

반응표면분석법을 이용한 자색고구마가루 첨가 타락죽의 제조조건 최적화

조유현¹ · 이린오² · 이지은³ · 노정옥^{4*}¹전북대학교 식품영양학과 석사과정, ²전북대학교 식품공학과 박사과정,³군장대학교 스마트농식품과 교수, ⁴전북대학교 식품영양학과 교수Optimization of *Tarakjuk* Prepared with Purple Sweet Potato Powder Using a Response Surface MethodologyYu Hyeon Jo¹, Rheeno Lee², Ji Eun Lee³ and Jeong Ok Rho^{4*}¹Master Student, Dept. of Food Science and Human Nutrition, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea²Doctoral Student, Dept. of Food Science and Technology, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea³Professor, Dept. of Smart Agri-Food, Kunjang University College, Kunsan 54045, Republic of Korea⁴Professor, Dept. of Food Science and Human Nutrition, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

ABSTRACT

This study determined the optimal mixture of purple sweet potato powder and rice flour for preparing *Tarakjuk*. The experiment was based on the central composite response surface methodology (RSM) design, and the independent variables were purple sweet potato powder and rice flour. The experimental data on the physicochemical properties and sensory evaluation were fitted to various models. Among the responses, the physicochemical properties of the moisture content ($p < 0.001$), pH ($p < 0.01$), viscosity ($p < 0.001$), L-value ($p < 0.001$), a-value ($p < 0.001$), b-value ($p < 0.001$), the sensory properties of taste ($p < 0.01$), mouthfeel ($p < 0.01$), and overall acceptability ($p < 0.01$) showed significant correlations according to the amounts of purple sweet potato powder and rice flour. The optimal formulation calculated using numerical and graphical methods was 20.01 g of purple sweet potato powder and 99.64 g of rice flour. In conclusion, this study contributes to meeting consumer preferences and enhancing Korean traditional porridge.

Key words: purple sweet potato powder, rice flour, *Tarakjuk*, response surface methodology

서 론

죽은 농경문화와 함께 시작된 최초의 곡물 요리로 밥류가 상용죽이 된 이후에는 대용죽, 별식, 구황식, 노인식 등의 역할을 하게 되었다(Kim GY 등 1998; Kim EM 등 2006). 죽은 조선시대의 요리책인 「규합총서」, 「증보산림경제」, 「간편조선요리제법」, 「임원경제지」 등에 조리법이 기록되어 있으며, 주재료인 곡물에 물을 첨가해 장시간 끓여 완전 소화시키는 유동식으로 그 종류가 매우 다양하다(Jang HJ & Lee HG 1989; Kang MY 1993; Kim SY 등 2021). June JH 등 (1998)의 죽에 대한 기호도 연구에 따르면 연령이 높을수록, 남성보다 여성의 죽에 대한 인지도가 높은 것으로 보고되었으며, 죽을 선호하는 이유는 섭취의 편리성, 소화의 용이성이었으며, 식사의 목적보다는 별미식, 치료식으로 죽을 섭취한다고 보고되었다. 또한, Kwak TK 등(2013)의 노년층의 고

령친화식품 개발 요구도 연구에서는 연령이 높아질수록 죽류 개발 요구도가 높다고 보고되었다. 이러한 사회적인 인식의 변화에 따라 최근에는 죽의 주재료인 곡물에 다양한 부재료를 첨가하여 맛, 영양, 기호도, 기능성 등을 높이는 방식으로 제조되고 있으며, 아침 대용식 또는 간편식으로써 레토르트, 통조림, 파우치형 등 다양한 형태로 상품화되어 판매되고 있다(Lee JO 등 2020).

