

느타리버섯 통조림 제조에 있어서 관능적 특성의 최적화

이기동 · 권중호* · 김진구** · 김현구†

한국식품개발연구원

*경북대학교 식품공학과

**상주산업대학교 식품공학과

Optimization of Sensory Properties in Preparation of Canned Oyster Mushroom

Gee-Dong Lee, Joong-Ho Kwon*, Jin-Gu Kim** and Hyun-Ku Kim†

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-420, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

**Dept. of Food Engineering, Sangju National Polytechnical University, Sangju 742-170, Korea

Abstract

Four-dimensional response surface methodology was applied to determine the optimum preparation conditions and to monitor sensory qualities of canned oyster mushroom during preparation. The optimum preparation conditions predicted for each corresponding sensory parameter of canned oyster mushroom were 181.29g of oyster mushroom, 205.36ml of solution and 6.49min of roasting time for color, 214.01g, 195.79ml and 5.07min for appearance, 227.71g, 224.26ml and 6.50min for flavor, 250.30g, 183.63ml and 17.32min for taste, 211.59g, 178.21ml and 17.79min for mouth-feel, 249.02g, 188.79ml and 17.80min for overall palatability of canned oyster mushroom, respectively. The optimum conditions, which satisfied with all sensory properties of canned oyster mushroom, were 240g, 200ml and 17min for content of oyster mushroom, content of solution and roasting time, respectively. Sensory scores predicted at the optimum conditions were in good agreement with experimental ones.

Key words: canned oyster mushroom, four-dimensional response surface, sensory property

서 론

최근 농수산물의 수입개방이 확대됨에 따라 농민의 새로운 소득원 개발이 절실히 요청되고 있는 바, 버섯류의 재배는 농가의 소득원으로서 그 중요성이 크게 인식되고 있다. 버섯류는 생물학적으로 담자균류 및 자낭균류에 속하는 미생물로서 균사의 생육시 분비되는 효소에 의해 목재, 볏짚 등의 주성분인 섬유소, 헤미셀룰로즈, 리그닌 및 기타 유기화합물을 분해하여 영양원으로 이용한다. 식용버섯 중 느타리버섯은 볏짚 등을 기질로 인공적으로 재배하여 생산하고 있다. 느타리버섯은 독특한 맛과 조직(1) 때문에 그 생산 및 소비가 급증하고 있다. 그러나 느타리버섯의 재배가 적극 장려된 이후 최근에는 과일생산기에 접어들고 있는 실정이다. 느타리버섯의 통조림 가공은 수율이 80% 정도로 통조림 가공적성이 좋은 것으로 보고되고 있다(2).

정 등(3)은 느타리버섯의 자실체 및 균사체의 에탄올 추출물은 BHA 및 BHT 보다 항산화성이 우수하고 열안정성도 높은 것으로 보고하였다. 홍 등(4)은 국내에서 널리 재배되고 있는 버섯의 유기산과 지방산 조성을 분석하여 느타리, 표고 및 양송이버섯에는 lactic acid, oxalic acid, fumaric acid, succinic acid, malic acid, citric acid, pyroglutamic acid, linoleic acid, palmitic acid, oleic acid 등의 유기산과 지방산이 함유되어 있었으며, 특히 느타리버섯에는 oxalic acid와 pyroglutamic acid가 많이 함유되어 있다고 하였다. 또한 홍 등(5,6)은 느타리, 표고 및 양송이버섯으로부터 유리당과 당알코올을 분석하여 trehalose, glucose, fructose, mannitol, arabitol 및 glycerol을 확인하였고, 대표적인 유리아미노산은 glutamic acid, serine, histidine, alanine 등이었다고 보고하였다. 그러나 느타리버섯의 가공에 대한 연구로는 이 등(1)이 느타리버섯 통조림의 관능형, 충전고형량

†To whom all correspondence should be addressed

별 열침투 특성에 대한 보고를 하면서 고향량비 3/5 부근이 살균 및 우수한 제품생산에 효과적이었다고 하였다.

본 연구에서는 기호성이 높은 느타리버섯 통조림을 제조하고자 반응표면분석을 이용하여 느타리버섯 함량, 주입액 함량 및 재료의 볶음시간에 따른 제품의 관능적 품질을 최적화하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 느타리버섯은 서울 가락시장에서 당진산 느타리버섯을 구입하여 사용하였다. 부재료로는 간장(샘표진간장), 볶음참깨(오뚜기식품), 소금(혜표꽃소금), 설탕(제일제당), 옥수수유(제일제당), 고구마 전분(성진식품) 등을 사용하였고, 양파, 마늘, 당근, 고추, 미나리 등은 농협 수퍼마켓에서 구입·정선하여 재료로 사용하였다.

