



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사학위논문

# Plackett-Burman 설계와 반응표면분석법을

## 활용한 양념치킨 소스 제조의 최적화



2022년 2월

부경대학교글로벌수산대학원

식품산업공학과

정현우

공학석사학위논문

# Plackett-Burman 설계와 반응표면분석법을

## 활용한 양념치킨 소스 제조의 최적화

지도교수 이양봉

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함.

2022년 2월

부경대학교글로벌수산대학원

식품산업공학과

정현우

정현우의 공학석사 학위논문을 인준함.

2022년 2월 25일



주 심 농학박사 양 지 영



위 원 농학박사 이 양 봉



위 원 약학박사 김 영 목



# 목차

List of Figure	iv
List of Tables	v
Abstract	vi
서론	1
재료 및 실험 방법	5
1. 실험재료	5
2. 실험방법	5
2.1 Plackett-Burman 설계(PBD)를 이용한 양념치킨 소스 제조	5
2.2 Box-Behnken design (BBD) 의 반응표면분석법 (Response surface methodology; RSM)을 이용한 양념치킨 소스 제조	10
2.3 색도 측정	15
2.4 당도 측정	15
2.5 pH 측정	15
2.6 PBD를 이용한 양념치킨 소스 관능평가	15
2.7 BBD-RSM을 이용한 양념치킨 소스 관능평가	16
2.8 PBD를 이용한 양념치킨 소스 관능평가 통계처리	19
2.9 BBD-RSM을 이용한 양념치킨 소스 관능평가 통계처리	19
3. 결과	20
3.1 PBD 를 이용한 양념치킨 소스 색도 측정 결과	20
3.2 BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 색도 측정 결과	20

3.3	PBD 를 이용한 양념치킨 소스 당도 및 pH 측정 결과.....	20
3.4	BBD-RSM 을 이용한 당도 및 pH 측정 결과.....	20
3.5	PBD 를 이용한 양념치킨 소스 관능평가 결과 .....	25
3.6	BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 관능평가 결과 .....	25
3.7	PBD 를 이용한 양념치킨 소스 재료가 미치는 영향.....	28
3.8	BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 제조 최적화 결과.....	35
결론.....		44
국문요약.....		46
참고문헌.....		48
감사의 글.....		51



## List of Figures

Fig. 1.	Sensory evaluation sheet of chicken sauce in PBD model. ·	12
Fig. 2.	Sensory evaluation sheet of chicken sauce in BBD model. ·	17
Fig. 3.	Plot of main effects on red color of sauce. ······	29
Fig. 4.	Plot of main effects on viscosity of sauce. ······	30
Fig. 5.	Plot of main effects on salty taste of sauce. ······	31
Fig. 6.	Plot of main effects on sourness of sauce. ······	32
Fig. 7.	Plot of main effects on spicy of sauce. ······	33
Fig. 8.	Plot of main effects on favorability of sauce. ······	34
Fig. 9.	Surface plot of favorability vs sugar, chili power. ······	37
Fig. 10.	Surface plot of favorability vs sesame, chili power. ······	38
Fig. 11.	Surface plot of favorability vs sesame, sugar. ······	39
Fig. 12.	Factorial plots for favorability. ······	41
Fig. 13.	Multiple response prediction. ······	42

## List of Tables

Table 1.	Recipe used for chicken sauce in Plackett–Burman design (PBD)	6
Table 2.	Variables and twelve runs of PBD model.....	8
Table 3.	Low and high amounts of ingredients in PBD model .....	9
Table 4.	Recipe used for chicken sauce in Box–Behnken design (BBD)....	12
Table 5.	Variables and fifteen runs of BBD model .....	13
Table 6.	Low and high amounts of ingredients in BBD model .....	14
Table 7.	Hunter’s color values of chicken sauce in PBD model .....	21
Table 8.	Hunter’s color values of chicken sauce in BBD model .....	22
Table 9.	Sugar contents and pH of chicken sauce in PBD model .....	23
Table 10.	Sugar contents and pH of chicken sauce in BBD model .....	24
Table 11.	Sensory responses of tasty chicken sauce in PBD model .....	26
Table 12.	Sensory responses of tasty chicken sauce in BBD model .....	27
Table 13.	Analysis of variance (ANOVA) for the analysis of the BBD model used to navigate the favorability of chicken sauce.....	36
Table 14.	Ranking evaluation of final products in BBD model .....	43

# Processing Optimization of Seasoned Chicken Sauce Using

## Plackett-Burman and Response Surface Methodology

Hyun-Woo Jung

Department of Food Industrial Engineering

Graduate School of Global Fisheries

Pukyong National University

Abstract

There are many changes in the food industries in the ongoing COVID-19 pandemic. Due to the COVID-19, the development of retort food and the delivery culture have grown rapidly due to restrictions on the number of restaurants and customer. Restaurants that had not previously delivered changed to deliver their products during the COVID-19.

Therefore, in order to make the taste of chicken sauce from 2Chadak(bland name) more competitive, we used a statistical method that saves time and money to screen how the ingredients affect the preference of the sauce. After

manufacturing the sauces by Plackett–Burman design, sensory evaluation was carried out to get a result that ketchup, red chili powder, soy sauce and water are key factors affecting color, viscosity, saltiness, acidity, and spicy taste. In addition, we have confirmed that numbers of factors affect likability were red pepper powder, syrup, sugar, sesame seeds, and water. Of the 12 sources created using the Plackett–Burman design, source 3 scored the highest favorability score, with a pH of 4,66 and a sugar rate of 51.3 brix (%). In addition, the brightness (L) value was 16.0, the redness (a) value was 3.6, and the yellowness (b) value was -1.1. The percentage of sauces received the most in the evaluation to choose the most preferred flavor is 18.2% ketchup, 9.1% water, 7.9% soy sauce, 5.2% pepper, 5.2% pepper, 5.5% sugar, 49.1% garlic, 1.8% syrup, and 1.8% syrup. In chapter 2, three of the factors that influence the favorability of the material in chapter 1 (red pepper powder, sugar, sesame seeds) were selected and 15 sources were manufactured using Box–Behnken design model (BBD–RSM) among the response surface methods (BBD–RSM) and then functional evaluation. With the results of the sensuality evaluation, we learned about the effect of the material on the likability of the source and obtained the optimized amount of ingredients. Experiment results showed that the 15th sauce was rated the highest favorability, and the ingredient ratio of the 15th sauce was 20% tomato ketchup, 10% water, 7% soy sauce, and red pepper powder 5%, sugar 3%, garlic 6%, syrup 47% sesame seeds 1% sesame oil 1% rated the best. The source 15 was measured pH4.55, 17.2 L value, 5.4 redness (a), 0.3 yellowness (b) and 51.9 Brix. The response of optimization for favorability was estimated as the maximum value, 29,15g sugar of red pepper powder was found to be the most likable when added 8.77g breaking 21.57g. We believe that this study will help self–employed people and cooking as a basis for developing

sources and improving quality by using statistical methods to minimize time and cost consumption with fewer experiments.



## 서론

우리나라는 1960 년대에 육계의 대규모 사육으로 본격적인 치킨산업이 시작되었다. 1970 년대에 해표 식용유의 식물성 식용유 보급으로 후라이드 치킨이 생겨났으며 1980 년대 중반 이후부터 본격적인 후라이드 치킨점과 양념치킨점이 생겨 났으며(성공하는 치킨점 창업하기. 이상택. 크라운출판사) 양념소스가 개발된 이후부터 치킨산업이 확대되었다. 현재 국내의 치킨업종 프랜차이즈 가맹점 수는 25,188 개이며 17 년 24,602 개, 18 년 25,188 개로 2.4% 증가하였다. 치킨점의 경우 100 개 이상 가진 브랜드는 54 개이며 10 개 이상 가진 브랜드는 159 개 10 개 미만은 225 개로 전체 438 개중 절반 이상을 비율이 10 개 미만의 가맹점을 가진 브랜드로 분포되어 있다. 가맹점 수 1 위는 BBQ 1636 개, 2 위 BHC 1469 개, 3 위 페리카나 1144 개, 4 위 네네치킨 1140 개, 5 위 교촌치킨 1073 개로 나타나 합계가 6462 개로 전체 치킨전문점의 25.7%의 비율을 나타낸다. 치킨 전문점 평균 존속 기간은 7년 11개월로 전체 외식 업종의 브랜드 평균 존속 기간 6년 5개월 보다는 높은 편이다(공정거래위원회 2019). 이와 같이 외식 업종 내 치킨 업종의 규모와 치킨 업종 내 프랜차이즈 이외의 소규모 치킨 업종이 차지하는 산업의 규모 또한 큰 편이다. 이는 국내 닭고기 소비량에서 그 근거를 찾을 수 있다. 국내 닭고기 1인당 소비량은 지속적으로 증가하는 추세이다. 국내 축산 소비 중에 돼지고기, 닭고기 순으로 소비하는 것에 닭고기는 지속적인 소비가 증가하고 있는 반면에 돼지고기는 정체되어 있는 점들이 있다 (김종식 2015). 우리나라의 경제발전 및 사회적인 변화, 고도의 산업화로 인해 국민의 생활수준이 향상되었을 뿐만 아니라 여성의 사회진출이 확대되고 식생활

에 대한 가치관을 변화시켜 (김혜영, 고성희, 이경연, 박화연 2009), 식품을 소비하는 패턴이 편의성과 배달음식으로 급격히 바뀌고 있는 추세도 치킨 산업의 발전에 큰 영향을 주었다. 가장 큰 원인으로서는 여성의 사회진출에 따라 가사노동의 변화에 기인한 것으로 보고 있으며, 배달 서비스를 이용하는 것이 외식이나 가정식에 비해 편리하고 간편하게 식사를 해결할 수 있는 방법이라고 할 수 있다 (서금화, 2007).

코로나 전염병으로 인해 배달 중심의 치킨 산업은 소비자의 맛에 대한 요구와 트렌드의 변화에 맞춰 많은 발전이 일어났으며 다양한 식재료의 사용으로 다양한 맛의 소스가 개발되고 있다.

소스 류 란 식품공전에 따르면 조미 식품의 하위 품목으로 동 식물성 원료에 향신료, 장류, 당류, 식염, 식초, 식용유지 등을 가하여 가공한 것으로 식품의 조리 전, 후에 풍미증진을 목적으로 사용되는 것이라 정의하고 있다(식품공전). 시장에서의 소스는 음식의 풍미를 더해주거나 식욕을 돋우는 역할을 하는 액체류로 보는 것이 일반적이며 (네이버 음식백과, 두산백과 등 참고) 소스는 고대 로마시대로부터 맛과 색을 내기 위하여 요리의 용도에 맞게 사용하는 액체 또는 반 유동 상태의 배합형 액상 조미액으로, 나라별 사회적, 지리적 조건에 따라 다양한 식재료를 사용한 소스가 만들어져 많은 소스들이 존재하고 있다(129. Kenneth TF. 1990). 소스는 주로 조리 전, 후에 사용되며 소스에 함유된 재료로 인해 요리의 맛과 향을 증가시키고 영양적으로도 많은 도움을 준다(Cho EH, Kim KM, Lee YB. 2011). 요리의 형태 및 농도를 결정하고 조리과정 중 재료결합, 수분 보존 및 품질 유지에 중요한 역할을 한다(Cho YB, Park WP, Joung EJ, Lee MJ, Lee YB. 2002).

양념치킨 소스는 한국에서 처음 만들어진 소스로 윤중계씨가 최초로 개발했다고 알려져 있다. 한국에서 처음 만들어진 소스이기에 한국 식재료의 종류와 제조방법, 배합 비율에 따라 맛의 차이가 크게 나타난다. 개발당시에는 홍고추, 마늘, 당근, 양파, 대파, 케첩, 마요네즈, 물엿, 호박씨, 참기름, 호두, 잣, 땅콩, 생강을 넣어 만들었다고 한다.

최근 연구에서는 한식 고유의 전통성은 유지하면서도 외국시장의 실정에 맞도록 한식의 현지화를 제안하고 있다. 이를 위하여 외국인이 쉽게 접할 수 있고, 가정에서도 쉽게 따라 할 수 있도록 세계 속에 한식의 대중화 및 표준화를 해야 하며 식자재의 개발 및 양념의 개발의 필요성을 강조하였다(이은정의, 2008). 소스류에서 가장 많은 비중으로 사용되는 원료는 대두유와 물엿으로 사용 비중이 전체의 42.6%를 차지하고 있다. 대두유와 물엿은 소스 류 제품의 단맛과 점성을 위해 주로 사용된다(농림수산식품부 2015). 붉은색 계열의 소스는 토마토소스를 기본으로 한 소스 중의 하나이며, 서양요리와 외식요리에 널리 사용하고 있고, 특히 케첩 등은 스테이크, 생선, 바비큐, 스파게티, 소스 류 등에 널리 사용하고 있다(Yoo & Kim, 2007). 2016년 토마토 케첩의 1인당 연간 섭취량은 770g으로 많이 섭취하는 경향을 보였으며 높은 섭취량을 나타내는 나이대는 10대와 20대로 나타났다. 남성 19~29세(2,047.7g)여성 12~28세(1,781.2g), 남성 12~18세(2,985.7g)순으로 많은 섭취를 하고 있다고 나타났다(2018 가공식품 세분시장 현황-소스류).

양념치킨 소스는 시판용 양념소스와 개인 레시피로 이루어진 양념소스 등 매우 다양하다. 다양한 재료를 사용하여 실험하면 많은 결과값이 나타나며 시간도 오래 걸리고 재료도 많이 소비되는 단점이 있다. 최단시간 내 최소 실험으로 최적 조건을 알아볼 수 있는 통계 방법을 이용하여 제조 횟수를 최소

화하는 것이 중요하다. 이번 실험에는 통계 설계 방법 중 하나인 Plackett-Burman 설계를 이용하여 주요 요인 변수 효과를 경제적으로 알아볼 수 있도록 하였다 (Ryu, 2014).