타락죽은 쌀을 물에 담가 불린 후 분쇄하여 우유를 넣고 끓여내는 죽으로 「규합총서」에 제조법이 소개되어 있다. 「승정원일기」에 의하면 인조가 타락죽을 섭취한 것이 우리나라의 타락죽 첫 섭취 기록으로(Kim H 2008) 타락죽은 주로 왕실에서 섭취되는 음식이었으나, 질환을 가진 고위 대신과 특권계급층 등을 대상으로 하사하였다는 기록이 전해지고 있다(Lee HN 2023). Kim SY 등(2021)의 한국 전통죽의 영양학적 가치를 연구한 결과에 따르면 타락죽은 5대 영양소가 고르게 분포되어 있는 죽으로 그 자체로도 영양적 가치가 있는 식품으로 보였다. 타락죽의 주재료인 우유는 필수 아미노산

* Corresponding author : Jeong Ok Rho, Tel: +82-63-270-3821, Fax: +82-63-270-3854, E-mail: jorho@jbnu.ac.kr

이 고루 들어있는 주요 단백질 공급원으로, 비타민과 무기질도 다량 함유되어있는 식품이다(Pereira PC 2014). 실제 Moon HC 등(2017)의 연구에 따르면 우리나라의 40~64세 성인 중 일반 우유를 섭취하는 군이 우유 비섭취군보다 대사 증후군의 관련성이 낮은 것으로 보고되었다. 또한, Lee JO 등(2020)은 타락죽을 제조할 때 첨가된 우유가 향미와 포만감을 부여하여 죽의 선호도에 긍정적으로 영향을 준다고 하였다. 지금까지의 타락죽 관련 선행연구는 인삼(Shin KE 등 2009), 현미(Ahn JS 등 2013), 홍국쌀(Kim SH 등 2015), 초석잠 뿌리(Tae MH 등 2016), 차가버섯(Hwang SJ 2020), 연잎 분말(Lee JS & Lee SY 2021) 등의 기능성 부재료를 첨가한 연구들이 진행되었다.

고구마의 품종 중 하나인 자색고구마는 천연의 항산화제인 안토시아닌을 kg당 515~1,757 mg 수준으로 함유하고 있으며(Hwang ES & Kim SY 2022) 산화스트레스 감소, 시력 보호, 혈중지질과 인슐린 저항성에 긍정적인 영향을 미친다는 보고가 있으며, 색과 외관의 기호도를 향상시키는 천연색소로서의 기능도 탁월한 것으로 보고되었다(Lee JS 2012; Seo ES & Ryu GC 2012; Liu YN 등 2013; Jang HH 등 2014; Son WM 등 2015). 또한, 자색고구마는 단백질, 섬유질, 비타민, 무기질을 풍부하게 함유하고 있어 영양성을 고려한 제품 개발에 이용되고 있는데(Lee NR 2020), 자색고구마가루를 이용한 연구는 국수(Lee JS 2012), 머핀(Park GS 등 2012), 쿠키(Liu YN 등 2013), 죽(Lee SM 2013), 스펀지케이크(Kim JH & Lee KJ 2013), 잼(Kim YR 등 2015), 크림수프(Hwang ES & Kim SY 2022) 등이 있으나 자색고구마가루를 첨가한 타락죽에 관한 연구는 전무하다.

따라서 본 연구는 자색고구마가루와 멥쌀가루의 배합 비율을 달리하는 타락죽을 제조하여 품질 특성을 분석한 뒤, 반응표면분석법(RSM: response surface method)을 이용해 소비자의 기호도를 만족시킬 수 있는 자색고구마가루와 멥쌀가루의 최적 배합비를 산출하고자 한다. 이를 통해 소비자의 기호도를 충족하는 타락죽을 제조하고, 이후 식사대용식, 기호식 등의 다목적으로 이용할 수 있도록 하여 영양학적 가치를 가진 우리나라 전통죽의 품질개선과 발전에 기여하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에서 사용한 2023년 생산된 자색고구마를 이용한 자색고구마가루(Edentown F&b, Incheon, Korea)는 온라인 쇼핑몰을 통해 구입하였고, 2023년 생산된 멥쌀(Haenam, Korea)과 우유(Seoul Dairy Coop, Seoul, Korea), 소금(Chungjungone, Seoul, Korea)은 전주 시내 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 실험 계획

본 연구에서는 자색고구마가루를 첨가한 타락죽의 최적 배합 비율을 설정할 목적으로 Design Expert 11(State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA) Program을 사용하여 반응표면 분석법(response surface method; RSM)의 중심합성계획법(central composite design; CCD)에 따라 실험을 설계하였다. 독립변수는 자색고구마가루를 첨가한 타락죽의 품질에 영향을 미칠 수 있는 요인을 기준으로 하여 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)로 설정하였고, 독립변수의 표준화(code)는 $-a$, 1, 0, 1, $+a$ 의 다섯 단계로 사용하였다(Table 1). 독립변수 함량의 각 범위는 문헌연구(Lee SM 2013; Hwang SJ 2020)와 예비실험을 바탕으로, 자색고구마가루는 18~22 g, 멥쌀가루는 90~110 g으로 결정하였다. 설정된 범위는 중심합성계획법에 의하여 factorial point 4개, axial point 4개, central point 3개로, 총 11개의 실험점으로 설정하였으며, α 값은 1.414로 하였다. 자색고구마가루를 첨가한 타락죽의 재료 배합은 Table 2와 같다.