실험계획

느타리버섯 통조림의 최적 제조조건을 구하고자 중심합성계획(7,8)을 사용하였으며, 반응표면 회귀분석을 위해 SAS(statistical analysis system) program(9)을 이용하였다. 중심합성계획은 Fig. 1과 같으며, 세개의 실험조건은 느타리버섯 함량(X₁), 주입액 함량(X₂) 및 통조림재료 볶음시간(X₃)이었다. 각 실험조건들은 -2, -1, 0, 1, 2 등 다섯단계로 부호화하였고, 그 독립변수들의 값은 Table 1과 같다. 그리고 반응변수로는 관능적 특

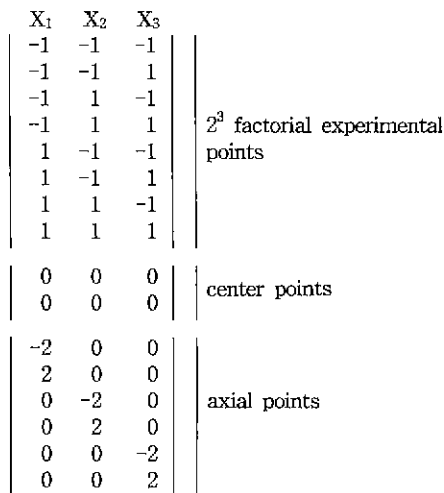


Fig. 1. Central composite design to k=3.

Table 1. Levels of independent variables for experimental design

X _i Independent variables	Levels				
	-2	-1	0	1	2
X ₁ Content of mushroom(g)	160	190	220	250	280
X ₂ Content of solution(ml)	160	180	200	220	240
X ₃ Roasting time(min)	5	8	11	14	19

성으로서 색(Y₁), 외관(Y₂), 향(Y₃), 맛(Y₄), 조직감(Y₅) 및 전반적 기호도(Y₆)로 하였다.

세개의 독립변수에 대한 2차 회귀모형은 다음과 같다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 \quad (1)$$

여기서 Y는 반응변수, X₁, X₂, X₃은 실험조건, b₀는 절편 및 b_n는 회귀계수이다.

회귀분석 결과 임계점이 최대점이 아니고 안장점일 경우에는 능선분석을 하여 최적점을 구하였다. 그리고 4차원 반응표면을 그래픽하기 위하여 Mathematica program(10)을 사용하였으며, 식 (1)을 Floros와 chinnan의 방법(11)에 따라 변형시켜 4차원 반응표면을 그래픽하였다.

느타리버섯 통조림의 제조방법

느타리버섯을 이용한 버섯통조림의 제조는 마늘 2g 과 느타리버섯 일정량(160~280g)을 먼저 볶음솥에 넣은 다음 참기름, 식용유, 깨소금, 당근, 간장, 설탕을 넣고 일정시간(5~19분) 동안 볶았다. 여기에 양파 및 고추를 넣고 다시 5분 동안 더 볶았다. 그리고 볶은 재료를 통조림관에 충전한 후 일정비의 옥수수 전분(4g/주입액 180ml)과 비타민 C(40mg/주입액 180ml)를 함유한 주입액(160~240ml)을 관에 첨가하고 탈기 및 밀봉을 행한 후 살균 및 열처리(121°C, 20분)를 실시하였다.

관능검사

관능적 품질평가는 한국식품개발연구원의 20~30대의 연구원을 대상으로 색상(color), 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(mouth-feel) 및 전반적 기호도(overall palatability)에 대하여 9점 척도법으로 측정하였으며(12), 이 때 9점 가장 좋다, 8점 대단히 좋다, 7점 보통으로 좋다, 6점 약간 좋다, 5점 좋지도 싫지도 않다, 4점 약간 싫다, 3점 보통으로 싫다, 2점 대단히 싫다, 1점 가장 싫다로 나타내었다. 관능검사는 한 번에 3종류의

시료를 제시하여 균형 불완전블록계획법으로 실시하였다(13). 또한 조직감은 저작성 입안에서 느끼는 복합적인 감촉을 평가하도록 하였다.

