J Korean Soc Food Sci Nutr
37(4), 505~511(2008)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2008.37.4.505

돼지불고기용 과채열수추출액 함유 고추장양념소스 최적 배합비 개발

오현주 · 김창순†
창원대학교 식품영양학과

Optimum Formulation of *Kochujang* Seasoning Sauce with the Addition of Fruit and Vegetable Extract for Pork *Bulgogi*

Hyun Ju Oh and Chang Soon Kim†
Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the antioxidative effect of *Kochujang* seasoning sauce with the addition of fruit and vegetable extract (FVE) for pork *Bulgogi*, as well as to establish the optimum mixture ratio of ingredients using mixture experimental design (MED). During 5 months of storage at -25°C, the thiobarbituric acid (TBA) values of the seasoned pork containing soy sauce (control), *Kochujang* added group (KG) and *Kochujang* and FVE added group (KFVEG) were remarkably lower than that of unseasoned pork. Among the seasoned porks, the antioxidative effect of KG was much higher than the control. Moreover, TBA values of KFVEG were significantly lower than those of KG. Therefore, the lipid oxidation stability of seasoned pork *Bulgogi* was improved by the addition of *Kochujang*, red pepper powder and FVE into the seasoning sauce. When *Kochujang* was used in seasoning sauce, the preference scores of pork *Bulgogi* increased with the increasing amount of red pepper powder and FVE. The optimum mixture ratios of seasoning sauce for pork *Bulgogi* established by the MED were *Kochujang* 0.04, red pepper powder 0.20, FVE 0.39 and water 0.37.

Key words: pork *Bulgogi*, seasoning sauce, *Kochujang*, fruit and vegetable extract, antioxidative effects, mixture experimental design

서 론

우리나라 연간 육류 총 소비량이 매년 증가되고 있는데 이 중 1인당 돼지고기 소비량은 1990년도에 14.8 kg에서 2000년도 16.5 kg, 2005년도 17.8 kg으로 점차 증가하였고 이러한 증가 추세는 앞으로도 계속될 전망이다(1). 돈육은 우육에 비해 값이 저렴하고 영양면에서도 손색이 없어 대중들로부터 널리 애용되는 육류이다(2). 최근 외식소비와 편이식품에 대한 선호도 증가와 함께 2006년 양념육 판매량이 1399.4톤으로 전년대비 47.3% 증가하면서 불고기 조미 양념육 및 불고기용 양념소스제품이 국내외에서 많이 소비되고 있다(1). 그러나 양념육의 경우 아직까지 제조 공장의 대부분이 영세하고 배합비 체계가 확립되어 있지 않을 뿐 아니라 유통기한의 설정과 이의 연장을 위한 기술적 체계가 제대로 확립되어 있지 않다(3). 양념육의 원료육으로 돈육을 이용할 경우 누린내나 이취의 단점이 있어 이를 감소시킬 수 있는 술, 생강 등의 향신료나 허브류를 사용하여 왔다(4). 육제품은 저장 및 조리가공 중에 지방산화로 인해 형성된 과산화물이나 각종 라디칼과 카르보닐화합물 등의 2차 산화물에 의해 육제품의 불포화지방산, 지용성비타민, 색소 등의 손실과 함께 이취에 의한 품질 저하가 발생되며, 더 나아가 이러한 식품 섭취로 인해 생체 내에서 노화, 발암, 동맥경화 등의 질병을 유발하게 된다(5).

최근 들어 한국 전통양념을 이용한 발효 돼지고기양념육에 대한 냉장 저장 중 품질변화와 저장 수명에 관한 연구들(2,6,7)이 활발히 이루어지고 있다. 우리나라 고유의 발효식품인 고추장은 간장 및 된장과 함께 오래전부터 그 특유의 맛과 기호성 때문에 조미식품으로서 중요한 위치를 차지하고 있다. 고추장의 원료인 고춧가루는 전통조미료로 식품의 풍미를 향상시키고 식욕을 증진시켜 주는 작용이 있다(8). 고춧가루의 매운맛 성분인 캡사이신은 생체내 지질대사 증진 및 열생산에 관여하는 것으로 알려져 있다(9). 고추장은 원료 발효산물인 아미노산의 구수한 맛, 당으로부터의 단맛, 고추 성분의 매운맛, 소금의 짠맛 등이 잘 어우러져 있고(10) 식욕증진, 소화촉진 및 항산화, 비만억제, 항암작용, 혈전용해능, 면역활성능 등의 여러 생리 효능(11-13)도 밝혀져 있다.

혼합물 실험 설계법(mixture experimental design)은 관

†Corresponding author. E-mail: cskim@changwon.ac.kr
Phone: 82-55-213-3512, Fax: 82-55-281-7480

심영역의 재료 성분을 제외한 다른 성분들의 비율은 고정하고, 변화시키고자 하는 재료들을 독립변수로 하고 그 혼합비율의 합이 항상 일정(1=100%)하다는 전제하에 각 독립변수들의 최적 혼합비율을 찾을 수 있다(14-16). 식품 개발 연구에 다수 소개되고 있는 혼합물 실험 설계법의 최근 국·내외 연구로는 설기떡(17,18), 율무국수(19), tortilla(20), 시리얼(21)에 관한 보고가 있다.