독립변수에 의한 품질변화를 알아보기 위해 종속변수는 품질 특성[수분(Y_1), pH(Y_2), 염도(Y_3), 당도(Y_4), 점도(Y_5), 명도(Y_6), 적색도(Y_7), 황색도(Y_8)]과 기호도 특성[외관(Y_9), 향(Y_{10}), 맛(Y_{11}), 색(Y_{12}), 목넘김(Y_{13}), 전반적 기호도(Y_{14})]으로 설정하였다.

3. 자색고구마가루 첨가 타락죽의 제조

시료인 멥쌀가루 제조를 위해 멥쌀을 5회 세척하여 실온에서 8시간 수침한 뒤, 체에 밭쳐 1시간 동안 물기를 제거하

Table 1. Coded independent variables used in RSM design for *Tarakjuk* prepared with purple sweet potato powder and rice flour

Independent variable	Symbol	Coded-variables				
		$-a$	-1	0	1	$+a$
Purple sweet potato powder (g)	X_1	17.17	18	20	22	22.83
Rice flour (g)	X_2	85.86	90	100	110	114.14

Table 2. Formulas for the manufacture of *Tarakjuk* prepared with different mixture ratio of purple sweet potato powder and rice flour

Sample No.	Variables ¹⁾		Water (g)	Milk (g)	Salt (g)
	X ₁ (g)	X ₂ (g)			
1	18 (-1)	90 (-1)	400	250	2
2	18 (-1)	110 (1)	400	250	2
3	22 (1)	90 (-1)	400	250	2
4	22 (1)	110 (1)	400	250	2
5	20 (0)	100 (0)	400	250	2
6	17.17 (- α)	100 (0)	400	250	2
7	22.83 (+ α)	100 (0)	400	250	2
8	20 (0)	85.86 (- α)	400	250	2
9	20 (0)	114.14 (+ α)	400	250	2
10	20 (0)	100 (0)	400	250	2
11	20 (0)	100 (0)	400	250	2

¹⁾ X₁: Purple sweet potato powder, X₂: Rice flour.

였다. 이후 식품분쇄기(Samwoeng Co., Pocheon, Korea)로 30초씩 2회 분쇄한 후 20 mesh 체를 통과시켜 멥쌀가루를 준비하였고, -20℃ 냉동고(FR-B502EH, Daewoo, Seoul, Korea)에 보관하면서 사용하였다. 자색고구마가루 첨가 타락죽의 제조는 Hwang SJ(2020)의 방법을 참고하였다. 자색고구마가루, 멥쌀가루, 물을 영김 없이 섞은 뒤 중불에서 저어가며 5분간 호화시킨 후 소금을 첨가하고 다시 약불에서 2분간 잘 저어가며 호화시킨다. 마지막으로 우유를 첨가하고 덩어리가 생기지 않도록 잘 저어가며 약불에서 5분간 더 가열하여 타락죽을 완성하였다.

4. 자색고구마가루 첨가 타락죽의 품질 특성

1) 수분함량 측정

자색고구마가루 첨가 타락죽의 수분은 시료 1 g을 취한 후 할로젠 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, OHAUS, Greifensee, Switzerland)를 사용해 측정하였고 실험은 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

2) pH 측정

자색고구마가루 첨가 타락죽의 pH는 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 균질화한 뒤 1시간 동안 침전시켜 상등액을 취하여 pH meter(pH-200L, ISTEK, Korea)로 측정하였다. 실험은 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

3) 당도 및 염도 측정

자색고구마가루 첨가 타락죽의 당도와 염도는 각각 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣어 균질화한 후 1시간 침전하여 취한 상등액으로, 당도는 당도계(PAL-1, ATAGO, Tokyo, Japan), 염도는 염도계(PAL-03S, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 실험은 각각 3회 반복하여 평균값을 구하였다.