결과 및 고찰

제조조건에 따른 관능적 품질

느타리버섯 통조림의 제조에 있어서 시제품의 관능적 특성을 최적화할 목적으로 중심합성계획에 따라 여러 제조조건에서 얻어진 느타리버섯 통조림의 몇가지 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 실험계획(Table 2)을 바탕으로 제조된 16개 시험군의 느타리버섯 통조림에 대하여 9점 척도시험에 따라 관능적 품질을 평가해 본 결과는 16개 시험군에서 관능평점은 색상 4.667~6.667, 외관 4.833~6.333, 향 4.833~6.500, 맛 5.000~7.000, 조직감 5.167~6.333 및 전반적 기호도 4.667~6.833 등으로 제조조건에 따른 변화는 그다지 크지 않았다. 느타리버섯 통조림의 제조조건인 느타리버섯 함량(160~280%), 주입액 함량(160~240ml) 및 볶음시간(5~19분)의 범위에서는 관능평점이 4점과 7점 사이로서 약간 싫다(4점)에서 보통으로 좋다(7점)의 범위로 나타났다. 또한 버섯통조림의 색상, 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적 기호도 등의 관능검사 결과를 SAS program을 이용하여 회귀분석하고 반응표면 회귀식, R_2 및 유의성을 각각 Table 3에 나타내었다. 이

때 제조조건에 따른 변화에 따른 버섯통조림의 색상(Y_1)에 대한 반응표면 회귀분석 결과에서 회귀식의 R^2 는 0.8427로서 10% 이내에서 유의성이 인정되었다. 그러나 외관(Y_2), 향(Y_3), 맛(Y_4), 조직감(Y_5) 및 전반적 기호도(Y_6)에 대한 회귀식의 R^2 는 각각 0.6689, 0.6280, 0.6188, 0.7739 및 0.6405로서 유의성은 인정되지 않았다. 관능평점을 이용한 위의 회귀분석결과는 이화학적 분석 결과와는 달리 느타리버섯 통조림을 관능검사하는 검사자의 주관적 관점에 따라 버섯 통조림에 대한 관능평점이 다르게 나타남으로 인하여 R^2 와 유의성이 낮게 나타나는 것으로 생각된다.

제조조건에 따른 관능적 특성 모니터링

느타리버섯 통조림의 제조조건에 따른 색상, 외관, 향, 맛 및 조직감의 변화는 각각 Fig. 2~6과 같이 4차원 반응표면으로 나타내었으며, 관능평점의 변화에 대한 반응표면은 안장점을 나타내었다. 색상에 대한 관능평점의 변화(Fig. 2)는 느타리버섯 함량이 많고 볶음시간이 길거나 느타리버섯 함량이 적고 볶음시간이 짧은 조건에서 높게 나타났다. 그러나 느타리버섯 함량이 많고 볶음시간이 짧거나 버섯 함량이 적고 볶음시간이 길수록 색상에 대한 관능평점은 줄어들었다. 이러한 결과는 통조림 재료 가운데 버섯 함량이 높을 경우 볶음시간을 길게 잡아야 하고 버섯 함량이 적을 경우에는 볶음시간을 짧게 처리해야 한다는 것을 나타낸다.

Table 2. Sensory properties of canned oyster mushroom depending on different preparation conditions based on the central composite experimental design

Experimental conditions ¹⁾			Sensory parameters ²⁾					
Mushroom(g)	Solution(ml)	Time(min)	Color	Appearance	Flavor	Taste	Mouth-feel	Overall palatability
190	180	8	6.167	5.667	6.333	6.333	5.667	5.667
190	180	14	4.667	4.833	6.333	6.667	6.167	6.000
190	220	8	6.500	5.500	6.167	7.000	6.000	6.833
190	220	14	5.333	5.333	5.667	5.000	5.667	5.167
250	180	8	5.333	5.167	5.167	6.000	5.833	5.667
250	180	14	6.000	5.167	6.000	7.000	6.167	6.500
250	220	8	5.500	5.833	6.500	6.667	5.667	5.333
250	220	14	5.833	5.500	6.000	6.167	5.167	6.667
220	200	11	5.833	6.333	5.667	6.667	5.333	5.667
220	200	11	5.833	6.333	5.667	6.667	5.333	5.667
160	200	11	6.333	4.833	5.000	5.000	6.333	5.167
280	200	11	5.333	5.000	5.167	5.667	5.667	4.667
220	160	11	5.000	5.833	4.833	5.333	5.500	5.333
220	240	11	5.333	5.333	5.833	5.000	6.000	4.833
220	200	5	6.000	6.000	5.833	5.667	6.333	6.167
220	200	19	6.667	6.333	6.167	6.667	6.167	6.333

¹⁾ Experimental conditions: Content of mushroom(g), content of solution(ml), roasting time(min)

²⁾ Sensory scores were 9: like extremely, 8: like very much, 7: like moderately, 6: like slightly, 5: neither like nor dislike, 4: dislike slightly, 3: dislike moderately, 2: dislike very much and 1: dislike extremely.

