



반응 표면 분석에 의한 생강, 강황, 유자 첨가 무정과 제조의 최적화

백승연 · 박효정 · 김미리[†]

충남대학교 식품영양학과

Optimization of Radish *Jungkwa* Containing Ginger, Turmeric, and Citron Using Response Surface Methodology

Seung Yeon Baek, Hyo Jeong Park and Mee Ree Kim[†]

Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the optimal mixing ratios of three different amounts of ginger, turmeric, and citron for the preparation of radish *Jungkwa* using response surface methodology based on the water content, pH, acidity, sugar concentration, Hunter color values, texture, total phenol content, DPPH radical scavenging, hydroxyl radical scavenging and sensory properties. The ginger, turmeric, and citron levels were 20~40%, 0.04~0.16%, and 20~60% per weight of radish, respectively. The water contents of radish *Jungkw*as ranged from 33.58 to 57.48%. The pH and acidity were 3.40~3.67 and 1.67~2.90%, respectively. The L, a, and b values in the Hunter color were 26.80~34.46, -0.22~4.63, and 15.97~21.44 respectively. The ratios of ginger, turmeric and citron did not affect the hardness, adhesiveness and cohesiveness. The antioxidant activities, including total phenols, DPPH radical scavenging and hydroxyl radical scavenging activities of radish *Jungkw*as increased with increasing amount of ginger, turmeric, and citron added. In the sensory properties, the score of color, taste, smell, chewiness, adhesiveness and overall acceptability increased to the highest score, and then decreased according to the amount of ginger, turmeric, and citron added. The optimal mixing ratios of ginger, turmeric, and citron for manufacturing the best quality of radish *Jungkwa* were 31.05%, 0.10%, and 51.04%, respectively.

Key words: turmeric, radish, *Jungkwa*, response surface methodology

서 론

무(*Raphanus sativus*)는 십자화과에 속하는 뿌리채소로 우리나라에는 배추보다 먼저 전래되었으며, 겨울철에 소금에 절여 겨울을 대비했다는 기록이 삼국사기에 있다(Joe KR 등 2013). 무는 우리나라의 5대 채소(배추, 무, 고추, 마늘, 양파) 중의 하나로 국립농업과학원에서 발표한 자료에 따르면 무의 일반성분은 수분 95%, 탄수화물 3.36%, 식이섬유 0.6%, 단백질 0.63%, 회분 0.62%로 구성되어 있다(NAAS 2016a). 무에는 비타민 A·B, 칼륨과 망간이 함유되어 있으며, 무의 껍질에는 비타민 C가 많이 함유되어 있다(Kim MR & Song HN 2012; NAAS 2016b). 또한, 무에는 distase라는 소화효소가 있어 위가 허약한 사람에게 효과가 있어 한방에서는 소화촉진과 어패류 중독 해소에 효과가 있다고 알려져 있다(Kim MR & Song HN 2012). 무는 배추김치의 부재료나 깍두기, 동치미 등 김치의 주재료로 많이 활용되고 있어, 무에 대한 연구

또한 김치 위주의 연구들이 진행되어왔다. 그러나 최근 1인 가구 증가와 식생활의 서구화로 김치의 소비가 감소하면서 부재료로 사용되는 무의 1인당 소비량이 2000년 37.4 kg에서 2017년 23.5 kg으로 연평균 3%씩 감소하고 있다(Choi BO 등 2019). 김치를 제외한 무를 이용한 연구로는 Park JE 등 (2009)의 무를 첨가하여 잼의 혼합비율을 최적화한 연구가 있으며 무를 이용한 음식에 대한 다양한 연구는 미비한 실정이다.

한편, 강황(*Curcuma longa* Linne)은 인도 대륙이 원산지이고, 중국, 태국, 스리랑카, 일본 등의 열대와 아열대 지역에 자생하거나 재배하는 식품으로, 최근에는 강황의 약리효과가 알려지면서 강황에 대한 연구가 진행되고 있다 강황에 함유되어 있는 방향족 향유 성분인 zingiberone, tumerone, cineol 등의 성분은 항균·항염·항산화 효과 있는 것으로 알려져 있다(Oh HI 등 2010; Sung KC 2011). 또한, 강황의 황색을 나타내는 안토시아닌계의 curcumin은 암의 예방과 치료에 효능이 있다고 밝혀졌다(Aggarwal BB 등 2003). 강황을 식품으로 이용한 연구로는 Min YH 등(2007)의 강황 첨가 두

[†] Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel: +82-42-821-6837, Fax: +82-42-821-8671, E-mail: mrkim@cnu.ac.kr

부, Cho Y & Choi MY(2010)의 강황과 비트 첨가 젤리, Shin SM & Joung KH(2018)의 강황 첨가 증편 등이 있다.

정과(正果)는 전과(煎果)라고도 하며, 식물뿌리나 줄기 혹은 열매를 살짝 데쳐서 조직을 연하게 한 뒤에 꿀이나 설탕물 조청에 오랫동안 조려서 만든 전통 한과이다(Kim KS 1999). 정과는 「수운잡방(1540)」에 생강정과, 동아정과가 처음 기록되었고, 「도문대작(1611)」에 응지정과, 들쭉정과 등이 기록되어 있다(Joe SH 등 2008). 최근에도 Park MH(2009)의 대추정과, Kwon HJ & Park CS(2009)의 연근정과, Lee WY 등(2009)의 인삼정과, Kim HA & Lee KH(2014)의 당근정과, Paek JK 등(2006)의 당침 시간을 달리한 인삼정과, Kim EJ 등(2017)의 도라지정과 등 식물을 이용하여 제조한 정과에 대한 연구가 이뤄지고 있다.

본 연구에서는 향산화 활성이 뛰어난 생강, 강황, 유자의 3가지 재료를 무에 첨가하여 맛과 생리활성이 뛰어난 무정과를 개발하기 위한 최적 조건을 설정하고자 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재료

무(청정농산, 구리, 한국), 레몬(미국산), 유자(고흥, 한국), 생강(서산, 한국), 꿀(꽃샘식품, 포천, 한국), 사과식초(오뚜기, 안양, 한국), 사과산, 호박산, 강황 분말(오뚜기, 음성, 한국), 분말한천((주) 화인한천, 담양, 한국), 꽃소금((주) 영진그린식품, 신안, 한국)은 홈플러스 마트에서 구입하여 사용하였고, 이소말토올리고당은 삼양제넥스에서 제공받아 사용하였다.

2. 생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 최적화 비율 선정을 위한 실험계획

생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 최적 조건을 선정하기 위해 무정과의 특성에 영향을 미치는 요인인 생강, 강황, 유자를 주요 변수로 하여 반응 표면 분석법(response surface methodology; RSM)으로 최적화하였다. 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 생강(X_1), 강황(X_2), 유자(X_3)를 독립변수(X)로 하고, Table 1과 같이 -1, 0, +1의 3단계로 부호화하였다. 즉, 생강의 농도는 무 중량의 20%, 30% 및 40%, 강황의

Table 1. Experimental conditions for the central composite design for the optimization of making radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron

Exp. No.	Experimental factor					
	Real value(%)			Coded values		
	Ginger juice	Turmeric	Citron	X_1	X_2	X_3
1	20	0.04	60	-1	-1	1
2	20	0.16	20	-1	1	-1
3	40	0.1	40	1	0	0
4	30	0.1	40	0	0	0
5	40	0.16	20	1	1	-1
6	30	0.1	60	0	0	1
7	40	0.04	60	1	-1	1
8	30	0.04	40	0	-1	0
9	20	0.04	20	-1	-1	-1
10	30	0.16	40	0	1	0
11	30	0.1	40	0	0	0
12	40	0.16	60	1	1	1
13	20	0.16	60	-1	1	1
14	20	0.1	40	-1	0	0
15	40	0.04	20	1	-1	-1
16	30	0.1	20	0	0	-1

농도는 0.04%, 0.1% 및 0.16%, 유자의 농도는 20%, 40% 및 60%로 달리하여 강황 첨가 무정과를 제조하였다.

3. 생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 제조

제조에 사용된 재료의 비율과 제조 조건은 여러 차례의 예비실험을 통하여 설정하여 Table 2에 표시하였다. 제조 방법은 Fig. 1과 같다. 무는 깨끗이 씻어 껍질을 제거하여 슬라이스($5 \times 5 \times 0.2 \text{ cm}^3$)한 후 500 g을 끓는 물에 3초간 데친 후 찬물로 행구어 물기를 뺀 후 사용하였다. 생강은 껍질을 제거하고 강판에 갈아 거즈에 싸서 꼭 짜서 즙을 내어 100~200 g(무 무게의 20~30%) 정과를 만드는 당용액에 넣어 사용하였다. 레몬과 유자는 깨끗이 씻은 후 1 cm 두께로 잘라 씨를 뺀 후 사용하였다. 레몬은 200 g, 유자는 100~300 g(무 무게의 20~60%) 을 정과를 만드는 당용액(Table 2)에 넣고 무와 함께 넣고 40분 끓인 후 꺼냈다. 정과액이 줄어들었을 때 강황분말 (0.2~0.8 g)을 넣고 중불에서 20분, 약불에서 20분 가열한 후에 무정과를 꺼내어 채반에 넣고 실온(20°C)에서 3일간 건조하여 시료로 사용하였다.

4. 수분함량

생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 수분함량은 각 시료 3 g을 취하여 적외선 수분 측정기(Infrared moisture analyser, MA 160-1, Sartorius, Goettingen, Germany)를 사용하여 3회 반복 측정 후, 평균값으로 나타내었다.

Table 2. Formula of ingredients of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron

Ingredients	Amount	
Radish	500 g	
Sugar solution		
Water	1,000 g	
Isomalto-oligosaccharide	150 g	
Honey	75 g	
Apple vinegar	25 g	
Succinic acid	2 g	
Malic acid	2 g	
Agar powder	2 g	
Lemon	200 g	
	Citron	100~300 g
Variables	Ginger juice	100~300 g
	Turmeric powder	0.2~0.8 g

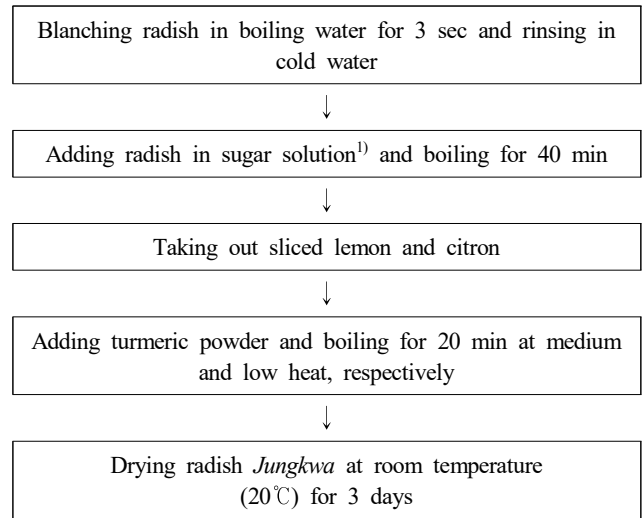


Fig. 1. Preparation procedure for radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

¹⁾ Sugar solution: ginger juice, isomalto-oligosaccharide, honey, lemon and citron, apple vinegar, succinic acid, malic acid and agar powder in water.

