

탕수육 배터의 물리적 특성 및 최적화

이경숙 · 이현규[†] · 양차범 · 양지영* · 이재우* · 박관화**

한양대학교 식품영양학과

*부경대학교·식품공학과

**서울대학교 식품공학과 및 농업생물신소재센터

Physical Properties and Optimization of *Tangsuyuk* Batter Ingredients

Kyoung Sook Lee, Hyeon Gyu Lee[†], Cha-Bum Yang, Ji-Young Yang*,
Jae Woo Lee* and Kwan Hwa Park**

Dept. of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

*Div. of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

**Dept. of Food Science and Technology & Research Center for New

Bio-Materials in Agriculture, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

Abstract

Physical properties were investigated in *tangsuyuk* batter containing different amounts of ingredients, such as wheat flour, corn starch, sodium bicarbonate, alum and water. For the response surface methodology (RSM) central composite design was used to determine the optimal ingredient ratios for viscosity, color properties(lightness, redness, yellowness, color differences) and cutting forces. There were significant differences($p < 0.05$) between the different batter mixtures. The lightness(L) of batter was in proportion to the increased amount of wheat flour and corn starch. Higher redness was recorded with increasing corn starch. Higher yellowness was observed with increasing wheat flour and sodium bicarbonate. Color differences were higher with increasing wheat flour, corn starch, and/or alum and decreasing water. Cutting forces were linearly increased with increasing sodium bicarbonate. From these results, it is possible to monitor the effects of ingredients on physical properties of *tangsuyuk* batter, and to predict their optimal ratios.

Key words: *tangsuyuk*, batter, response surface methodology, physical properties

서 론

경제성장과 더불어 식품가공 산업이 발달하고 산업화에 따른 식품섭취형태의 변화로 간편식품의 소비가 늘어 가는 추세이다. 이들 간편식품은 이용하기가 쉽고 조리 가 간단하다는 점에서 주식대용이나 간식용으로 주로 이용되고 있다(1). 간편식품에 대한 연구를 보면 국수 및 면류(2-5)와 인스턴트 유당면(라면)(1,6-8)에 관한 연구가 대부분의 주류를 이루며 그밖에 냉동 만두(9), 냉동 새우(10), 냉동 면(11) 등의 냉동 제품과 이유식(12)이나 조리냉동 완자(13), 전갱이 조미 반건품(14) 등의 반찬류에 대한 연구가 있을 뿐이다. 최근 소비가 증가추세인 냉동 탕수육은 영양학적 가치나 기호성이 우수한 식품이나 이에 대한 연구가 미미한 실정이다. 따라서 간편식품 및 냉동식품 등에 관한 연구와 이들의 품질관리에 대한 기초적인 자료의 구축이 요망되고 있다. 특히 튀김식품공정에서

상품의 외관(appearance), 식감(texture; 특히 바삭바삭한 맛), 및 영양가를 높이는 데 중요한 역할을 차지하는 튀김옷(batter or frying batter)에 대한 기초적인 연구가 국내에서 매우 미미하다. 배터에 사용되는 원료는 밀가루, 전분, 기름(fats and hydrogenated oils), 수분 및 그 밖의 여러 가지의 향신료(seasoning) 등으로 구성된다. 이들 원료는 그 종류 및 배합비에 따라 여러 가지 물리적 성질에 영향을 미친다.

최근 식품연구에서 반응표면분석법(response surface methodology; RSM)을 이용하여 성분간의 상호관계 및 최적성분비를 과학적으로 밝혀내고 있다. Holt 등(15)은 RSM을 이용하여 밀, 동부 그리고 땅콩의 가루를 재료로 tortilla를 제조하는데, 각각의 함량을 반응변수로 하여 관능검사와 물리적 특성 등을 요인분석 하였으며 tortilla 반죽의 물리적 성질에 영향을 주는 요인들을 구하였다. 또한 Park 등(16)은 탈지대두분과 옥수수전분이 첨가된

[†]To whom all correspondence should be addressed

쇠고기의 압출 성형에 영향을 주는 요인을 분석하기 위하여 반응표면분석 모델로부터 압출 성형에 영향을 미치는 요인들을 알아냈으며, Shelke 등(17)은 중국식 국수의 성형에 영향을 주는 요인을 밝혀냈다. 또한 Yoon 등(18)은 울무의 혼합 제품에서 성분간의 상호작용에 의한 효과를 알아보아 그 비율을 최적화 하였으며, Youn과 Choi(19)는 당근의 삼투건조 공정의 최적화를 위해 반응표면분석법을 이용하였다.

탕수육 배터의 관능적 특성은 이미 반응표면분석법을 이용하여 규명된 바 있으며(20), 이에 물리적인 특성을 알아보고자 배터에 사용되는 성분들의 함량비를 달리하며 반응표면 분석법을 이용하여 각 성분이 튀기기 전 배터의 점도와 튀긴 후 색도(L, a, b, ΔE) 및 절단강도에 미치는 영향을 성분들의 함량비에 따라 최적화하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

탕수육제품에 이용되는 배터의 원료로 밀가루(대한제분(주))와 옥수수전분(방일산업(주))을 사용하였으며, 중조, 명반 및 기름(옥수수)은 식품용으로 시판되는 것을 사용하였다. 배터는 각각의 재료를 조합하여 % 별로 달리하여 제조하였다.

실험계획

본 실험에서 사용된 배터의 조합은 예비실험을 거쳐 만들어졌다. 예비실험은 시제품에 사용되고 있는 조합비를 center point로 정하여 각각의 다섯 가지 원료를 조합하였다. 예비실험을 통하여 다섯 가지 재료가 영향력을 미치는 한계구간을 설정한 후 coding(Table 1)하여 실험설계를 하였다. 따라서 본 실험에서는 밀가루(A), 옥수수전분(B), 중조(C), 명반(D)과 수분(E)을 각각의 독립변수로 설정하고 종속변수로는 색도(L, a, b, ΔE), 절단강도, 점도를 측정하였다.

Baek과 Cadwallader(21)가 이용한 중심합성계획에 따라 총 $2^{n-1} + 2n + n0$ 개의 처리조합을 사용하였다. 즉, 요인점의 모든 조합이 2^{5-1} 으로 16개이며, 측정에서 2×5 로 10개, 중심점으로 10개를 하여 총 36개의 실험구에 따른 배터를 만들어 비교하였다.