이에 본 연구에서는 돼지불고기 양념육의 고급화와 기능성 증진을 위해 과채열수추출액을 함유한 고추장양념소스의 항산화 증진 효과를 검증하고 혼합물 실험 설계법을 활용하여 관능적으로 우수한 돼지불고기용 고추장 양념소스의 최적 혼합 비율을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

돼지고기는 지역 공급업자로부터 24시간 내에 도살된 돼지의 앞다리 부위로 표면의 과다한 지방을 제거하고 0.3 cm 두께로 자른 후 -80°C 급속냉동상태로 보관하면서 필요시 4°C 냉장실에서 24시간 해동하여 시료로 사용하였다. 전통재래식된장은 알알이식품(주)에서 직접 생산 후 5개월 동안 숙성 완료된 시료를 제공받아 분쇄하여 균질화한 후 냉동(-25°C)보관하면서 사용하였다. 양념재료인 간장(몽고간장), 설탕(제일제당), 물엿(해표), 술(무학소주), 마늘(창녕산), 생강, 후추(오뚜기), 녹차가루(전남 보성산), 고추장(대상), 고춧가루(삼양) 등은 시중에서 구입하여 사용하였다.

과채열수추출액 제조

구기자 0.21%, 계피 0.21%, 대추 0.42%, 건표고 0.42%, 다시마 0.42%, 배 10.44%, 사과 6.27%, 무 8.36%, 양파육 8.36%, 마늘 2.09%, 생강 0.63%, 대파 2.09%, 통후추 0.10%, 물 60%를 솥(스테인리스 스틸, 직경 30.5 cm×높이 29 cm, 키친플라워, 한국)에 넣고 끓기 시작한 후 중불에서 4시간 가열하여 식힌 다음 여과지(천연펄프섬유 100%, 아이엘, 서울)를 이용하여 거른 후 °Brix 7.5인 열수추출액을 얻었다(①). 양파 겉껍질은 흙을 제거한 후 양호한 상태의 껍질 20 g에 50배의 물을 넣고 끓기 시작한 후 중불에서 1시간 가열하여 식힌 다음 여과하여 °Brix 0.5인 양파껍질열수추출액(②)을 만들었다. 위의 ①과 ②를 동량 혼합하여 과채열수추출액을 제조하였다.

불고기양념육 기본 배합비 및 제조

돼지고기 앞다리살(지방 19.6% 함유) 200 g에 양념액 100 g을 넣고 양념액이 잘 스며들 수 있도록 절인 후 밀폐 플라스틱 용기에 포장하여 냉장온도(4°C)에서 24시간 숙성시켰다. 이때 사용된 양념액 배합비는 Table 1에 나타내었다. 양념육의 저장 중 지방산화안정성 조사를 위한 시료는 냉동저장(-25°C)하면서 사용하였다. 한편 돼지불고기용 고추장양념소스의 최적 배합비 확립을 위한 관능검사 시료는 냉동 저장 공정을 제외한 위와 동일한 방법에 의해 제조하여 냉장(4°C)에서 24시간 숙성 후 예열된 프라이팬(지름 30cm, 높이 5.5 cm, Initiatives, Tefal, Korea)에 양념육을 넣고 가정용 가스레인지(RGR-R2, Rinnai, Seoul, Korea)를 이용하여 센불 5분, 중불 2분간 조리하여 사용하였다.

Table 1. Formula of seasoning sauce for pork *Bulgogi*

(%)

Ingredients	Control	KG[2)]	KFVEG[3)]
Soy sauce	12.06	17.6	17.6
Sugar	9.96	12.4	12.4
Corn syrup	4.98	10.8	10.8
Alcohol (s*oju*)	3.23	7.10	7.10
Garlic	2.49	12.2	12.2
Ginger	0.38	1.80	1.80
Green tea powder	-	0.50	0.50
Black pepper	0.10	0.10	0.10
Kochujang (hot pepper paste)	-	10.0	10.0
Red pepper powder	-	4.5	4.5
FVE[1)]	-	-	23.0
Water	66.80	23.0	-

[1)]FVE: fruit and vegetable extract.
[2)]KG: *Kochujang* added group.
[3)]KFVEG: *Kochujang* and FVE added group.

과산화물가와 thiobarbituric acid(TBA) 측정

원료 생 돼지고기와 Table 1에 제시된 간장양념소스를 사용한 대조구(control)와 고추장 10%를 사용한 고추장양념첨가구(KG), KG 배합비의 물 사용량 전체를 과채열수추출액(fruit and vegetable extract; FVE)로 대체한 고추장양념·과채열수추출액첨가구(KFVEG)를 냉동저장(-25°C)하면서 실험 전날에 시료들을 냉장온도에서 24시간 해동시킨 후 Folch 등(22)의 방법으로 지방을 추출하여 TBA가를 측정하였다. 즉 TBA는 Tarladgis 등(23)의 방법에 따라 추출한 지방 2 g에 HCl : 증류수(1:2, v/v) 2.5 mL와 증류수 97.5 mL를 넣고 수증기 증류법으로 증류액이 50 mL가 되면 캡튜브에 TBA 시약 5 mL를 넣고 35분 가열한 후 10분 동안 냉각시켜 분광광도계를 사용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다. 즉, 시료 유지 kg당 malonaldehyde(MA) mg으로 나타내었다.

