color | Quadratic | 0.9444 | 13.5983 | 0.0128* | $4.525 - 0.696A - 0.303B + 0.205AB - 0.915A^2 - 0.005B^2$ |
| Flavor | Quadratic | 0.9599 | 19.1588 | 0.0067** | $4.308 - 0.365A - 0.12B - 0.09AB - 0.532A^2 - 0.257B^2$ |
| Taste | Quadratic | 0.9879 | 65.808 | 0.0006*** | $4.979 - 0.606A + 0.135B + 0AB - 1.003A^2 - 0.688B^2$ |
| Tenderness | Quadratic | 0.8975 | 7.006 | 0.0413* | $4.889 + 0.015A - 0.011B + 0.022AB - 0.958A^2 - 0.508B^2$ |
| Chewiness | Quadratic | 0.9836 | 48.119 | 0.0012** | $5.0771 - 0.76A + 0.03B + 0.022AB - 1.794A^2 - 0.154B^2$ |
| Moistness | Quadratic | 0.9468 | 14.243 | 0.0117* | $5.014 - 0.498A - 0.13B + 0.09AB - 0.793A^2 - 0.628B^2$ |
| Overall quality | Quadratic | 0.9775 | 34.848 | 0.0022** | $5.076 - 0.666A - 0.075B + 0.042AB - 1.607A^2 - 0.3822$ |

A: white fish, B: olive oil, ¹⁾ $0 < R^2 < 1$, close to 1 means more significant, ²⁾ * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