배터의 제조 및 튀기기

Table 1에 따라 각각의 재료를 조합하여 2회 40 mesh sieve(수분을 섞기 전)를 통과한 후 조합에 따른 수분을 가하고 균질화하여 배터를 제조하였다. 튀김옷의 특성에 영향을 주지 않기 위해 배터의 일정 양(1큰술: 약 10 cc)을 조리용 스푼으로 떠서 180°C로 맞추어진 튀김용기에 내려놓듯이 넣어 일정한 시간 동안(22초) 튀겨주었다. 배터를 제조하여 튀긴 후 일정 시간 방치(상온)한 후 절단강도와 색도를 측정하였다.

색도 측정

색도계(CR-200b, Minolta Co., Japan)를 이용하여 시료의 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)를 측정하고 색차(color difference, ΔE)를 계산하였다.

Texture 측정

Texture analyzer(Stable Micro System Model TA-XT2, Surrey, England)를 사용하여 blade cutting(절단 시험법)으로 튀겨진 배터의 절단강도를 측정하였다. 시료는 조리용 칼을 이용해 일정한 크기($2 \times 2 \times 0.5$ cm)로 잘라 측정하였다. 기기의 사용조건은 실온에서 1mm/sec의 crosshead speed와 5kg full scale로 하였다.

점도 측정

조합한 배터의 점성은 Brookfield viscometer (Model LV, Brookfield Eng. Labs., USA)를 사용하여 25°C에서 측정하였다. 사용한 spindle은 No. 2, 3, 4였으며, shear rate는 각각 0.30, 0.60, 1.50, 3.0, 6.0, 12.0, 30.0, 60.0 rpm으로 하였다. 점도 측정은 다음과 같은 계산식으로 하였다.

$$\text{Viscosity}(\text{centipoise}; \text{mPa} \cdot \text{s}) = \text{Dial reading} \times \text{Factor}$$

통계처리 및 최적 조건의 결정

종속변수내의 유의차는 Sigma Stat(1993, Jandel Corporation, CA, USA)을 사용하여 Student-Newman-Keuls Method를 사용하였다. 종속변수간의 상관관계(correlation matrix)는 SAS(statistical analysis system) 프로그램을 사용하여 던칸의 다범위 검정(Dun-

Table 1. Actual value of coded levels of Xi ratios

Xi	± Increment(kg)	Coded level Xi				
		-2	-1	0	1	2
X ₁ (wheat flour)	2.2	17.6	19.8	22.0	24.2	26.4
X ₂ (corn starch)	1.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0
X ₃ (sodium bicarbonate)	0.04	0.06	0.10	0.14	0.18	0.22
X ₄ (alum)	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
X ₅ (water)	5	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0

can's multiple range test)을 하였다. 종속변수에 대한 각 독립변수의 관계는 SAS 프로그램 중 반응표면분석법을 통하여 통계적 분석을 실시하였다. 탕수육은 튀긴 후 튀김옷이 노르스름하고 입안에서 바삭바삭한 것을 일반적으로 선호한다. 이러한 배터의 여러 가지 특성들 중 각각 물리적 특성에 영향을 주는 요소를 찾고 그 특성을 높이기 위한 최적조건을 구하고자 하였다. 독립변수에 대한 2차 회귀모형은 식 (1)이며 이를 바탕으로 SAS의 G3D diagram을 이용하여 3차원 그래프를 그렸다. 또한 임계점(stationary point)이 안장점(saddle point)이거나 최고점(maximum point)이 아닐 경우는 최적점(optimum point)이라 볼 수 없기 때문에 능선분석(ridge analysis)을 하여 최적화 하였다.

$$Y_k = \beta_{k0} + \sum_{i=1}^5 \beta_{ki} X_i + \sum_{i=1}^5 \beta_{kii} X_i^2 + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=i+1}^5 \beta_{kij} X_i X_j \quad (1)$$

$\beta_{kij} X_i X_j \quad k = 1, 2, 3 \dots$

식 (1)에서 Y_k 는 반응(종속)변수, X_i, X_j 는 요인변수,

β_k 는 절편 및 β_{ij} 는 회귀계수이다.

결과 및 고찰

반응변수간의 상관관계

밀가루와 옥수수 전분, 중조, 명반 및 수분을 이용한 배터 제조조건의 최적화를 목적으로 중심합성계획에 따라 여러 조건에서 얻은 배터의 명도(Y_1), 적색도(Y_2), 황색도(Y_3), 색차(Y_4), 절단강도(Y_5), 점도(Y_6)의 물리적 성질(physical properties)에 대한 결과는 Table 2와 같다. 각 독립변수들(X_1 - X_5)의 X_i 배합 비율에 따라 얻어진 반응변수(Y_1 - Y_6)간의 단순상관관계를 던컨의 다범위 검정으로 분석하였으며 Student-Newman-Keuls Method로 배터 튀김의 36개 시료간 유의성을 검정하였다($p < 0.01$). Table 3은 각 독립변수들(X_1 - X_5)의 X_i 배합 비율에 따라 얻어진 반응변수(Y_1 - Y_6) 즉 종속변수간의 단순 상관관계를 나타낸 것으로 5% 이내에서 유의적인 차이를 살펴보

Table 2. Coded level of ingredient ratios for experimental treatments, ingredient proportions, and some physical properties of experimental batter solution data