양념소스 재료 혼합비율의 최적화를 위한 실험설계

과채열수추출액 첨가 돼지불고기 고추장양념소스 제조를 위한 재료 혼합비율의 최적화 실험은 고추장, 고춧가루, 과채열수추출액, 물을 4가지 독립변수로 하는 혼합물 실험 설계법을 적용하였다. 기본 양념소스 배합 재료들 중 위에 언급된 4개의 독립변수 이외의 다른 재료양은 그대로 유지하였다. 즉, 전체 양념소스 100 g에 대해 4개 독립변수 합(37.5 g) 이외의 나머지 총량은 62.5 g이었다. 고추장(X_1), 고춧가루(X_2), 과채열수추출액(X_3), 물(X_4) 등의 재료들에 대한 실험영역의 상한과 하한은 돼지불고기의 염도, 당도 및 전반적

Table 2. Levels of factors in seasoning sauce with the addition of *Kochujang*, red pepper powder, FVE[1)] and water by using the mixture experimental design

Treatment No.	Pseudo components				Actual components (g)			
	X_1[2)]	X_2	X_3	X_4	*Kochujang*	Red pepper powder	FVE	Water
1	0.250	0.088	0.506	0.156	9.38	3.28	18.98	5.86
2	0.300	0.050	0.550	0.100	11.25	1.88	20.63	3.75
3	0.250	0.163	0.431	0.156	9.38	6.09	16.17	5.86
4	0.250	0.163	0.306	0.281	9.38	6.09	11.48	10.55
5	0.400	0.200	0.250	0.150	15.00	7.50	9.38	5.63
6	0.300	0.050	0.250	0.400	11.25	1.88	9.38	15.00
7	0.200	0.200	0.500	0.100	7.50	7.50	18.75	3.75
8	0.400	0.050	0.350	0.200	15.00	1.88	13.13	7.50
9	0.350	0.088	0.306	0.256	13.13	3.28	11.48	9.61
10	0.200	0.050	0.450	0.300	7.50	1.88	16.88	11.25
11	0.400	0.200	0.300	0.100	15.00	7.50	11.25	3.75
12	0.300	0.200	0.250	0.250	11.25	7.50	9.38	9.38
13	0.350	0.163	0.331	0.156	13.13	6.09	12.42	5.86
14	0.200	0.125	0.250	0.425	7.50	4.69	9.38	15.94
15	0.200	0.200	0.250	0.350	7.50	7.50	9.38	13.13
16	0.400	0.050	0.250	0.300	15.00	1.88	9.38	11.25
17	0.250	0.088	0.306	0.356	9.38	3.28	11.48	13.36
18	0.400	0.125	0.375	0.100	15.00	4.69	14.06	3.75
19	0.400	0.200	0.275	0.125	15.00	7.50	10.31	4.69
20	0.400	0.050	0.450	0.100	15.00	1.88	16.88	3.75
21	0.200	0.125	0.575	0.100	7.50	4.69	21.56	3.75
22	0.400	0.125	0.250	0.225	15.00	4.69	9.38	8.44
23	0.350	0.163	0.306	0.181	13.13	6.09	11.48	6.80
24	0.300	0.125	0.363	0.213	11.25	4.69	13.59	7.97
25	0.200	0.050	0.250	0.500	7.50	1.88	9.38	18.75
26	0.300	0.200	0.400	0.100	11.25	7.50	15.00	3.75
27	0.200	0.050	0.650	0.100	7.50	1.88	24.38	3.75
28	0.200	0.200	0.375	0.225	7.50	7.50	14.06	8.44
29	0.350	0.088	0.406	0.156	13.13	3.28	15.23	5.86

[1)]FVE: fruit and vegetable extract.
[2)]X_1: *Kochujang*, X_2: red pepper powder, X_3: FVE, X_4: water. $X_1+X_2+X_3+X_4=1$

인 기호도를 고려한 예비 관능검사 결과를 토대로 각각 $0.04 \leq X_1 \leq 0.30$, $0.05 \leq X_2 \leq 0.20$, $0.25 \leq X_3 \leq 0.75$, $0.10 \leq X_4 \leq 0.50$로 제한하였다. 재료 혼합비율의 실험점은 꼭지점 계획법(extreme vertical design)에 의해 Table 2와 같이 29개가 선택되었다. 선택된 실험점 조건에서 제조된 고추장양념소스를 돈육에 넣고 절인 후 냉장숙성(4℃, 24 hr) 후 조리하여 관능평가에 사용하였다.