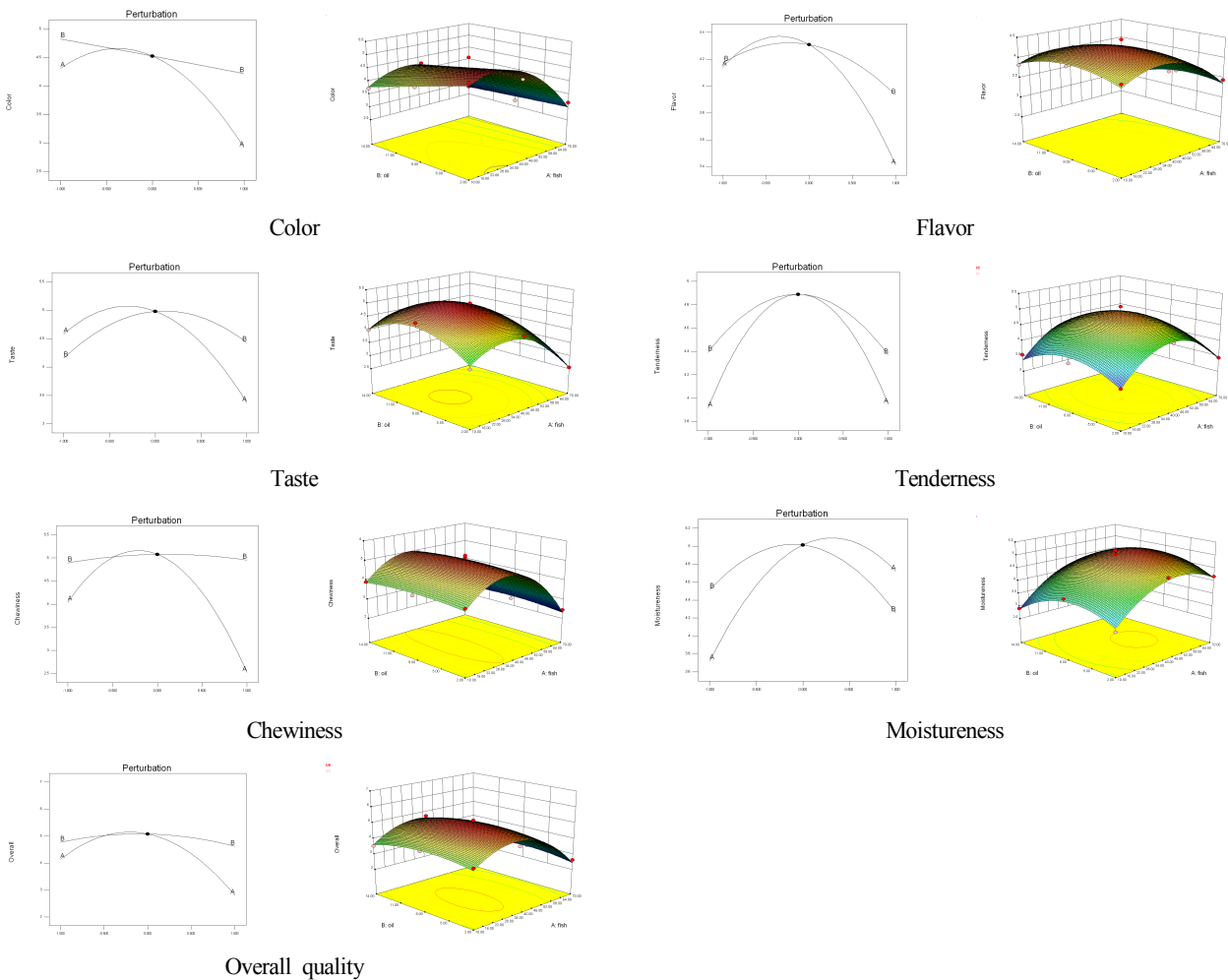


Fig. 2. Perturbation plot and response surface plot for the effect of fish (A) and olive oil (B) on sensory properties of sausage with the fish sausage added with olive oil.

이후에는 다시 감소하는 경향을 보였다. 이는 Seo 등(2011)의 우육 패티 연구에서는 우지방의 식물성 오일의 양이 많은 경우(60%) 전반적인 기호도가 감소하고, 이는 다즙성이 떨어지기 때문이라는 결과와 유사한 것으로 판단된다. 또한 올리브 오일(B)보다는 명태(A)가 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며, Na & Joo(2012)의 토마토 분말 첨가 돈육 소시지와 Yun 등(2013)의 올리브 오일과 강황 분말을 첨가 계육 소시지의 연구결과와 유사한 것으로 나타났다. 그러나 여러 가지 식물성 유지를 첨가한 저지방 패티의 전반적인 기호도가 대조구보다 대체로 낮은 경향을 보였다는 연구(Liu 등 1991)와는 차이가 있는 것으로 나타났다.

3. 품질 최적화

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 최적화는 Canonical 모형의 수치 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 명태비율과 올리브 오일의 양을 선정하였다. 유의적인 관능평가의 모든 항목을 최대로 결정하여 모델화에 의해 결정된 반응식을 이용하여 수치 최적화와 모형적 최적화를 통해 선정하고, 가장 높은 desirability를 나타낸 최적점을 지점예측(point prediction)을 통해 Fig. 3 처럼 도출하였다. 예측된 최적값은 명태 37.74 g, 올리브 오일 7 g이었다. 강황 분말을 첨가한 계육 소시지(Yun 등 2013)의 올리브 오일의 최적값은 9.77 g, 파리고추 분말을 첨가한 돈육 소시지(Jung MJ 2014)의 올리브 오일의 최적값은 9.12 g으로, 본 연구에 비해 높은 것과 비교해 볼 때 강한 부재료의 첨가는 오일의 양에 영향을 주는 것으로 판단된다. Seo 등(2011)의 우육 패티 연구에서 최적의 올리브 오일은 8 g으로 불포화 지방은 우육 패티에서 지질 산화를 지연시키고, 냉장 저장 중 품질을 개선시킨다는 연구 결과를 볼 때, 올리브 오일을 첨가한 어육 소시지는 저지방의 불포화 지방산 함량의 증가 등 지방산 조성을 변화시킨 우수한 어육 소시지 제품으로서, 기능적, 영양적, 품질 및 기호도 측면에서 상품으로서 연구개발 가치가 있다고 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 명태연육과 올리브 오일을 이용하여 저칼로리 저지방의 건강한 어육 소시지를 개발하고자 올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 품질특성 분석과 관능적 최적화의 결과를 토대로 올리브 오일 첨가 어육 소시지의 최적 제조조건을 산출하였다.

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 제조를 위하여 독립변수는 명태와 올리브 오일의 양으로 설정하였고, design expert 8(stat-ease Co., Minneapolis, MN, USA) 프로그램을 이용하여 실험을 설계하고, 결과를 분석한 후 최종적으로 올리브 오일 첨가 어육 소시지의 배합비율을 결정하였다.