5. pH 및 산도

생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 pH와 산도는 AOAC (1990)를 참고하여 시료 10 g을 90 mL의 증류수와 함께 넣고 균질화한 뒤, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Combi-514R, Hanil, Hwaseong, Korea)한 후 상등액을 취하여 측정하였다. pH는 pH meter(420 Ben-ctop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였고, 산도는 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH량(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 총산 함량을 표시하였다.

6. 가용성 고형물 함량

생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 당도는 시료 10 g에 증류수 90 mL를 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리(Hanil)하여 상등액을 취하여 당도계(N-1E Brix 0~32%, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다.

7. 색도

생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 색도는 최대한 곱게 갈아 균일하게 한 뒤, 패트리디쉬($50 \times 12 \text{ mm}^2$)에 담아 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. Ltd., Japan)로 측정하였다. Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness) 및 b값(황색도, yellowness)을 4회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었고, Standard color value는 L값 97.12, a값 -0.20, b값 0.49인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

8. 조직감 측정

생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 조직감 특성을 알아보기 위하여 Texture analyser(TA/XT2, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)를 사용하여 probe를 연속 2회 압착하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 이때 probe는 직경이 25 mm인 compression plate를 이용하였고, Texture profile analysis(TPA) 조건은 Table 3과 같다.

9. Total Phenol 함량

페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 Folin-Denis법에 의해 측정하였다(Singleton VL & Rossi JA 1965). 시료 1.5 g에 methanol 50 mL를 넣은 후 교반(150 rpm, 12 hr, 25°C)한 후 3,000 rpm으로 4°C에서 20분간 원심분리(Hanil)하였다. 얻어진 상등액을 filterpaper로 여과한 후 rotary evaporator(N-1110, EYELA, Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 얻은 후, methanol을 첨가하여 300 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하였다. 추출물 용액과 Folin-Denis 시약, Na₂CO₃ 포화용액을 넣고 30분간 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질은 tannic acid를 사용하였다.

10. DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) Radical 소거능

Total phenol 함량 실험과 동일한 방법으로 추출된 시료용액 50 µL에 1.5×10⁻⁴ mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 150 µL를 가한 후 30분간 반응시킨 뒤 분광광도계(Ultrospec 2000 UV/Visible Spectrophotometer, Pharmacia Biotech, Cambridge, England)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀을 구하였다(Dawczynski C 등 2007).

Free radical scavenging effect(%) =

$$\frac{Abs_{DPPH} - Abs_{sample}}{Abs_{DPPH}} \times 100$$

11. Hydroxyl Radical 소거능

Total phenol 함량 실험과 동일한 방법으로 추출된 시료용액 0.15 mL에 buffer 0.35 mL, 3 mM deoxyribose, 0.1 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM FeCl₃, 1 mM H₂O₂ 용액 0.1 mL를 넣어 잘 교반한 후 37°C에서 1시간 동안 반

Table 3. Condition of texture analyser

Diameter of plunger	25 mm (SMS P/25A)
Pre-test speed	5.0 mm/s
Test speed	5.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Force threshold	5.0 g
Contact force	5.0 g
Distance	30 mm

응시켰다. 반응이 끝난 후 2% TCA 용액과 1% TBA 용액을 잘 섞은 후 100°C에서 20분간 반응한 후 실온으로 냉각하여 원심분리한 뒤 상등액을 취하여 분광광도계(Pharmacia Biotech)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다(Dawczynski 등 2007).

Free radical scavenging effect(%) =

$$\frac{Abs_{blank} - Abs_{sample}}{Abs_{blank}} \times 100$$

12. 관능평가

대학생 및 대학원생을 패널로 선정하여 9점 척도법(1점: 매우 싫다, 9점: 매우 좋다)을 사용하여 생강, 강황, 유자 첨가 무정과의 색, 맛, 향, 씹힘성, 부착성, 전반적인 기호도에 대해 관능검사를 수행하였다. 시료는 균일한 크기(1 × 1 × 0.2 cm³)로 잘라서 3자리 난수를 표기한 백색의 접시에 담아 물(20±5°C)과 함께 제공하였다. 시료를 평가한 후 제시된 물로 입을 헹구고 다음 시료를 평가하도록 하였고, 평가 중에 패널들 간의 의견 교환은 할 수 없도록 하여 평가에 영향을 주지 않도록 하였으며, 제반 사항은 인체실험윤리기준에 따라 관능검사를 수행하였다.

13. 통계처리

강황 첨가 무정과의 실험 결과는 Design-Expert 6.0.8 Program을 이용하여 반응 표면 분석을 실시하였으며, 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 수분함량

반응표면분석 중심합성법에 따라 무정과에 첨가되는 생강, 강황, 유자를 독립변수로 하여 각각의 변수에 대하여 3수

준으로 디자인하여 제조한 무정과 16종 시료의 수분함량은 Table 4와 같다. 수분함량은 31.24~55.53% 범위를 보였다. Paek JK 등(2006)의 당침시간을 달리한 인삼정과의 품질특성 연구에서는 당침시간에 따른 수분함량이 32.89~57.48%로 본 연구결과와 비슷한 범위를 보였고, Lee KS 등(2009)의 인삼정과 제조과정에 따른 품질특성 연구에서는 18.44~77.31%로 나타났다. 그러나 Kwon HJ & Park CS(2009)의 오미자 추출물을 첨가한 도라지 정과는 14.9~18.0%, 연근 정과는 6.9~8.4%를 나타내어 본 실험결과와는 상이하였다. 정과는 주재료로 사용되는 식품의 수분함량, 고유의 조직감, 부재료인 당종류에 따라 수분 함량이 달라질 뿐 아니라, 제조 방법에 따라서도 영향을 미치는 것으로 사료된다.

무정과 제조시 생강 40%, 강황 0.04%, 유자 60%의 조건에서 수분함량은 55.35%로 최댓값을 나타냈으며, 생강 30%, 강황 0.04%, 유자 40% 조건에서 31.24%로 최솟값을 나타내었다. 각 조건에 따라 생강 30%, 강황 0.1% 조건에서 유자의 첨가율이 달라질 경우, 유자의 비율이 60%, 40%, 20%로 감

소함에 따라 수분함량이 46.64%, 43.45%, 40.39%로 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), 중심합성법에 따라 같은 비율로 유자 40%를 첨가하여 제조한 4번과 11번 시료는 수분함량의 유의적 차이가 없었다($p>0.05$). 강황 0.1%, 유자 40% 조건에서 생강의 첨가 비율이 감소할수록 수분함량이 감소하여 생강 40% 첨가시 48.53%, 생강 20% 첨가시 34.92%로 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). Table 5에서와 같이 수분함량은 2FI 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 0.5855로 나타났다.

2. pH 및 산도

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의 pH 및 산도 값을 측정한 결과는 Table 4와 같으며, pH는 3.40~3.67, 산도는 1.67~2.94%를 나타내었다. 이는 제조과정에 따른 인삼정과(Lee KS 등 2009) 연구에서는 pH 6.57~7.33, 당알코올을 첨가한 으뜸도라지 정과 연구(Baek SY 등 2017)에서는 pH 5.5~5.7을 나타내어, 본 연구의 무정과 pH

Table 4. The water content, pH, acidity and sugar concentration of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron

Exp. No	Experimental factor			Response factor			
	Real value(%)			Water content (%)	pH	Acidity (%)	Sugar concentration (°brix)
	Ginger juice	Turmeric	Citron				
1	20	0.04	60	35.97±1.84 ^{1)gh}	3.48±0.01 ⁱ	2.66±0.04 ^b	76±0.00 ^a
2	20	0.16	20	48.96±2.98 ^b	3.58±0.01 ^{ef}	2.71±0.02 ^b	72±0.00 ^b
3	40	0.1	40	48.53±3.13 ^{bc}	3.61±0.02 ^c	2.24±0.02 ^e	66±0.00 ^e
4	30	0.1	40	44.27±4.59 ^{cde}	3.63±0.01 ^b	1.67±0.01 ^l	62±0.00 ^f
5	40	0.16	20	48.45±0.26 ^{bc}	3.50±0.01 ^h	2.94±0.05 ^a	69±0.12 ^c
6	30	0.1	60	46.64±0.95 ^{bcd}	3.54±0.01 ^g	2.55±0.02 ^c	68±0.00 ^d
7	40	0.04	60	55.53±4.57 ^a	3.59±0.01 ^{cde}	2.11±0.02 ^g	60±0.00 ^g
8	30	0.04	40	31.24±0.75 ^j	3.53±0.01 ^g	1.94±0.01 ⁱ	68±0.00 ^d
9	20	0.04	20	38.90±2.84 ^{fgh}	3.46±0.01 ^j	2.06±0.01 ^{gh}	62±0.00 ^f
10	30	0.16	40	38.99±2.47 ^{fgh}	3.51±0.01 ^h	2.16±0.02 ^f	55±0.23 ^h
11	30	0.1	40	43.45±0.84 ^{def}	3.67±0.01 ^a	1.73±0.01 ^k	60±0.00 ^g
12	40	0.16	60	33.25±1.85 ^{ij}	3.40±0.01 ^k	2.34±0.06 ^d	66±0.00 ^e
13	20	0.16	60	39.05±3.23 ^{fgh}	3.58±0.01 ^f	2.39±0.08 ^d	60±0.00 ^g
14	20	0.1	40	34.92±2.04 ^{hij}	3.59±0.00 ^{def}	1.95±0.01 ⁱ	70±0.00 ^c
15	40	0.04	20	43.51±1.41 ^{def}	3.60±0.01 ^{cd}	1.83±0.01 ^j	54±0.00 ⁱ
16	30	0.1	20	40.39±0.65 ^{efg}	3.54±0.01 ^g	2.05±0.02 ^h	66±0.00 ^e

¹⁾All values are mean±SD.