관능평가

기호도 검사에 참가한 관능검사요원은 대학생 및 교직원 25명을 대상으로 평가시간은 오전 11~12시 사이의 공복시간으로 하고 시료는 패널요원이 잘 관찰할 수 있도록 난수법에 의해 코딩된 흰 접시에 조리된 양념육 50 g을 담아 각각의 패널요원에게 3개씩 제시하여 평가하도록 하였다. 이때 하나의 시료를 먹고 나면 반드시 물로 입안을 헹군 뒤 다음 시료를 평가하도록 하였다. 사용된 관능 특성은 맛(taste preference)과 냄새에 대한 기호도(flavor preference)와 외관, 맛, 냄새, 조직감 등 모든 특성들을 고려한 전반적인 만족도(overall acceptability)로서 9점 기호척도법을 사용하였다. 이때 1점에서 9점으로 숫자가 커질수록 기호도가 높게(1점: 대단히 싫어한다, 5점: 좋지도 싫지도 않다, 9점: 대단히 좋아한다) 평가되도록 하였다.

통계분석

지방산화안정성 실험과 관련한 데이터는 SPSS(version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용한 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 각 측정 평균값의 유의성($p<0.05$)은 Duncan's multiple range test를 사용하여 검정하였다. 돼지불고기 고추장양념소스 배합비의 최적화와 관련된 실험설계 및 결과분석은 통계처리 프로그램인 MINITAB (Release 14)과 SAS(ver. 9.13)를 사용하였으며 각 모형에 따른 성분들의 반응을 보기 위한 반응표면도는 SAS/GRAPH의 G3GRID와 G3D 절차를 이용하여 나타내었다.

결과 및 고찰

지방산화안정성

얇게 저민 돼지고기(지방 19.6%)에 Table 1과 같이 양념 배합비를 사용한 대조구(control)와 고추장양념첨가구(KG), 고추장양념·과채열수추출액첨가구(KFVEG)의 냉동저장(-25℃, 5개월) 동안의 지방산화과정을 TBA가 변화를 통하여 살펴보았다. 그 결과 Table 3에 나타낸 바와 같이 TBA가

Table 3. Changes in thiobarbituric acid value (TBA) of pork *Bulgogi* during storage at -25℃

	Storage (months)	Unseasoned	Seasoned		
			Control	KG[1)]	KFVEG
TBA (malonaldehyde mg/kg)	0	0.35±0.003[2)]	0.31±0.002	0.10±0.002	0.06±0.004
	1	1.25±0.200	0.60±0.008	0.23±0.020	0.15±0.005
	2	1.81±0.030	0.71±0.010	0.27±0.010	0.20±0.010
	3	2.77±0.030	0.89±0.020	0.29±0.020	0.23±0.007
	4	4.05±0.070	1.34±0.040	0.35±0.008	0.28±0.010
	5	5.21±0.060	3.78±0.060	0.39±0.010	0.34±0.020

[1)]Sample legends (KG and KFVEG) are the same as explained in Table 1.
[2)]Values are means±SD, n=3.

는 저장 초기부터 원료육 0.35±0.003 MA mg/kg, 대조구 0.31±0.002 MA mg/kg와 KG 0.10±0.002 MA mg/kg, KFVEG 0.06±0.004 MA mg/kg로 원료육에 비해 양념육 모두에서 낮았다. 저장 2개월째 원료육의 TBA가는 1.81±0.03 MA mg/kg였고 5개월째는 5.21±0.06 MA mg/kg로 증가하였으며, 양념육 대조구도 4개월째에 1.34±0.04 MA mg/kg, 5개월째는 3.78±0.06 MA mg/kg로 급격히 증가하는 경향을 보였다. 반면에 고추장첨가군 KG와 KFVEG는 저장 5개월째에도 0.39±0.01 MA mg/kg와 0.34±0.02 MA mg/kg로 대조구보다 매우 낮은 값을 보였다. 사용된 양념재료인 마늘, 술, 생강, 후추 등의 항산화력(24)과 더불어 간장(25), 고춧가루(26), 고추장(27)의 항산화 효과로 인하여 원료육보다 대조구, KG, KFVEG에서 지방산화가 유의적으로 억제될 수 있었던 것으로 판단된다. 간장양념육보다 고추장양념육의 경우 항산화력이 더 향상되는 것으로 나타났으며 이는 Choi와 Lee(2)가 전통 양념한 돼지양념육을 냉장저장했을 때 고추장 양념육이 간장양념육에 비해 TBA가가 약간 낮았다는 보고와 유사하였으나 Jin 등(7)의 보고와는 상반되는 결과였다. 양념소스 배합비의 물 사용량을 과채열수추출액으로 대체한 고추장양념소스를 사용하게 되면 고추장만을 첨가할 경우보다 높은 항산화력을 가짐을 알 수 있었다. 이는 과채열수추출액 제조에 사용된 구기자, 계피, 대추, 건표고, 다시마, 배, 사과, 무 등이 항산화 효과를 나타내었다는 여러 연구 결과들(28-31)에 의해 설명되어진다. 고추장, 고춧가루, 과채열수추출액을 첨가할 경우 항산화력은 증가되나 과량 사용은 관능적 품질을 저하시킬 수 있으므로 각각의 적정 배합비 조절이 필요하다.