Treat- ment	Ratio level					Ingredients(%)					Physical properties					
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	A	B	C	D	E	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
1	-1	-1	-1	-1	-1	28.88	19.69	0.15	0.22	51.06	63.06	-2.80	8.86	63.75	2682.4	14000.00
2	+1	-1	-1	-1	+1	29.17	16.28	0.12	0.18	54.25	62.40	-2.80	6.90	62.85	1236.8	10800.00
3	-1	+1	-1	-1	+1	24.28	20.23	0.12	0.19	55.18	62.92	-2.22	6.00	63.25	1158.2	6933.33
4	+1	+1	-1	-1	-1	31.86	21.73	0.13	0.20	46.08	78.08	-2.24	10.60	78.83	1336.4	43733.33
5	-1	-1	+1	-1	+1	25.18	17.17	0.22	0.19	57.24	61.90	-2.98	8.94	62.62	1522.6	4666.47
6	+1	-1	+1	-1	-1	33.14	18.49	0.23	0.21	47.93	72.22	-2.16	12.60	73.34	1525.7	64533.33
7	-1	+1	+1	-1	-1	27.64	23.04	0.24	0.21	48.87	70.04	-1.94	11.42	70.99	2196.3	34933.33
8	+1	+1	+1	-1	+1	28.10	19.16	0.20	0.29	52.25	76.02	-2.02	11.20	76.87	2341.5	17600.00
9	-1	-1	-1	+1	+1	25.17	17.16	0.13	0.32	57.22	64.92	-2.10	7.38	65.38	990.3	22000.00
10	+1	-1	-1	-1	-1	33.13	18.48	0.14	0.34	47.91	76.66	-2.44	11.20	77.52	1423.5	6133.33
11	-1	+1	-1	+1	-1	27.63	23.03	0.14	0.35	48.85	60.46	-1.42	4.74	60.69	1826.8	31600.00
12	+1	+1	-1	+1	+1	28.12	19.17	0.12	0.29	52.30	78.90	-2.14	9.86	79.54	1977.0	7066.67
13	-1	-1	+1	+1	-1	28.81	19.65	0.25	0.36	50.93	75.42	-2.40	11.30	76.30	2219.2	16266.67
14	+1	-1	+1	+1	+1	29.12	16.24	0.20	0.30	54.14	65.02	-2.74	9.68	65.80	1498.9	32133.33
15	-1	+1	+1	+1	+1	24.23	20.19	0.21	0.30	55.07	66.70	-2.50	9.12	67.37	1355.6	7066.67
16	+1	+1	+1	+1	-1	31.79	21.68	0.22	0.33	45.98	79.98	-2.20	11.66	80.86	1786.0	5333.33
17	-2	0	0	0	0	24.13	20.57	0.19	0.27	54.84	61.36	-2.62	7.20	61.84	1913.5	6533.33
18	+2	0	0	0	0	32.30	18.35	0.17	0.24	48.94	63.44	-2.48	12.18	64.65	1420.8	123466.67
19	0	-2	0	0	0	29.59	16.14	0.19	0.27	53.81	60.44	-2.40	9.28	61.33	1502.4	12666.67
20	0	+2	0	0	0	27.38	22.41	0.17	0.25	49.79	75.84	-2.39	11.30	76.72	1832.1	21066.67
21	0	0	-2	0	0	28.48	19.41	0.08	0.26	51.77	75.56	-2.34	9.92	76.26	1412.3	37600.00
22	0	0	+2	0	0	28.42	19.37	0.28	0.26	51.67	63.16	-2.44	13.38	64.61	2284.6	18533.33
23	0	0	0	-2	0	28.48	19.42	0.18	0.13	51.79	64.32	-2.28	13.20	65.70	1795.6	20800.00
24	0	0	0	+2	0	28.41	19.37	0.18	0.39	51.65	77.98	-2.40	11.18	78.82	2438.9	26533.33
25	0	0	0	0	-2	32.67	22.27	0.21	0.30	44.55	74.66	-2.16	11.96	75.65	1330.4	227000.00
26	0	0	0	0	+2	25.19	17.17	0.16	0.23	57.25	68.82	-2.32	9.62	69.53	1126.3	6533.33
27	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	72.38	-2.46	11.04	73.26	1142.2	16933.33
28	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	62.84	-2.26	6.84	63.26	1227.8	19866.67
29	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	62.30	-2.56	9.78	63.13	1285.6	24666.67
30	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	63.54	-2.66	9.54	42.32	1225.0	24133.33
31	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	63.30	-2.54	10.80	64.28	1218.0	27733.33
32	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	63.86	-2.60	9.46	64.61	1653.7	33466.67
33	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	67.02	-2.44	10.16	67.83	1207.0	34800.00
34	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	63.34	-2.58	9.66	64.13	1410.3	29866.67
35	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	65.30	-2.60	9.22	66.01	1419.8	30666.67
36	0	0	0	0	0	28.45	19.39	0.18	0.26	51.72	67.02	-2.62	9.68	67.78	1522.0	21333.33

X_1 =A: wheat flour, X_2 =B: corn starch, X_3 =C: sodium bicarbonate, X_4 =D: alum, X_5 =E: water
 Y_1 : lightness, Y_2 : redness, Y_3 : yellowness, Y_4 : color differences, Y_5 : cutting forces, Y_6 : viscosity

Table 3. Correlation matrix between dependent variables

	Y ₁ ¹⁾	Y ₂ ²⁾	Y ₃ ³⁾	Y ₄ ⁴⁾	Y ₅ ⁵⁾	Y ₆ ⁶⁾
Y ₁		0.30661	0.49988	0.99921	0.24431	0.12290
		0.0689	0.0019	0.0001	0.1510	0.4752
Y ₂			-0.05093	0.29934	0.12153	0.17408
			0.7680	0.0761	0.4802	0.3099
Y ₃				0.53371	0.27838	0.30961
				0.0008	0.1002	0.0661
Y ₄					0.25220	0.13409
					0.1378	0.4356
Y ₅						-0.14162
						0.4100
Y ₆						

¹⁾Lightness, ²⁾Redness, ³⁾Yellowness, ⁴⁾Color differences, ⁵⁾Cutting forces, ⁶⁾Viscosity

있을때 명도(Y₁)는 적색도(Y₂), 황색도(Y₃), 색차(Y₄)와 양의 상관관계를 보였으며 특히 색차와 매우 높은 유의적인 관계를 나타냈다. 적색도(Y₂)와 황색도(Y₃)는 둘 다 색차(Y₄)와 양의 유의적인 상관관계를 가지고 있었다.

반응표면에 따른 다중회귀분석

명도에 미친 영향

반응표면분석을 행한 결과 2차 회귀모델에 적합하여

은 부분회귀계수와 t-value를 분석한 결과는 Table 4와 같으며 반응표면회귀식은 (2)와 같다

$$Y_1 = 65.063 + 2.834 \cdot X_1 + 2.596 \cdot X_2 + 2.031 \cdot X_4 - 2.034 \cdot X_5 + 2.616 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1.703 \cdot X_5 \cdot X_5 \quad (2)$$

Table 4에서 알 수 있듯이 1차적으로 밀가루와 옥수수 전분이 1% 이내의 높은 유의수준을 나타내었으며 명반과 수분이 각각 10% 이내의 유의수준을 나타내었다. 중조를 제외한 모든 재료에서 영향을 두루 받은 것으로 나타났는데 그 중 수분은 음의 방향으로 영향을 미쳤다. 2차적인 영향으로는 수분이 10% 이내의 유의성을 보일 뿐이었으며 그 밖의 상호작용에서는 밀가루-옥수수 전분의 영향이 10% 이내에서 확인되었다.