올리브 오일을 첨가한 어육 소시지의 10개 실험점에 따른 이화학적 실험을 행한 결과, 반죽의 pH는 명태보다는 올리브 오일이 증가할수록 음의 영향을 보이는 것으로 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다. 반죽의 당도($p < 0.05$)는 2FI model이 결정되었고, 명태와 올리브 오일이 증가할수록 감소하였다. 반죽의 수분 함량은 42.31~57.93의 범위로 명태와 올리브 오일이 증가할수록 수분 함량이 감소하였으나, 유의적인 차이는 아니었다. 어육 소시지의 색도 중 L($p < 0.05$)과 b($p < 0.01$)는 Linear model이 설정되었고, a($p < 0.001$)는 quadratic model이 설정되었으며, L과 b에서는 올리브 오일보다 명태가 증가할수록 유의적으로 양의 영향을 주는 것으로 나타났다. 어육 소시지의 조직감은 경도($p < 0.01$), 씹힘성($p < 0.05$), 검성($p < 0.01$)의 항목에서 유의적인 결과를 보였다. 경도와 검성에서는 Linear model이 결정되었으며, 명태와 올리브 오일이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 씹힘성은 quadratic model이 선정되었다.

어육 소시지의 색($p < 0.05$), 향미($p < 0.01$), 맛($p < 0.001$), 부드러움($p < 0.05$), 씹힘성($p < 0.01$), 촉촉함($p < 0.05$), 전반적인 기호도($p < 0.01$)의 모든 항목에서 유의적인 결과를 보였으며, quadratic model이 결정되었다. 대부분 명태(A)와 올리브 오일(B)이 증가할수록 기호도가 증가하다가, 일정 시점 이후에는 다시 감

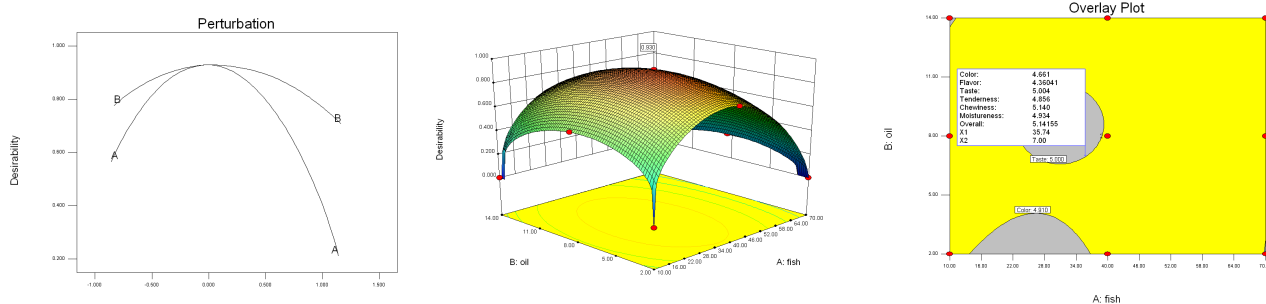


Fig. 3. Perturbation plot and response surface plot for the effect of fish (A) and olive oil (B) on desirability of sausage with the fish sausage added with olive oil.

소하는 경향을 보였다.

어육 소시지의 최적화는 실험의 독립변수는 명태와 올리브 오일의 범위 내에서 모델화에 의해 결정된 반응식을 이용하여 만족하는 수치점(numerical point)을 예측한 결과, 명태 37.74 g, 올리브 오일 7 g으로 산출되었다.

이상의 결과를 통해 올리브 오일을 첨가한 어육 소시지는 기능적, 영양적, 품질 및 기호도 측면에서 상품으로서 연구개발 가치가 있다고 판단된다.