양념소스 재료 혼합비율의 최적화

혼합물 실험계획의 적합성: 과채열수추출액을 첨가한 돼지불고기용 고추장 양념소스의 재료 혼합비율의 최적화 추적을 위한 혼합물 실험설계에서 얻어진 29개 실험점의 반응값은 Table 4와 같다. 전반적인 만족도(Y_1)가 4.55~6.85점, 맛 기호도(Y_2)는 4.60~6.85점, 냄새 기호도(Y_3)는 3.90~5.80점 범위를 얻었다. 전반적인 만족도와 맛 기호도, 냄새 기호도에 대한 적합된 회귀모형은 Table 5와 같다. 분석결과 Y_1, Y_2, Y_3에 대한 결정계수(R^2)는 각각 0.9908, 0.9906, 0.9933으로 회귀모형은 고추장(X_1), 고춧가루(X_2), 과채열수추출액(X_3), 물(X_4)의 4개의 실험요인에 의해 잘 설명된다고 할 수 있다. Table 5의 적합된 정준형식에 의거하여 SAS/GRAPH 프로그램을 사용하여 모든 가능한 관측값에 대한 반응값을 산출하고 적합한 2차 모형을 이용한 3차원 반응표면도를 Fig. 1에 제시하였다. 재료 혼합비율이 관능검사에 미치는 기여도를 반응표면도에서 보면 전반적인 만족도(Y_1)와 맛 기호도(Y_2)의 경우 고춧가루(X_2)와 과채열수추출액(X_3) 비율이 증가할수록 점수가 높아졌고 고추장(X_1)은 사용량이 증가함에 따라 이들 점수가 감소하는 경향을 보였다. Y_1과 Y_2의 경향이 유사하여 전반적인 만족도에 맛 기호도의

Table 4. Response of dependent variables to reactions for independent variables in pork *Bulgogi*

Treatment No.	Independent variables				Dependent variables		
	X_1[1)]	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3
1	0.250	0.088	0.506	0.156	5.55	5.75	3.95
2	0.300	0.050	0.550	0.100	5.15	5.65	4.70
3	0.250	0.163	0.431	0.156	5.45	5.90	5.10
4	0.250	0.163	0.306	0.281	6.25	6.15	5.40
5	0.400	0.200	0.250	0.150	6.85	6.85	5.40
6	0.300	0.050	0.250	0.400	4.90	5.35	4.45
7	0.200	0.200	0.500	0.100	5.80	5.80	5.10
8	0.400	0.050	0.350	0.200	5.65	5.70	4.85
9	0.350	0.088	0.306	0.256	5.65	5.55	5.20
10	0.200	0.050	0.450	0.300	4.90	5.20	3.90
11	0.400	0.200	0.300	0.100	4.85	4.65	5.20
12	0.300	0.200	0.250	0.250	4.95	4.90	5.50
13	0.350	0.163	0.331	0.156	4.85	4.85	4.25
14	0.200	0.125	0.250	0.425	5.30	5.45	4.85
15	0.200	0.200	0.250	0.350	4.55	4.65	4.25
16	0.400	0.050	0.250	0.300	4.75	4.60	4.55
17	0.250	0.088	0.306	0.356	5.40	5.55	5.00
18	0.400	0.125	0.375	0.100	5.25	5.45	5.25
19	0.400	0.200	0.275	0.125	5.40	5.35	5.40
20	0.400	0.050	0.450	0.100	5.20	5.65	5.05
21	0.200	0.125	0.575	0.100	4.90	4.90	4.80
22	0.400	0.125	0.250	0.225	6.00	6.25	5.55
23	0.350	0.163	0.306	0.181	4.65	4.65	4.45
24	0.300	0.125	0.363	0.213	4.90	4.80	4.50
25	0.200	0.050	0.250	0.500	5.00	4.68	4.85
26	0.300	0.200	0.400	0.100	6.00	5.90	5.20
27	0.200	0.050	0.650	0.100	5.55	5.65	4.75
28	0.200	0.200	0.375	0.225	6.25	5.95	5.80
29	0.350	0.088	0.406	0.156	6.05	5.80	5.50

[1)]X_1: *Kochujang*, X_2: red pepper powder, X_3: FVE, X_4: water, Y_1: overall acceptability, Y_2: taste preference, Y_3: flavor preference, FVE: fruit and vegetable extract.

Table 5. Canonical equation for seasoned pork, *Bulgogi* with the addition of *Kochujang*, red pepper powder, FVE[1)] and water

Attribute	Predicted model	R^2	Significance
Overall acceptability	$Y_1=11.15X_1+6.64X_2+5.60X_3+1.80X_4-11.78X_1X_2-12.80X_1X_3-5.79X_1X_4+4.86X_2X_3+2.09X_2X_4+9.51X_3X_4$	0.9908	0.0001***
Taste preference	$Y_2=8.21X_1+4.39X_2+5.49X_3+1.25X_4-5.22X_1X_2-5.08X_1X_3-0.91X_1X_4+3.07X_2X_3+8.50X_2X_4+8.71X_3X_4$	0.9906	0.0001***
Flavor preference	$Y_3=11.53X_1+5.45X_2+4.92X_3+7.17X_4-14.56X_1X_2-10.37X_1X_3-12.69X_1X_4+8.53X_2X_3+3.81X_2X_4-8.36X_3X_4$	0.9933	0.0001***

[1)]FVE: fruit and vegetable extract. ***Significant at $p<0.001$, R^2=coefficient of determination.