Fig. 1(a)는 배터의 성분 중 밀가루-옥수수 전분의 영향을 나타낸 것이다. 밀가루-옥수수 전분의 함량이 표준 성분비에서 중심점부근에 있을 때 비교적 안정된 높은 값을 나타냈으며 밀가루의 함량이 낮을 경우 전분의 명도에 대한 영향도 낮은 것으로 추정되었다. Fig. 1(b)는 밀가루-명반이 명도에 미치는 영향을 나타낸 3차원 그래프로 이들의 상호작용 시는 밀가루의 함량이 명도에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 보여지나 밀가루의 함량이 높을 경우에는 명반의 함량이 커질수록 밝은 색을 띄었다.

Table 4. Significance of terms in response surface at some physical properties of batter solution

Independent Variables(Xi)	Dependent variables					
	Y ₁ (color L)	Y ₂ (color a)	Y ₃ (color b)	Y ₄ (ΔE)	Y ₅ (cutting)	Y ₆ (viscosity)
Interc ept:	65.063***	-2.535***	9.816***	65.867***	1335.838***	30119.0*
Linear:						
flour	2.834**	-0.004	1.079***	2.953**	-32.311	11822.0
starch	2.596**	0.157***	0.074	2.568**	107.222	22.2
S.B. ¹⁾	-0.204	-0.041	1.138***	-0.040	191.439***	88.9
alum	2.031*	0.041	-0.234	1.967*	-27.980	-2422.2
water	-2.034*	-0.093*	-0.749**	-2.118*	-116.339	-22883.0**
Quadratic:						
flour * flour	-0.632	-0.000	-0.279	-0.663	76.955	3754.2
starch * starch	0.803	0.039	-0.129	0.783	76.980	-8279.2
S.B. * S.B.	1.108	0.040	0.211	1.135	122.280**	-5479.2
alum * alum	1.556	0.052	0.346	1.591	189.480***	-6579.2
water * water	1.703*	0.077*	-0.004	1.674*	-32.745	16696.0*
Crossproduct:						
flour * starch	2.616*	-0.041	0.509	2.646*	229.320***	-3966.7
flour * S.B.	-1.594	0.111*	-0.451	-1.630	98.620	3966.7
flour * alum	0.141	-0.114*	0.236	0.169	23.567	-6400.0
flour * water	-0.754	0.036	-0.221	-0.774	338.254***	250.0
starch * S.B.	0.304	-0.031	0.251	0.326	123.945	-5566.7
starch * alum	-1.466	-0.056	-0.381	-1.495	-17.933	-2166.7
starch * water	1.819	-0.016	0.551	1.870	176.279*	-2850.0
S.B. * alum	-0.471	-0.169***	-0.201	-0.496	-97.858	-3266.7
S.B. * water	-1.181	-0.074	-0.174	-1.191	89.354	-683.3
alum * water	0.199	-0.009	0.474	0.253	-30.216	7883.3
R ²	0.7843	0.8154	0.7741	0.7911	0.8579	0.5929
significance	0.0261	0.0109	0.0336	0.0219	0.0022	0.4377

¹⁾S.B.: Sodium bicarbonate

*Significant at 10%; **significant at 5%; ***significant at 1%

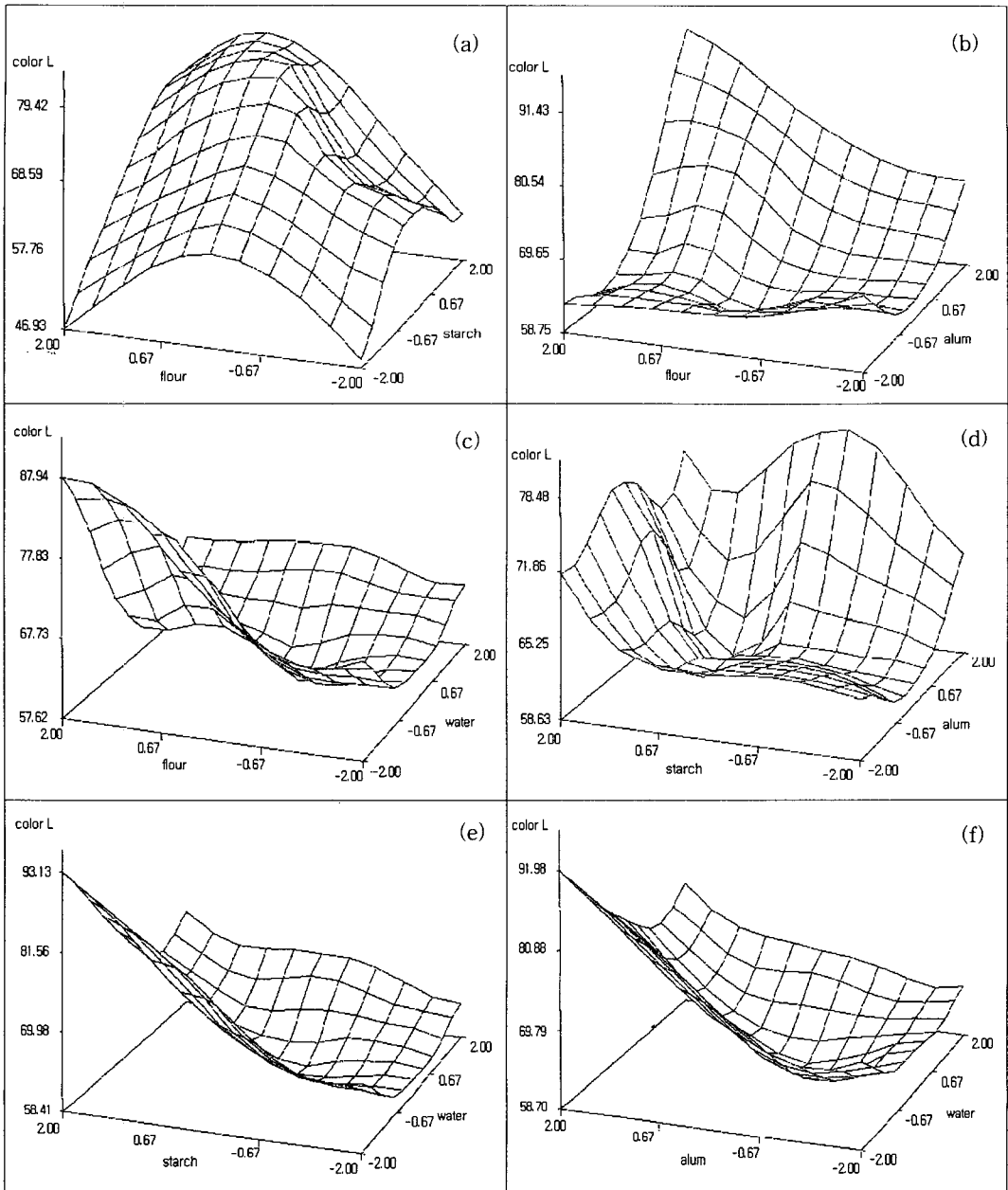


Fig. 1. Effect of wheat flour and corn starch (a), wheat flour and alum (b), wheat flour and water (c), corn starch and alum (d), corn starch and water (e) and alum and water (f) on lightness.