^{a-1} Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

Table 5. Final polynomial equations in terms of coded factors calculated by RSM program on the radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron

Response	Model	R ¹⁾	F-value	Prob>F ²⁾	Polynomial equation ³⁾	Lack of fit	
Water content(%)	2FI	0.5855	2.1186	0.1497	$Y_1=42+3.15X_1+0.36X_2-0.98X_3-3.81X_1X_2+1.21X_1X_3-4.28X_2X_3$	0.0768	
pH	Quadratic	0.8722	4.5479	0.0395*	$Y_2=3.6+0.001X_1-0.009X_2-0.009X_3-0.064X_1X_2-0.016X_1X_3-0.014X_2X_3+0.018X_1^2-0.062X_2^2-0.042X_3^2$	0.4787	
Acidity(%)	Quadratic	0.8399	3.4983	0.0707	$Y_3=1.88-0.031X_1+0.19X_2+0.046X_3+0.12X_1X_2-0.075X_1X_3-0.22X_2X_3+0.12X_1^2+0.075X_2^2+0.32X_3^2$	0.1264	
Sugar concentration (°brix)	2FI	0.5741	2.0221	0.1645	$Y_4=64.63-2.5X_1+0.2X_2+0.7X_3+3.37X_1X_2+0.12X_1X_3-4.37X_2X_3$	0.2015	
Hunter's color value	L	Quadratic	0.6354	1.1618	0.4432	$Y_5=29.33+0.63X_1-0.26X_2-0.85X_3-0.75X_1X_2-0.17X_1X_3-1.51X_2X_3+1.2X_1^2-0.78X_2^2+2.11X_3^2$	0.2009
	a	Linear	0.5030	4.0481	0.0334*	$Y_6=2.44-0.24X_1+1.27X_2+0.43X_3$	0.8307
	b	2FI	0.6062	2.3091	0.1249	$Y_7=18.42+0.38X_1+0.76X_2-0.66X_3-0.73X_1X_2-0.064X_1X_3-0.94X_2X_3$	0.4239
Texture	Hardness	Mean	0.0000		$Y_8=72.71$		
	Adhesiveness	Mean	0.0000		$Y_9=-1.74$		
	Cohesiveness	Mean	0.0000		$Y_{10}=0.88$		
	Gumminess	Quadratic	0.7518	2.0188	0.2024	$Y_{11}=55.39+0.27X_1+3.28X_2+7.5X_3+1.96X_1X_2-5.23X_1X_3+0.32X_2X_3+4.07X_1^2+7.77X_2^2+1.96X_3^2$	0.4544
	Chewiness	Quadratic	0.6316	1.1428	0.4515	$Y_{12}=59.13-6.06X_1+6.92X_2+3.63X_3+3.56X_1X_2-3.38X_1X_3-3.83X_2X_3+24.19X_1^2-1.86X_2^2-8.45X_3^2$	0.3226
	Total phenol content	Linear	0.9383	60.8435	<0.0001***	$Y_{14}=0.38+0.013X_1+0.005X_2+0.050X_3$	0.5269
DPPH radical scavenging	Linear	0.9918	481.5969	<0.0001***	$Y_{13}=95.36-3.53X_1-1.67X_2-16.47X_3$	0.1435	
Hydroxyl radical scavenging	Linear	0.7561	12.3990	0.0005***	$Y_{15}=12.93-6.00X_1-1.37X_2-10.40X_3$	0.0358	
Color	Quadratic	0.9727	23.7864	0.0005***	$Y_{16}=6.46+0.28X_1-0.01X_2+0.3X_3+0.063X_1X_2+0.21X_1X_3-0.11X_2X_3-0.94X_1^2-0.69X_2^2-0.34X_3^2$	0.9406	
Taste	Quadratic	0.9463	11.7490	0.0036**	$Y_{17}=5.85+0.09X_1+0.07X_2+0.19X_3-0.013X_1X_2-0.14X_1X_3+0.062X_2X_3-0.1X_1^2-0.4X_2^2-0.5X_3^2$	0.2752	
Sensory properties	Smell	Quadratic	0.9149	7.1642	0.0132*	$Y_{18}=5.68-0.03X_1-0.13X_2+0.02X_3-0.15X_1X_2+0.05X_1X_3-0.05X_2X_3-0.34X_1^2-0.14X_2^2-0.39X_3^2$	0.2555
	Chewiness	Quadratic	0.6099	1.0423	0.4987	$Y_{19}=5.76-0.01X_1-0.06X_2-0.08X_3-0.11X_1X_2-0.087X_1X_3-0.21X_2X_3-0.33X_1^2-0.083X_2^2-0.48X_3^2$	0.3546
	Adhesiveness	Quadratic	0.8687	4.4118	0.0423*	$Y_{20}=5.4+0.04X_1+0.12X_2+0.01X_3-0.038X_1X_2-0.31X_1X_3-0.037X_2X_3-0.34X_1^2-0.24X_2^2-0.19X_3^2$	0.3821
	Overall-acceptability	Quadratic	0.9026	6.1753	0.0191*	$Y_{21}=5.78+0.06X_1+0.03X_2+0.08X_3-0.26X_1X_2-0.012X_1X_3+0.16X_2X_3-0.39X_1^2-0.64X_2^2+0.11X_3^2$	0.1935

¹⁾ Coefficient of determination.

²⁾ * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

³⁾ X_1 is ginger juice content, X_2 is turmeric content, X_3 is citron content and $Y_1\sim Y_{21}$ are intensity score of the attributes.

범위에 비하여 높았다. 이는 무정과 제조시 첨가하는 부재료인 유자 중의 유기산 함량이 높은 데 기인된 것으로 사료된다. 오미자 추출물을 첨가한 도라지와 연근 정과(Kwon HJ & Park CS 2009)의 품질특성 연구에서 나타난 도라지 정과의 pH 3.53~4.89, 산도 0.477~0.585%, 연근 정과의 pH 3.32~4.85, 산도 0.513~0.572%로 오미자에 함유된 유기산이 정과의 pH에 영향을 준 것으로 생각한 것과 유사한 결과이다. Table 5에서와 같이 pH와 산도는 Quadratic 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R²값은 각각 0.8722와 0.8399로 높게 나타났다. 반응 표면 분석을 실시한 결과는 Fig. 2 및 3과 같다.

3. 당도

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의 당도는 Table 4와 같이 54~76 °Brix 범위를 나타내었다. 이는 동아정과의 재료배합비와 조리방법에 따른 Texture 특성

연구(Lee HG & Kim HJ 2001)에서의 당도 값인 60~76 °Brix와 유사한 결과를 보였다. 생강 20%, 강황 0.04%, 유자 60%의 조건에서 76 °Brix로 최댓값을, 생강 40%, 강황 0.04%, 유자 20%의 조건에서 54 °Brix로 최솟값을 나타내었다. 생강 30%, 유자 40%의 조건에서 강황의 첨가율이 0.04%, 0.1%, 0.16%로 증가할 경우 각각 68, 60~62, 55 °Brix로 유의적으로 감소하였다(p<0.05). Table 5에서와 같이 당도는 2FI 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R²값은 0.5741로 나타났다.

4. 색도

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의 L, a, b 값을 측정된 결과는 Table 6와 같다. L값은 26.80~34.46, a값은 -0.22~4.63, b값은 15.97~21.44의 범위를 나타내었다. L값은 생강 40%, 강황 0.16%, 유자 20% 첨가군에서

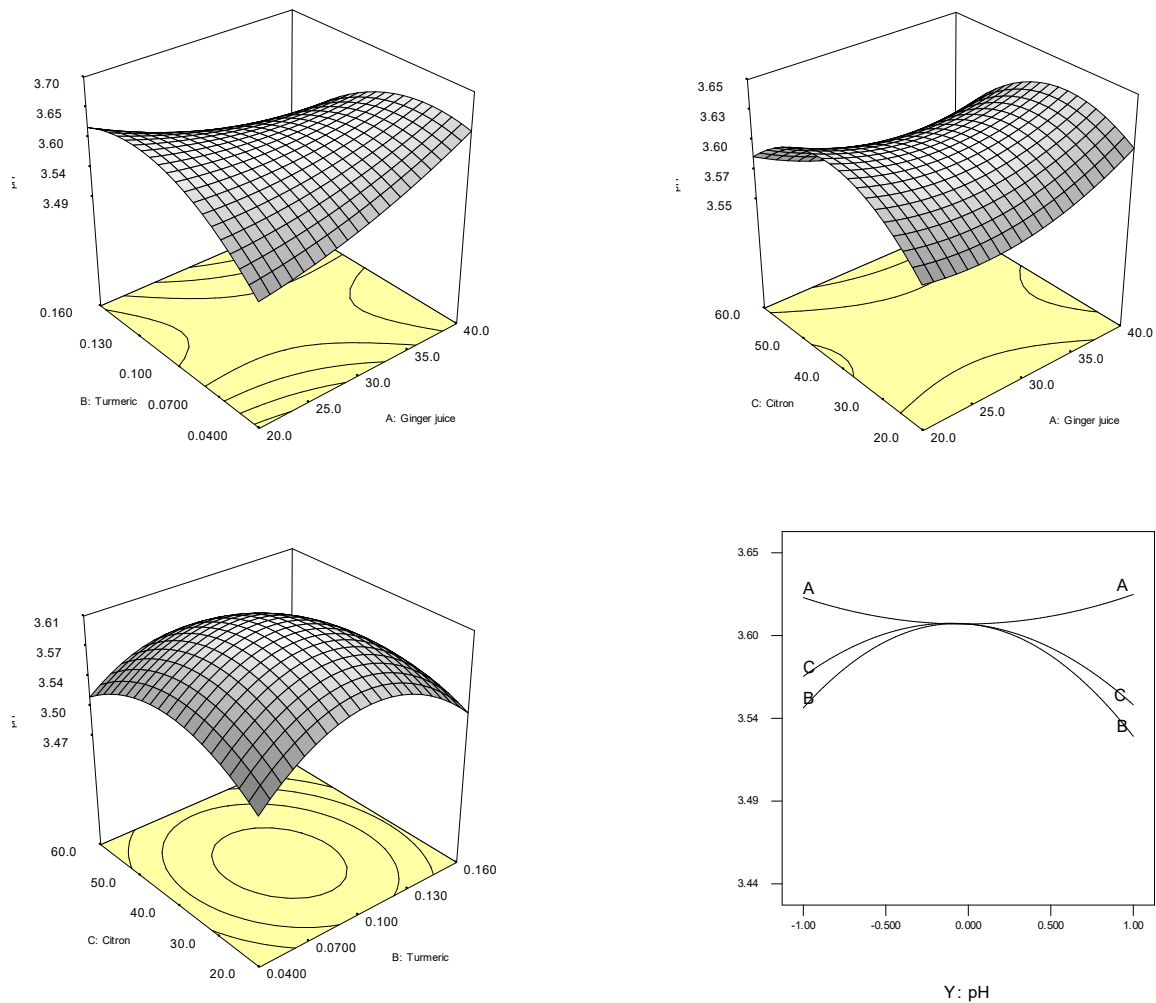


Fig. 2. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the pH of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

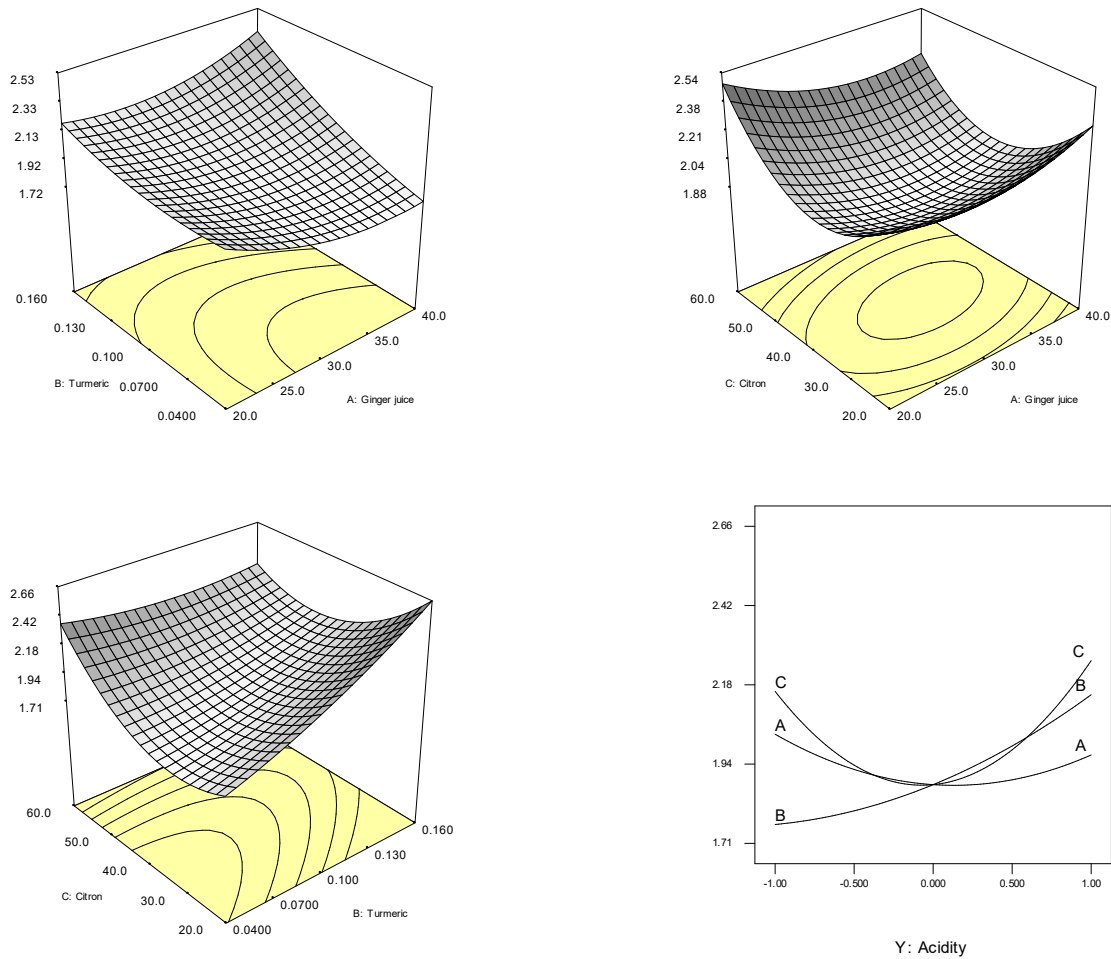


Fig. 3. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the acidity of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