이번 연구에 사용된 소스는 치킨전문점이 자영업 위주의 산업이다 보니 알려진 양념치킨 소스에 대한 정확한 레시피가 거의 없어 직접 운영하고 있는 '2 차닭'의 양념치킨 소스를 기반으로 연구하였다. '2 차닭' 양념치킨 소스는 소스류에 많이 사용되는 물엿과 1인당 섭취량이 많은 케첩 등의 재료를 사용하여 만든 소스이며 외국인이 쉽게 접할 수 있는 식재료로 제조한 소스이다.

본 연구를 통해 양념치킨 소스의 재료가 소스에 미치는 영향을 screening 하고 요인과 기호도의 상관관계를 분석해 반응표면 분석법을 이용하여 양념치킨 소스 제조의 최적화에 도움을 주고자 하며, 치킨산업의 발전에 큰 역할을 한 양념치킨 소스를 국내소비자의 기호에 맞게 제조공정에 반영하고 자영업자분들께 양념소스 제조에 대한 기초자료를 제시해 조금이나마 도움을 드리고자 연구를 진행하였다.

# 재료 및 방법

## 1. 실험재료

실험 재료는 케첩 (오뚜기 식당용 케첩), 물 (실험실 정제수), 간장(샘표 진간장), 고추가루(노랑나비표 고춧가루), 설탕 (큐원 하얀 설탕), 마늘 (신선도원 다용도 다진 마늘), 물엿 (오뚜기 옛날 물엿), 깨(볶은 참깨), 참기름(오뚜기 고소한 참기름) 은 인터넷에서 구입하여 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 Plackett-Burman 설계(PBD)를 이용한 양념치킨 소스 제조

Plackett-Burman design 은 통계학자 Plackett 와 Burman 이 1946 년에 개발한 실험계획법으로 실험초기 단계에서 중요한 요소를 식별하는데 사용된다(Plackett, Burman, 1946). 요인(factor)과 수준(level)으로 주 효과만을 분석하여 주 요인(factor)을 screening 할 수 있는 ‘선별설계’ 실험 계획법이며, 표본 내 연속의 수(run)는 4 의 배수가 된다. 요인(factor)은 2 개에서 47 개까지 설정이 가능하며, 그에 따라 표본 내 연속의 수(run)는 4 회에서 48 회까지 설정할 수 있다. 양념소스는 울산에서 직접 운영하고 있는 ‘2차담’에서 사용되고 있는 소스의 비율을 참고하여 만들었다(Table 1).

Table 1. Recipe used for chicken sauce in Plackett–Burman design (PBD)

Ingredients	Quantity (%)
Tomato ketchup	20
Water	10
Soy sauce	7
Chili powder	5
Sugar	3
Garlic	6
Starch syrup	47
Sesame	1
Sesame oil	1

본 실험에서는 실험계획법 중 Plackett–Burman design 를 사용하여 주효과를 분석하여 주 요인을 screening 하기 위해 Minitab(Minitab® 20.3 (64-bit)을 사용하여 수행하였다.

9 가지 요인 (케첩 $\chi_1$ , 물 $\chi_2$ , 간장 $\chi_3$ , 고추 $\chi_4$ 가설탕 $\chi_5$ , 마늘 $\chi_6$ , 물엿 $\chi_7$ , 깨 $\chi_8$ , 참기름 $\chi_9$ )과, Y의 결과값으로는 제조된 소스의 관능 평가 결과인 색(Y<sub>1</sub>), 점성도(Y<sub>2</sub>), 짠맛(Y<sub>3</sub>), 신맛(Y<sub>4</sub>), 매운맛(Y<sub>5</sub>), 호감도(Y<sub>6</sub>)로 설정하였다. 이 요인들은 Plackett-Burman design 을 사용하여 9 요인(factor), 2 수준(level)으로 하여 12 run 으로 설계하였다(Table 2).

양념 치킨 소스 제조방법은 케첩 물 간장 고춧가루 설탕 마늘 물엿 깨 참기름을 넣고 혼합한 다음 바로 시료로 사용하였다. ‘-1’은 기준량보다 적은 양을 나타내는 낮은 수준 (low)이며, ‘+1’은 기준량보다 많은 양을 나타내는 높은 수준 (high)으로 정하여 제조실험을 하였다(Ryu, 2014). ‘-1’과 ‘+1’의 재료의 양은 다음과 같다(Table 3).

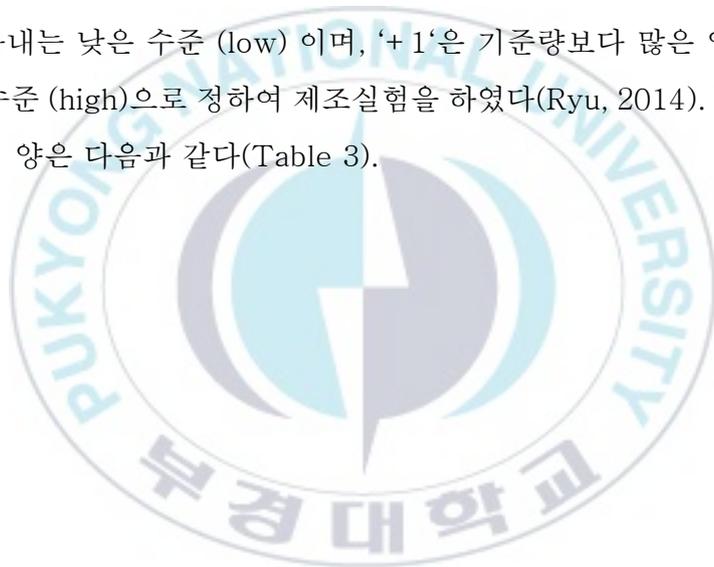


Table 2. Variables and twelve runs of PBD model

No	Tomato ketchup	Water	Soy sauce	Chili powder	Sugar	Garlic	Starch syrup	Sesame	Sesame oil
----	----------------	-------	-----------	--------------	-------	--------	--------------	--------	------------

1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1
3	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1
4	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1
5	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1
6	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1
7	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1
8	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1
9	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1
10	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
11	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1
12	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1

Table 3. Low and high amounts of ingredients in PBD model

(Unit: gram)

Experimental no.	Ingredients	-1	+1
1	Tomato ketchup	120	144
2	Water	60	76
3	Soy sauce	44	52
4	Chili powder	26	34
5	Sugar	16	24
6	Garlic	36	44
7	Starch syrup	300	324
8	Sesame	4	12
9	Sesame oil	2	6

2.2 Box-Behnken design(BBD)의 반응표면분석법(Response surface methodology; RSM)을 이용한 양념치킨 소스 제조

반응표면분석법(BBD-RSM)은 다양한 최적화 분석방법 중의 하나이며 독립 변수(independent variable, X)와 반응치(response, Y)의 상관관계를 분석하여 이를 표면적으로 제시해주어 실제 실험하지 않은 영역의 예상 반응치를 도출하고, 원하는 반응치를 얻을 수 있도록 독립변수의 수준을 최적화하는 통계 분석법이다(Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S. and Escalera, 2008). BBD-RSM에 포함되어 있는 실험계획법에는 중심 합성설계모델(central composite design model, CCD-BBD-RSM)과 Box-Behnken 설계모델(Box-Behnken design model, BBD-RSM)이 있으며, 실험계획법의 설정 원리에 따라 실험조건을 다르게 설계할 수 있다(Guangzong, Li, 2019). 본 실험에서는 Box-Behnken 설계모델(Box-Behnken design model, BBD)를 사용하여 최적화 조건을 얻기 위해 Minitab(Minitab® 20.3 (64-bit))을 사용하여 수행하였다. 이번 실험에 사용된 BBD-RSM은 3개의 요인(factor)과 -1, 0, 1의 3가지 수준(level)을 가지며 와 15번의 실험과정으로 구성된다. 3개의 요인은 고춧가루( $\chi_1$ ), 설탕( $\chi_2$ ), 깨( $\chi_3$ )이고, 이 요인들은 BBD-RSM에 의해 최적화하였다. BBD-RSM의 반응치로는 제조된 소스의 관능 평가 결과인 색( $Y_1$ ), 점성도( $Y_2$ ), 매운맛( $Y_3$ ), 단맛( $Y_4$ ), 호감도( $Y_5$ ) 설정하였으며, 이들의 관계를 밑의 식과 같이 2차 회귀방정식으로 나타낼 수 있다.

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^3 (a_i x_i) + \sum_{i=1}^3 (a_{ii} x_i^2) + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 (a_{ij} x_i x_j) + \epsilon$$

여기서  $a_0$ 는 상수이고  $a_i, a_{ii}, a_{ij}$ 는 각자 1차, 2차 상호작용에 따른 계수이다.  $x_i$ 와  $x_j$ 는 Plackett-Burman 설계 결과로 얻은 호감도에 영향을 미치

는 재료를 선정하여 고춧가루, 설탕, 깨의 첨가량이고, 반응치인  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$ 를 각각 만족하는 최적조건과 3 가지의 반응치를 동시에 만족하는 최적조건을 도출하여 비교 분석하였다. 고춧가루 설탕 깨를 제외한 나머지 재료의 양을 나타낸다(Table 4).

BBD-RSM 중 3 개의 요인(factor)과 3 가지 수준(level)을 가지며 15 번의 실험과정으로 구성된 실험을 설정하였으며 Minitab(Minitab® 20.3 (64-bit)의 반응표면설계생성(Box-Behnken Design)을 이용하여 15 개의 실험군을 설정하였다(Table 5).

2 차닭의 양념 치킨 소스 제조방법은 케첩 물 간장 고춧가루 설탕 마늘 물엿 깨 참기름을 넣고 섞은 다음 바로 시료로 사용하였다. 3 가지 독립변수에 의해 영향을 받는 종속 변수는 관능평가 결과 값으로 하였다. ‘-1’은 기준량보다 적은 양을 나타내는 낮은 수준 (low)이며, ‘+1’은 기준량보다 많은 양을 나타내는 높은 수준 (high)으로 정하여 제조실험을 하였다(Ryu, 2014).’ -1’과 ‘+1’의 기준양은 다음과 같다(Table 6).

Table 4. Recipe used for chicken sauce in Box-Behnken design (BBD)

Ingredients	Quantity(gram)
Tomato ketchup	132
Water	68
Soy sauce	48
Garlic	40
Starch syrup	312
Sesame oil	6

Table 5. Variables and fifteen runs of BBD model

No	Chili powder	Sugar	Sesame
1	-1	-1	0
2	+1	-1	0
3	-1	+1	0
4	+1	+1	0
5	-1	0	-1
6	+1	0	-1
7	-1	0	+1
8	+1	0	+1
9	0	-1	-1
10	0	+1	-1
11	0	-1	+1
12	0	+1	+1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Table 6. Low and high amounts of ingredients in BBD model

(Unit: gram)

Experimental no.	Ingredients	-1	0	+1
1	Chili powder	26	30	34
2	Sugar	16	20	24
3	Sesame	4	8	12

### 2.3 색도 측정

색도는 General Colorimeter(JZ-300, Color Shenzhen Kingwell Instrument Co. LTD)를 L 값(lightness), a 값(redness), b 값 (yellowness)을 3 회 반복 측정하여 평균값을 구하였으며, 측정하기 전에 백색 보정하여 사용하였다.

### 2.4 당도 측정

당도는 디지털 당도계 (Atago Digital Refractometer PAL-1, Japan)를 이용하여 3 회 반복 측정하여 평균 값을 구하였다.

### 2.5 pH 측정

pH 는 pH meter(Orion & 8102 Bnuwp Ross Ultra Combination pH, USA/Orion 3 Star pH Benchtop)를 이용하여 3 회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

### 2.6 PBD 를 이용한 양념치킨 소스 관능평가

관능적 평가 방법은 평가 목적에 맞게 훈련을 받은 전문가의 감각기관(시각, 후각, 미각, 촉각)으로 평가하는 것으로 주로 기호적 특성을 평가하는 심사 방법이다. 미국의 식품공학회 ITF 에서는 관능검사를 인간의 시각, 후각, 미각, 촉각, 청각으로 감지되는 반응을 측정 분석하고 해석하는 과학의 한 분야로 정의하고 있다 (짱유화,2010). 또한, 관능적 평가방법은 관능검사실의 환경, 샘플 채취, 심사위원의 심리적 요인, 생리적 상태에 영향을 받게 되어, 개인의 차가 생기기 쉽고 언어에 의해 표현되는 심사방법으로 보편성과 객관성에 의문을 제기할 수 있다. 관능적 평가방법이 중요시되는 것은 이화학적 평

가방법으로는 각 성분 간의 상호작용에 의한 특성을 파악하기 힘들고 인간이 느끼는 감각을 표현하는 데 한계가 있다(강영옥, 2008). 양념 소스의 관능 평가는 20 대 남자 14 명 여자 8 명으로 부경대학교 식품공학과에 재학중인 22 명의 관능평가 인원을 선발하여 진행하였다. 기존 양념 소스를 대조군으로 하고 Plackett-Burman 설계를 이용하여 만든 12 가지 시료를 실험군으로 하여 소스의 색, 점성도, 짠맛, 신맛, 매운맛, 호감도를 대조군과 비교하여 평가하였다. 시험 대상자들에게 맛을 본 후 설문지에 기록 후에 매번 물 양치를 2 번 실시하게 조치하였다. 평가 방법으로는 7 점 차이 척도법을 이용하였으며 그 외 문항으로는 제품화하기 위해 가장 선호되는 맛을 3 가지만 순서대로 순위를 정하도록 하였다 (Fig. 1).