Table 3. The second order polynomials for sensory properties of canned oyster mushroom

Responses	The second order polynomials	R ²	Significance
Color	$Y_1 = -2.857695 - 0.028701X_1 + 0.1969117X_2 - 1.441454X_3 - 0.000208X_1X_2 + 0.005093X_1X_3 - 0.000002083X_2X_3 + 0.000023031X_1^2 - 0.000365X_2^2 + 0.013774X_3^2$	0.8427	0.0676
Appearance	$Y_2 = -17.851957 + 0.123033X_1 + 0.122682X_2 - 0.384194X_3 + 0.000139X_1X_2 + 0.000928X_1X_3 + 0.000696X_2X_3 - 0.000363X_1^2 - 0.000400X_2^2 + 0.001380X_3^2$	0.6689	0.3702
Flavor	$Y_3 = 1.251142 - 0.026421X_1 + 0.046849X_2 + 0.411354X_3 + 0.000451X_1X_2 + 0.001157X_1X_3 - 0.003819X_2X_3 - 0.000176X_1^2 - 0.000241X_2^2 + 0.004588X_3^2$	0.6280	0.4593
Taste	$Y_4 = -55.601426 + 0.123764X_1 + 0.425258X_2 + 1.129372X_3 + 0.00006958X_1X_2 + 0.002314X_1X_3 - 0.006946X_2X_3 - 0.000363X_1^2 - 0.000921X_2^2 - 0.009651X_3^2$	0.6188	0.4793
Mouth-feel	$Y_5 = 8.645815 - 0.033565X_1 - 0.010236X_2 + 0.392545X_3 - 0.000208X_1X_2 - 0.000462X_1X_3 - 0.003473X_2X_3 + 0.000173X_1^2 + 0.000233X_2^2 + 0.017163X_3^2$	0.7739	0.1637
Overall palatability	$Y_6 = -20.698726 + 0.070335X_1 + 0.225899X_2 - 0.596650X_3 - 0.000104X_1X_2 + 0.004861X_1X_3 - 0.003121X_2X_3 - 0.000236X_1^2 - 0.000428X_2^2 + 0.007386X_3^2$	0.6405	0.4321

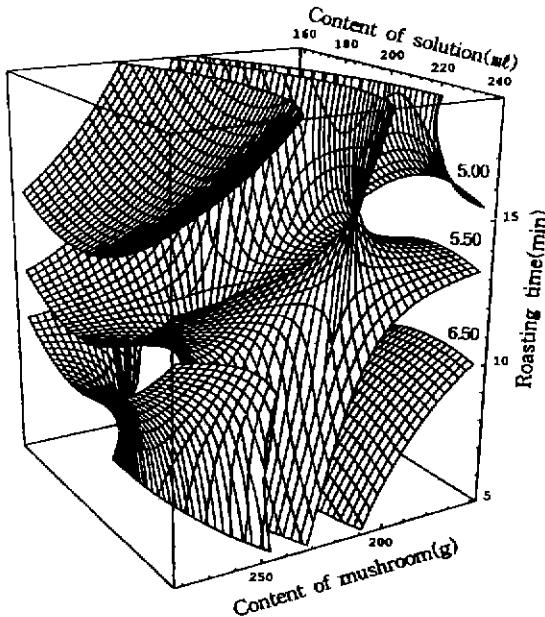


Fig. 2. Response surface for sensory scores on color of canned oyster mushroom at constant values (sensory score: 5.00-5.50-6.50) as a function of content of mushroom, content of solution and roasting time.

그러나 주입액 함량은 느타리버섯 통조림의 색상에 영향을 미치지 않았다. 제조조건에 따른 통조림 내용물의 외관에 대한 변화(Fig. 3)는 볶음조건의 영향을 거의 받지 않았으며, 느타리버섯이 210~240g이고 주입액 함량이 190~210ml인 조건에서 가장 우수한 관능평점을 나타내었다. 그러나 이러한 조건범위를 벗어날 경우 외관에 대한 관능평점은 낮아졌음을 볼 수 있었다. 느타리버섯 통조림의 제조조건별 향에 대한 관능평점의 변화(Fig. 4)는 느타리버섯 함량이 적고, 볶음시간이