34.46, a값은 생강 30%, 강황 0.16%, 유자 40% 첨가군에서 4.63, b값은 생강 20%, 강황 0.16%, 유자 20% 첨가군에서 21.44로 가장 높았다. 생강 30%, 유자 40% 첨가 조건에서 강황 첨가량이 0.04%, 0.1%, 0.16%로 증가함에 따라 a값 3.82, 3.86, 4.63, b값 15.97, 17.12, 18.54로 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). b값(yellowness, 황색도)은 강황이 가진 특유의 노란색의 영향으로 인해 증가되는 것으로 Shin SM & Joung KH(2018)의 강황 첨가 증편과 Lee MH 등(2011)의 강황 첨가 설기떡 연구에서도 강황의 첨가량이 2.0% 이하이었을 경우 강황 첨가량이 증가할수록 a, b 값이 점점 증가하는 경향이 나타난 것과 유사한 결과이다. Table 5에서와 같이 L, a, b값은 각각 Quadratic, Linear, 2FI 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 각각 0.6354, 0.5030, 0.6062로 나타났다.

5. 조직감

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의

조직감을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 경도(Hardness)는 식품이 가지고 있던 형태를 변형시키는데 요구되는 힘(Lee SY 등 2009)으로 무정과와 경도는 51.7~101.7 g의 범위를 나타내었다. 부착성(Adhesiveness)은 플런저를 식품의 표면에서 떨어뜨리는데 필요한 힘(Lee SY 등 2009)으로, 설탕이나 꿀에 줄이기 때문에 첨가한 특성에 따라 이에 달라붙는 정도가 다르며(Baek SY 등 2017), 강황 첨가 무정과와 부착성은 -2.45~-0.78의 범위를 나타내었다. 응집성(Cohesiveness)은 식품의 형태를 유지하기 위한 내부 결합에 힘(Lee SY 등 2009)으로, 0.77~0.99의 범위를 나타내었다. 검성(Gumminess)은 경도와 응집성을 곱하여 산출되는 값으로 반고체 상태의 샘플을 삼킬 수 있는 상태로 만드는 성질이며 52.1~88.9의 범위를 나타내었다. 검성(Gumminess)은 생강 20%, 강황 0.16%, 유자 60% 첨가군에서 88.9로 최댓값을 나타내었는데, 생강 20%, 강황의 첨가율이 같을 때, 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 증가하였다($p < 0.05$). 씹힘성(Chew-

Table 6. Hunter's color value of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron

Exp. No	Experimental factor			Response factor		
	Real value (%)			L-value	a-value	b-value
	Ginger juice	Turmeric	Citron			
1	20	0.04	60	31.20±0.05 ^{1)h}	1.04±0.06 ^k	16.85±0.04 ⁱ
2	20	0.16	20	33.75±0.03 ^c	2.74±0.01 ^f	21.44±0.52 ^a
3	40	0.1	40	32.77±0.01 ^e	2.53±0.02 ^g	20.11±0.03 ^c
4	30	0.1	40	29.16±0.02 ^l	3.86±0.06 ^d	17.12±0.04 ^h
5	40	0.16	20	34.46±0.02 ^a	1.85±0.05 ⁱ	20.93±0.05 ^b
6	30	0.1	60	32.67±0.03 ^f	2.44±0.05 ^h	19.96±0.04 ^c
7	40	0.04	60	34.23±0.05 ^b	0.05±0.12 ^m	18.99±0.09 ^d
8	30	0.04	40	26.85±0.03 ⁿ	3.82±0.06 ^d	15.97±0.03 ^k
9	20	0.04	20	32.16±0.03 ^g	0.34±0.11 ^l	17.40±0.07 ^g
10	30	0.16	40	29.92±0.05 ^j	4.63±0.09 ^a	18.54±0.05 ^e
11	30	0.1	40	30.14±0.02 ⁱ	1.41±0.02 ^j	18.22±0.02 ^f
12	40	0.16	60	26.80±0.04 ⁿ	4.52±0.10 ^b	16.36±0.04 ^l
13	20	0.16	60	29.76±0.01 ^k	3.97±0.04 ^c	18.23±0.02 ^f
14	20	0.1	40	27.96±0.11 ^m	3.02±0.07 ^e	17.35±0.06 ^g
15	40	0.04	20	32.85±0.01 ^d	-0.22±0.07 ⁿ	18.69±0.02 ^e
16	30	0.1	20	29.89±0.04 ^j	3.03±0.05 ^e	18.49±0.03 ^e

¹⁾All values are mean±SD.

^{a~n} Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

iness)은 경도에 의해 산출되는 값이며, 고체 상태의 샘플을 삼킬 수 있는 상태로 만드는 성질(Lee SY 등 2009)이고, 41.3 ~81.3의 범위를 나타내었으며, 생강 40%, 강황 0.16%, 유자 60% 첨가군에서 41.3이 가장 낮았다. Kwon HJ & Park CS(2009)의 오미자 추출물 도라지 정과 연구에서는 정과의 물성과 관능적 특성의 상관관계를 나타내었는데, 강도와 관능적 특성 중 씹힘성에는 상관관계가 있다고 하였으며, Baek SY 등(2017)의 설탕 대체 당알코올 첨가 도라지 정과 연구에서도 정과의 기호도에 영향을 미치는 항목으로 조직감이 있다고 밝혔으며, TPA 결과의 씹힘성과 유사한 경향을 나타내었다. Table 5에서와 같이 경도(Hardness), 부착성(Adhesiveness), 응집성(Cohesiveness) 값은 Mean 모델로 결정되었고, 유의적 차이를 보이지 않았다. 검성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness) 값은 Quadratic 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 검성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness) 각각 0.7517, 0.6316으로 나타났다.

6. Total Phenol 함량

Phenol 화합물은 식품에 함유되어 있는 생리활성 물질로 항산화 활성을 가지고 있기 때문에 total phenol의 함량이 높을수록 항산화 활성이 높다(Yu MH 등 2006; Kim SJ 등 2013). 중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의 total phenol 함량은 Fig. 4와 같다. 생강 20%, 강황 0.04%, 유자 20% 첨가시에 total phenol 함량이 0.2936 mg/g으로 가장 낮았고, 생강 40%, 강황 0.16%, 유자 60% 첨가시 0.4314 mg/g으로 가장 높았다. 이는 Jung KA & Park CS(2013)의 생강, Min SH & Hwang ES(2017)의 강황을 첨가하여 제조한 약식, Yoo KM 등(2005)의 유자 항산화 활성 연구에서 각각 관련된 부재료의 Total phenol 함량이 높았던 것과 유사한 결과로 사료된다. Table 5에서와 같이 total phenol 함량은 Linear 모델로 결정되었고, 생강, 강황, 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 증가하는 경향을 보였으며, 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 0.9383으로 나타났다.

Table 7. Texture properties of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron

Exp. No	Experimental factor			Response factor				
	Real value (%)			Hardness (g)	Adhesiveness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
	Ginger juice	Turmeric	Citron					
1	20	0.04	60	91.7±5.8 ^{1) b}	-1.10±0.63 ^a	0.90±0.03 ^{ab}	82.2±4.6 ^{ab}	81.3±9.0 ^{NS}
2	20	0.16	20	61.7±12.9 ^{fg h}	-0.78±0.61 ^a	0.93±0.16 ^{ab}	56.6±11.6 ^{efg}	75.1±38.3
3	40	0.1	40	77.4±9.5 ^{cde}	-2.25±0.63 ^a	0.77±0.05 ^b	59.5±4.2 ^{defg}	54.8±4.1
4	30	0.1	40	79.9±9.3 ^{cd}	-2.13±1.32 ^a	0.84±0.04 ^{ab}	66.9±8.6 ^{cdef}	62.0±12.1
5	40	0.16	20	82.0±5.2 ^{bcd}	-0.88±0.55 ^a	0.88±0.05 ^{ab}	71.7±4.1 ^{bcd}	85.6±32.9
6	30	0.1	60	59.6±7.2 ^{gh}	-1.14±0.79 ^a	0.88±0.02 ^{ab}	52.7±7.2 ^{fg}	50.9±7.8
7	40	0.04	60	76.3±4.6 ^{de}	-2.00±0.96 ^a	0.90±0.04 ^{ab}	68.6±4.4 ^{cde}	64.0±4.7
8	30	0.04	40	67.0±11.8 ^{efg}	-1.54±0.76 ^a	0.88±0.06 ^{ab}	59.1±11.8 ^{defg}	58.9±13.4
9	20	0.04	20	64.2±3.2 ^{fg}	-1.71±1.23 ^a	0.80±0.14 ^b	55.1±3.7 ^{efg}	54.0±2.7
10	30	0.16	40	71.3±2.2 ^{def}	-1.50±1.14 ^a	0.84±0.04 ^{ab}	59.9±3.5 ^{defg}	58.5±4.2
11	30	0.1	40	67.4±5.3 ^{efg}	-4.07±2.31 ^b	0.87±0.07 ^{ab}	58.4±5.0 ^{defg}	50.7±5.3
12	40	0.16	60	88.1±9.2 ^{bc}	-1.59±1.48 ^a	0.90±0.03 ^{ab}	79.2±10.7 ^{abc}	84.0±21.8
13	20	0.16	60	101.7±8.1 ^a	-2.45±1.08 ^a	0.87±0.06 ^{ab}	88.9±11.3 ^a	80.7±13.6
14	20	0.1	40	51.7±7.2 ^h	-1.24±0.89 ^a	0.99±0.30 ^a	52.1±21.4 ^g	114.6±164.0
15	40	0.04	20	65.1±7.9 ^{fg}	-2.27±1.84 ^a	0.89±0.11 ^{ab}	58.5±12.9 ^{defg}	56.7±13.8
16	30	0.1	20	58.2±8.2 ^{gh}	-1.19±1.00 ^a	0.94±0.14 ^{ab}	54.7±11.2 ^{efg}	53.2±12.7

¹⁾ All values are mean±SD.