## 2.7 BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 관능평가

양념소스의 관능 평가는 20 대 남자 5 명 여자 28 명의 부경대학교 식품영양학과에 재학중인 학생들을 훈련시킨 후 33 명을 패널로 선정하여 진행하였다. 3 가지 요인 (고추가루, 설탕, 깨)을 Minitab(Minitab® 20.3 (64-bit)의 반응표면설계생성(Box-Behnken Design)을 이용하여 제조한 15 개의 소스에 대해 색, 점성도, 매운맛, 단맛, 호감도를 평가하였다. 시험 대상자들에게 소스를 맛을 본 다음 설문지에 기록 후에 물 양치를 2 번 실시하게 조치하였다. 평가 방법으로는 7 점 척도검사를 이용하였다.

그 외 문항으로는 제품화하기 위해 가장 선호되는 맛을 3 가지만 순서대로 순위를 정하도록 하였다(Fig. 2).

양념치킨 소스 관능검사지

2021년 7월 28일

본 관능 평가는 차이 척도 검사법으로 기준 시료와 시험 시료와 비교하여 평가 부탁드립니다.

색: 1=매우 밝은 붉은색이다 2=밝은 붉은색이다 3=약간 밝은 붉은색이다 4=비슷하다  
5=약간 검붉은색이다 6=검붉은색이다 7=매우 검붉은색이다

점성도: 1=매우 묽다 2= 묽다 3=약간 묽다 4=비슷하다 5=조금 걸쭉하다 6=걸쭉하다 7=매우 걸쭉하다

짠 맛: 1=매우 싱겁다 2=싱겁다 3=약간싱겁다 4=비슷하다 5=조금 짜다 6=짜다 7=매우 짜다

신 맛: 1=새콤한 맛이 매우 약하다 2=새콤한 맛이 약하다 3= 새콤한 맛이 조금 약하다  
4=비슷하다 5=조금 새콤하다 6=새콤하다 7=매우 새콤하다

	색	점성도	짠맛	신맛	매운맛	호감도
536	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
795	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
623	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
853	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
275	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
684	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
953	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
483	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
963	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
862	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
168	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
367	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦

호감도: 1=매우 나쁘다 2=나쁘다 3=약간나쁘다 4=비슷하다 5=조금좋다 6=좋다 7=매우좋다  
관능요원의 이름 \_\_\_\_\_

※. 제품화하기 위해 가장 선호되는 맛을 3 가지만 순서대로 선택하세요

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

※ 기타 의견

Fig. 1. Sensory evaluation sheet of chicken sauce in PBD model.

## 양념치킨 소스 관능검사지

2021 년 월 일

본 관능 평가는 척도 검사법으로 시료를 비교하여 평가 부탁드립니다.

**색:** 1=매우 밝은 붉은색이다 2=밝은 붉은색이다 3=약간 밝은 붉은색이다 4=보통이다  
5=약간 검붉은색이다 6=검붉은색이다 7=매우 검붉은색이다

**점성도:** 1=매우 묽다 2=묽다 3=약간 묽다 4=보통이다  
5=약간 걸쭉하다 6=걸쭉하다 7=매우 걸쭉하다

**매운맛:** 1=전혀 맵지 않다 2=맵지 않다 3=약간 맵지 않다 4=보통이다  
5= 조금 맵다 6=맵다 7=매우 맵다

**단 맛:** 1=전혀 단맛이 나지 않는다 2=달지 않다 3=조금 단맛이 약하다 4=보통이다 5=조금 달다 6=달다 7=매우 달다

**호감도:** 1=매우 나쁘다 2=나쁘다 3=약간 나쁘다 4=보통이다 5=조금 좋다 6=좋다 7=매우 좋다.

관능요원의 이름 \_\_\_\_\_

	색	점성도	매운맛	단맛	호감도
364	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
456	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
237	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
628	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
537	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
675	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
769	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
842	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
685	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
324	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
576	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
724	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
891	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
924	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦
287	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦	①②③④⑤⑥⑦

※. 제품화하기 위해 가장 선호되는 맛을 3 가지만 순서대로 선택하세요

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

※ 기타 의견

Fig. 2. Sensory evaluation sheet of chicken sauce in BBD model.

### 2.8 PBD 를 이용한 양념치킨 소스 관능평가 통계처리

통계처리는 관능평가로 측정된 색, 점성도, 짠맛, 신맛, 매운맛, 호감도 값을 종속변수 ( $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6$ )로 하고 주 효과 그래프로 관능평가 값에 대한 9 가지 독립변수에 대한 영향력을 서로 비교 스크리닝 하였다. 실험 결과의 통계처리는 R 프로그램(R X64 4.0.3)을 사용하여 결과값 평균과 표준편차를 구하였다. 실험 결과 유의성 검정은 LSD 의 multiple comparison test 를 통해서 유의수준( $P < 0.05$ )에서 시료 간의 유의적인 차이를 분석하였다.

### 2.9 BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 관능평가 통계처리

통계처리는 관능평가로 측정된 색, 점성도, 매운맛, 단맛 호감도 값을 종속변수 ( $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5$ )로 하고 실험 결과의 통계처리는 R 프로그램(X64 4.0.3)을 사용하여 결과값 평균과 표준편차를 구하였다. 실험 결과 유의성 검정은 LSD 의 multiple comparison test 를 통해서 유의수준( $P < 0.05$ )에서 시료 간의 유의적인 차이를 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 PBD 를 이용한 양념치킨 소스 색도 측정 결과

Plackett-Burman Design 을 사용하여 제조한 소스의 색도 측정 결과이다 (Table 7). 명도(L)값은 15.3~16.2 범위로 측정되었으며 적색도(a)값은 3.1~4.8 으로 나타났고 황색도(b)는 -1.6~ -0.5 범위로 나타났다.

#### 3.2 BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 색도 측정 결과

소스의 색도 측정 결과이다(Table 8). 명도(L)값은 16.2~17.8 범위로 측정 되었으며 적색도(a)값은 4.8~7.2 범위를 나타냈다. 황색도(b)는 -0.8~ 0.5 범위를 나타냈다.

#### 3.3 PBD 를 이용한 양념치킨 소스 당도 및 pH 측정 결과

당도 및 pH 측정 결과이다(Table 9). 대조군의 당도는 51.7 로 나타났고 실험군의 당도는 49.8~52.9 로 측정되었다. pH 는 대조군은 4.48 로 나타났으며 실험군의 pH 는 4.21~4.74 로 측정되었다.

#### 3.4 BBD-RSM 을 이용한 당도 및 pH 측정 결과

당도 및 pH 측정 결과이다(Table 10). 당도는 49.1~52.6 으로 측정되었다. pH 는 4.21~4.74 로 측정되었다.

Table 7. Hunter's color values of chicken sauce in PBD model

No	L	a	b
Control group	15.9±0.38 <sup>abcd</sup>	3.6±0.35 <sup>abcd</sup>	-1.3±0.60 <sup>ab</sup>
1	16.0±0.35 <sup>ab</sup>	3.1±0.26 <sup>d</sup>	-1.4±0.06 <sup>ab</sup>
2	15.3±0.17 <sup>d</sup>	3.2±0.47 <sup>cd</sup>	-1.6±0.12 <sup>b</sup>
3	16.0±0.06 <sup>abc</sup>	3.6±0.15 <sup>bcd</sup>	-1.1±0.15 <sup>ab</sup>
4	15.5±0.00 <sup>bcd</sup>	4.3±0.60 <sup>abc</sup>	-1.5±0.67 <sup>ab</sup>
5	16.2±0.10 <sup>a</sup>	4.6±0.12 <sup>ab</sup>	-0.9±1.42 <sup>ab</sup>
6	15.8±0.36 <sup>abcd</sup>	4.0±0.44 <sup>abcd</sup>	-1.3±0.57 <sup>ab</sup>
7	15.5±0.30 <sup>bcd</sup>	3.8±0.68 <sup>abcd</sup>	-1.4±0.46 <sup>ab</sup>
8	15.9±0.46 <sup>abcd</sup>	4.8±0.31 <sup>a</sup>	-0.6±0.10 <sup>a</sup>
9	15.4±0.06 <sup>bcd</sup>	3.5±0.46 <sup>bcd</sup>	-0.5±1.78 <sup>ab</sup>
10	15.8±0.47 <sup>abcd</sup>	4.3±0.75 <sup>abcd</sup>	-1.2±0.12 <sup>ab</sup>
11	15.9±0.40 <sup>abcd</sup>	3.8±0.15 <sup>abcd</sup>	-1.1±0.12 <sup>ab</sup>
12	15.4±0.20 <sup>cd</sup>	3.5±0.31 <sup>abcd</sup>	-1.5±0.38 <sup>ab</sup>

<sup>a-d</sup>Means with different letters in superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ) by LSD multiple comparison test.

Table 8. Hunter's color values of chicken sauce in BBD model.

No	L	a	b
1	17.8±0.23 <sup>a</sup>	7.2±1.83 <sup>a</sup>	0.4±0.06 <sup>a</sup>
2	16.5±0.15 <sup>bcde</sup>	5.9±0.17 <sup>ab</sup>	-0.2±0.21 <sup>ab</sup>
3	16.2±0.17 <sup>e</sup>	4.8±0.49 <sup>b</sup>	-0.8±0.15 <sup>b</sup>
4	17.7±0.06 <sup>a</sup>	5.1±0.25 <sup>b</sup>	-0.4±0.36 <sup>ab</sup>
5	17.0±0.38 <sup>abcde</sup>	5.2±0.59 <sup>b</sup>	0.0±0.80 <sup>ab</sup>
6	17.2±0.20 <sup>abc</sup>	5.8±0.25 <sup>ab</sup>	-0.4±0.35 <sup>ab</sup>
7	16.7± 0.15 <sup>bcde</sup>	4.7±0.15 <sup>b</sup>	-0.7±0.23 <sup>b</sup>
8	17.4±0.10 <sup>ab</sup>	6.9±0.62 <sup>a</sup>	0.2±0.38 <sup>a</sup>
9	16.5±0.35 <sup>bcde</sup>	5.3±0.49 <sup>b</sup>	-0.3±0.30 <sup>ab</sup>
10	16.3±0.32 <sup>cde</sup>	5.3±0.36 <sup>b</sup>	-0.7±0.40 <sup>b</sup>
11	17.1±0.40 <sup>abcd</sup>	6.1±0.66 <sup>ab</sup>	0.5±0.64 <sup>a</sup>
12	17.4±0.17 <sup>ab</sup>	5.8±0.26 <sup>ab</sup>	0.3±0.17 <sup>a</sup>
13	16.7±0.12 <sup>bcde</sup>	5.9±0.40 <sup>ab</sup>	-0.4±0.32 <sup>ab</sup>
14	16.2±0.25 <sup>de</sup>	4.9±0.25 <sup>b</sup>	-0.3±0.82 <sup>ab</sup>
15	17.2±0.35 <sup>abc</sup>	5.4±0.29 <sup>b</sup>	0.3±0.21 <sup>a</sup>

<sup>a~e</sup>Means with different letters in superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ) by LSD multiple comparison test.

**Table 9. Sugar contents and pH of chicken sauce in PBD model**

No	Brix (%)	pH
Control group	51.7±1.21 <sup>abc</sup>	4.48±0.05 <sup>abcd</sup>
1	50.8±2.30 <sup>abc</sup>	4.51±0.02 <sup>abcd</sup>
2	51.0±0.40 <sup>abc</sup>	4.63±0.08 <sup>ab</sup>
3	51.3±1.90 <sup>abc</sup>	4.66±0.10 <sup>ab</sup>
4	50.9±2.57 <sup>abc</sup>	4.32±0.01 <sup>cd</sup>
5	51.2±1.44 <sup>abc</sup>	4.61±0.04 <sup>abc</sup>
6	52.3±0.12 <sup>ab</sup>	4.54±0.06 <sup>abc</sup>
7	50.1±1.67 <sup>bc</sup>	4.58±0.10 <sup>abc</sup>
8	52.9±0.12 <sup>a</sup>	4.22±0.12 <sup>d</sup>
9	52.4±0.26 <sup>ab</sup>	4.69±0.05 <sup>a</sup>
10	49.8±1.27 <sup>c</sup>	4.21±0.08 <sup>d</sup>
11	53.1±0.25 <sup>a</sup>	4.74±0.17 <sup>a</sup>
12	51.1±1.44 <sup>abc</sup>	4.39±0.07 <sup>bcd</sup>

<sup>a-d</sup>Means with different letters in superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ) by LSD multiple comparison test.

Table 10. Sugar contents and pH of chicken sauce in BBD model

No	Brix (%)	pH
1	50.1±1.49 <sup>abc</sup>	4.56±0.07 <sup>bc</sup>
2	50.0±2.03 <sup>abc</sup>	4.56±0.05 <sup>bc</sup>
3	52.5±1.19 <sup>ab</sup>	4.56±0.04 <sup>bc</sup>
4	51.3±0.81 <sup>abc</sup>	4.60±0.13 <sup>abc</sup>
5	52.6±1.04 <sup>a</sup>	4.53±0.07 <sup>bc</sup>
6	50.6±0.61 <sup>abc</sup>	4.62±0.08 <sup>ab</sup>
7	50.3±0.85 <sup>abc</sup>	4.56±0.03 <sup>bc</sup>
8	50.0±3.24 <sup>bc</sup>	4.45±0.06 <sup>c</sup>
9	51.3±1.78 <sup>abc</sup>	4.53±0.07 <sup>bc</sup>
10	51.5±2.29 <sup>abc</sup>	4.60±0.10 <sup>abc</sup>
11	49.1±1.33 <sup>c</sup>	4.59±0.14 <sup>abc</sup>
12	51.8±1.62 <sup>abc</sup>	4.73±0.12 <sup>a</sup>
13	51.6±1.17 <sup>abc</sup>	4.56±0.06 <sup>bc</sup>
14	51.0±1.51 <sup>abc</sup>	4.63±0.07 <sup>ab</sup>
15	51.9±1.41 <sup>abc</sup>	4.55±0.06 <sup>bc</sup>

<sup>a~c</sup>Means with different letters in superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ) by LSD multiple comparison test.