References

- Chin KB. 2002. Manufacture and evaluation of low-fat meat products. *Korean J Food Sci Ani Resou* 22:363-372
- Im JH. 2009. Research for increasing export of pork products. MS Thesis, Korea Univ. Seoul. Korea
- Jin SK, Kim IS, Nam YW, Cho JH, Hur SJ, Kang SN. 2007. Effects of the order of material addition on the quality characteristics of emulsification sausage. *Korean J Food Sci Ani Resou* 27:157-162
- Jin SK, Kim IS, Nam YW, Park SC, Choi SY, Yang HS, Choi YJ. 2008. Comparison of textural properties of crab-flavored sausage with different proportions of chicken meat. *Korean J Food Sci Ani Resou* 28:395-400
- Jung MJ. 2014. Quality characteristics and effect of antiproliferative activity of pork sausage with *KKuari* pepper (*Capsicum annum* L.) on the breast cancer cell. Master's theses, Sookmyung Women's Unive. Seoul. Korea
- Kim DS, Song YR, Muhlisin, Seo TS, Jang A, Lee SK, Pk JI. 2013. The effects of *Doenjang* (Korean traditional fermented soy bean paste) powder on the quality and shelf-life of chicken sausages during storage. *Korean J Poult Sci* 40: 315-325
- Kim DW. 2013. Quality characteristics of sausage added red yeast rice. *Korean J Food Preserv* 20:805-809
- Kim GW, Kim GH, Kim JS, An HY, Hu GW, Park IS, Kim OS, Cho SY. 2008. Quality characteristics of fried fish paste of pollack meat paste added with propolis. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:485-489
- Kim HA, Kim BC, Kim YK. 2013. Quality characteristics of the sausages added with pepper seed powder and papper seed oil. *Korean J Food Cookery Sci* 29:283-289
- Kim HW, Choi JH, Choi YS, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Shim SY, Kim CJ. 2009. Effects of wheat fiber and isolated soy protein on the quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Korean J Food Sci Ani Resou* 29:475-481
- Kim KBWR, Jeong DH, Bark SW, Kang BK, Pak WM, Kang JE, Park HM, Ahn DH. 2013. Quality properties and processing optimization of Mackerel (*Scomber japonicus*) sausage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1656-1663
- Kim KBWR, Pak WM, Kang JE, Park HM, Kim BR, Ahn DH. 2014. Effects of chicken breast meat on quality properties of Mackerel (*Scomber japonicus*) sausage. *Korean J Food Sci An* 34:122-126
- Kim KK. 2001. Studies on the development of low-fat sausage containing olive oil, corn oil, soybean oil and sunflower oil. Masters degree thesis, Konkuk Univ. Seoul. Korea
- Kim SH, Kim SJ, Kim BH, Kang SG, Jung ST. 2000. Fermentation of *Doenjang* prepared with sea salts. *Korean J Food Sci Technol* 32:1365-1370
- Kim YJ, Hwangbo S. 2011. Effects of addition of mugwort and pin needle extracts on shelf-life in emulsified sausage during cold storage. *J Ani Sci and Technology* 53:461-467
- Lee HJ, Baik JE, Noo NM. 2014. Quality characteristics and storage stability of bread with *Allium hookeri* powder. *Korean J Food & Nutr* 27:318-329
- Lee JI, Jung JD, Lee JW, Ha YJ, Shin TS, Kwack SC, Do CH. 2007. Effects of olive oil additives on the quality characteristics of press ham during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 27:163-170
- Liu KC, Huffman DL, Egbert WR. 1991. Replacement of beef fat with partially hydrogenated plant oil in lean ground beef patties. *J Food Sci* 56:861-862
- Miller MF, Davis GW, Seideman SC, Ramsey CB. 1986. Effects of chloride salts on appearance, palatability, and orange traits of flacked and formed beef bullock restructured steaks. *J Food Sci* 51:1424
- Na YR, Joo NM. 2012. Processing optimization and antioxidant activity of sausage prepared with tomato powder. *Korean J Food Cookery Sci* 28:195-206
- No YE. 2012. Development and properties of functional seasoning with high yield from byproducts of Alaska Pollock and Sea Tangle. Masters degree thesis, Gyeongsang National Univ, Gyeongsangnamdo. Korea
- Park KM, Hwang IH. 2006. Characteristics of ginseng extract and its effects on sensory properties of pork sausage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26:418-425
- Rhyu MR, Kim EY, Chung KS. 2003. Effect of *Monascus koji* on the quality characteristics of bologna-type sausage. *Korean*

J Food Sci Technol 35:229-234

Seo HW, Kim GD, Jung ET, Yang HS. 2011. Quality properties of beef patties replaced tallow with rice bran oil and olive oil during cold storage. *Korean J Food Sc Ani Resou* 31: 763-771

Shin YJ, Lee JA, Park GS. 2008. Quality characteristics of fish pastes containing *Lycii fructus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:22-28

Son MH, Kim SY, Ha JU, Lee SC. 2003. Texture properties of

surimi gel containing shiitake mushroom (*Lentinus edodes*).

J Korean Soc Food Sci Nutr 32:859-863.

Yun EA, Jung EK, Joo NM. 2013. Optimized processing of chicken sausage prepared with turmeric (*Curcuma longa* L.).

Korean J Food Culture 28:204-211

접 수 : 2014년 7월 10일

최종수정 : 2014년 8월 14일

채 택 : 2014년 8월 19일