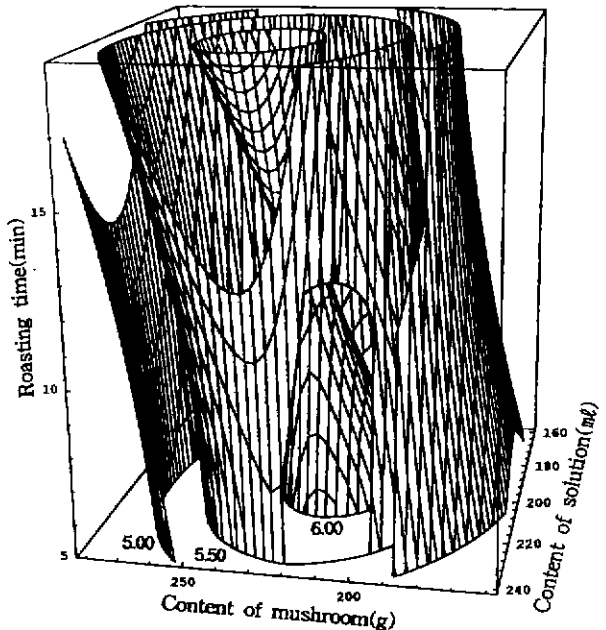


Fig. 3. Response surface for sensory scores on appearance of canned oyster mushroom at constant values (sensory score: 5.00-5.50-6.00) as a function of content of mushroom, content of solution and roasting time.

길고, 주입액 함량이 많을수록 관능평점이 증가하기 시작하여 느타리버섯 함량 및 주입액 함량이 많고 볶음시간이 짧은 조건에서 관능평점이 가장 높았다. 느타리버섯 함량 및 주입액 함량이 낮으나 볶음시간이 긴 조건에서 관능평점은 높게 나타났다. 그러나 지나치게 주입액 함량이 높고 버섯 함량이 적을 경우 향에 대한 관능평점은 오히려 낮게 나타났다. 제조조건별 맛의 변화(Fig. 5)는 주입액 함량이 적은 조건에서 볶음시간이

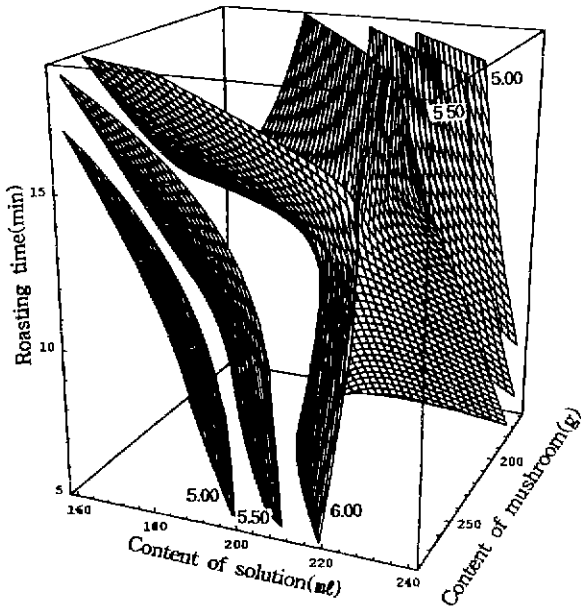


Fig. 4. Response surface for sensory scores on flavor of canned oyster mushroom at constant values (sensory score: 5.00-5.50-6.00) as a function of content of mushroom, content of solution and roasting time.

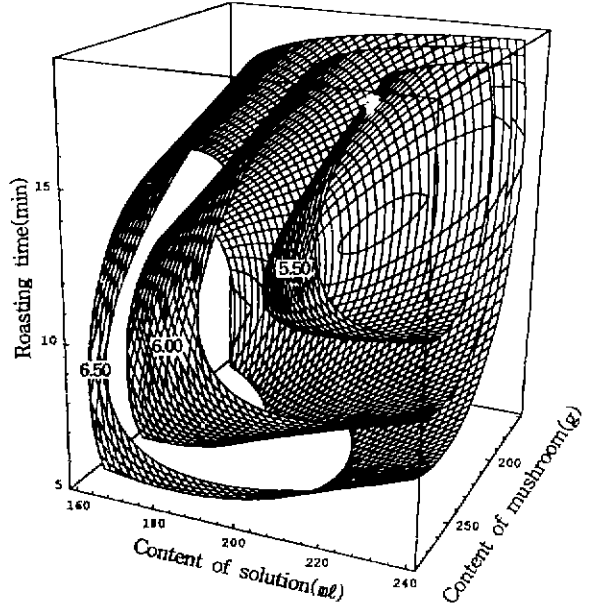


Fig. 6. Response surface for sensory scores on mouth-feel of canned oyster mushroom at constant values (sensory score: 5.50-6.00-6.50) as a function of content of mushroom, content of solution and roasting time.