Fig. 1(c)는 밀가루-수분의 영향을 나타낸 것으로 밀가루가 적은 변화에 대하여 명도에 크게 영향을 미치는 것으로 보이며 수분의 함량은 표준성분비에서 중심점부근에서 대체적으로 어두운 색을 나타냈다. 옥수수 전분-명반의 상호작용을 나타내는 Fig. 1(d)에서는 옥수수 전분과 명반의 함량이 높을수록 밝은 색을 나타냈다. Fig. 1(e)는 옥수수 전분-수분의 상호작용을 나타낸 3차원 그래프로 옥수수 전분이 적은 변화에 대하여 영향력이 크게 나타나며 수분의 함량이 낮은 경우에는 옥수수 전분의 함량

이 클수록 밝은 색을 나타냈다. 명반-수분의 상호작용을 나타낸 Fig. 1(f)도 이와 비슷한 경향으로 명반의 함량이 높을수록 밝은 색이 크게 나타났으며 수분의 함량은 표준 성분비의 중심점부근에서 밝은 정도가 낮게 나타남을 알 수 있다. 밝은 색을 내기 위한 각각 성분의 최적 함량비는 밀가루 29.31%, 옥수수전분 20.64%, 중조 0.14%, 명반 0.25%, 수분 49.66%로 나타났다. 이는 표준배합비율의 중심점(각각이 28.45, 19.39, 0.18, 0.26, 51.72%)과 비교해 보았을 때 특히 중조의 비율이 크게 감소하였다.

적색도에 대한 영향

적색도에는 주로 옥수수전분과 명반의 영향이 크게 나타났으며 중조와 수분의 영향도 보였다. 적색도에 대한 반응표면회귀식은 (3)과 같다.

$$Y_2 = -2.535 + 0.157 \cdot X_2 - 0.093 \cdot X_5 + 0.077 \cdot X_5 \cdot X_5 + 0.111 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.114 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0.169 \cdot X_3 \cdot X_4 \quad (3)$$

적색도에 대한 영향을 보면 Table 4에서 보여지는 바와 같이 1차 적으로 옥수수 전분이 1% 이내의 높은 유의성을 나타냈으며 수분이 음의 방향으로 10%의 낮은 유의성을 보였다. 2차적으로는 수분이 낮은 유의성을 보였는데 1차와는 다르게 양의 영향을 미친 것으로 나타났다. 상호작용에서는 중조-명반의 작용이 1% 이내로 높은 유의성을 보였으며, 밀가루-중조가 10% 이내의 양의 유의성을 보였고 밀가루-명반은 10% 이내에서 음의 영향을 미쳤다.

Fig. 2는 적색도에 대한 3차원 그래프들로 Fig. 2(a)는 밀가루-옥수수전분의 영향을 나타낸 것으로 옥수수 전분의 함량이 낮을 때 밀가루의 함량이 표준 성분비의 중심점부근에서 높은 적색도를 나타냈으며 옥수수 전분의

함량이 높을수록 높은 수치의 적색도를 보여 전분의 함량이 적색도에 미치는 영향력이 크다는 것을 추정할 수 있었다. Fig. 2(b)는 밀가루-중조의 작용을 나타낸 그래프로 중조의 함량이 낮을 때는 표준성분비의 중심점부근의 밀가루 함량에서 높은 적색도를 나타냈으며 중조의 함량이 높을 때는 밀가루의 함량이 높을수록 적색도에 유의적인 영향을 주는 것으로 추정되었다. Fig. 2(c)에서는 명반-밀가루의 영향으로 명반의 함량이 낮을 때에는 밀가루의 함량이 표준성분비의 중심점부근에서 높은 적색도를 나타냈으며, 또한 명반의 함량이 증가할수록 높은 적색도를 나타내었다. Fig. 2(d)는 중조-명반의 상호작용을 나타낸 그래프로 중조의 경우 명반의 함량이 낮을 때 표준성분비의 중심점부근에서 비교적 높은 적색도를 나타냈으나 명반의 함량이 높을 때는 오히려 중조의 함량이 높거나 낮을 때 낮은 적색도를 나타냈고 명반의 함량이 증가할수록 높은 적색도를 보여 중조와 명반의 상호작용시는 중조보다 명반이 적은 변화에 의해 높은 영향을 미치는 것으로 추정할 수 있다. 최고 높은 적색도를 나타내기 위한 최적의 원료함량비를 추정해 보면 밀가루, 옥수수전분, 중조, 명반, 수분이 각각 26.85%, 21.15%, 0.123