### 3.5 PBD 를 이용한 양념치킨 소스 관능평가 결과

Plackett-Burman 설계에 따라 제조된 12 가지 양념치킨 소스의 관능평가 결과이다(Table 11).

호감도 순위에서 가장 좋은 평가를 받은 소스는 3 번 소스이며  $4.45 \pm 1.34$ 의 평가를 받았다. 2 번 소스는 색, 점성도, 호감도에서는 기존소스에 비해 높은 평가를 받았으나 짠맛, 신맛, 매운맛 에서는 기존 소스보다 약하다는 평가를 받았으며 12 번 소스는 색과 매운맛 선호도에서는 약하다는 평가를 받았지만 점성도와 짠맛, 신맛에서는 기존소스보다 강하다는 평가를 받았다.

### 3.6 BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 관능평가 결과

반응표면분석법에 따라 제조된 15 가지 양념치킨 소스의 관능평가 결과이다 (Table 12).

BBD-RSM 으로 제조한 소스에 대한 결과로는 색에 대해서는 4 번 소스가 가장 검붉다는 평가를 받았으며 점성도에서는 8 번 소스가 가장 걸쭉하다는 평가를 받았다. 매운맛에서는 6 번소스가 제조된 소스 중 가장 맵다는 평가를 받았으나 대부분 소스가 보통 매운맛 정도의 평가를 받았다. 단맛에서는 12 번 소스가 가장 높은 점수를 받았으나 대부분 소스가 보통과 조금 달다 사이의 점수를 받았다. 호감도에서는 15 번 소스의 호감도가 제일 높은 평가를 받았다. 15 번 소스의 첨가량은 고춧가루 30g 설탕 20g 깨 8g 을 첨가하여 만든 소스이다.

Table 11. Sensory responses of tasty chicken sauce in PBD model

No	Color	Viscosity	Salty taste	Sourness	Spicy	Favorability
1	4.32±0.78 <sup>a</sup>	3.32±0.78 <sup>de</sup>	3.68±0.78 <sup>a</sup>	3.86±1.28 <sup>ab</sup>	3.50±1.14 <sup>ab</sup>	4.09±1.38 <sup>abc</sup>
2	4.14±0.94 <sup>ab</sup>	4.82±0.96 <sup>a</sup>	3.91±0.97 <sup>a</sup>	3.77±1.11 <sup>ab</sup>	3.91±0.92 <sup>ab</sup>	4.36±1.29 <sup>ab</sup>
3	4.27±0.83 <sup>a</sup>	4.00±0.69 <sup>bc</sup>	3.82±1.01 <sup>a</sup>	4.05±1.21 <sup>ab</sup>	4.14±1.13 <sup>a</sup>	4.45±1.34 <sup>a</sup>
4	3.95±1.09 <sup>ab</sup>	3.73±0.83 <sup>bcd</sup>	4.00±1.23 <sup>a</sup>	4.27±1.16 <sup>a</sup>	3.59±0.96 <sup>ab</sup>	3.82±1.56 <sup>abc</sup>
5	3.68±1.04 <sup>b</sup>	3.27±0.88 <sup>def</sup>	4.00±0.87 <sup>a</sup>	4.18±1.53 <sup>ab</sup>	3.36±1.22 <sup>b</sup>	3.91±1.27 <sup>abc</sup>
6	4.05±0.79 <sup>ab</sup>	2.91±0.81 <sup>ef</sup>	4.23±1.27 <sup>a</sup>	3.73±1.16 <sup>ab</sup>	3.55±0.91 <sup>ab</sup>	3.73±1.42 <sup>abc</sup>
7	3.86±0.64 <sup>ab</sup>	4.36±1.05 <sup>ab</sup>	4.00±1.23 <sup>a</sup>	3.82±1.50 <sup>ab</sup>	3.86±1.17 <sup>ab</sup>	4.18±1.56 <sup>abc</sup>
8	4.00±0.69 <sup>ab</sup>	3.64±1.18 <sup>cd</sup>	3.73±1.03 <sup>a</sup>	3.50±1.22 <sup>b</sup>	3.91±1.23 <sup>ab</sup>	3.59±1.33 <sup>bc</sup>
9	3.86±0.56 <sup>ab</sup>	2.64±0.79 <sup>f</sup>	3.77±0.92 <sup>a</sup>	4.09±1.06 <sup>ab</sup>	3.32±1.36 <sup>b</sup>	3.45±1.37 <sup>c</sup>
10	3.68±0.65 <sup>b</sup>	2.91±1.23 <sup>abc</sup>	4.00±1.07 <sup>a</sup>	4.18±1.18 <sup>ab</sup>	3.36±1.05 <sup>b</sup>	3.64±1.36 <sup>abc</sup>
11	4.14±0.99 <sup>ab</sup>	3.68±1.09 <sup>abc</sup>	4.05±1.09 <sup>a</sup>	3.45±1.18 <sup>b</sup>	3.41±1.47 <sup>b</sup>	3.68±1.43 <sup>abc</sup>
12	3.95±0.72 <sup>ab</sup>	4.27±0.98 <sup>abc</sup>	4.18±1.18 <sup>a</sup>	4.32±1.46 <sup>a</sup>	3.86±1.04 <sup>ab</sup>	3.82±1.44 <sup>abc</sup>

<sup>a-f</sup>Means with different letters in superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ) by LSD multiple comparison test.

Table 12. Sensory responses of tasty chicken sauce in BBD model

No	Color	viscosity	Spicy	Salty taste	Favorability
1	4.51±1.48 <sup>bcd</sup>	4.06±1.39 <sup>de</sup>	3.82±1.53 <sup>abc</sup>	4.24±1.35 <sup>abc</sup>	5.09±0.86 <sup>cde</sup>
2	5.03±1.63 <sup>ab</sup>	4.85±1.33 <sup>abc</sup>	4.12±1.37 <sup>ab</sup>	3.97±1.27 <sup>c</sup>	4.68±0.78 <sup>de</sup>
3	4.75±1.28 <sup>abcd</sup>	3.91±1.42 <sup>de</sup>	4.00±1.40 <sup>abc</sup>	4.61±1.40 <sup>abc</sup>	5.45±0.85 <sup>abc</sup>
4	5.24±1.37 <sup>a</sup>	4.94±1.52 <sup>ab</sup>	4.20±1.67 <sup>ab</sup>	4.06±1.41 <sup>abc</sup>	4.77±0.87 <sup>de</sup>
5	4.75±1.48 <sup>abcd</sup>	3.70±1.31 <sup>e</sup>	3.40±1.44 <sup>c</sup>	4.24±1.35 <sup>abc</sup>	4.81±0.85 <sup>de</sup>
6	5.12±1.32 <sup>ab</sup>	4.79±1.20 <sup>abc</sup>	4.46±1.46 <sup>a</sup>	4.03±1.33 <sup>abc</sup>	4.63±0.73 <sup>e</sup>
7	5.06±1.46 <sup>ab</sup>	3.70±1.60 <sup>e</sup>	3.88±1.37 <sup>abc</sup>	4.40±1.14 <sup>abc</sup>	5.04±0.72 <sup>cde</sup>
8	4.97±1.43 <sup>abc</sup>	5.10±1.40 <sup>a</sup>	4.03±1.29 <sup>abc</sup>	4.03±1.58 <sup>abc</sup>	4.96±0.84 <sup>de</sup>
9	5.09±1.36 <sup>ab</sup>	4.30±1.43 <sup>bcd</sup>	3.94±1.41 <sup>abc</sup>	4.00±1.30 <sup>bc</sup>	4.78±0.75 <sup>de</sup>
10	4.58±1.64 <sup>abcd</sup>	4.40±1.22 <sup>bcd</sup>	3.88±1.25 <sup>abc</sup>	4.33±1.51 <sup>abc</sup>	5.14±0.83 <sup>bcd</sup>
11	4.42±1.52 <sup>bcd</sup>	4.28±1.38 <sup>bcd</sup>	3.70±1.29 <sup>bc</sup>	4.36±1.27 <sup>abc</sup>	4.86±0.83 <sup>de</sup>
12	4.15±1.48 <sup>d</sup>	4.06±1.28 <sup>de</sup>	3.64±1.34 <sup>bc</sup>	4.67±1.34 <sup>a</sup>	5.50±0.86 <sup>abc</sup>
13	4.3±1.53 <sup>cd</sup>	4.00±1.46 <sup>de</sup>	3.54±1.38 <sup>bc</sup>	4.64±1.34 <sup>ab</sup>	5.59±0.80 <sup>ab</sup>
14	4.70±1.60 <sup>abcd</sup>	4.81±1.67 <sup>abc</sup>	3.82±1.36 <sup>abc</sup>	4.57±1.28 <sup>abc</sup>	5.77±0.87 <sup>a</sup>
15	4.46±1.62 <sup>bcd</sup>	4.18±1.29 <sup>cde</sup>	4.19±1.45 <sup>ab</sup>	4.55±1.30 <sup>abc</sup>	5.81±0.85 <sup>a</sup>

<sup>a-e</sup>Means with different letters in superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ ) by LSD multiple comparison test.

### 3.7 PBD 를 이용한 양념치킨 소스 재료가 미치는 영향

색에 대한 주 효과 그래프에 나타난 색(Y1)에 가장 영향을 주는 인자로는 케첩이며 기존 소스와 비교 시 낮은 수준에서 밝은 붉은색으로 나타나며 높은 수준에서 검붉은 색으로 나타나게 된다(Fig. 3).

점성도(Y2)에 대한 주 효과도 그래프에 가장 영향을 주는 인자로는 고춧가루이며 기존 소스와 비교 시 낮은 수준에서 묽게 나타나며 높은 수준에서 걸쭉하게 나타나게 된다(Fig. 4).

짠맛(Y3)에서 주효과도 그래프에 나타난 가장 영향을 주는 인자로는 간장이며 기존 소스와 비교 시 낮은 수준에서 싱겁게 나타나며 높은 수준에서 짜게 나타나게 된다. (Fig. 5).

신맛(Y4)에서 주 효과도 그래프에 나타난 가장 영향을 주는 인자는 물이며 기존 소스와 비교 시 낮은 수준일 때 새콤한 맛이 강하게 나타나며 높은 수준일 때 새콤한 맛이 약하게 나타나게 된다 (Fig. 6).

매운맛(Y5)에서 주 효과 그래프에 나타난 가장 영향을 주는 인자로는 고춧가루이며 기존 소스와 비교 시 낮은 수준에서 매콤하지 않게 나타나며 높은 수준에서 매콤하게 나타나게 된다(Fig. 7).

호감도에서 주 효과 그래프에 나타난 가장 영향을 주는 인자로는 물이며 기존 시료와 비교 시 낮은 수준에서는 나쁘게 나타났으며 높은 수준에서는 좋게 나타나게 된다(Fig. 8).

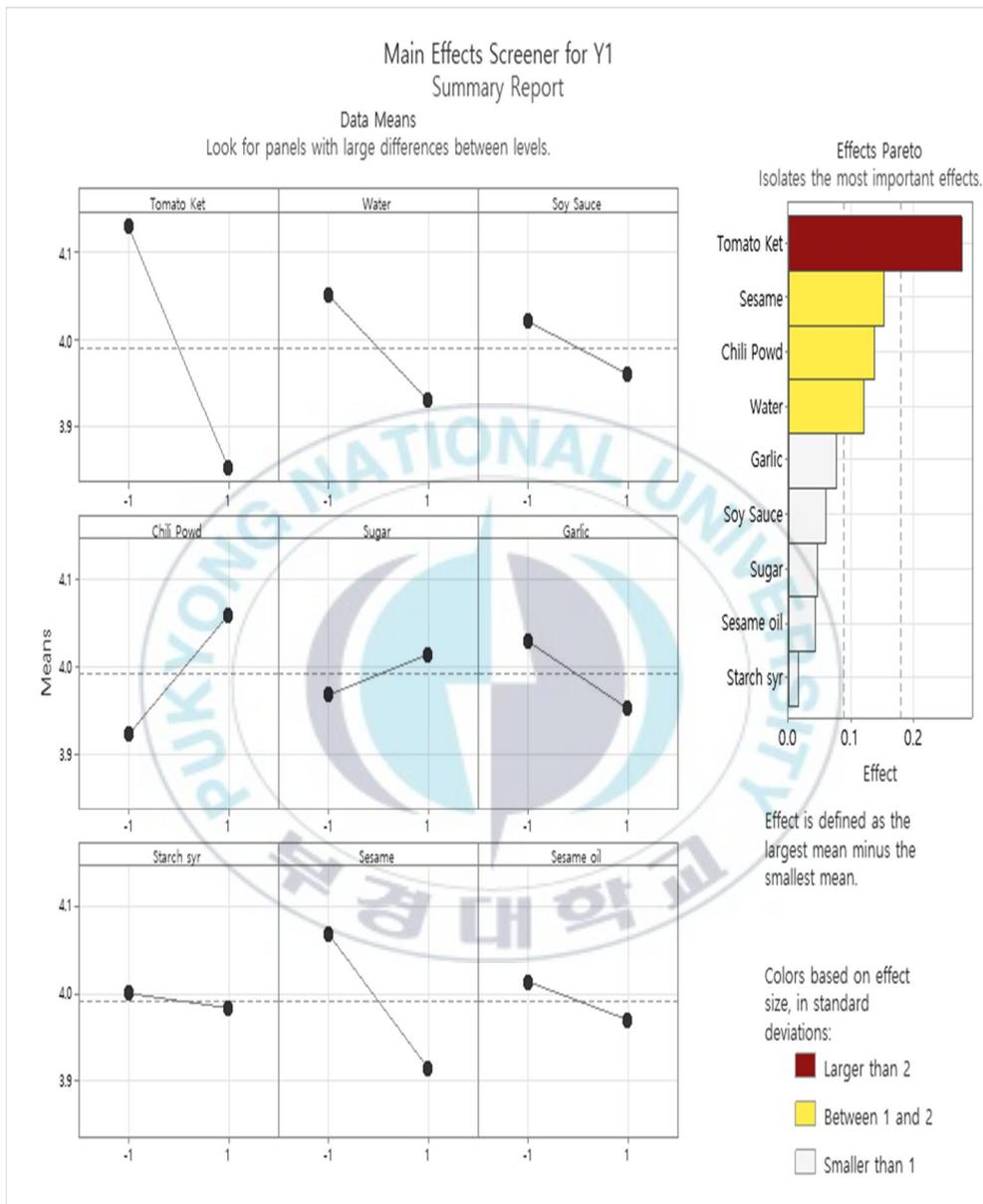


Fig. 3. Plot of main effects on red color of sauce.