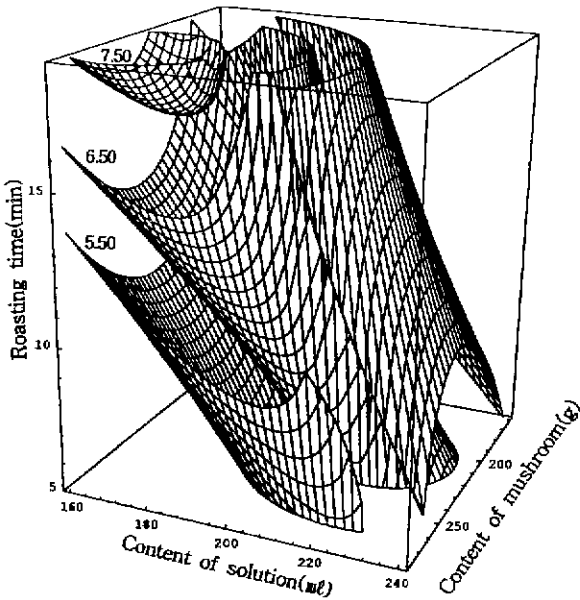


Fig. 5. Response surface for sensory scores on taste of canned oyster mushroom at constant values (sensory score: 5.50-6.50-7.50) as a function of content of mushroom, content of solution and roasting time.

질 경우 맛이 가장 우수하였으며, 느타리버섯 함량은

맛의 변화에 크게 영향을 미치지 않았으나 느타리버섯 함량이 250g에서 맛이 가장 우수하였다. 조직감(mouth-feel)에 대한 변화(Fig. 6)는 느타리버섯 함량 및 주입액 함량이 증가하고 볶음시간이 길수록 관능평점이 증가하는 경향을 나타내어 느타리버섯 조직은 수분이 많은 조건에서 장시간 열처리함으로써 저작시 입안에서 느껴지는 촉감이 좋아지며, 다른 부재료 보다 느타리버섯이 많이 들어 있을수록 조직감에 대한 선호도가 증가하는 것을 알 수 있었다.

제조조건에 따른 통조림의 전반적 기호도의 변화는 Fig. 7과 같이 4차원 반응표면으로 나타내었으며, 관능평점의 변화 또한 안장점을 나타내었다. 전반적 기호도에 대한 관능평점의 변화는 색상에 대한 관능검사 결과와 아주 유사한 경향을 나타내었으며, 느타리버섯 함량이 많고 주입액 함량이 적으며 볶음시간이 긴 조건에서 관능평점이 높게 나타났다. 또 느타리버섯의 함량이 적고 볶음시간이 짧은 조건에서도 관능평점이 높게 나타났다. 그러나 느타리버섯 함량이 많고 볶음시간이 짧거나, 버섯 함량이 적고 볶음시간이 긴 경우 전반적인 기호도에 대한 관능평점은 줄어들었는데, 이것은 통조림 재료 가운데 느타리버섯 함량이 높을 경우 볶음시간을 길게 잡아야 하고, 버섯 함량이 적을 경우에는 볶음시간을 짧게 처리해야 함을 보여주고 있다.

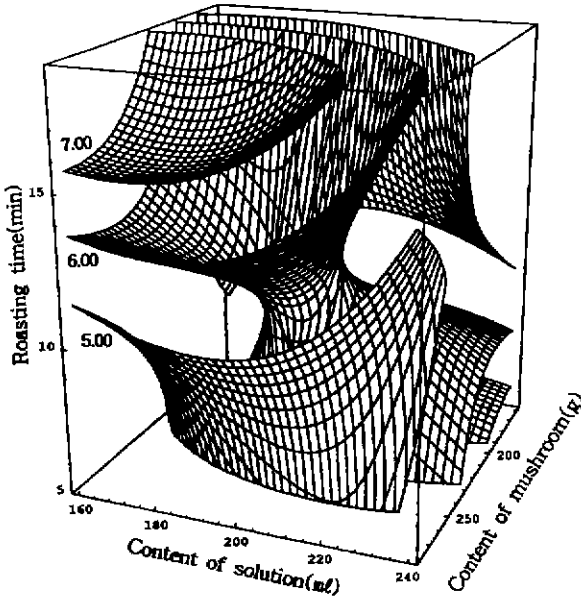


Fig. 7. Response surface for sensory scores on overall palatability of canned oyster mushroom at constant values (sensory score: 5.00-6.00-7.00) as a function of content of mushroom, content of solution and roasting time.