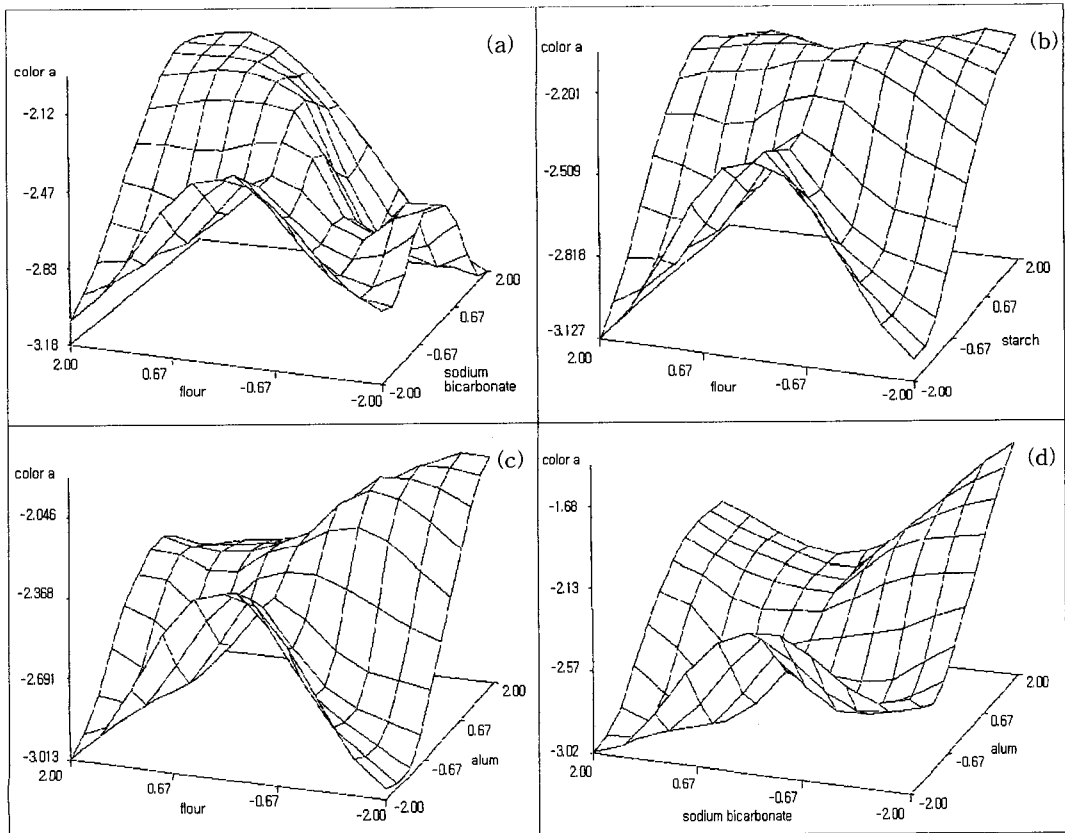


Fig. 2. Effect of water and corn starch (a), wheat flour and sodium bicarbonate (b), wheat flour and alum (c) and sodium bicarbonate and alum (d) on redness.

%, 0.35%, 51.52%로 나타났다. 이는 표준배합비율의 중심점과 비교하였을 때 전분과 명반이 증가하였고 밀가루와 중조는 감소하였다.

황색도에 대한 영향

밀가루, 중조, 수분이 유의성을 보였는데 특히 밀가루와 중조가 높은 유의성을 나타냈다. 황색도에 대한 반응표면회귀식은 (4)와 같다

$$Y_3 = 9.816 + 1.079 \cdot X_1 + 1.138 \cdot X_3 - 0.749 \cdot X_5 \quad (4)$$

Table 4에서 보여지듯이 황색도에는 1차적으로 밀가루와 옥수수전분이 1% 이내의 높은 유의성을 나타냈으며 수분은 5% 이내에서 음의 작용을 나타냈다. 그러나 그 밖의 2차적작용 및 상호작용은 보이지 않았다.

Fig. 3은 황색도에 대한 밀가루, 중조, 수분의 작용을 나타낸 그래프로 Fig. 3(a)는 밀가루-중조의 작용을 Fig. 3(b)는 밀가루-수분 Fig. 3(c)는 수분-중조의 작용을 나타내었다. 밀가루의 함량과 중조의 함량이 높을 때와 수분의 함량이 적으면서 밀가루의 함량이 클수록 높은 황색도를 보였다. 최고의 황색도를 유추하기 위한 원료들의 함량비는 밀가루, 옥수수 전분, 중조, 명반, 수분이 각각 30.64%, 20.88%, 0.26%, 0.20%, 48.02%로 추정되었다. 이는 표준배합비율의 중심점과 비교해 보았을 때 중조의 비율이 증가되었으며, 명반과 수분의 비율은 감소되었다.

색차에 대한 영향

색차(Y4)에는 중조를 제외한 모든 요인으로부터 영향을 받았는데, 수분은 음의 영향을 미쳤다. 색차에 대한 반응표면회귀식은 (5)와 같다.

$$Y_4 = 65.867 + 2.953 \cdot X_1 + 2.568 \cdot X_2 + 1.967 \cdot X_4 - 2.118 \cdot X_5 + 1.674 \cdot X_5 \cdot X_5 + 2.646 \cdot X_1 \cdot X_2 + \dots \quad (5)$$

전반적으로 36가지의 실험에서 색차값들의 차이가 뚜렷이 나타나지 않았는데, 이는 색차를 구하는 식 자체가 명도, 적색도, 황색도를 종합적으로 포함하고 있기 때문이라 사료되어진다.

Table 4를 살펴보면 1차적으로 밀가루와 옥수수 전분이 5% 이내에서 유의성을 보였으며 명반과 수분은 10%의 낮은 영향력을 지닌 것으로 나타났고 특히 수분은 음의 영향을 미친 것을 알 수 있다. Fig. 4는 색차에 대한 3차원 그래프로 밀가루-옥수수전분의 상호작용을 나타낸 그래프이다. 전분의 함량이 적을 때 밀가루는 표준 배합비의 중심점에서 안장점을 형성하면서 높은 색차를 나타내지만 전분의 함량이 높을 경우에는 이 안장점이 밀가루의 함량이 많은 쪽에서 형성되었다. 밀가루-옥수수 전분의 함량이 모두 적을 때에는 낮은 색차를 보이지만 밀가루와 옥수수 전분의 함량이 클 때는 높은 색차값을 나타냄을 추정할 수 있다. 높은 색차를 구하기 위한 원료의 최적함량은 밀가루, 옥수수전분, 중조, 명반, 수분이 각각