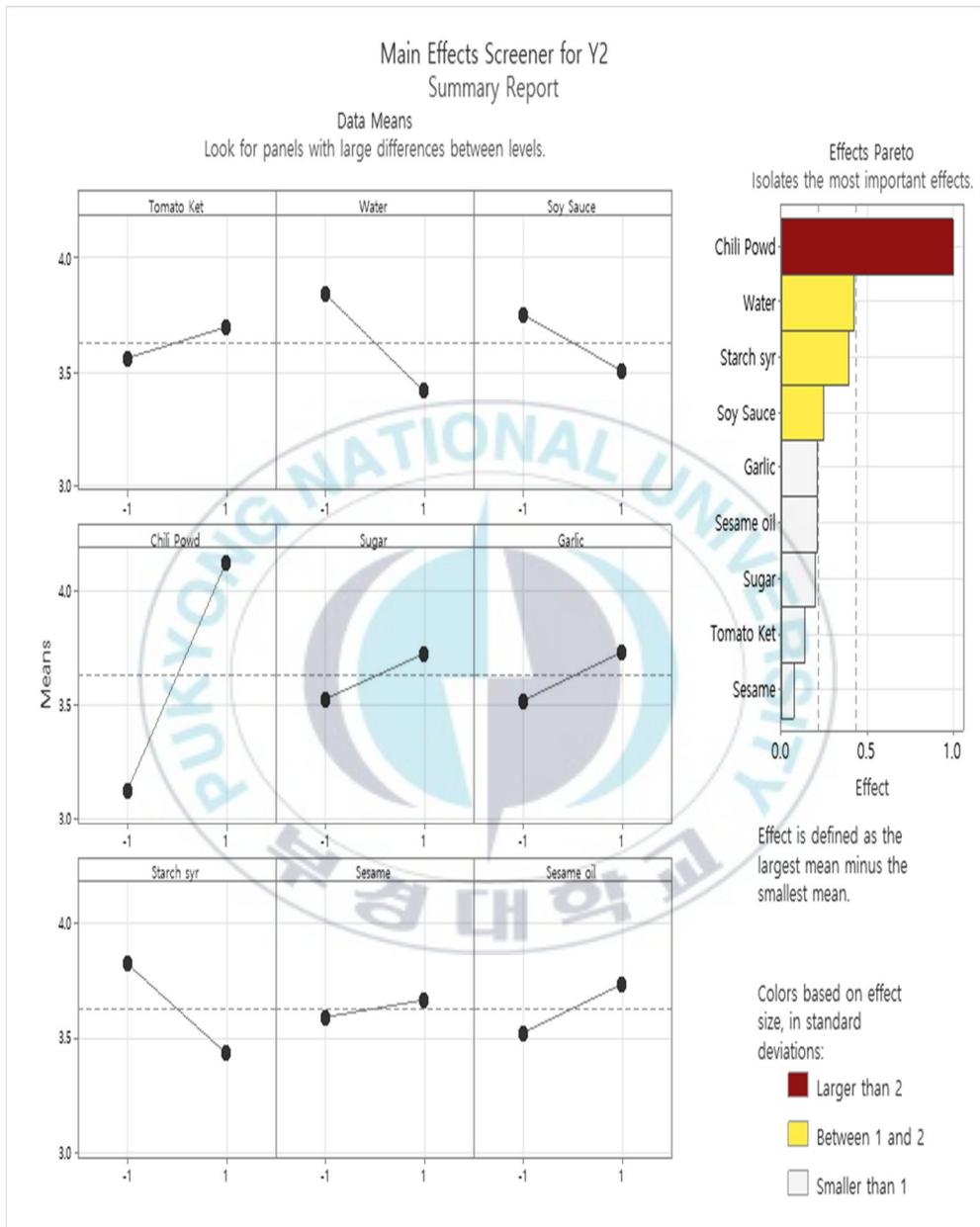


Fig. 4. Plot of main effects on viscosity of sauce.

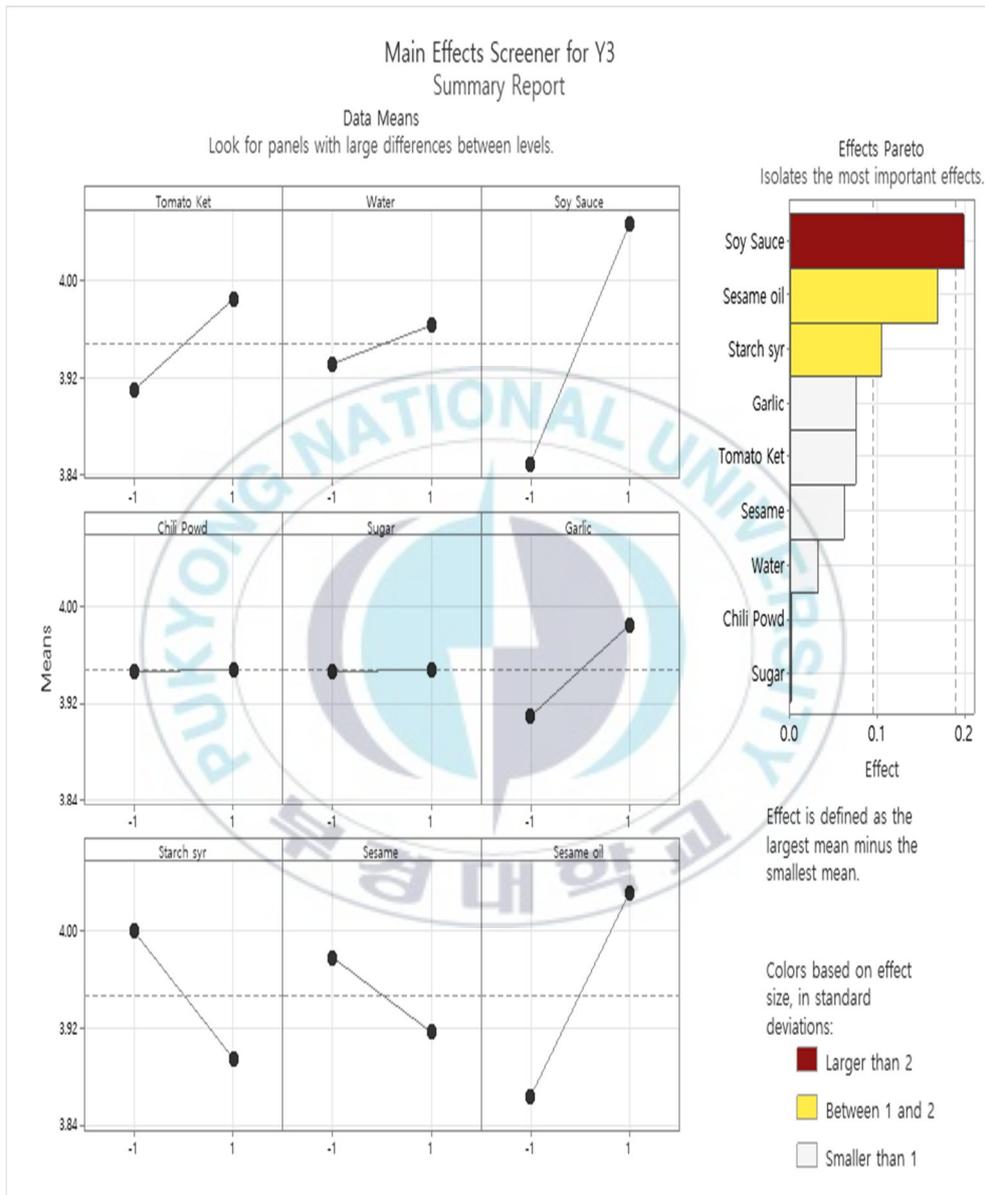


Fig. 5. Plot of main effects on salty taste of sauce.

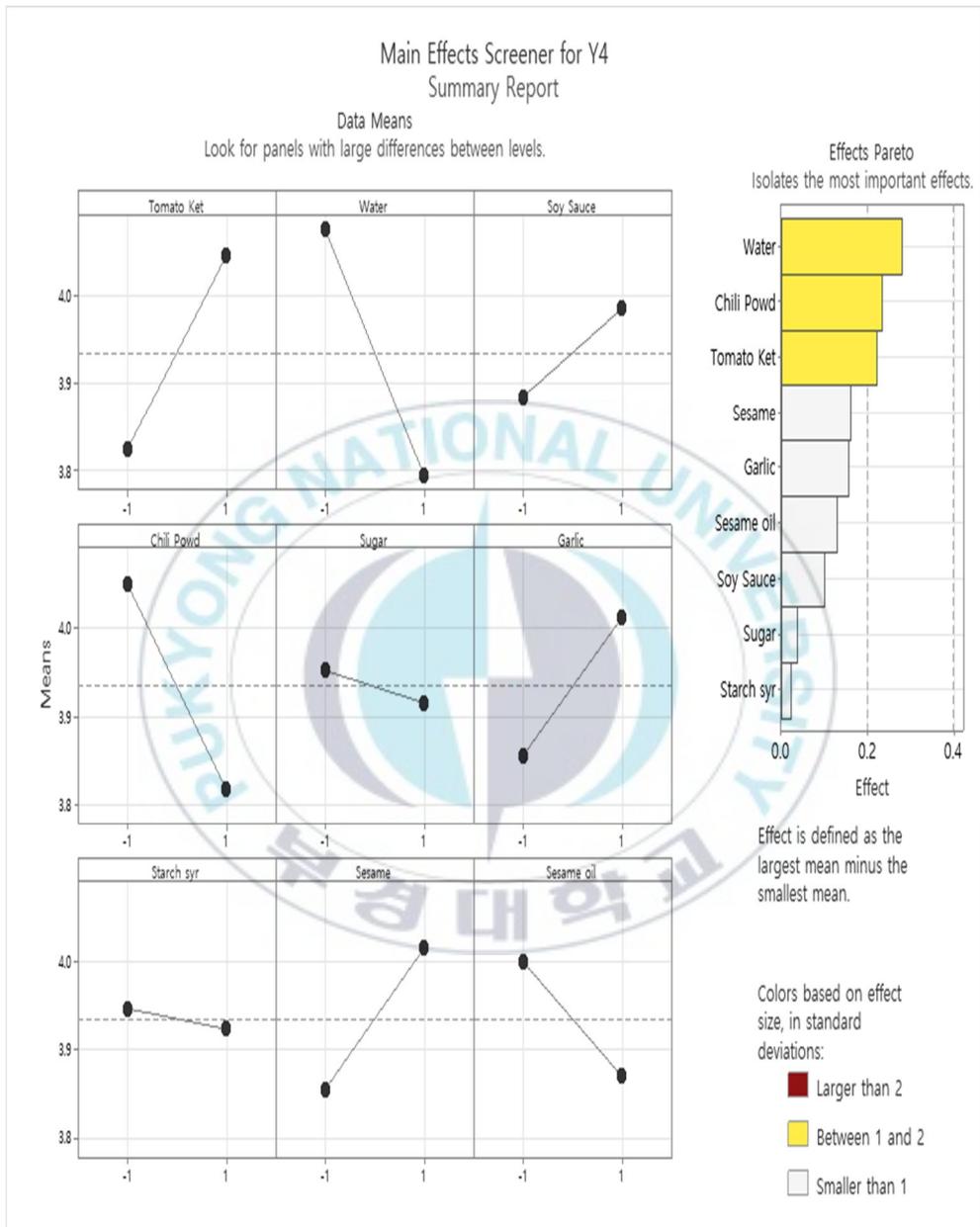


Fig. 6. Plot of main effects on soursness of sauce.