그러나 전반적 기호도는 주입액 함량에 의해 크게 영향을 받지 않았다.

관능적 특성의 최적화

느타리버섯 통조림의 제조에 있어서 관능적 특성에 대한 최적 제조조건을 구하고자 능선분석을 실시하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 통조림의 최적 색상을 위한 제조조건은 느타리버섯 함량 181.29g, 주입액 함량 205.36ml, 통조림재료 볶음시간 6.49분으로 예측되었다. 외관에 대한 최적 조건은 214.01g, 195.79ml, 5.07분, 향에 대한 최적 조건은 250.30g, 183.63ml, 17.32분, 맛에 대한 최적 조건은 250.30g, 183.63ml, 17.32분, 조직감에 대한 최적 조건은 211.59g, 178.21ml, 17.79분, 전반적 기호도에 대한 최적 조건은 249.02g, 188.79ml, 17.80

분 등으로 각각 나타났다. 그리고 느타리버섯 통조림의 관능적 특성을 극대화할 목적으로 각 반응표면을 겹쳐서 4차원 반응표면을 그래프하였다. 이 반응표면으로부터 예측된 최적 조건범위와 최적점은 Fig. 8 및 Table 5에 나타내었다. 최적 조건범위는 느타리버섯 함량 230~255g, 주입액 함량 190~210ml, 통조림재료 볶음시간 16~19분이었으며, 예측된 최적 조건은 느타리버섯 함량 240g, 주입액 함량 200ml, 볶음시간 17분으로 각각 나타났다. 이러한 최적 조건은 전반적 기호도가 가장 높은 조건과 일치하였으며, 최적 조건에서 전반적 기호도에 대한 관능평점은 6.87로서 높은 수치를 나타내었다. 이러한 예측결과에 대한 모델식의 신뢰성을 확인하기 위하여 예측된 최적 조건으로 느타리버섯 통조림을 제조하여 이들의 관능적 특성을 측정하여 본 결과 실제값들은 예측된 값들과 유사한 수준으로 비교되었

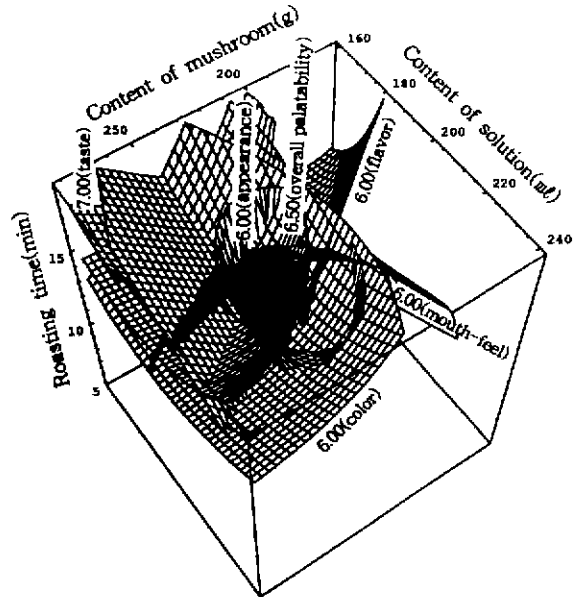


Fig. 8. Superimposed response surface for optimization of sensory properties (color, appearance, taste, flavor, mouth-feel, overall palatability) of canned oyster mushroom as a function of content of mushroom, content of solution and roasting time.

Table 4. Predicted levels of optimum preparation conditions for the maximized sensory properties of canned oyster mushroom by the ridge analysis

Preparation conditions	Levels for maximum responses					
	Color	Appearance	Flavor	Taste	Mouth-feel	Overall palatability
Content of mushroom(g)	181.29	214.01	227.71	250.30	211.59	249.02
Content of solution(ml)	205.36	195.79	224.26	183.63	178.21	188.79
Roasting time(min)	6.49	5.07	6.50	17.32	17.79	17.80
Morphology	S.P. ¹⁾	S.P.	S.P.	S.P.	S.P.	S.P.