^{a-h} Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^{NS} Not significant.

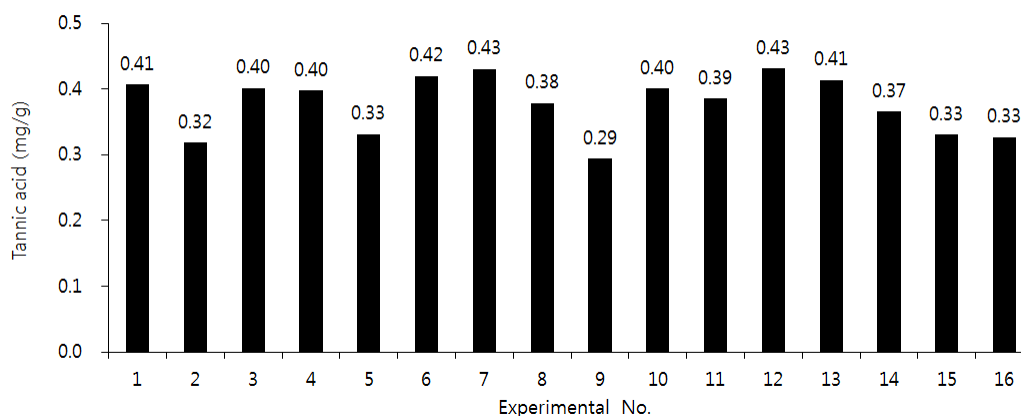


Fig. 4. The total phenol content of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

7. DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) Radical 소거능 중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의 DPPH 라디칼 소거능을 측정하여 IC₅₀으로 나타낸 결과는

Fig. 5와 같다. IC₅₀값은 DPPH radical을 50% 소거시키는데 필요한 농도를 의미하는 것으로, IC₅₀값은 75.4~117.8 mg/g의 범위를 나타내었다. 생강 20%, 강황 0.04%, 유자 20% 첨

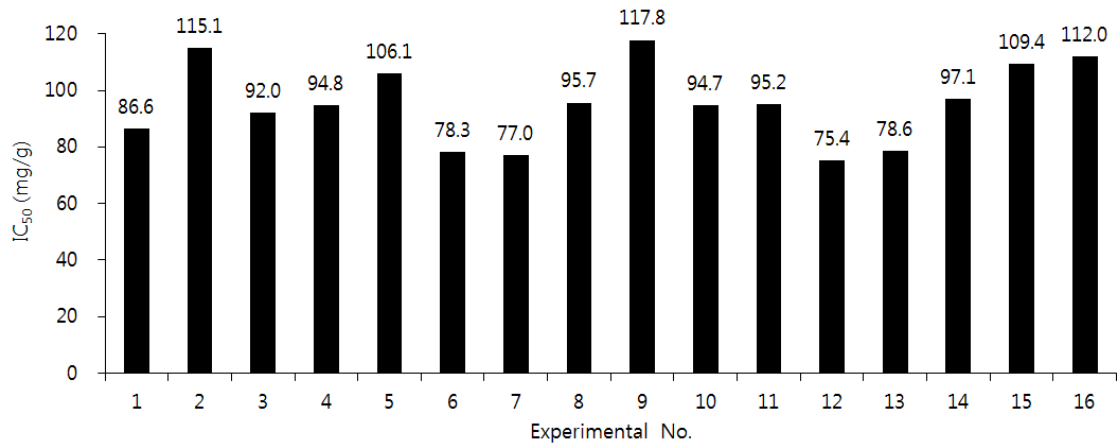


Fig. 5. The DPPH radical scavenging activity of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

가군의 IC₅₀값이 117.8 mg/g으로 가장 높았으며, 생강 40%, 강황 0.16%, 유자 60% 첨가군의 IC₅₀값이 75.4 mg/g으로 가장 낮았다. 이는 항산화 활성을 가지고 있는 phenol 화합물과 관련하여 본 연구의 total phenol 결과와 유사한 경향을 나타낸다. 또한 Jung KA & Park CS(2013)의 마늘·생강·양파즙의 항산화 활성 연구에서는 total phenol 함량과 관련하여 생강의 항산화 효과가 좋다고 나타내었고, Min SH & Hwang ES(2017)의 강황을 첨가하여 제조한 약식의 항산화 활성 연구에서도 강황 첨가율이 증가할수록 항산화 활성이 높았고, Yoo KM 등(2005)의 유자의 항산화성 연구에서는 유자의 항산화력이 다른 감귤류에 비해 높다고 밝혀 생강, 강황, 유자즙의 첨가율이 강황 첨가 무정과 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 사료된다. Table 5에서와 같이 DPPH radical 소거능은 Linear 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R²값은 0.9918로 나타났다.

8. Hydroxyl Radical 소거능

Hydroxyl radical은 -OH기를 가진 활성산소종(ROS)으로 반감기가 짧아 반응성이 가장 크고, 산화력이 강하여 체내에서 DNA 돌연변이, 지질의 과산화를 야기한다(Halliwell B 1989). Hydroxyl radical 소거능이 높은 물질일수록 항산화 활성이 높고, IC₅₀ 값은 Hydroxyl radical을 50% 소거시키는데 필요한 농도를 의미하는 것으로 IC₅₀값이 작을수록 항산화 활성이 좋다. 중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의 hydroxyl radical 소거능을 측정하여 IC₅₀으로 나타낸 결과는 Fig. 6와 같다. 생강 20%, 강황 0.04%, 유자 20% 첨가군에서 42.0 mg/g으로 최댓값, 생강 40%, 강황 0.16%, 유자 60% 첨가군의 IC₅₀값이 2.9 mg/g으로 최소값을 나타내었다. 이는 본 연구의 total phenol 함량과 DPPH radical 소거능의 결과와 유사한 경향으로 항산화 물질이 풍부한 생강, 강황, 유자의 첨가량이 증가할수록 항산화 활성

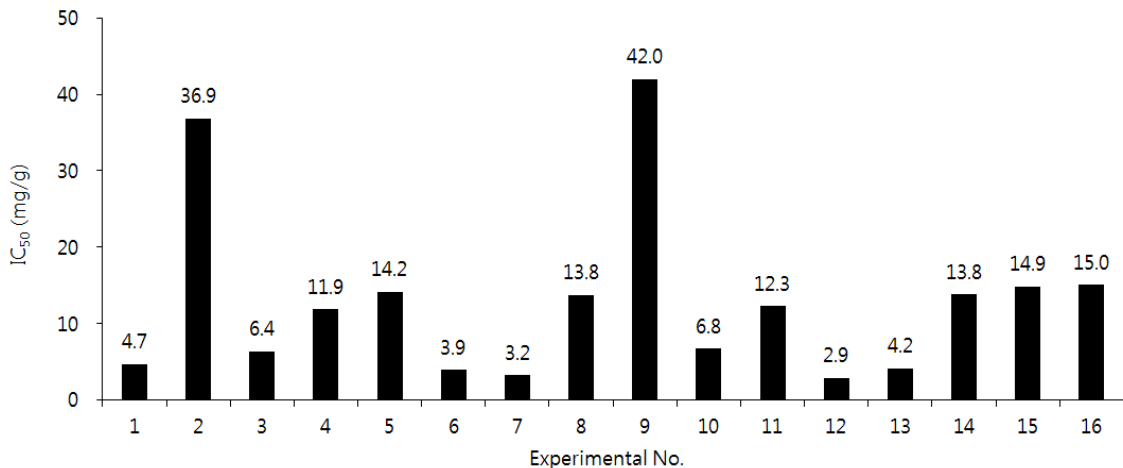


Fig. 6. The hydroxyl radical scavenging activity of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

이 좋은 건강기능성 무정과의 제조에 기초 자료로 사용될 것을 사료된다. Table 5에서와 같이 Hydroxyl radical 소거능은 Linear 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 0.7651로 나타났으나 적합성 결여 검정 결과는 기각되었다.

9. 관능평가

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 16종 무정과 시료의 관능평가 결과는 Table 8과 같다. 색은 4.0~6.7점, 맛은 4.4~5.9점, 향은 4.5~5.9점, 씹힘성은 4.1~6.2점, 부착성은 4.1~5.6점, 전반적인 기호도는 4.2~6.1점의 범위를 나타내었다. 생강 30%, 강황 0.1% 첨가군에서는 유자 첨가량이 증가함에 따라 색과 맛의 기호도가 20% 첨가군 5.9에서 60% 첨가군 6.4로, 20% 첨가군 5.1에서 60% 첨가군 5.7로 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). Table 5에서와 같이 색, 맛, 향, 씹힘성, 부착성, 전반적인 기호도의 관능적 특성

모든 항목에서 Quadratic 모델로 결정되었고, 회귀식의 결정 계수 R^2 값은 각각 0.9727, 0.9463, 0.9149, 0.6099, 0.8687, 0.9026으로 매우 높게 나타났다. 색은 유의수준 0.1%에서 유의적인 결과가 나타났고, 맛은 유의수준 1%에서 향, 부착성, 전반적인 기호도는 유의수준 5%에서 유의적인 결과가 나타났다. 반응 표면을 실시한 결과는 Fig. 7~12와 같다. 이는 색, 맛, 향, 씹힘성, 부착성, 전반적인 기호도의 관능적 특성 모든 항목에서 생강, 강황, 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 높아지다가 최댓값을 보인 후 감소하였다. 이와 같은 결과를 통해 정과의 색과 맛이 무정과의 관능적 특성에 영향을 주는 주요한 요인인 것으로 판단되었다.

10. 최적화

최적화 접근은 Derringer C & Suich R(1980)을 근원으로 하여 발전시킨 방법을 사용하였다. 독립변수인 생강, 강황,

Table 8. Sensory properties of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron