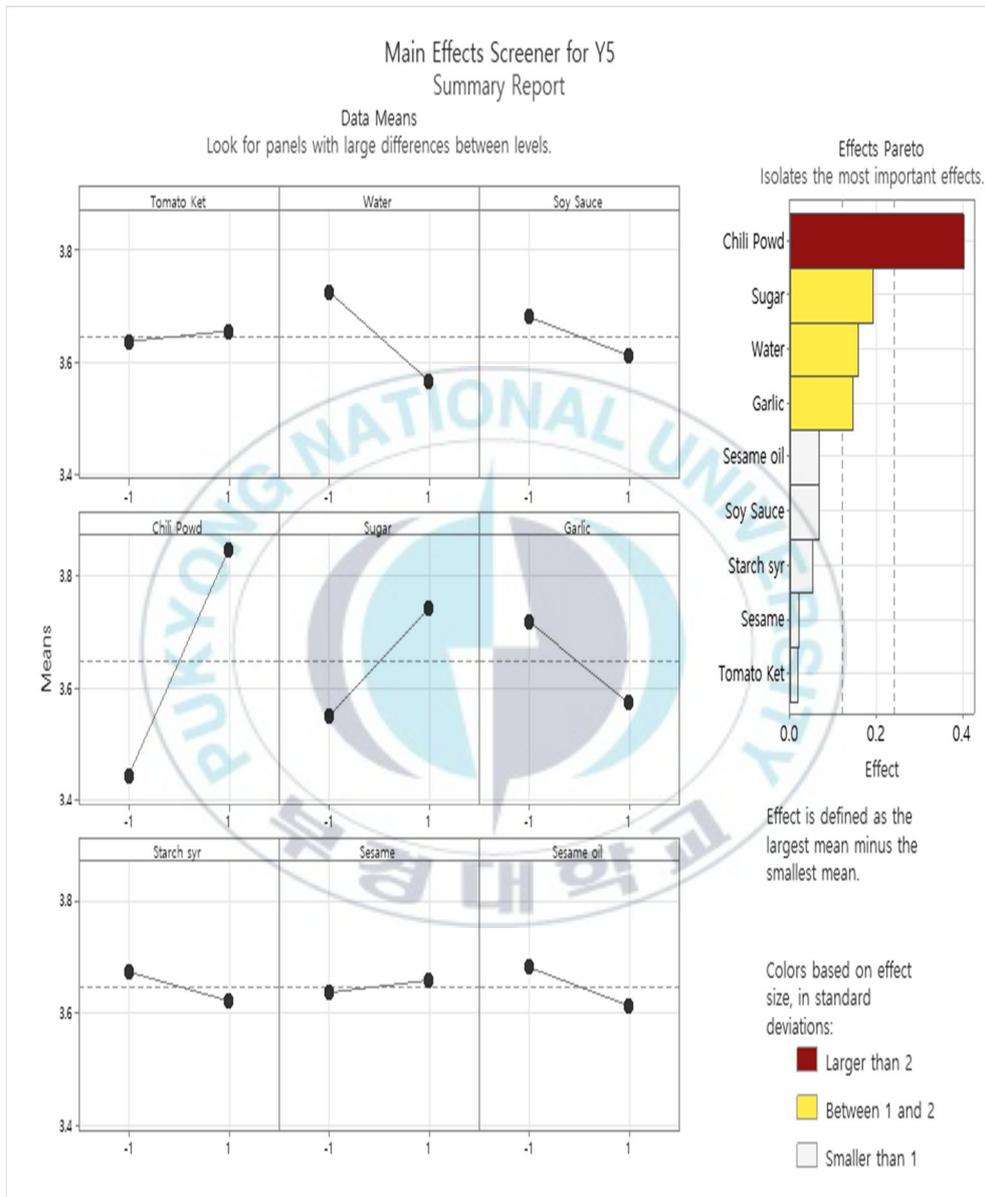


Fig. 7. Plot of main effects on spicy of sauce.

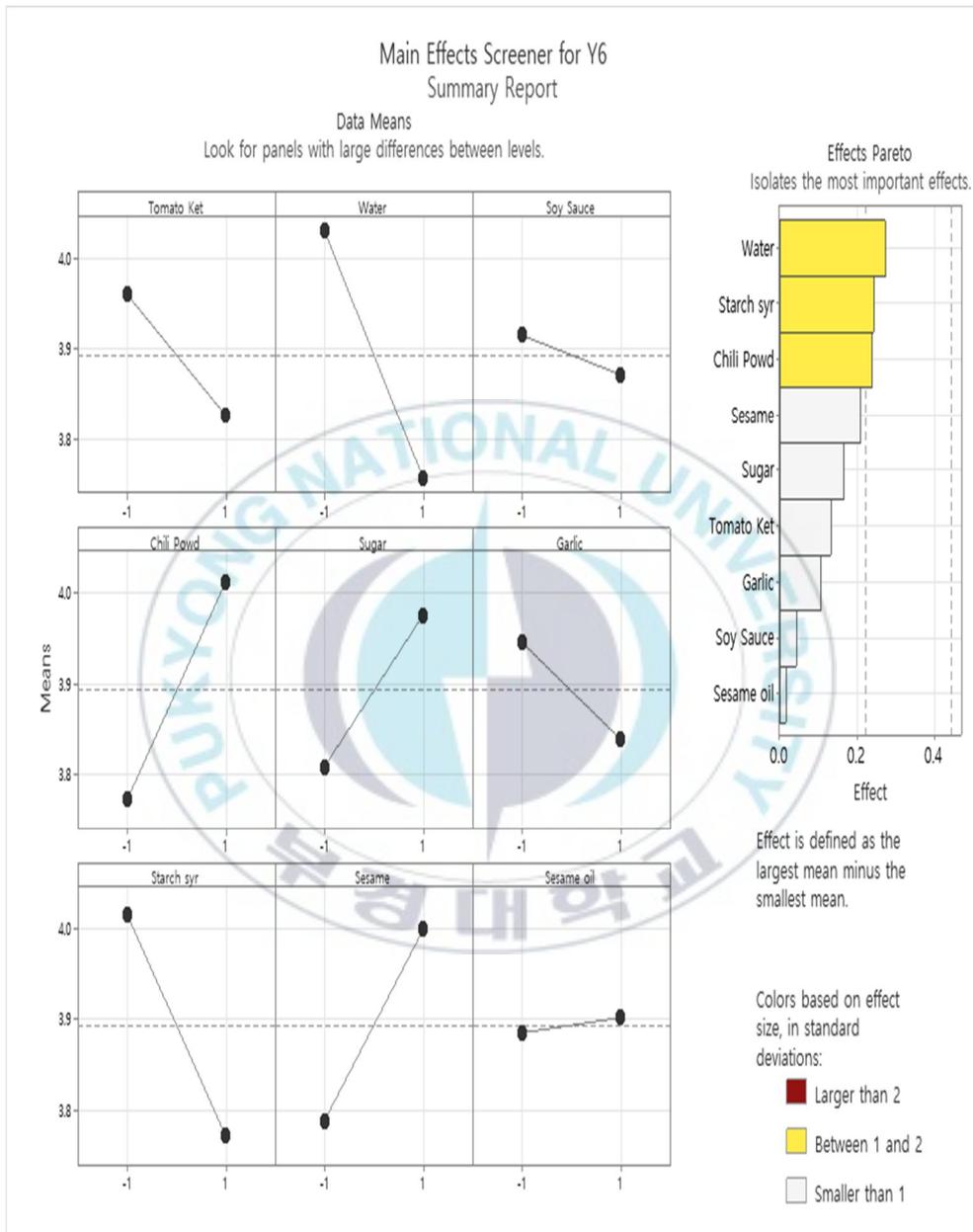


Fig. 8. Plot of main effects on favorability of sauce.

### 3.8 BBD-RSM 을 이용한 양념치킨 소스 제조 최적화 결과

3개의 독립변수인 고춧가루, 설탕, 깨의 첨가량에 따른 호감도 점수가 최대가 되는 최적의 비율을 구하기 위해 BBD-RSM 을 이용하여 15개의 실험군을 설정하고 관능평가 중 호감도를 종속변수로 고춧가루, 설탕, 깨를 독립변수로 Minitab(Minitab® 20.3 64-bit)를 이용하여 구하였다. 그 결과 독립변수의 결정계수는 0.9329로서 실험결과를 93.29% 설명하는 것으로 나타났다. Model 의 P-value 는 0.018, Linear 의 P-value 는 0.032로 나타나 5% 유의수준에서 유의미한 차이가 없었다(Table 13).

ANOVA 결과에 의해 제안된 아래의 회귀 방정식은 호감도와 고춧가루, 설탕, 깨의 관계를 설명하는데 사용할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Favorability} = & -30.02 + 1.778 \text{ Chili powder} + 0.793 \text{ Sugar} + 0.301 \text{ Sesame} \\ & - 0.02912 \text{ Chili powder*Chili powder} - 0.01634 \text{ Sugar*Sugar} \\ & - 0.02486 \text{ Sesame*Sesame} - 0.00426 \text{ Chili powder*Sugar} \\ & + 0.00142 \text{ Chili powder*Sesame} + 0.00426 \text{ Sugar*Sesame} \end{aligned}$$

ANOVA 통계 테이블에서 보여지는 호감도와 고춧가루, 설탕, 깨의 관계는 3D plot contours 를 사용하였다(Fig. 9 ~ 11).

Table 13. Analysis of variance (ANOVA) for the analysis of the BBD model used to navigate the favorability of chicken sauce

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	2.09793	0.233104	7.73	0.018
Linear	3	0.62190	0.207300	6.87	0.032
Chili power	1	0.23244	0.232438	7.71	0.039
Sugar	1	0.26446	0.264463	8.77	0.031
Sesame	1	0.12500	0.125000	4.14	0.097
Square	3	1.43678	0.478926	15.88	0.005
Chili powder*Chili power	1	0.80149	0.801494	26.57	0.004
Sugar*Sugar	1	0.25223	0.252225	8.36	0.034
Sesame*Sesame	1	0.58408	0.584075	19.36	0.007
2-Way Interaction	3	0.03926	0.013085	0.43	0.738
Chili powder*Sugar	1	0.01860	0.018595	0.62	0.468
Chili powder*Sesame	1	0.00207	0.002066	0.07	0.804
Sugar*Sesame	1	0.01860	0.018595	0.62	0.468
Error	5	0.15083	0.030165		
Lack-of-Fit	3	0.12190	0.040634	2.81	0.273
Pure Error	2	0.02893	0.014463		
Total	14	2.24876			

$R$ -squared=0.9329; Adj  $R$ -squared=0.8122; Pred  $R$ -squared=0.1037

### Surface Plot of Favorability vs Sugar, Chili power

Hold Values  
Sesame 8

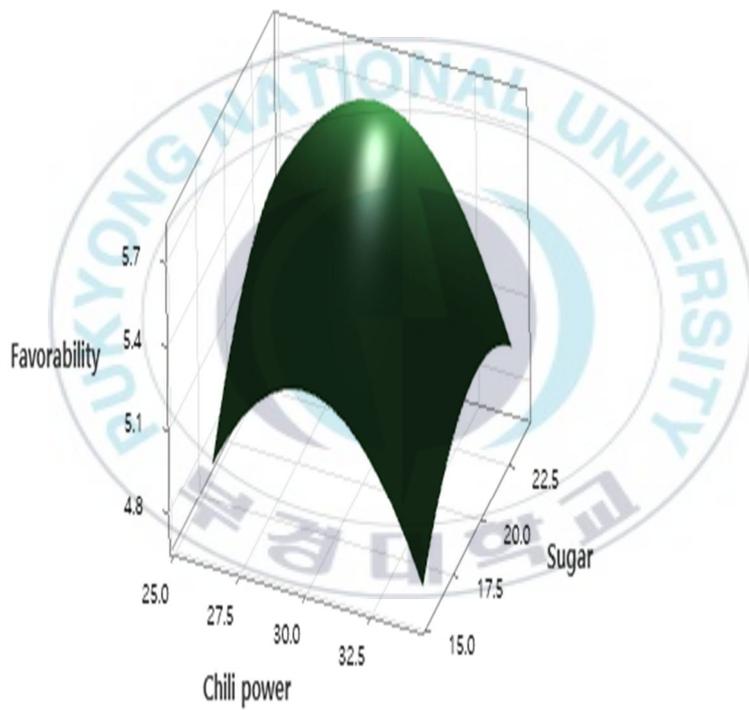


Fig. 9. Surface plot of favorability vs sugar, chili power.

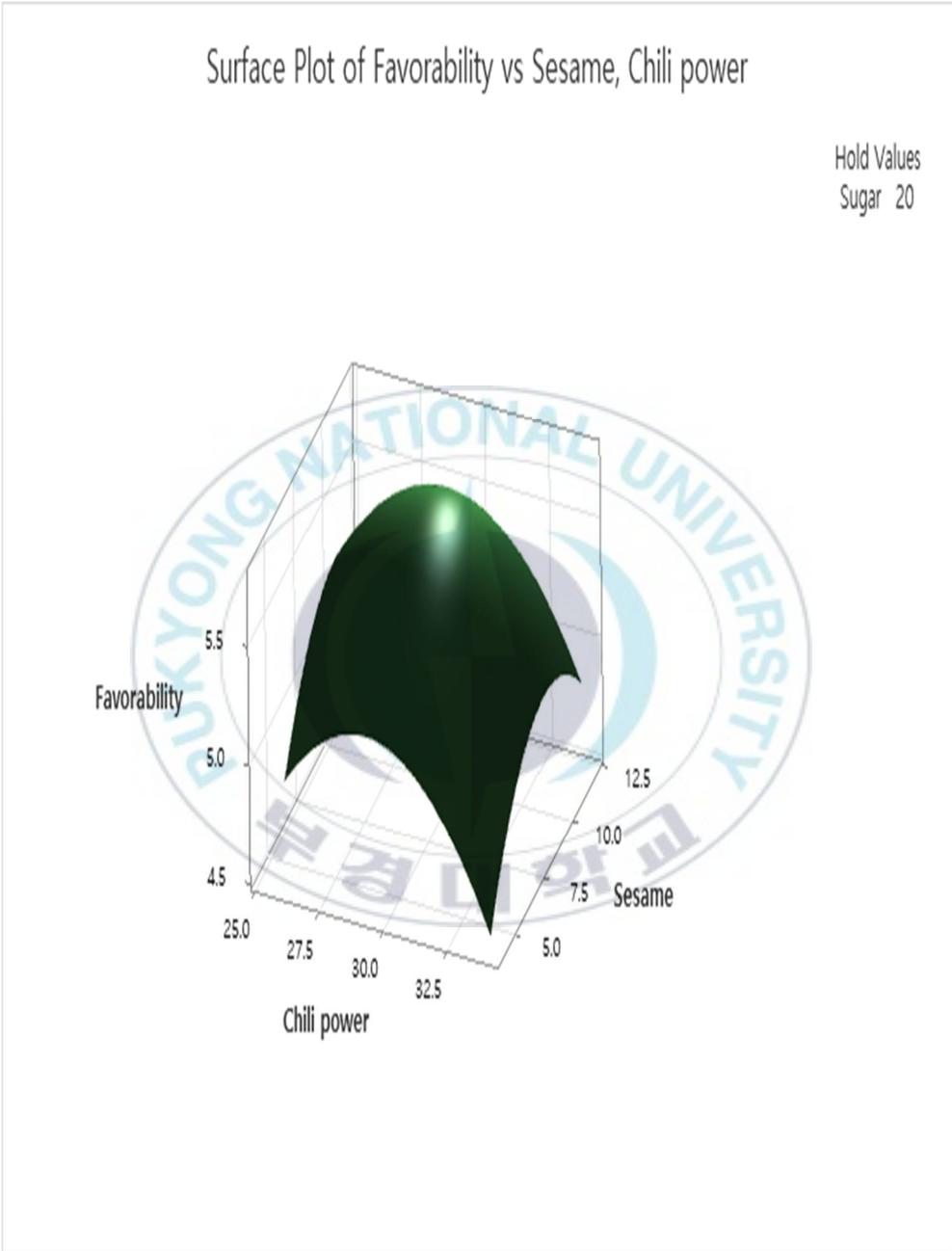


Fig. 10. Surface plot of favorability vs sesame, chili power.