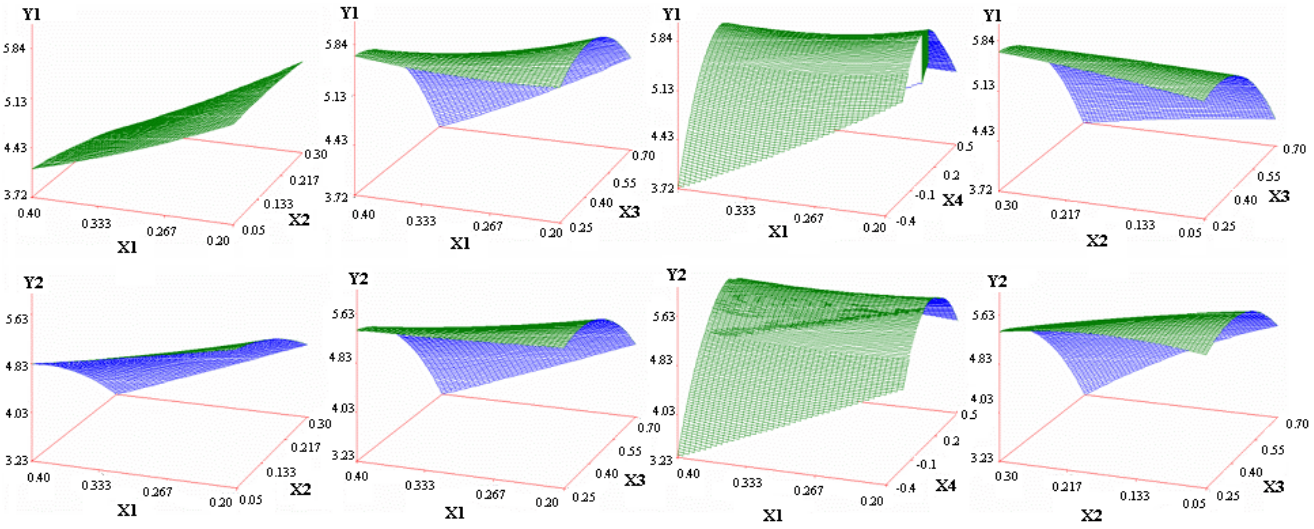

Fig. 1. Response surface plot for the effects of individual factors on the overall acceptability and taste preference.
X_1: *Kochujang*, X_2: red pepper powder, X_3: FVE, X_4: water, Y_1: overall acceptability, Y_2: taste preference.

영향이 크게 작용한 것으로 보인다.

최적 혼합비 탐색 및 양념배합비의 최적화: 재료 혼합비율의 최적화 영역은 Fig. 2와 같으며 도면의 백색부분은 독립변수 물(X_4)을 고정하였을 때 나머지 세가지 변수 고추장(X_1), 고춧가루(X_2), 과채열수추출액(X_3)에 대한 세가지 반응값인 전반적 만족도(Y_1), 맛 기호도(Y_2), 냄새 기호도(Y_3)를 동시에 고려한 중첩부분으로 최적 반응 영역을 나타낸다. 이 중첩된 영역 중 Y_1이 5.9점 이상이며 Y_2가 5.6점, Y_3는 5.3점 이상인 것을 추적하였으며 그 결과는 Table 6과 같다. 이들 적합 반응값들 중에서 전반적인 만족도, 맛 기호도와 냄새 기호도가 각각 6.15점, 5.80점, 5.40점으로 최고점수를 보인 혼합 비율 고추장 0.04(1.50 g), 고춧가루 0.20(7.50 g), 과채열수추출액 0.39(14.62 g), 물 0.37(13.88 g)을 고추장 양념소스의 최적 제조 조건으로 Table 7과 같이 선택하였다. 혼합물실험설계로부터 추적된 위의 최적 혼합비율로 제조된 돼지불고기의 기호도 검사를 실시하여 구한 실측치를 Table 5의 정준형식으로부터 계산된 예측치와 비교한 결과(Table 8) 실측치의 전반적인 만족도, 맛 기호도, 냄새 기호도가 각각 7.20점, 6.40점, 5.75점으로 예측치 6.15점, 5.80점, 5.40점보다 높게 나타나 제시된 고추장, 고춧가루, 과채열수

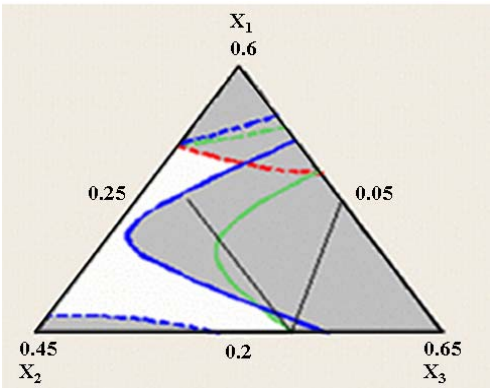

Fig. 2. Overlapping contour plot for overall acceptability, taste and flavor preference for blends containing *Kochujang*, red pepper powder, FVE and water.
X_1: *Kochujang*, X_2: red pepper powder, X_3: FVE, X_4: water, FVE: fruit and vegetable extract. Overall acceptability: 5.6, 5.8, taste preference: 5.3, 5.6, flavor preference: 5.2, 5.6. Fixed value: X_4=0.41.