Exp. No	Experimental factor			Response factor					
	Real value(%)			Sensory					
	Ginger juice	Turmeric	Citron	Color	Taste	Smell	Chewness	Adhesiveness	Overall-acceptability
1	20	0.04	60	4.4±0.9 ^{1) f}	4.8±0.7 ^{fg}	4.8±0.7 ^{de}	5.0±0.7 ^{bcde}	4.7±0.7 ^{bcde}	4.2±0.7 ^g
2	20	0.16	20	4.0±0.7 ^f	4.4±0.5 ^g	5.0±0.7 ^{bcde}	5.2±0.9 ^{bcde}	4.5±0.5 ^{cde}	4.7±0.6 ^{efg}
3	40	0.1	40	5.8±0.9 ^{bcd}	5.7±0.8 ^{abcd}	5.5±0.7 ^{abcd}	6.2±0.7 ^a	5.2±0.8 ^{abc}	5.4±0.7 ^{bcde}
4	30	0.1	40	6.7±0.9 ^a	5.8±0.8 ^{ab}	5.6±0.8 ^{abc}	5.6±0.8 ^b	5.3±1.0 ^{ab}	5.8±0.8 ^{abc}
5	40	0.16	20	4.5±1.0 ^{ef}	5.0±0.9 ^{defg}	4.5±0.8 ^e	5.0±0.7 ^{bcde}	5.1±0.5 ^{abc}	4.7±0.8 ^{efg}
6	30	0.1	60	6.4±0.7 ^{ab}	5.7±1.0 ^{abc}	5.3±1.0 ^{abcd}	5.3±0.7 ^{bcd}	5.6±0.8 ^a	6.1±1.2 ^a
7	40	0.04	60	5.5±0.9 ^{cd}	4.9±0.7 ^{efg}	5.1±0.9 ^{bcde}	4.9±0.8 ^{cde}	4.2±0.9 ^e	5.2±0.8 ^{bcdef}
8	30	0.04	40	5.7±0.9 ^{bcd}	5.5±0.9 ^{abcde}	5.9±0.9 ^a	6.2±0.8 ^a	5.1±1.1 ^{abc}	5.1±0.7 ^{cdef}
9	20	0.04	20	4.2±1.1 ^f	4.4±0.7 ^g	4.8±0.8 ^{de}	4.7±0.9 ^{de}	4.1±1.1 ^e	4.8±0.8 ^{efg}
10	30	0.16	40	5.9±1.2 ^{bcd}	5.5±1.0 ^{abcdef}	5.2±0.7 ^{abcde}	5.5±0.9 ^{bc}	5.4±1.1 ^a	5.1±1.1 ^{def}
11	30	0.1	40	6.1±0.9 ^{abc}	5.7±0.8 ^{abc}	5.7±0.8 ^{ab}	5.2±0.9 ^{bcde}	5.1±0.8 ^{abc}	5.9±0.8 ^{ab}
12	40	0.16	60	5.1±0.6 ^{de}	5.1±0.7 ^{cdefg}	4.5±0.6 ^e	4.1±0.7 ^f	4.3±0.6 ^{de}	4.7±0.6 ^{fg}
13	20	0.16	60	4.2±0.9 ^f	5.2±0.9 ^{abcdef}	4.9±0.8 ^{cde}	5.0±0.5 ^{bcde}	4.9±0.7 ^{abcd}	5.5±0.6 ^{abcde}
14	20	0.1	40	5.3±1.3 ^d	5.9±0.9 ^a	5.2±0.7 ^{abcde}	5.0±0.7 ^{bcde}	5.1±0.7 ^{abc}	5.3±1.0 ^{bcdef}
15	40	0.04	20	4.0±0.9 ^f	4.9±0.8 ^{efg}	4.8±0.8 ^{de}	4.6±0.7 ^{ef}	4.9±0.6 ^{abcd}	5.1±0.6 ^{cdef}
16	30	0.1	20	5.9±1.1 ^{bcd}	5.1±0.6 ^{bcdef}	5.3±1.0 ^{abcd}	5.6±0.7 ^b	5.0±0.8 ^{abc}	5.6±0.7 ^{abcd}

¹⁾ All values are mean±S.D.

^{a~g} Different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

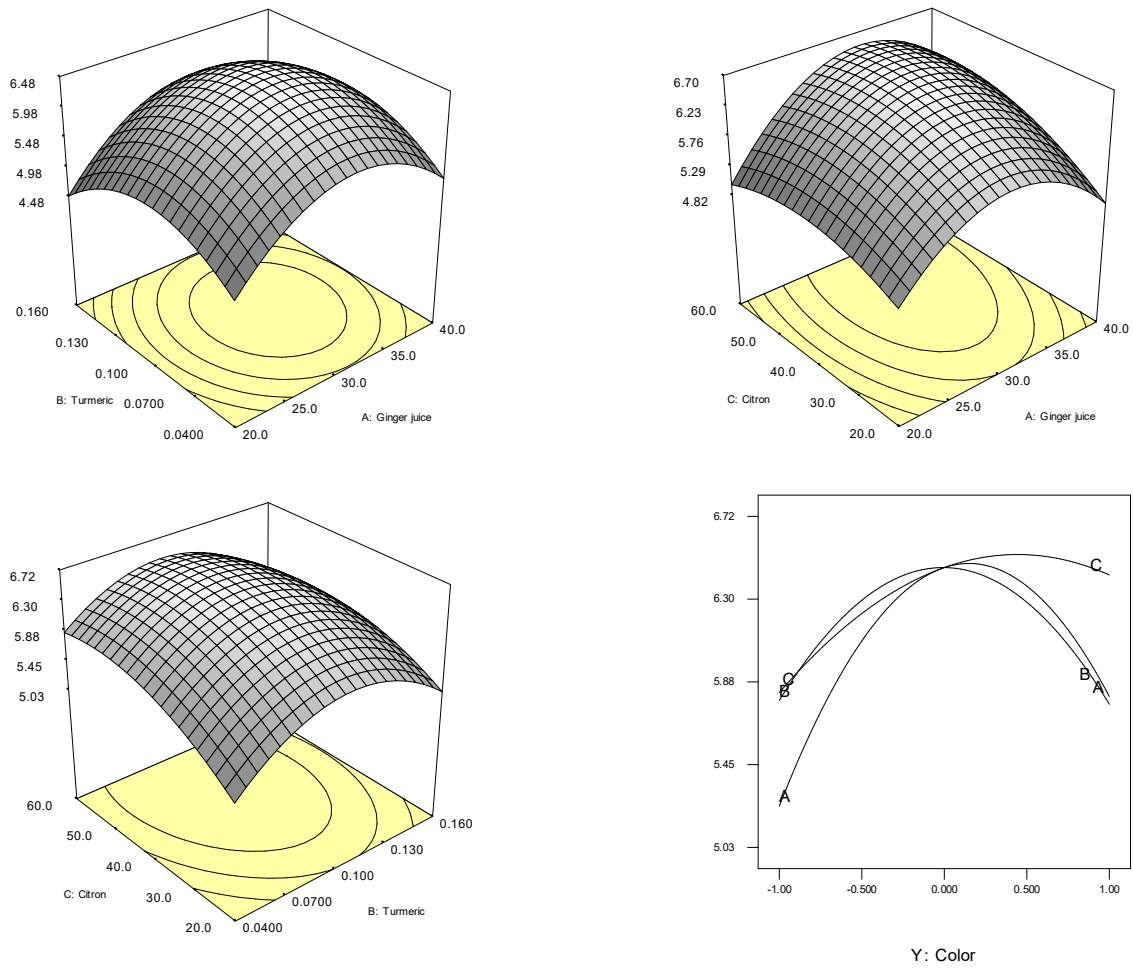


Fig. 7. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the color of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

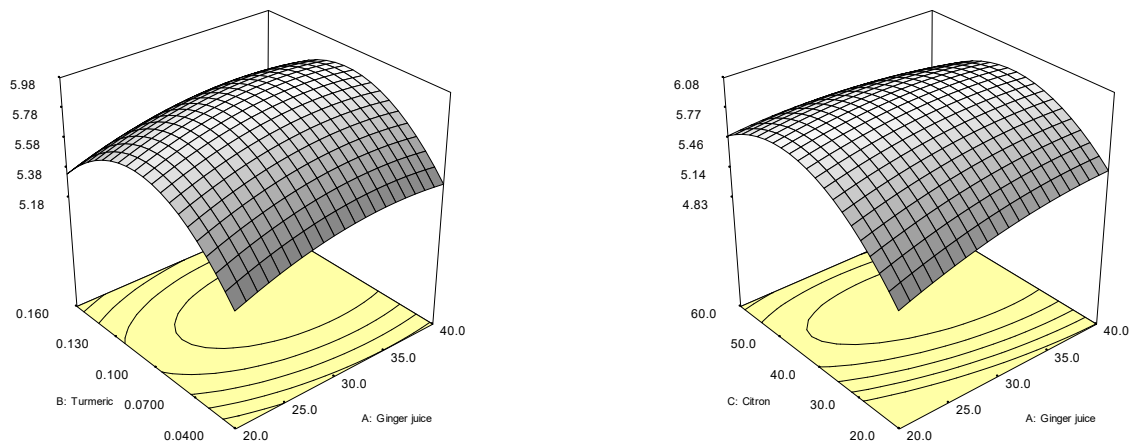


Fig. 8. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the taste of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

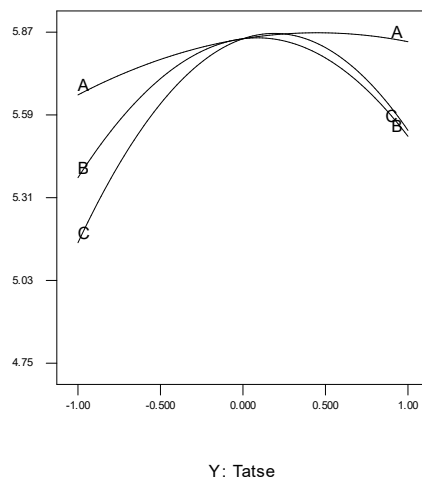
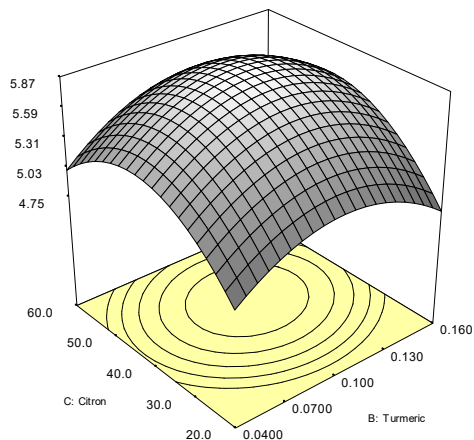


Fig. 8. Continued.

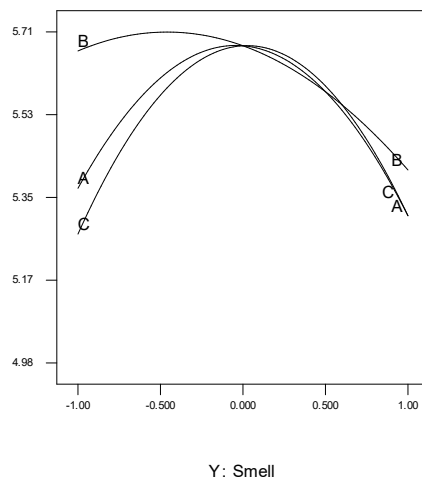
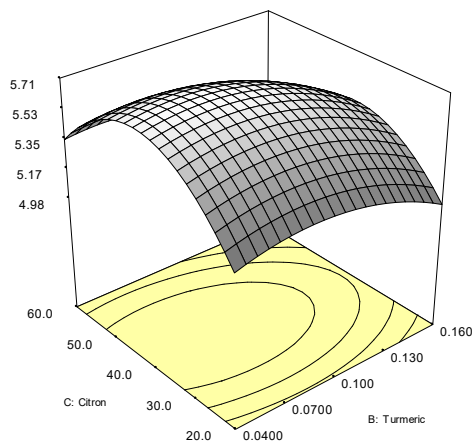
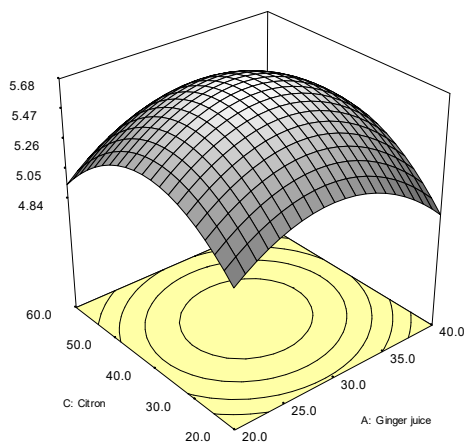
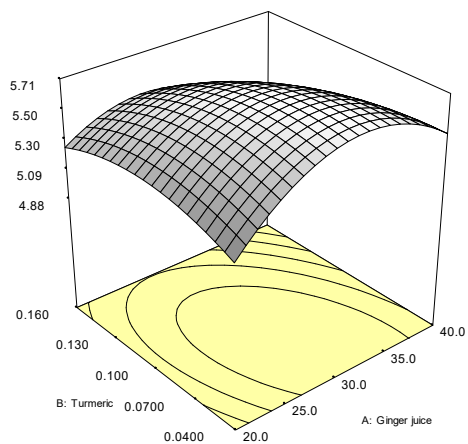