4) 점도 측정

자색고구마가루 첨가 타락죽의 점도는 water bath를 이용해 60℃로 유지한 자색고구마가루 첨가 타락죽을 250 mL 취하여 점도계(DV1MLVTJ0, Brookfield, USA)를 이용해 Spindle No. 64를 사용하여 회전속도 60 rpm으로 60초간 작동시켜 측정하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

5) 색도 측정

자색고구마가루 첨가 타락죽의 색도는 색차계(CM-2600d Chroma Meter, Konika Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 각 시료의 색을 측정된 뒤 Hunter 체계의 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 지시하는 L, a, 및 b 값으로 나타내었다. 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었고, 이때 표준 백판(standard plate)의 L, a, b값은 93.71, 0.27, 2.28이었다.

5. 자색고구마가루 첨가 타락죽의 기호도 평가

1) 기호도 평가 요원 선별

자색고구마가루 첨가 타락죽의 기호도 평가자는 J대학교 대학생 및 대학원생으로 하였고, 그 중에서 식품의 맛에 관심을 가지고 있으며 기호도 평가 경험이 있는 재학생 35명을 평가 요원으로 모집하였다. 본 자색고구마가루 첨가 타락죽의 기호도 평가는 본 연구자가 소속된 대학교의 생명윤리위원회의 승인을 받았다(No. JBNU 2023-12-024-001).

2) 기호도 평가 내용

자색고구마가루 첨가 타락죽의 기호도 평가 전, 실험 목적과 평가 방법을 선정된 기호도 평가 요원에게 설명한 뒤, 총 11개의 자색고구마가루 첨가 타락죽의 기호도 평가를 실시하였다. 평가 항목은 총 6개의 특성으로 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 색(color), 목넘김(mouthfeel), 전반적 기호도(overall acceptability)로 정하였고, Likert 7점 척도법(1점: 매우 싫음, 4점: 보통, 7점: 매우 좋음)을 사용하여 평가하였다. 각 시료에 난수표에서 3자리수 번호를 무작위로 추출하여 번호를 부여하였다. 또한, 시료의 온도는 60℃로 유지하여 종이컵에 30 mL씩 담아 물과 함께 제공하였다. 기호도 평가 시료의 순서는 실험의 오차를 줄이기 위해 11개를 랜덤으로 제공하였고 평가 후 제공된 물로 입을 헹구어 다음 시료의 평가에 주는 영향을 최소화하도록 하였다.

6. 자색고구마가루 첨가 타락죽 제조의 최적화 분석

본 연구는 독립변수인 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)의 최적 배합 비율을 구하기 위해 Design Expert 11 Program(State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 각 독립변수의 최적 첨가량을 선정하였고, 지점 예측(point prediction)을 통해 각 종속변수의 예측값을 구하였다. Canonical 모형의 수치적 최적화는 목표 범위(goal area)를 독립변수인 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)를 실험범위 내(in range)로 설정하였다. 종속변수에서 품질 특성 중 점도(Y_5)를 최소(minimum)로, 기호도 평가[외관(Y_9), 향(Y_{10}), 맛(Y_{11}), 색(Y_{12}), 목넘김(Y_{13}), 전반적 기호도(Y_{14})] 항목 중 회귀방정식이 유의적인 항목의 점수를 최대(maximum)로 설정하고, 신뢰 수준 95% 구간에서 최적점을 구하였다. 제시된 최적점(solution) 중 가장 높은 적합도(desirability; D)를 나타내는 최적점을 채택하였다. 모형적 최적화는 종속변수의 범위를 설정하여 그 래프가 중첩되는 범위(overlay plot) 안에서 최적점을 나타내었다.