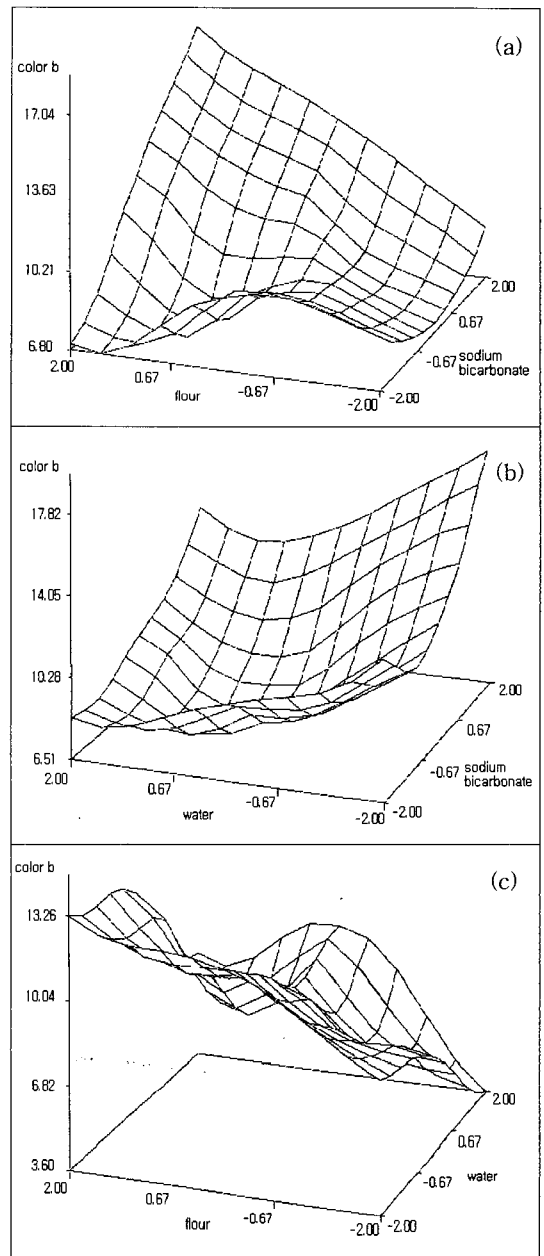


Fig. 3. Effect of wheat flour and sodium bicarbonate (a), wheat flour and water (b) and water and sodium bicarbonate (c) on yellowness.

29.41%, 20.69%, 0.14%, 0.25%, 49.51%로 추정되었다. 이는 표준배합비율의 중심점과 비교하였을 때 중조의 감소를 제외하곤 큰 차이를 보이지 않은 결과이다.

절단강도에 대한 영향

1차적으로 옥수수 전분의 영향이 1% 이내에서 높게 확인되었으며 2차적으로는 중조가 5%, 명반이 1% 이내에서 유의적으로 나타났다. 상호작용으로는 밀가루와 옥수수 전분, 밀가루와 수분이 1% 이내로 높은 유의성을 보였

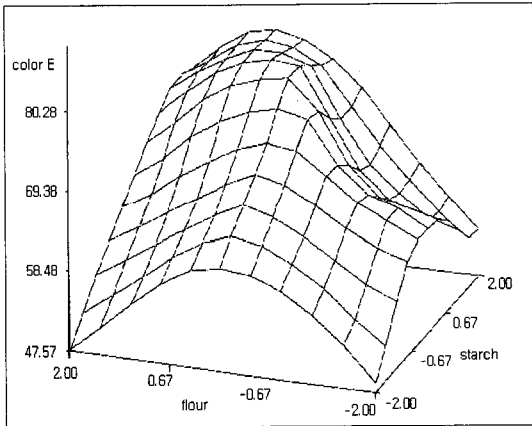


Fig. 4. Effect of wheat flour and corn starch on color difference.

으며 그밖에는 옥수수 전분과 수분이 10%의 낮은 영향을 미치는 것으로 알 수 있었다. 절단강도의 회귀식은 다음 식 (6)과 같다.

$$Y_5 = 1335.838 + 191.439 \cdot X_3 + 122.280 \cdot X_3 \cdot X_3 + 189.480 \cdot X_4 \cdot X_4 + 229.320 \cdot X_1 \cdot X_2 + 338.254 \cdot X_1 \cdot X_5 + 176.279 \cdot X_2 \cdot X_5 \quad (6)$$

Fig. 5는 절단강도에 대한 영향을 나타낸 3차원 그래프로 Fig. 5(a)는 배터의 여러 가지 성분중 밀가루-옥수수 전분이 절단강도에 미치는 영향을 나타냈다. 밀가루-옥수수 전분의 함량에서는 둘 다 낮거나 둘 다 높을 경우 큰 절단강도가 필요한 것을 알 수 있었다. Fig. 5(b)는 밀가루-수분의 영향을 나타낸 것으로 밀가루의 함량이 적을 때는 수분의 함량이 적을수록 높은 절단강도가 필요하지만 밀가루의 함량이 표준성분비의 중심점보다 높을 때는 오히려 수분의 함량에 관계없이 높은 절단강도를 필요로 하였다. Fig. 5(c)는 수분-옥수수 전분의 영향을 나타낸 것으로 두 가지 모두 감소할 때 높은 절단강도가 높았다. 밀가루, 옥수수 전분, 중조, 명반, 수분의 함량비는 각각 28.58%, 19.67%, 0.22%, 0.21%, 51.32%일 때 가장 높은 절단강도로 추정되었다. 위의 결과는 표준배합비율의 중심점과 비교해보았을 때 명반의 함량이 감소하였고 그 외는 큰 차이를 보이지 않았다.

점도에 대한 영향

점도에는 수분만이 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 점도에 대한 회귀식은 다음 식 (7)과 같다.

$$Y_6 = 3017.0 - 22883.0 \cdot X_5 + 16696.0 \cdot X_5 \cdot X_5 \quad (7)$$

점도에는 1차적으로 수분이 10%내에서 음의 효과를 나타냈고 2차적으로는 수분이 10%내에서 양의 효과를 나타낼 뿐이었고 그 밖의 상호작용은 보이지 않았다. 점도는 다른 성분들보다는 수분이 주된 요인으로 추정되었다.