추출액, 물의 혼합비율은 돼지불고기 양념소스에 활용 가능하며 적합한 배합비율임을 알 수 있었다. 돼지불고기 양념소스에 고추장 비율보다 고춧가루의 함량이 높을수록 양념육의 맛 기호도, 냄새 기호도와 전반적 만족도가 높아지는 것

Table 6. Observation of response conditions for the optimization mixture

Independent variables				Dependent variables		
X_1[1)]	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3
0.04	0.20	0.39	0.37	6.15	5.80	5.40
0.05	0.19	0.35	0.41	5.91	5.64	5.36
0.05	0.19	0.37	0.39	6.00	5.71	5.33
0.05	0.19	0.39	0.37	6.08	5.77	5.30
0.05	0.20	0.39	0.36	6.11	5.79	5.36
0.06	0.20	0.39	0.35	6.07	5.77	5.32
0.06	0.20	0.40	0.34	6.11	5.80	5.31
0.07	0.20	0.36	0.37	5.92	5.68	5.31
0.07	0.20	0.37	0.36	5.96	5.71	5.30

[1)]X_1: *Kochujang*, X_2: red pepper powder, X_3: FVE, X_4: water, Y_1: overall acceptability, Y_2: taste preference, Y_3: flavor preference, FVE: fruit and vegetable extract.

Table 7. Optimum conditions of *Kochujang* seasoning sauce for pork *Bulgogi*

Components	Optimum component proportion	Optimum amount (g)
Kochujang (X_1)	0.04	1.50
Red pepper powder (X_2)	0.20	7.50
FVE[1)] (X_3)	0.39	14.62
Water (X_4)	0.37	13.88
Sum	1.00	37.50

[1)]FVE: fruit and vegetable extract.

Table 8. Sensory evaluation of pork *Bulgogi* with the addition of *Kochujang*, red pepper powder, FVE[1)] and water by mixture experimental design

	Predicted value[2)]	Actual value[3)]
Overall acceptability	6.15	7.20±0.31
Taste preference	5.80	6.40±0.38
Flavor preference	5.40	5.75±0.22

[1)]FVE: fruit and vegetable extract.
[2)]Predicted score from mixture design.
[3)]Actual score obtained at optimum conditions from mixture experimental design (N=25).

으로 나타났다.

요 약

고추장, 고춧가루, 과채열수추출액 첨가에 의한 돼지불고기양념육의 항산화 증진 효과와 혼합물 실험설계법을 이용한 돼지불고기용 양념소스 재료의 최적 혼합 비율을 확립하고자 하였다. 냉동저장(-25℃, 5개월) 동안 간장양념을 사용한 대조구와 고추장양념첨가구(KG), 고추장양념·과채열수추출액첨가구(KFVEG)의 TBA가는 저장기간 동안 원료육에 비해 모든 돼지불고기 양념육에서 낮게 유지되었다. 양념육 중에서는 대조구보다 고추장양념첨가구의 항산화력이 크게 우수하였으며, 고추장양념첨가구의 물 사용량을 과채열수추출액으로 대체함으로써 항산화 상승작용이 유의적으로 나타났다. 따라서 양념소스에 고추장, 고춧가루, 과채열수추출액 첨가로 돼지불고기양념육의 지방산화 안정성이 증진되었다. 양념육의 기호성은 고추장과 함께 사용된 고춧가루와 과채열수추출액 사용 비율이 증가함에 따라 향상되는 것으로 나타났다. 혼합물 실험 설계법에 의하여 추적된 돼지불고기용 고추장양념소스의 최적 혼합 비율은 고추장 0.04, 고춧가루 0.20, 과채열수추출액 0.39, 물 0.37로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역연고산업진흥사업의 일환인 창녕양파장류산업의 지역혁신클러스터사업의 연구 결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Ministry of Agriculture & Forestry. 2006. *Agricultural Industry Statistics*. p 330.
2. Choi WS, Lee KT. 2002. Quality changes and shelf-life of seasoned pork with soy sauce or *Kochujang* during chilled storage. *Korean J Food Sci Ani Res* 22: 240-246.
3. Hah KH, Ahn CN, Joo ST, Park GB, Park KH, Kim IS. 2006. Effects of aging at low temperature on storage stability of seasoned pork. *Korean J Food Sci Ani Res* 26: 85-91.
4. Park JG, Her JH, Li SY, Cho SH, Youn SK, Choi JS, Park SM, Ahn DH. 2005. Study on the improvement of storage property and quality in the traditional seasoning beef containing medicinal herb extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 113-119.
5. Sung NK. 2000. Formation of cholesterol oxidation products in foods. *Food Ind Nutr* 5: 10-20.
6. Jin SK, Kim IS, Hah KH, Lyou HJ, Park KH, Lee JR. 2005. Quality characteristics of vacuum packaged fermented pork with soy sauce, red pepper and soybean paste seasoning during storage. *Korea J Anim Sci Technol* 47: 825-836.
7. Jin SK, Kim CW, Lee SW, Song YM, Kim IS, Park SK, Hah KH, Bae DS. 2004. Effects of Korean traditional seasoning on growth of pathogenic germ in fermented pork. *Korean J Food Sci Ani Res* 24: 103-107.
8. Park SH, Koo HJ, Lim HS, Yoo JH, Hwang SY, Shin EH, Park YH, Lee JH, Cho JS. 2003. Effects of the red pepper powders dried in hot-air by various processing methods on quality of *Kochujang* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 870-875.
9. Lee CH, Chung KY, Kim SC, Choi DY, Kim CJ, Choi BK. 1997. Studies on the antioxidant activity of capsaicin and oleoresin from red pepper in grounded bacon belly meat. *Korean J Food Sci Technol* 26: 496-499.
10. Shin DH, Kim DH, Choi U, Kim MS, An EY. 1997. Changes in microflora and enzymes activities of traditional *Kochujang* prepared with various raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 29: 901-906.
11. Seo MY, Kim SH, Lee CH, Cha SK. 2007. Fibrinolytic, immunostimulating, and cytotoxic activities of microbial strains isolated from *Kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 39: 315-322.
12. Choo JJ. 2000. Anti-obesity effects of *Kochujang* in rats fed on a high-fat diet. *Korean J Nutr* 33: 787-793.
13. Park KY, Kong KR, Jung KO, Rhee SH. 2001. Inhibitory effects of *Kochujang* extracts in the tumor formation and lung metastasis in mice. *J Food Sci Nutr* 6: 187-191.