7. 통계 분석

모든 실험의 통계 분석은 IBM SPSS Statistics 25.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 실험 자료의 분석 및 최적화는 Design Expert 11 Program(State-Easy Inc., Minneapolis, MN, USA)을 이용하였다. 독립변수와 종속변수의 관계는 분산분석과 회귀분석을 통해 1차 선형효과, 2차 곡선효과 및 인자 간 교호작용을 보았으며, 독립변수에 대한 종속변수의 반응 표면 상태를 perturbation plot과 response surface plot으로 나타내었다. 분석결과 모델의 적합성은 F -Test를 통해 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 자색고구마가루 첨가 타락죽의 품질 특성

자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)의 첨가량을 달리하여 제조한 11개의 타락죽의 품질 특성 분석결과는 Table 3, 반응표면 회귀분석 결과는 Table 4, 반응표면 상태를 나타내는 perturbation plot과 response surface plot은 Fig. 1과 같다.

1) 수분

자색고구마가루 첨가 타락죽의 수분 측정결과, 80.59~83.41%의 범위이며, 최소값은 Sample 4(X_1 : 22 g, X_2 : 110 g), 최대값은 Sample 8(X_1 : 20 g, X_2 : 85.86 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 수분함량(Y_1)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 각각 작용하는 Linear Model로 나타났다. 회귀방정식 R^2 의 값은 0.8671, p -value는 0.00003으로 유의적인 결과를 보였으며, 적합결여 검정(lack of fit test)결과의 p -value는 0.8095로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면 상태 결과, 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2) 첨가량이 증가할수록 수분함량(Y_1)이 감소하는 경향을 보였으며, 수분함량에 미치는 영향은 자색고구마가루(X_1)보다 멥쌀가루(X_2)가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 쌀가루 첨가량이 증가할수록 수분함량이 유의적으로 감소한 결과를 보인 Lee CK & Yoon HH(2017)의 쌀가루 첨가량에 따른 호박죽 연구 결과와 동일한 결과이다.

2) pH

자색고구마가루 첨가 타락죽의 pH 측정결과, 7.07~7.16의 범위로 나타났다. 최소값은 Sample 10(X_1 : 20 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 1(X_1 : 18 g, X_2 : 90 g), Sample 9(X_1 : 20 g, X_2 : 114.14 g)에서 나타났다. 그러나 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 pH(Y_2)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수와 종속변수의 관계를 설명할 수 있는

Table 3. Quality characteristics of *Tarakjuk* prepared with different mixture ratio of purple sweet potato powder and rice flour at various conditions by RSM

Sample no.	Variables ¹⁾			Responses						
	X ₁ (g)	X ₂ (g)	Moisture content (%)	pH	Salinity (%)	Sugar content (°Brix)	Viscosity (cP)	Color		
								L	a	b
1	18	90	82.84± 0.34 ^{2)a3)}	7.16± 0.02 ^a	0.90± 0.10	1.03± 0.15	3,526.67± 50.33 ^d	47.04± 0.34 ^b	12.66± 0.11 ^b	-3.43± 0.01 ^{bc}
2	18	110	81.26± 0.16 ^{ede}	7.10± 0.01 ^{bc}	0.93± 0.06	1.23± 0.06	3,943.33± 80.21 ^{bc}	46.78± 0.22 ^b	12.17± 0.06 ^e	-2.89± 0.05 ^a
3	22	90	81.91± 0.72 ^{bc}	7.13± 0.04 ^{ab}	0.96± 0.06	1.07± 0.06	2,860.00± 121.66 ^c	44.57± 0.17 ^e	12.65± 0.62 ^b	-3.73± 0.04 ^e
4	22	110	80.59± 0.30 ^e	7.12± 0.01 ^b	0.83± 0.06	1.10± 0.10	3,726.67± 267.64 ^{cd}	44.42± 0.41 ^e	12.89± 0.90 ^a	-3.36± 0.02 ^b
5	20	100	81.67± 0.32 ^{cd}	7.14± 0.01 ^{ab}	1.00± 0.10	1.17± 0.06	3,753.33± 205.26 ^{bcd}	45.90± 0.13 ^c	12.92± 0.12 ^a	-3.57± 0.03 ^d
6	17.17	100	82.61± 0.02 ^{ab}	7.13± 0.02 ^{ab}	0.93± 0.06	1.23± 0.06	3,503.33± 212.21 ^d	48.12± 0.32 ^a	12.85± 0.13 ^a	-3.59± 0.03 ^d
7	22.83	100	81.41± 0.23 ^{cd}	7.12± 0.02 ^b	0.80± 0.00	1.10± 0.00	2,990.00± 10.00 ^c	43.85± 0.38 ^f	13.01± 0.10 ^a	-3.38± 0.04 ^b
8	20	85.86	83.35± 0.06 ^a	7.11± 0.01 ^b	1.03± 0.15	1.07± 0.06	2,180.00± 52.92 ^f	45.36± 0.20 ^d	12.33± 0.10 ^e	-3.86± 0.06 ^f
9	20	114.14	80.96± 0.21 ^{de}	7.16± 0.02 ^a	0.87± 0.06	1.23± 0.06	4,276.67± 147.42 ^a	45.34± 0.11 ^d	12.37± 0.22 ^e	-3.70± 0.06 ^e
10	20	100	82.04± 0.57 ^{bc}	7.07± 0.04 ^c	0.87± 0.06	1.13± 0.15	3,893.33± 94.52 ^{bc}	45.22± 0.14 ^d	12.17± 0.07 ^e	-3.48± 0.08 ^e
11	20	100	82.57± 0.88 ^{ab}	7.10± 0.03 ^{bc}	0.90± 0.10	1.13± 0.10	4,006.67± 23.09 ^b	45.31± 0.38 ^d	12.25± 0.93 ^c	-3.41± 0.06 ^{bc}
<i>F</i> -value			11.643 ^{***4)}	5.167 ^{**}	2.227	2.150	56.921 ^{***}	62.082 ^{***}	24.440 ^{***}	89.894 ^{***}