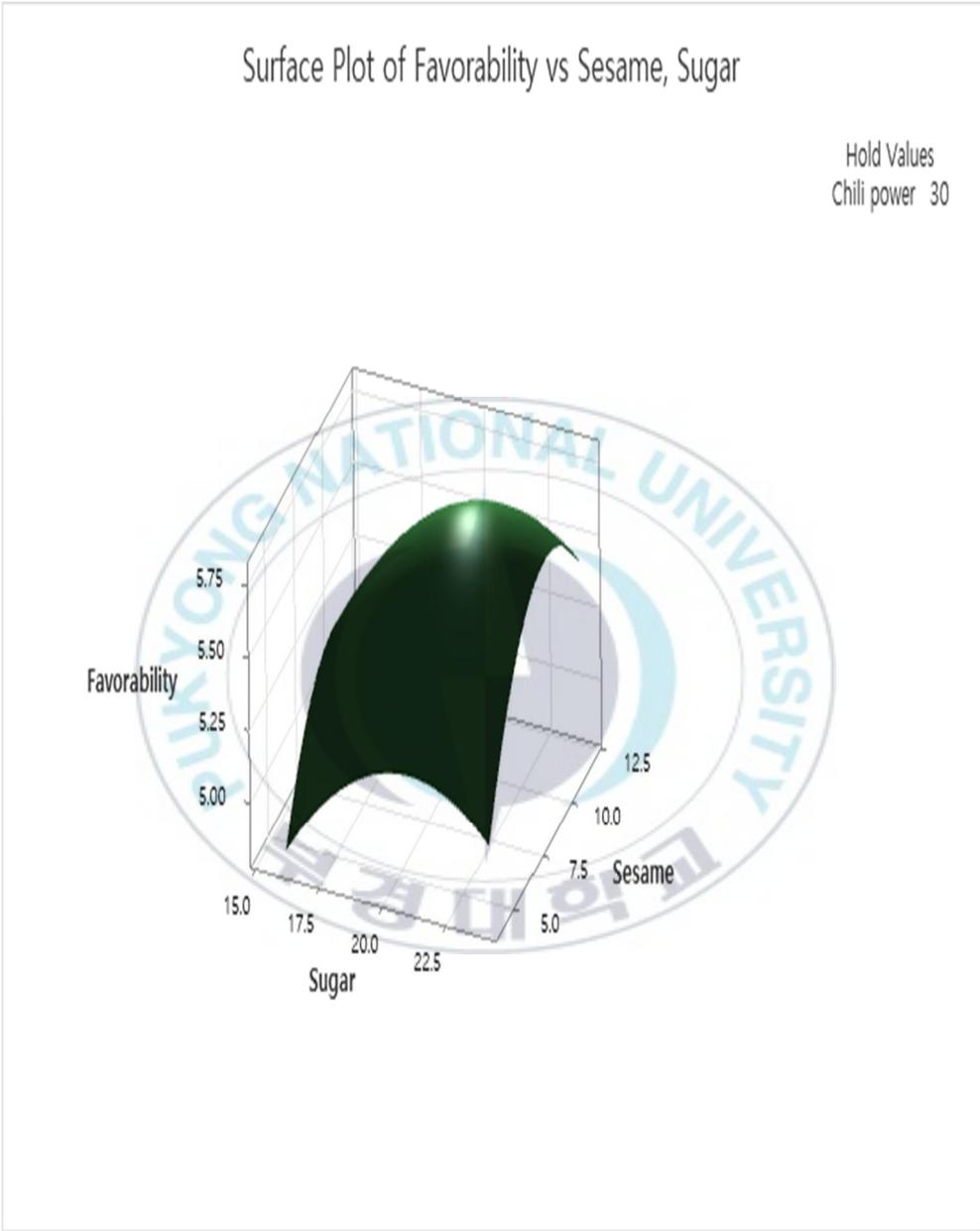
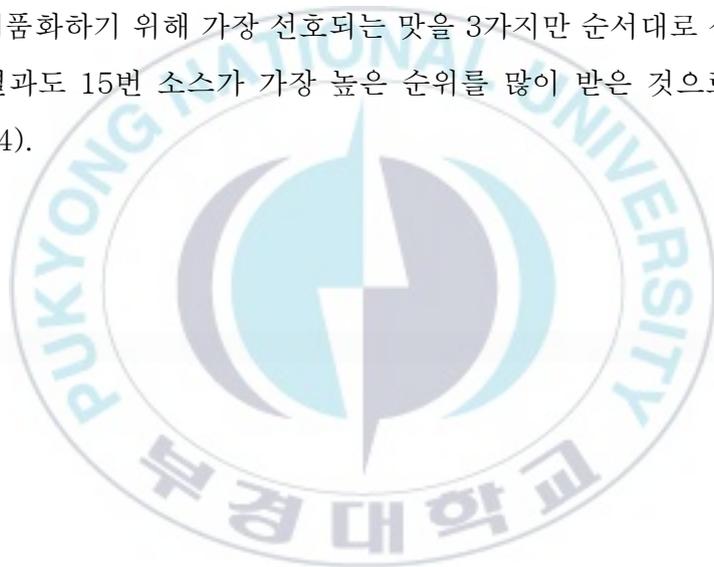


Fig. 11. Surface plot of favorability vs sesame, sugar.

고춧가루, 설탕, 깨 첨가량에 대한 호감도 변화의 상호작용의 영향을 보여준다. 관능평가 결과 호감도를 반응으로 설정하고 고춧가루, 설탕, 깨를 요인으로 설정하여 고춧가루, 설탕, 깨에 따른 호감도의 평균을 나타낸 것이다 (Fig. 12).

호감도 값을 최대값으로 하여 호감도에 대한 반응 최적화를 추정하였을 때 고춧가루 29.15g, 설탕은 21.57g 깨는 8.77g을 첨가하였을 때 호감도가 가장 높은 것으로 나타났다(Fig. 13).

소스를 제품화하기 위해 가장 선호되는 맛을 3가지만 순서대로 선택해 달라는 설문결과도 15번 소스가 가장 높은 순위를 많이 받은 것으로 나타났다 (Table 14).



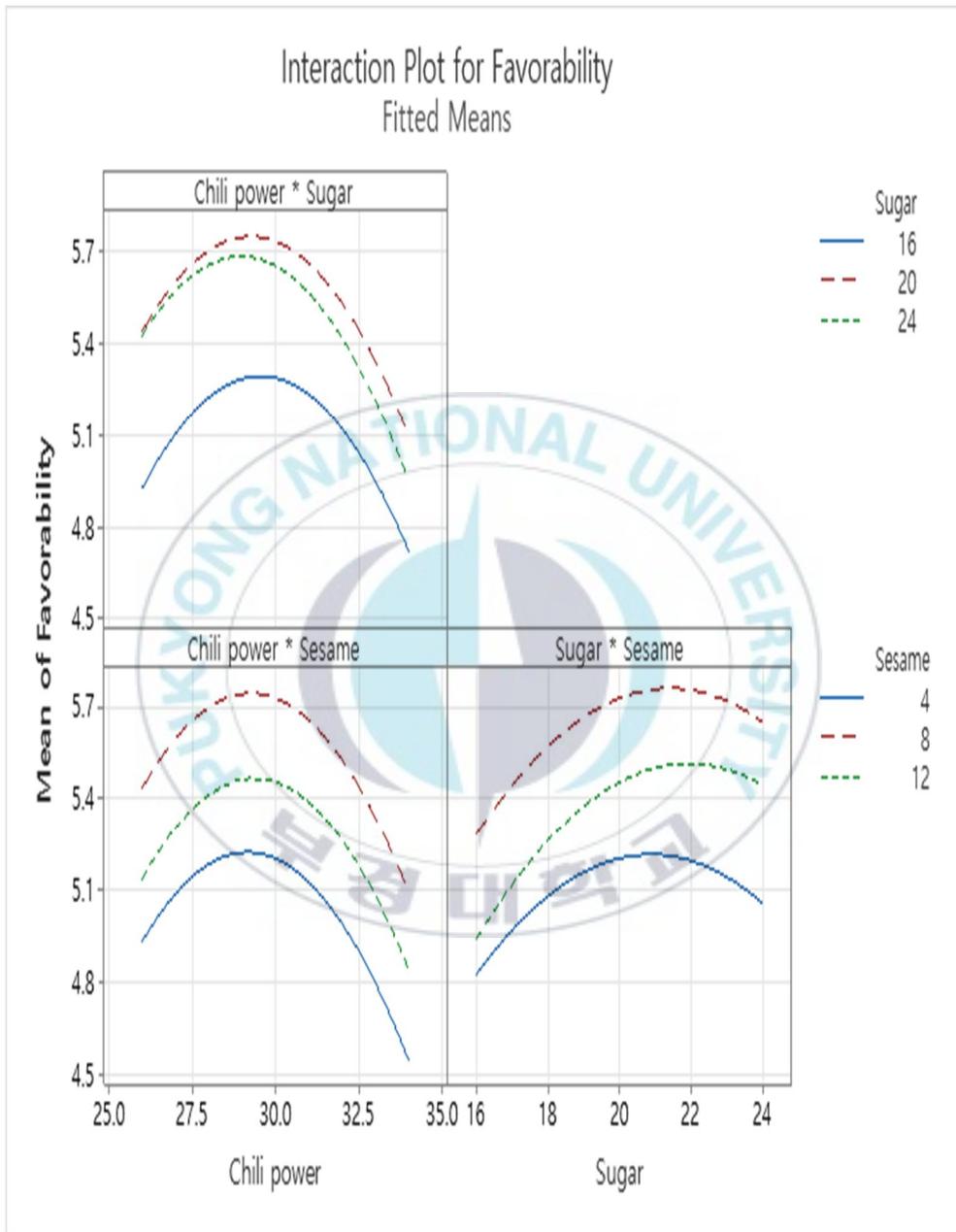


Fig. 12. Factorial plots for favorability.

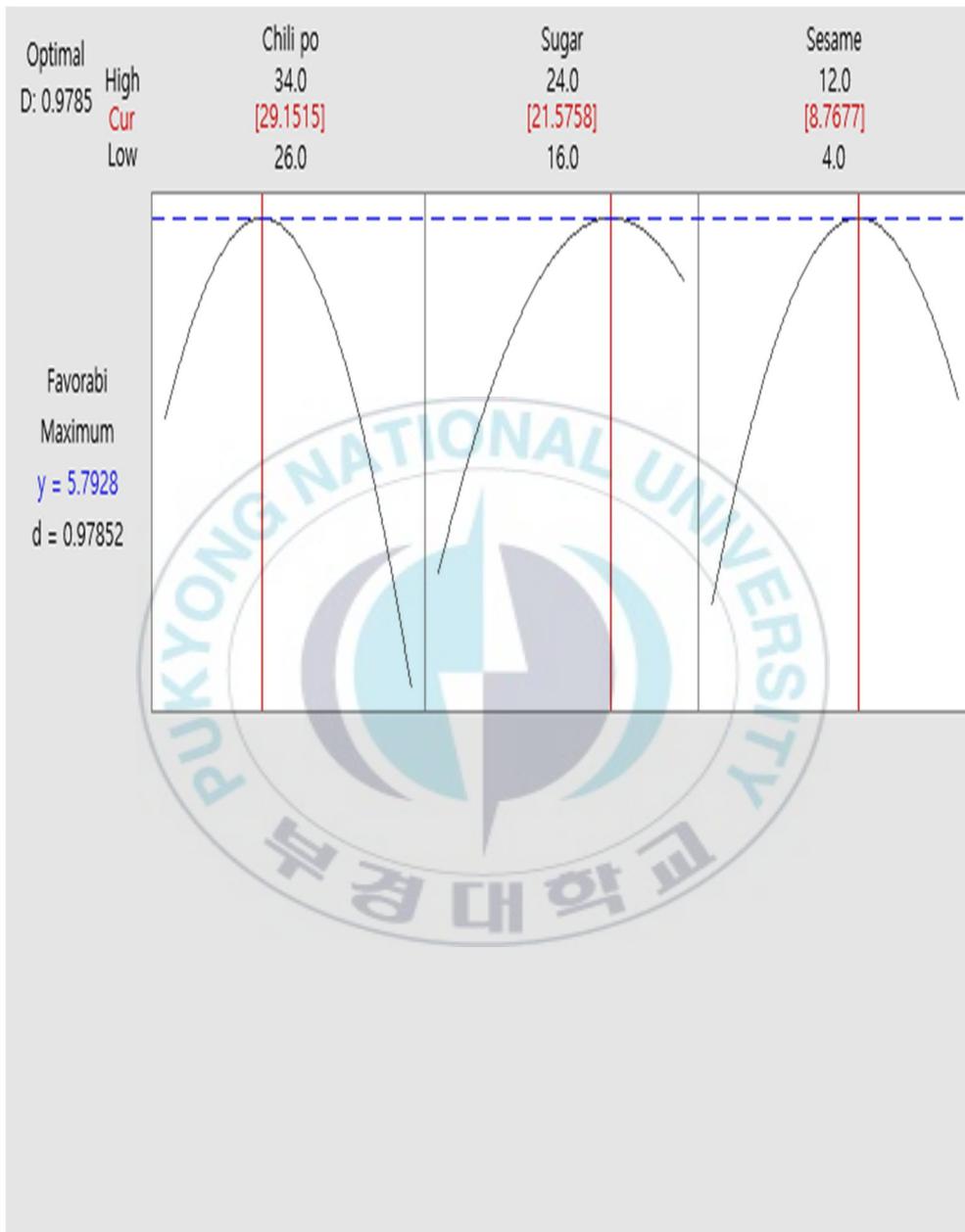


Fig. 13. Multiple response prediction.