¹⁾S.P.: Saddle point

Table 5. Predicted optimum conditions for maximum responses of sensory properties in canned oyster mushroom by superimposing their response surfaces

Preparation conditions	Range of optimum conditions	Optimum conditions
Content of mushroom(g)	230~255	240
Content of solution(ml)	190~210	200
Roasting time(min)	16~19	17

Table 6. Predicted and experimental sensory scores of response variables at a given conditions¹⁾ within the range of optimum preparation conditions of canned oyster mushroom

Response variables	Predicted sensory scores	Experimental sensory scores ²⁾
Color	6.6273	6.5902
Appearance	5.9849	5.6033
Flavor	6.2052	6.1897
Taste	6.9795	6.7730
Mouth-feel	5.7840	5.9846
Overall palatability	6.8689	6.8386

¹⁾The optimum conditions for canned oyster mushroom: 240g of oyster mushroom, 200ml of solution, 17min of roasting time

²⁾Experimental sensory scores of canned oyster mushroom prepared in the optimum conditions

다(Table 6). 이러한 결과는 색상, 외관, 향, 맛, 조직감 등의 관능적 특성 모두를 만족시켜 주는 최적 조건이 전반적인 기호도에 대한 최적 조건과 일치하는 것으로 나타났다. 이것은 각각의 관능적 특성이 서로 다른 패턴을 나타내지만 전반적인 기호도는 각각의 관능적 특성에 대한 기호도의 합으로 나타나는 것으로 생각된다.

요 약

4차원 반응표면분석에 의하여 느타리버섯 통조림의 관능적 특성 극대화를 위한 제조조건의 최적화와 조건별 품질변화를 모니터링하였다. 느타리버섯 통조림의 관능적 특성에 대한 각각의 최적 조건은 색상이 느타리버섯 함량 181.29g, 주입액 함량 205.36ml, 통조림 재료 볶음시간 6.49분이었고, 외관이 214.01g, 195.79ml,

5.07분, 향이 227.71g, 224.26ml, 6.50분, 맛이 250.30g, 183.63ml, 17.32분, 조직감이 211.59g, 178.21ml, 17.79분, 전반적 기호도가 249.02g, 188.79ml, 17.80분 등으로 각각 나타났다. 높은 관능적 특성을 모두 만족시켜 주는 통조림 제조 최적 조건은 느타리버섯 함량 240g, 주입액 함량 200ml, 볶음시간 17분으로 각각 나타났다. 최적 조건에서의 예측된 관능평점은 최적 조건에서 실제 검사한 관능평점과 유사하였다.

문 헌

1. 이동선, 박노현, 신동화, 민병용 · 느타리버섯 통조림의 전열특성. 한국식품과학회지, 16, 206(1984)
2. Oddson, L. and Jelen, P. : *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 14, 36(1981)
3. 정인창, 박신, 박경숙, 하효열, 김진희, 권용일, 이재성 : 느타리버섯 자실체 및 균사체 추출물의 항산화 효과. 한국식품과학회지, 28, 464(1996)
4. 홍재식, 김영희, 이극로, 김명곤, 조정익, 박진호, 최윤희, 이종배 · 느타리, 표고와 양송이버섯의 유기산 및 지방산 조성. 한국식품과학회지, 20, 100(1988)
5. 홍대식, 김대영 : 느타리버섯, 표고버섯 및 양송이의 유리당과 당알코올 조성. 한국식품과학회지, 20, 459(1988)
6. 홍대식, 김영희, 김명곤, 김영수, 손희숙 : 양송이, 느타리, 표고버섯의 유리아미노산 및 전아미노산 조성. 한국식품과학회지, 21, 58(1989)
7. 이기동, 김정숙, 권중호 : 반응표면분석에 의한 Maillard 반응기질의 동적변화 모니터링. 한국식품과학회지, 28, 212(1996)
8. 이기동, 김정숙, 권중호 : *Bacillus sp.*의 생육특성에 대한 Maillard 반응생성물의 영향. 한국식품과학회지, 29, 309(1997)
9. SAS, SAS/STAT : User's Guide Version 6. Fourth Edition Vol. 2. Ch. 37, SAS Institute Inc., Cary, NC, p.1457(1990)
10. Martha, L. A. and James, P. B. : The mathematica handbook, compatible with mathematica version 2.0, An Imprint of a Division of Academic Press, Inc. Harcourt Brace & Co., Massachusetts(1992)
11. Floros, J. D. and Chinnan, M. S. : Computer graphics-assisted optimization for product and process development. *Food Technol.*, 42, 72(1988)
12. 오세종, 심재현, 허재관, 신정걸, 김상교, 백영진 : 기계적 측정에 의한 호상요구르트트의 관능특성 예측. 한국식품과학회지, 25, 620(1993)
13. 박성현 : 현대실험 계획법. 민영사, 서울, p.547(1991)

(1997년 3월 28일 접수)