Fig. 9. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the smell of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

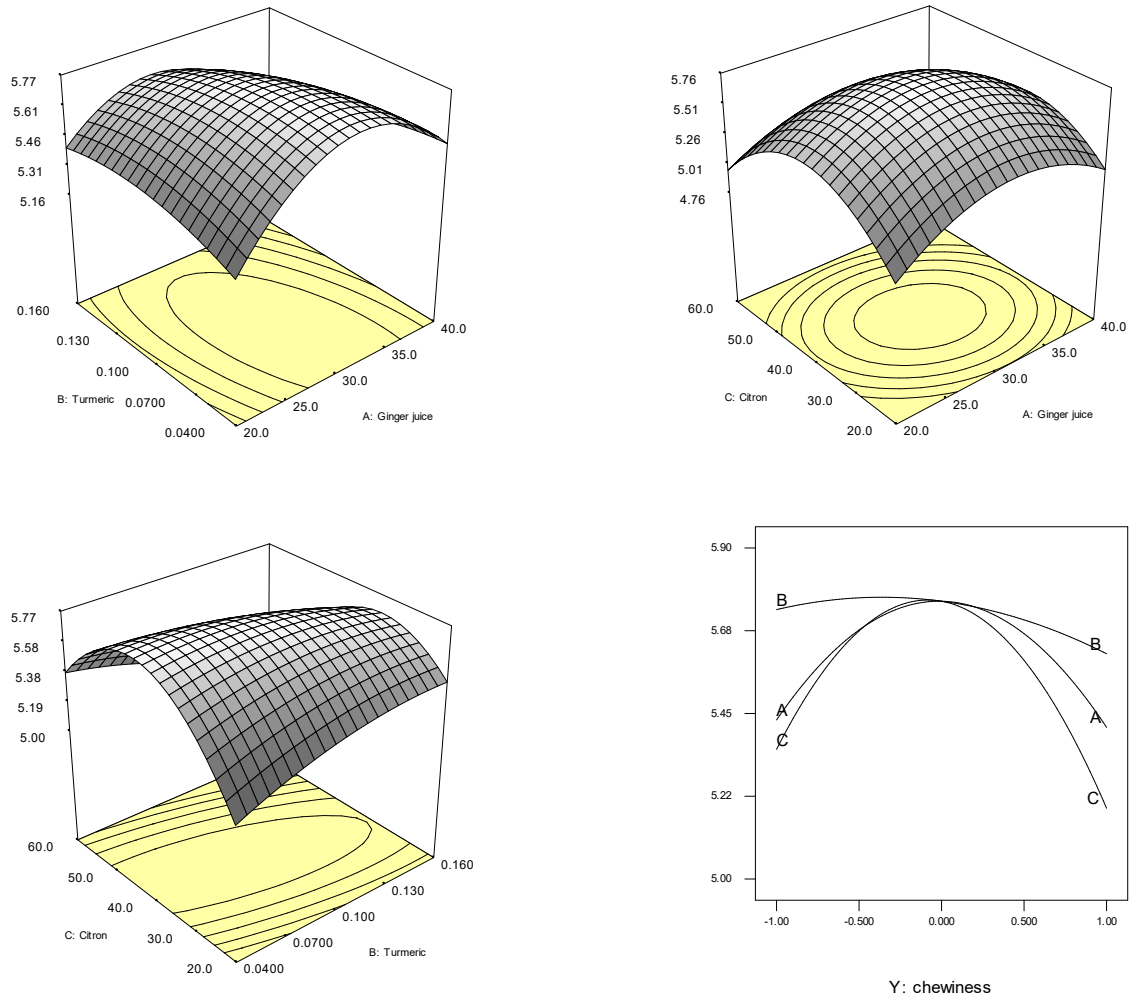


Fig. 10. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the chewiness of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

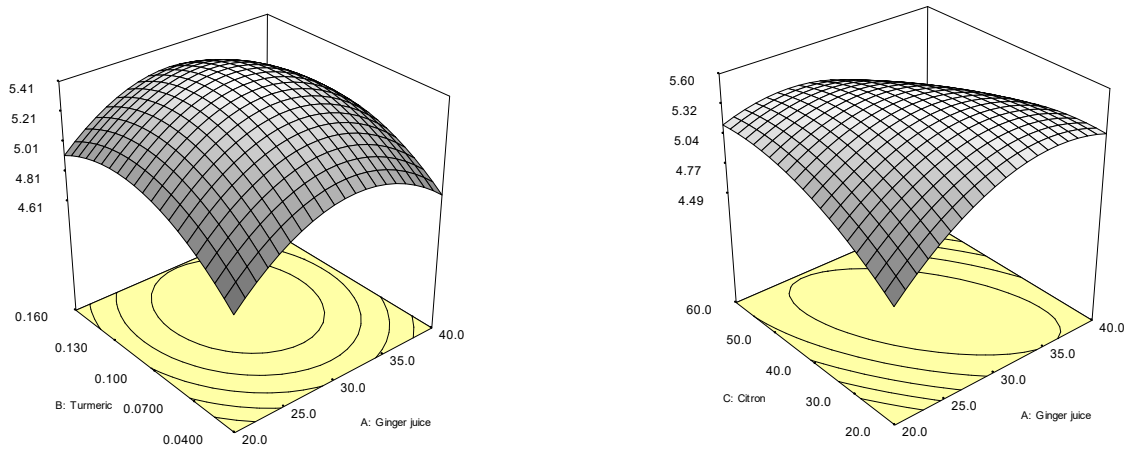


Fig. 11. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the adhesiveness of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

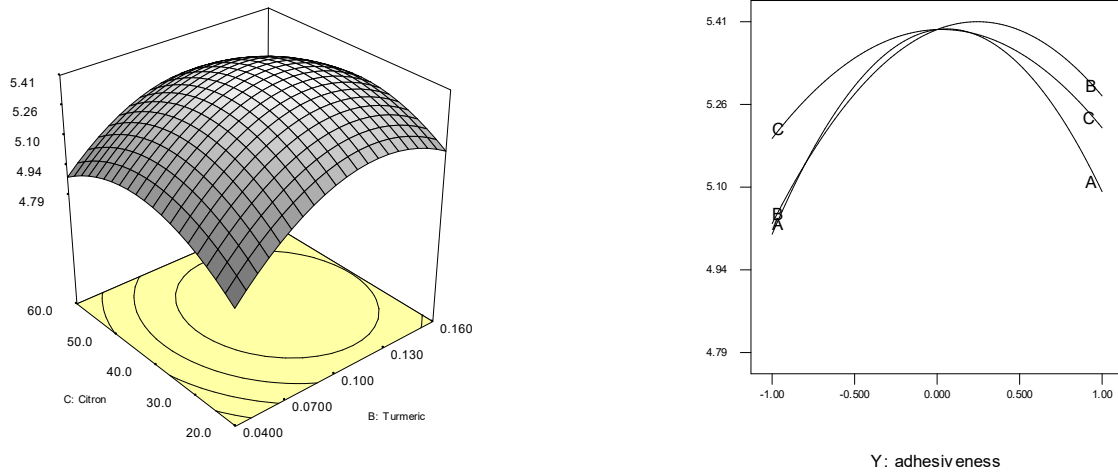


Fig. 11. Continued.

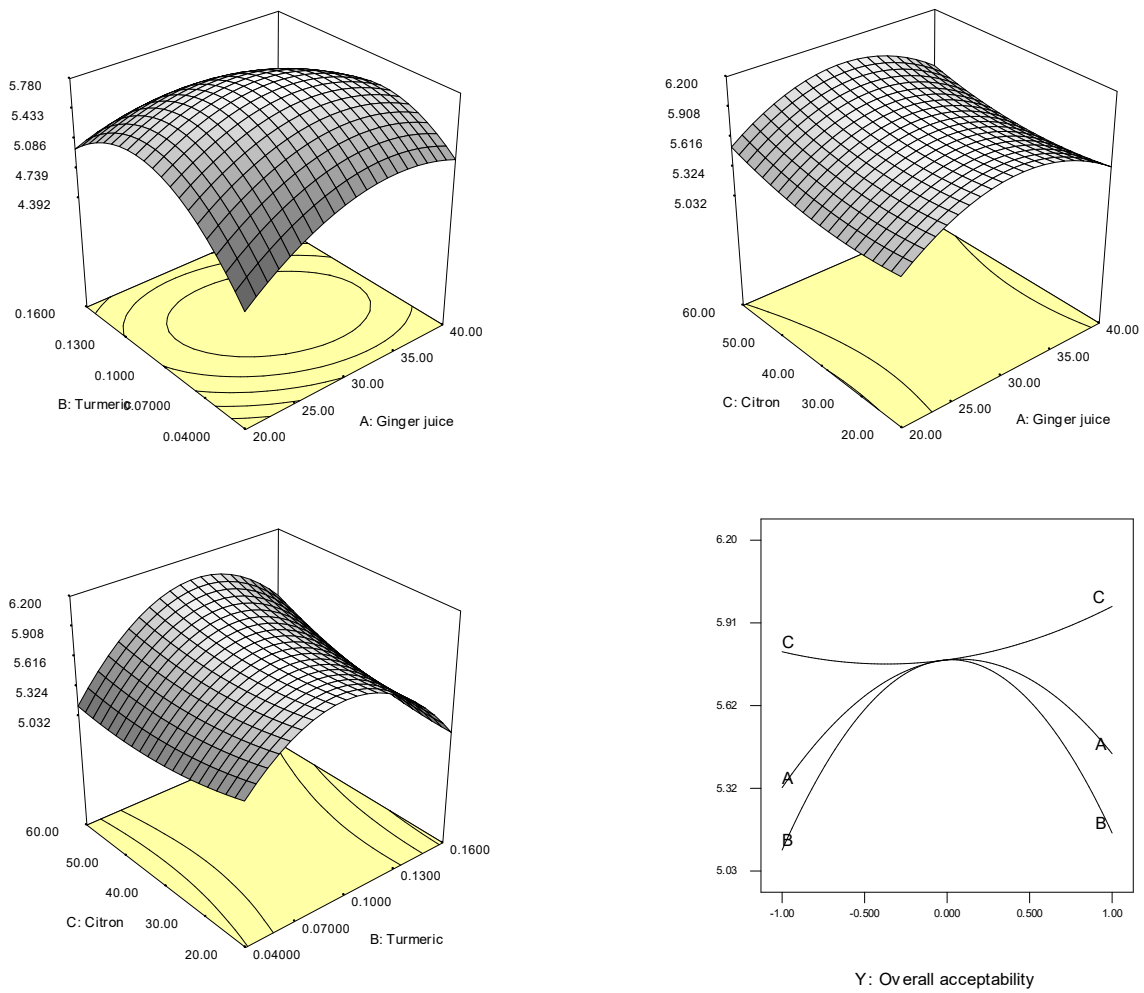


Fig. 12. Response surface and trace plot for the effect of ginger juice, turmeric, citron on the overall acceptability of radish *Jungkwa* containing ginger, turmeric, and citron.