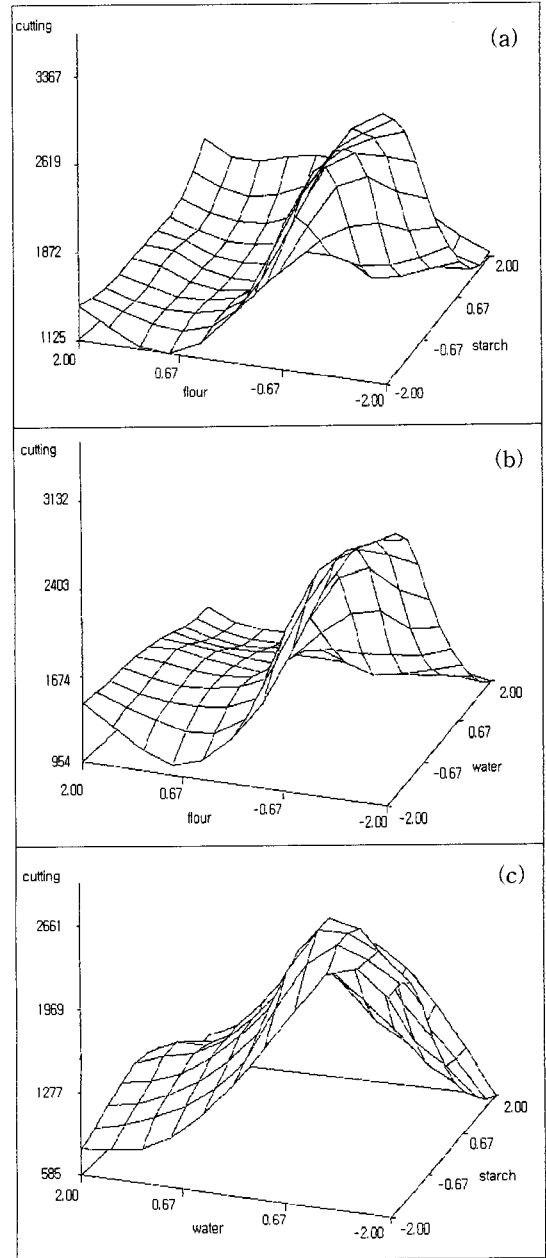


Fig. 5. Effect of wheat flour and corn starch (a), wheat flour and water (b) and water and corn starch (c) on fractural hardness.

요 약

본 연구는 탕수육 배터에 사용되는 주요 성분들(밀가루, 옥수수 전분, 중조, 명반, 수분)이 튀김옷의 물리적 특성(점도, 색도, 절단강도)에 미치는 효과를 반응표면분석법을 이용하여 알아보았다. 명도는 중조를 제외한 모든 성분들이 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 특히 밀가루와 옥수수 전분이 영향을 크게 미치는 것으로 나타났다.

밀가루와 옥수수전분의 함량이 증가할수록 밝은색을 나타냈다. 적색도는 옥수수전분 함량이 증가될수록 높았으며 수분이 증가할수록 다소 낮아지는 경향을 보였다. 황색도는 밀가루와 중조의 함량이 증가할수록 높게 나타나고 수분의 함량이 증가할수록 낮게 나타났다. 주로 밀가루와 중조가 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 색차는 중조를 제외한 모든 성분들이 영향을 미치는 것으로 나타났으며 특히 밀가루와 옥수수전분이 다른 성분들에 비해 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이상의 결과로 튀긴 배터의 색에 주로 영향을 미치는 성분은 밀가루와 옥수수전분인 것으로 추정되었다. 절단강도는 중조가 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으며 점도는 수분이 주요 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 각 주요성분이 물리적 특성에 미치는 영향 및 각각의 물리적 특성에 대한 최적 성분비를 예측할 수 있었다. 따라서 각각의 특성을 지닌 배터의 생산으로 소비자들의 다양한 기호에 맞는 탕수육을 제공할 수 있으리라 사료된다.

문 헌

- Kim, J. H., Kim, B. S., Park, G. Y., Kim, E. S. and Lee, G. H.: Lipid content and fatty acid composition of commercial fatty processed food(II) (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 35-37(1998)
- Yoo, K. W. and Kim, Y. S.: Cooking quality of noodle affected by additives (in Korean). *Korean J. Soc. Food Sci.*, **13**, 417-421(1997)
- Lee, S. Y., Hur, H. S., Song, J. C., Park, N. K., Chung, W. K., Nam, J. H. and Chang, H. G.: Comparison of noodle-related characteristics of domestic and imported wheat (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 44-50(1997)
- Ko, C. H. and Kim, S. K.: Quality evaluation of tangmyon prepared from sweet potato and/or corn starches (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 160-164(1992)
- Park, O. J., Kim, K. O. and Kim, S. K.: The sensory characteristics of tangmyon as affected by production methods and the contents of corn starch (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 721-723(1990)
- Kim, B. S. and Kim, S. K.: Prediction of shelf-life of instant noodle by hexanal content (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 311-335(1994)
- Choe, E., Kang, W. S. and Chang, Y. S.: Kinds and changes in the amount of flavor compounds formed during storage of the *ramyon* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 52-56(1993)
- Chung, G. S. and Kim, S. K.: Effects of salt and alkaline reagent on rheological properties of instant noodle flour differing in protein content (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 192-199(1991)
- Jeong, J. W., Jo, J. H., Kim, Y. D., Kwon, D. J. and Kim, Y. S.: Effect of freeze storage temperature on the storage stability of frozen mandu (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 527-531(1991)
- Jeong, J. W., Jo, J. H., Lim, S. D. and Kang, T. S.: Change in quality of frozen breaded raw shrimp by storage temperature fluctuation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 532-537(1991)
- Hong, H. D., Kim, K. T., Kim, J. S., Kim, S. S. and Seong, H. M.: Effect of starches on texture and sensory properties of frozen noodle (in Korean). *Korean J. Food Nutr.*, **9**, 424-429(1996)
- Kim, K. O. and Choi, H. J.: Optimization of preparation of rice-based infant foods using freeze drying process (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 680-689(1995)
- Yun, S. H., Yoon, J. Y. and Lee, S. R.: Retail distribution temperature and quality status of fried-frozen Korean meat ball products (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 657-662(1996)
- Yang, S. T.: Preparation of seasoned and semi-dried horse mackerel by cold air drying and quality of its product during partially frozen storage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 925-931(1997)
- Holt, S. D., Resurreccion, A. V. A. and Mcwatts, K. H.: Formulation, evaluation and optimization of tortillas containing wheat, cowpea and peanut fours using mixture response surface methodology. *J. Food Sci.*, **57**, 101-107(1992)
- Park, J., Rhee, K. S., Kim, B. K. and Rhee, K. C.: Single-screw extrusion of defatted soy flour, corn starch and raw beef blends. *J. Food Sci.*, **58**, 9-20(1993)
- Shelke, K., Dick, J. W., Holm, Y. F. and Loo, K. S.: Chinese wet noodle formulation: a response surface methodology study. *Cereal Chem.*, **67**, 338-342(1990)
- Yoon, W. B., Kim, B. Y. and Shin, D. H.: Study upon the optimization and interaction effects for the food mixture product (in Korean). *Food Eng. Progress*, **1**, 47-53(1997)
- Youn, K. S. and Choi, Y. H.: Optimization for the process of osmotic dehydration of carrots using response surface methodology (in Korean). *Food Eng. Progress*, **1**, 35-41(1997)
- Lee, K. S., Lee, H. G. and Park, K. H.: Sensory properties and optimization of *Tangsuyuk* batter ingredients (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 559-565(1999)
- Baek, H. H. and Cadwallader, K. R.: Enzymatic hydrolysis of crayfish processing by-products. *J. Food Sci.*, **60**, 929-935(1995)

(1999년 9월 30일 접수)