¹⁾ X₁: Purple sweet potato powder, X₂: Rice flour.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ a-f Values with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

적합한 모델이 나타나지 않았다. Hwang ES & Kim SY (2022)의 자색고구마가루 첨가량에 따른 크림수프 연구에서도 시료 간 pH의 차이가 통계적으로 유의하지 않은 것으로 보고되었는데 본 연구에서도 동일한 결과를 보였다. 다른 선행연구인 Choi EJ & Lee JH(2013)의 자색고구마 농축액을 첨가한 젤리의 pH 측정결과에서도 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았는데, 해당 연구에서는 자색고구마 농축액의 첨가량이 전체 증류수의 양에 비해 적기 때문에 pH에 영향을 주지 않은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 시료 간 자색고구마가루의 첨가량의 시료 간 차이가 작기 때문에 타락죽의 pH에 영향을 주지 않은 것으로 보인다.

3) 염도

자색고구마가루 첨가 타락죽의 염도 측정결과, 0.80~1.03%의 범위이며, 최소값은 Sample 7(X₁: 22.83 g, X₂: 100 g), 최대값은 Sample 8(X₁: 20 g, X₂: 85.86 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X₁)와 멥쌀가루(X₂)가 염도(Y₃)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 상호작용하는 2FI model이 선정되었다. 그러나 본 연구에서 R²값은 0.5553, *p*-value값은 0.1103으로 유의적이지 않기 때문에 자색고구마가루(X₁)와 멥쌀가루(X₂)의 첨가량은 염도에 영향을 미치지 않는 것으로 판단하였다.

Table 4. Analysis of predicted model equation for quality characteristics of *Tarakjuk* prepared with different mixture ratio of purple sweet potato powder and rice flour

Responses	Model	R^2	F -value	p -value	Lack of fit	Polynomial equation ¹⁾
Moisture content	Linear	0.8671	26.10 ^{***3)}	0.00003	0.8095	$Y_1=81.93-0.4121X_1-0.7850X_2$
pH	-	-	-	-	-	-
Salinity	2FI ²⁾	0.5553	2.91	0.1103	0.7518	$Y_3=0.9118-0.0267X_1-0.0420X_2-0.0425X_1X_2$
Sugar content	2FI	0.8478	13.00 ^{***}	0.00003	0.3130	$Y_4=1.14-0.0342X_1+0.0570X_2-0.0425X_1X_2$
Viscosity	Linear	0.6903	8.92 ^{**}	0.0092	0.0812	$X_5=3,514.55-201.16X_1+531.06X_2$
L	Quadratic	0.9816	53.48 ^{***}	0.00002	0.4313	$X_6=45.14-1.36X_1-0.0548X_2+0.0275X_1X_2+0.4296X_1^2+0.1121X_2^2$
a	Quadratic	0.6269	1.68	0.2914	0.9593	$X_7=12.45+0.1170X_1-0.0242X_2+0.1825X_1X_2+0.2298X_1^2-0.0602X_2^2$
b	Linear	0.25895	1.63	0.2548	0.0808	$X_8=-3.49-0.0591X_1+0.1420X_2$

¹⁾ X_1 : Purple sweet potato powder, X_2 : Rice flour.