유자는 범위 내에서 최적 조건을 설정하였다. 이 때의 종속 변수인 수분함량, pH, 산도, 당도, 색도(L, a, b), 조직감(경도, 부착성, 응집성, 겹성, 씹힘성)은 범위 내에서, total phenol content는 최댓값으로, DPPH radical 소거능과 hydroxyl radical 소거능은 최솟값으로, 관능평가 항목인 색, 맛, 향, 씹힘성, 부착성, 전반적인 기호도는 최댓값이 되도록 설정하여 모델화에 의해 결정된 반응식을 이용하여 수치점(numerical point)을 예측하였다. 예측된 최적값의 재료량은 생강 31.05%, 강황 0.10%, 유자 51.04%로 나타났다. 최적화의 다른 방법으로 혼합물의 성분의 모형을 이용한 모형적 최적화(graphical optimization)는 Fig. 13에 나타내었다. 각 반응 모형 그래프의 중첩되는 부분을 최적 범위로 정하였는데, 결정된 최적화점으로는 desirability가 0.836에 해당하는 생강 31.05%, 강황 0.10%, 유자 51.04%로 수치 최적화 점과 일치하였다.

요약 및 결론

본 연구는 무의 활용도를 높이고자 전통음식인 정과에 생리활성이 뛰어난 생강, 강황, 유자를 첨가한 무정과 제조의 최적 조건을 찾고자 첨가되는 재료 3종을 독립변수로, 첨가 수준을 3수준으로 하여 중심합성계획법에 따라 16종의 시료를 제조하고, 무정과와 품질특성과 관능특성을 종속변수로 하여 반응 표면 분석을 실시하였다. 수분함량은 생강 40%, 강황 0.04%, 유자 60% 첨가군에서 55.35%로 최댓값을 나타내었다($p < 0.05$). pH와 산도는 각각 3.40~3.67, 1.67~2.90%의 범위를 보였고, 당도는 생강 40%, 강황 0.04%, 유자 20% 첨가군에서 54 °Brix로 최솟값을, 생강 20%, 강황 0.04%, 유

자 60%의 첨가군에서 76 °Brix 최댓값을 나타내었다($p < 0.05$). 색도는 L값은 26.80~34.46, a값은 -0.22~4.63, b값은 15.97~21.44의 범위를 나타내었다. 반응 표면 분석에 의해 a값은 강황과 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 증가하였고, 생강의 첨가율이 증가할수록 값이 감소하였다. b값은 생강과 강황의 첨가율이 증가할수록 값이 증가하였고, 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 감소하였다. 조직감에서 생강, 강황, 유자의 첨가율에 따라 경도, 부착성, 응집성 값에는 영향을 미치지 않았으나, 겹성은 생강 20%, 강황 0.16%, 유자 60%의 조건에서 88.9로 최댓값을 나타내었고, 생강 20%, 강황의 첨가율이 같을 때, 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 증가하였다. Total phenol 함량, DPPH radical 소거능과 hydroxyl radical 소거능을 통하여 강황 첨가 무정과와 향산화 활성은 생강, 강황, 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 증가하였다. 관능적 특성은 색, 맛, 향, 씹힘성, 부착성, 전반적인 기호도의 모든 항목에서 생강, 강황, 유자의 첨가율이 증가할수록 값이 높아지다가 최댓값을 보인 후 감소하였다. 생강, 강황, 유자의 첨가 무정과의 반응 표면 분석을 통한 모형 그래프에 따른 유의적 차이는 pH와 a(redness)에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 기호도 측면에서는 색($p < 0.01$), 맛($p < 0.01$), 향($p < 0.05$), 부착성($p < 0.05$), 전체적인 기호도($p < 0.05$)에서 유의적 차이를 나타내었는데, 이는 이화학적 특성 검사에서 a값의 유의적 차이가 색에, pH가 맛에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 특히 생강, 강황, 유자 첨가량에 따라 향산화 활성의 결과도 유의적 차이를 나타내어 향산화성이 우수한 정과 제조시에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 이와 같은 결과를 중심합성계획법에 따라 반응 표면 분석을 실시한 결과, 생강 31.05%, 강황 0.10%, 유자 51.04% 조건이 기호도 측면에서도 우수하고, 향산화능이 뛰어난 무정과 제조의 최적 조건인 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 충남대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었음.

REFERENCES

- Aggarwal BB, Kumar A, Bharti AC (2003) Anticancer potential of curcumin: Preclinical and clinical studies. *Anticancer Res* 23(1/A): 363-398.
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 1141.
- Baek SY, Kim EJ, Li Fu Yi, Choi HJ, Kim MR (2017)

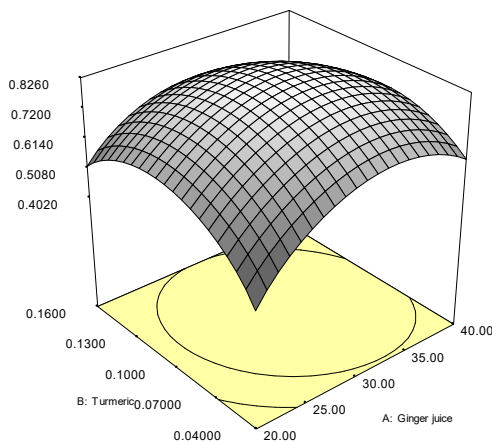


Fig. 13. Three-dimensional graph of the optimal processing region by desirability. citron=51.04% fixed.

- Physicochemical properties and antioxidant activities of Tetraploid 'Etteum' variety *Platycodon grandiflorum* *Jungkwa* substituted for sucrose with different sugar alcohols. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46(12): 1477-1485.
- Cho Y, Choi MY (2010) Quality characteristics of jelly containing added turmeric (*Curcuma long* L.) and beet (*Beta vulgaris* L.). *Korean J Food Cookery Sci* 26(4):481-489.
- Choi BO, Han ES, Choi SW, Im HB, Park SE, Kim DJ (2019) Supply and demand trends of leafy and root vegetable. Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea. pp 635-646.
- Dawczynski C, Schubert R, Jahreis G (2007) Amino acids, fatty acid, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chem* 103(3): 891-899.
- Derringer G, Suich R (1980) Simultaneous optimisation of several response variables. *J Quality Tech* 12(4): 214-219.
- Halliwell B (1989) Tell me about free radicals, doctor: A review. *J Royal Soc Med* 82(12): 747-752.
- Joe KR, Kim MR, Kim OS, Son JW, Song MR (2013) Food Materials Science. Powerbook, Goyang, Korea. pp 82-85.
- Joe SH, Chung RW, Choi YJ, Kim EM, Won SI, Cha GH, Kim HS, Lee HG (2008) An investigation on "Kwa-Jung": traditional Korean confectionery items, found in Korean literatures prior to the 17th Century. *Korean J Food Cookery Sci* 24(3): 312-324.
- Jung KA, Park CS (2013) Antioxidative and antimicrobial activities of juice from garlic, ginger, and onion. *Korean J Food Preserv* 20(1): 134-139.
- Kim EJ, Baek SY, Li FY, Choi HJ, Kim MR (2017) Physicochemical characteristics and antioxidant activities of 'Etteum' *Doraji Jungkwa* substituted sucrose with oligosaccharides. *Korean J Food Cookery Sci* 33(6): 625-635.
- Kim HA, Lee KH (2014) Quality characteristics of *Jungkwa* made with carrot, using different manufacturing methods. *J East Asian Soc Dietary Life* 24(2): 242-251.
- Kim KS (1999) Research trends on Korean foods and challenges for industrialization. SY-5 presented at the 45th Spring Meeting of the Korean Society of Food Science and Nutrition, Seoul, Korea.
- Kim MR, Song HN (2012) Food Thesaurus for Moderns. Gyomoon, Paju, Korea. p 197-199.
- Kim SJ, Lee G, Moh SH, Park J, Auh CK, Chung Y, Ryu TK, Lee TK (2013) Phenolic contents and antioxidant activities of six edible seaweeds. *J Korea Acad-Ind Cooperation Soc* 14(6): 3081-3088.
- Kwon HJ, Park CS (2009) Quality characteristics of bell-flower and lotus root *Jeonggwa* added Omija (*Schizandra chinensis* baillon) extract. *Korean J Food Preserv* 16(1): 53-59.
- Lee HG, Kim HJ (2001) Sensory and mechanical characteristics of wax gourd *Jungkwa* by different recipes. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17(4): 412-420.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Song MR, Kim MR (2009) Quality characteristics of ginseng *Jungkwa* and *Jungkwa* solution on *Jungkwa* process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(5): 587-593.
- Lee MH, Jeon SJ, Kim SK, Park HS, Choi YS (2011) The quality characteristics of *Curcuma longa* L. powder *Sulgitteok*. *Korean J Culinary Res* 17(5): 184-192.
- Lee SY, Jung HJ, Lee YE, Kim MR, Kim MR, Song HN (2009) Food Chemistry. Powerbook, Koyang, Korea. pp 49-55.
- Min SH, Hwang ES (2017) Quality characteristics and antioxidant activities of *Yaksik* containing various amount of turmeric (*Curcuma longa* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46(2): 177-184.
- Min YH, Kim JY, Park NY, Lee SH, Park GS (2007) Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with turmeric (*Curcuma aromatica* Salab). *Korean J Food Cookery Sci* 23(4): 502-510.
- National Institute of Agricultural Sciences (2016a) Korean food composition I. 9th revision. National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea. pp 120-121.
- National Institute of Agricultural Sciences (2016b) Korean food composition II. 9th revision. National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju, Korea. pp 120-121.
- Oh HI, Park HB, Ju MS, Jung SY, Oh MS (2010) Comparative study of anti-oxidant and anti-inflammatory activities between *Curcuma longa* radix and *Curcuma longa* Rhizoma. *Korean J Herbology* 25(1): 83-91.
- Paek JK, Kim JH, Yoon SJ (2006) Quality characteristics of ginseng *jungkwa* after different soaking times in sugar syrup. *Korean J Food Cook Sci* 22(6): 792-798.
- Park JE, Kim MJ, Jang MS (2009) Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of Chinese radish (*Raphanus sativus* L.) jam. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(2): 235-243.
- Park MH (2009) Study on the quality and preparation pro-

- cessing of jujube fruits *Jungkwa*. MS Thesis Daegu Haany University, Daegu, Korea. pp 1-36.
- Shin SM, Joung KH (2018) Quality characteristics of *Jeung-pyun* added with turmeric powder. J Korea Acad-Ind Coop Soc 19(1): 427-434.
- Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic 16(3): 144-158.
- Sung KC (2011) A study on the pharmaceutical & chemical characteristics and analysis of natural curcumin extract. J Korean Oil Chemists' Soc 28(4): 393-401.
- Yoo KM, Park JB, Seoung KS, Kim DY, Hawng IK (2005) Antioxidant activities and anticancer effects of yuza (*Cirtus jonos*). Food Sci Ind 38(4): 72-77.
- Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS (2006) Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. Korean J Food Sci Technol 38(1): 128-134.

Date Received	May 10, 2019
Date Revised	Jun. 10, 2019
Date Accepted	Jun. 17, 2019