Table 14. Ranking evaluation of final products in BBD model

No	1st	2nd	3rd	Total
1	2	3	3	8
2	2	3	3	8
3	3	5	1	9
4	4	1	0	5
5	1	1	1	3
6	1	0	2	3
7	2	2	3	7
8	1	2	4	7
9	4	1	5	10
10	2	5	0	7
11	2	2	3	7
12	3	1	1	5
13	1	1	3	5
14	1	3	3	7
15	4	3	1	8
Total	33	33	33	99

## 결론

Plackett-Burman 설계는 실험초기 단계에서 중요한 요소를 식별하는데 사용되는 설계법으로 본 연구에서는 Plackett-Burman Design을 사용하여 9 가지 독립변수로 12가지의 소스를 제조한 후 대조군과 실험군으로 나누어 비교하여 관능평가를 실시하였다. 종속변수로는 색, 점성도, 짠맛, 신맛, 매운맛, 호감도로 하여 관능평가를 진행하였다. 색에 가장 영향을 주는 독립변수는 케첩이다. 점성도에 가장 영향을 주는 독립변수는 고춧가루이며, 짠맛에 가장 영향을 주는 독립변수는 간장이다. 신맛에 가장 영향을 주는 독립변수는 물이며, 매운맛에 가장 영향을 주는 독립변수는 고춧가루이다. 관능평가결과를 토대로 호감도에서 영향을 주는 요인이 고춧가루, 설탕, 깨인 것으로 나타났다,

반응표면분석법(BBD-RSM)은 다양한 최적화 분석방법 중의 하나이며 독립변수와 반응치의 상관관계를 분석하여 이를 표면적으로 제시해주어 실제 실험하지 않은 영역의 예상 반응치를 도출하고, 원하는 반응치를 얻을 수 있도록 독립변수의 수준을 최적화하는 통계 분석법이다.

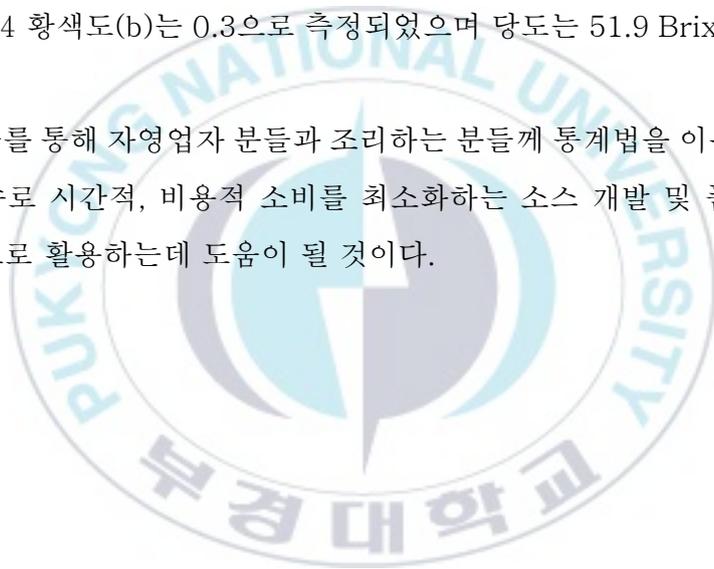
Plackett-Burman 설계로 스크리닝 한 3 가지 독립변수를 반응표면분석법(BBD-RSM)을 이용하여 제조한 소스에 '-1'은 낮은 수준, '+1'은 높은 수준으로 첨가하였을 때 기준량이 '0'에 가까울 때 선호도 점수가 가장 높게 나타났다으며 기준량 보다 적거나 많을 시 호감도가 줄어드는 것을 발견하였다. 반응표면분석법(BBD-RSM)을 사용하여 고춧가루, 설탕, 깨의 호감도에 대한 최적의 첨가량 조건을 찾을 수 있었다. 관능평가 중 호감도 결과에 대한 3차 특수 모형 반응표면도, 최적해 추정 및 확인을 하였다. 3차 특수 모형은 결정계수는 0.9329이며 실험결과를 93.29% 설명해준다 호감도에 대한 반

응 최적화를 추정하였을 때 고춧가루 29.15g, 설탕은 21.57g 께는 8.77g을 첨가하였을 때 호감도가 가장 높은 것으로 추정되었다.

반응표면분석법(BBD-RSM)을 이용하여 제조한 소스 중 가장 호감도를 많이 받은 소스는 15번 소스였으며 5.81의 평가점수를 받았다.

15번 소스의 재료 비율은 토마토 케첩 20%, 물 10% 간장 7%, 고춧가루 5%, 설탕 3%, 마늘 6%, 물엿 47% 께 1% 참기름 1%의 비율이 호감도에서 가장 좋은 평가를 받았다. 15번 소스의 pH는 4.55 명도(L)값은17.2 적색도(a)값은5.4 황색도(b)는 0.3으로 측정되었으며 당도는 51.9 Brix(%)로 나타났다.

이번 연구를 통해 자영업자 분들과 조리하는 분들께 통계법을 이용하여 적은 실험 횟수로 시간적, 비용적 소비를 최소화하는 소스 개발 및 품질 향상의 기초 자료로 활용하는데 도움이 될 것이다.



## 국문 요약

코로나시대에 외식 산업에도 많은 변화가 있었습니다. 코로나 바이러스 전파로 인한 식당의 인원 및 영업 제한 등의 조치로 레토르트 식품의 발달과 배달문화가 빠르게 성장하였습니다. 기존에 배달을 하지 않은 식당도 코로나 시대에 배달을 하게 되는 현상도 일어났습니다. 또한 1 인가구의 증가와 여성의 사회적 진출로 인해 간편식품의 시장이 커졌으며 급격한 외식산업의 변화에 따라 맛의 경쟁력이 중요하게 되었습니다.

이러한 급격한 변화에 기존에 운영하던 '2 차닭' 양념치킨 소스 맛의 경쟁력 강화를 위해 기존 소스를 보완 연구하고자 하였습니다. 적은 비용과 시간을 줄이기 위해 통계적 방법을 이용하여 최소한의 실험을 하였고 그 결과 시간과 비용을 절감하였습니다.

Plackett-Burman 설계를 이용하여 9 가지 재료가 케첩, 고춧가루, 간장, 물, 고춧가루가 색, 점성도, 짠맛, 신맛, 매운맛에 영향을 미치는 주요 요인임을 확인하였고 호감도에 가장 영향을 주는 요인은 설탕과 깨, 고춧가루가 영향을 주는 것으로 확인했습니다.

주요요인 3가지를 가지고 반응표면설계(BBD-RSM)를 통해 15가지 소스를 제조 후 관능평가를 실시하여 호감도를 확인한결과 양념 소스 중 호감도에 서 가장 좋은 평가를 받은 소스의 비율은 케첩 20%, 물 10%, 간장 7%, 고춧가루 5.2%, 설탕 3%, 마늘 6%, 물엿 47%, 깨 1%, 참기름 1%으로 나타났습니다. 호감도 값을 최대값으로 하여 호감도에 대한 반응 최적화를 추정하였

을 때 고춧가루 29.15g, 설탕은 21.57g 께는 8.77g을 첨가하였을 때 호감도가 가장 높은 것으로 나타났다.

이 연구는 기존 소스를 가지고 시간적, 비용적 소비를 최소화하는 방법으로 양념치킨 소스의 제조의 최적화에 대한 기초 자료로 활용될 수 있을 것입니다.



## 참고문헌

- Bezerra MA, Santelli RE, Oliveira EP, Villar LS, Escalera LA. 2008. Response surface methodology (BBD-RSM) as a tool for optimization. *Analytical Chemistry* 76(5), 965-977.
- Cho EH, Kim KM, Lee YB. 2011. Quality evaluation of teriyaki sauce processed with shrimp remnants and its pH physicochemical properties. *The Korean Journal of Culinary Research* 17(1): 184-196.
- Cho YB, Park WP, Joung EJ, Lee MJ, Lee YB. 2002. Analysis of volatile compounds in Kimchi-flavored steak sauce. *Korean J Food Sci Technol* 34(3): 351-355.
- Kenneth TF. 1990. *Spices, Condiments and seasonings*. New York: Chapman and Hall. 129.
- Li G. 2019. Optimization on the Stability of O/W Emulsion using Non-Ionic Mixed Surfactant: Comparison of CCD-BBD-RSM and BBD-RSM, Dankook University p5.

Ryu Mina.2014.Processing Optimization of Tasty Soy Sauce Using Plackett-Burman Design and Response Surface Methodology. Department of Food Industrial Engineering, Graduate School of Industry, 6-10.

Yoo, S.S. & Kim, J.H. 2007. Quality characteristics of tomato sauce prepared by addition of fresh basil. J East Asian Soc Dietary Life, 17(6): 876-882.

강영옥. 2008. 「閩南靑茶의 官能檢査에 대한 考察」 한서대 석사논문 p.41.

공정거래위원회 가맹현황 분석자료. 2019.

김종식. 2015. 닭고기 소비행태에 대한 실증 분석 석사학위논문 p14~16.

김혜영, 고성희, 이경연, 박화연. 2009. Sousvide Cook-Chill 법으로 생산된 삼치 테리야끼 조림의 레몬즙과 생강즙 첨가에 따른 품질 평가 - 이화학적 및 관능적 품질을 중심으로 -. 한국식품영양학회지 22(3):470-477.

농림축산식품부. 2015. 가공 식품세부시장현황 소스 드레싱류 시장.

서금화. 2007. 라이프스타일에 따른 배달 음식 이용행태 및 선택속성에 관한 연구: 수도권 지역 소비자를 중심으로. 광운대학교 석사학위 논문 p1-151.

성공하는 치킨점 창업하기. 이상택. 크라운출판사

이은정, 김태희, 김두라. 2008. 한식 식자재 프로모션을 통한 한국음식의  
세계화 방안 - 한식 식자재 마케팅 전략을 중심으로. 한국식생활문화학회지  
23(6): 729- 736.

짱유화. 2010. 차과학개론 보이세계 p498.

가공식품 세분시장 현황-소스류. 2018.



## 감사의 글

회사와 학교, 두 마리의 토끼를 놓치지 않으려고 바쁘게 지냈던 2년동안 학문의 지식과 함께 격려와 배려로 제가 더욱 발전할 수 있는 기회를 주신 이양봉 지도교수님께 감사드리며, 학문의 길을 이끌어 주셨던 양지영 교수님과 김영목 교수님께 감사드립니다.

또한, 식품공학에 대한 견문을 넓혀 주신 전병수 교수님, 안동현 교수님, 조승목 교수님, 심길보 교수님과 식품영양학과 최진경 교수님께도 감사드립니다.

부족한 저에게 많은 도움을 주신 식품 생화학 실험실 권서연님과 박수연님, 김유경님께도 감사드립니다.

제가 조리사의 길로 들어설 수 있도록 이끌어 주신 유인 배병인 대표님과 조리사로서 한단계 성장할 수 있도록 많은 가르침을 주신 한인호 과장님, 석사학위과정을 무사히 마칠 수 있도록 시간적 배려와 격려를 해 주신 홍수영 시그니엘 부산 조리 팀장님과, 광동식 중식으로 이끌어 주신 차오란 정용재 과장님께 진심으로 감사드립니다.

저에게 지지와 격려를 아끼지 않으셨던 지인들과 더불어 감사의 마음으로 2021년, 뜻 깊은 한 해를 마무리하고자 합니다.

사랑과 믿음으로 묵묵히 지켜봐 주시며 응원해 주신 부모님과 학업에 전념할 수 있도록 묵묵히 도움을 준 형님과 형수님, 그리고 2 차답을 잘 이끌어 준 허동윤에게도 감사드립니다.

2 년이라는 시간은 저에게 앞만 보고 달려와 놓친 것, 잃은 것도 많은 시간이었지만 그 만큼 지나온 인생 전체를 돌아보면 큰 발전과 발돋움의 시간이었습니다. 이렇게 변화할 수 있게 도움을 주신 제 주변 모든 분들에게 다시 한번 진심으로 고개 숙여 감사의 마음을 전합니다.