14. Mendes LC, Menezes HC, Aparecida M, Silva AP. 2001. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora* Conillon) using acceptability tests and RSM. *Food Quality Preference* 12: 153-162.
15. Nardi JV, Acchar W, Hotza D. 2004. Enhancing the properties of ceramic products through mixture design and response surface analysis. *J European Ceramic Soc* 24: 375-379.
16. Iop SCF, Silva RSF, Beleia AP. 1999. Formulation and evaluation of dry dessert mix containing sweetener combinations using mixture response methodology. *Food Chem* 66: 167-171.
17. Jang MS, Park JE. 2006. Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of *Sulgidduk* with saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 641-648.
18. Park HY, Jang MS. 2007. Ingredient mixing ratio optimization for the preparation of *Sulgidduk* with barley (*Hordeum vulgare* L.) sprout powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 551-560.
19. Kim SS, Kim BY, Hahm YT, Shin DH. 1999. Least cost and optimum mixing programming by *Yulmu* mixture noodle. *Korean J Food Sci Technol* 31: 385-390.
20. Yoo JH, Han GH. 2007. Analysis of optimal mixing ratios in tortilla preparations with rice and wheat flour. *Korean J Food Nutr* 20: 1-8.
21. Silvia D, Dutcosky M, Victória E, Grossmann RS, Silva SF, Welsch AK. 2006. Combined sensory optimization of prebiotic cereal product using multi component mixture experiments. *Food Chem* 98: 630-638.
22. Folch I, Lee M, Statnley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
23. Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT, Dugan L. 1960. A distillation method for the quantitative determination malonaldehyde in rancid foods. *J Am Oil Chem Soc* 37: 44-48.
24. Nuutila AM, Puupponen-Pimiä R, Aarni M, Oksman-Caldentey KM. 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chem* 81: 485-493.
25. Moon GS, Cheigh HS. 1986. Antioxidative effect of soybean sauce on the lipid oxidation of cooked meat. *Korean J Food Sci Technol* 18: 313-318.
26. Perez-Galvez A, Minguez-Mosquera IM. 2001. Structure-reactivity relation ship in the oxidation of carotenoid pigments of the pepper (*Capsicum annuum* L.). *J Agric Food Chem* 49: 4864-4869.
27. Lim SI, Choi SY, Cho GH. 2006. Effects of functional ingredients addition on quality characteristics of *Kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 38: 779-784.
28. Kim HK, Na GM, Ye SH, Han HS. 2004. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Lycium chinense* extracts. *Korean J Food Preserv* 11: 352-357.
29. Kim MH, Kim MC, Park JS, Kim JW, Lee JO. 2001. The antioxidative effects of the water-soluble extracts of plants used as tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 33: 12-18.
30. Yoo SJ, Kim SH, Choi HT, Oh HT, Choi HJ, Ham SS. 2007. Antioxidative, antimutagenic and cytotoxic effects of natural seasoning using *Lentinus edodes* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 515-520.
31. Kwon SJ. 1992. Antioxidant activity of water extracts of vegetables. *MS Thesis*. Chonnam National University. p 1-47.

(2007년 11월 30일 접수; 2008년 3월 14일 채택)