²⁾ Two-factor interaction.

³⁾ ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

4) 당도

자색고구마가루 첨가 타락죽의 당도 측정결과, 1.03~1.23 °Brix의 범위였으며, 최소값은 Sample 1(X_1 : 18 g, X_2 : 90 g), 최대값은 Sample 2(X_1 : 18 g, X_2 : 110 g), Sample 6(X_1 : 17.17, X_2 : 100 g), Sample 9(X_1 : 80 g, X_2 : 114.14 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 당도(Y_4)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 상호작용하는 2FI Model이 선정되었으며 R^2 값은 0.8478, p -value는 0.00003으로 유의적인 결과를 나타냈다. 적합결여검정 결과는 p -value 0.3130으로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면 상태 결과, 자색고구마가루(X_1)의 첨가량이 증가할수록 당도(Y_4)가 감소하는 경향을 보였고, 멥쌀가루(X_2)는 첨가량이 증가할수록 당도(Y_4)가 증가하는 경향을 보였다. 따라서 자색고구마가루(X_1)보다 멥쌀가루(X_2)가 당도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 보인다. 이는 Kim SH 등(2015)의 홍국쌀 첨가 타락죽 연구에서 부재료 첨가량이 증가할수록 당도가 낮아지고, 쌀가루 첨가량이 증가할수록 당도가 높아지는 결과와 같은 결과이다. 즉, 부재료를 첨가한 죽의 당도는 쌀가루와 부재료의 당도 차이에서 기인하는 것으로 생각된다.

5) 점도

자색고구마가루 첨가 타락죽의 점도 측정결과, 2,180.00~4,276.37 cP의 범위였으며, 최소값은 Sample 8(X_1 : 20 g, X_2 : 85.86 g), 최대값은 Sample 9(X_1 : 20 g, X_2 : 114.14 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 점도(Y_5)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 각각 작

용하는 Linear Model이 선정되었으며 R^2 값은 0.6903, p -value는 0.0092로 유의적인 결과를 나타냈고, 적합결여검정 결과는 p -value가 0.0812로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면 상태 결과, 자색고구마가루(X_1)의 첨가량이 증가할수록 점도(Y_5)가 감소하였고, 멥쌀가루(X_2) 첨가량이 증가할수록 점도(Y_5)가 증가하는 경향을 보였다. 즉, 점도(Y_5)에 미치는 영향은 자색고구마가루(X_1)보다 멥쌀가루(X_2)가 더 큰 것으로 판단된다. Hwang SJ(2020)의 차가버섯 첨가 타락죽 연구에서는 죽의 점도가 전분의 호화, 부재료의 종류, 조리 시간, 온도, 수분 첨가 등에 영향을 받는다고 판단하여 주재료와 부재료의 첨가량을 제외한 요인을 고정하여 실험을 진행하였다. 본 연구에서도 타락죽의 점도 측정 결과, 부재료인 자색고구마가루의 첨가량이 증가할 때 주재료인 쌀가루 첨가량이 감소하였기 때문에 첨가한 부재료가 타락죽의 점도에 영향을 미친 것으로 보인다. 본 연구에서도 선행연구와 마찬가지로 자색고구마가루 첨가 타락죽의 점도에 영향을 줄 수 있는 조리시간, 온도, 수분 첨가량을 고정하였다. 따라서 본 연구에서 타락죽의 점도는 자색고구마가루와 멥쌀가루 첨가량의 차이에 영향을 받은 것으로 판단된다. 이는 Tae MH 등(2016)의 초석잠 뿌리 분말을 첨가한 타락죽 연구에서 초석잠 뿌리 분말의 첨가량이 증가할수록 점도가 낮아진 결과와 같은 결과이다.

6) 색도

자색고구마가루 첨가 타락죽의 색도 측정결과에서 명도(L)는 43.85~48.12, 적색도(a)는 12.17~13.01, 황색도(b)는

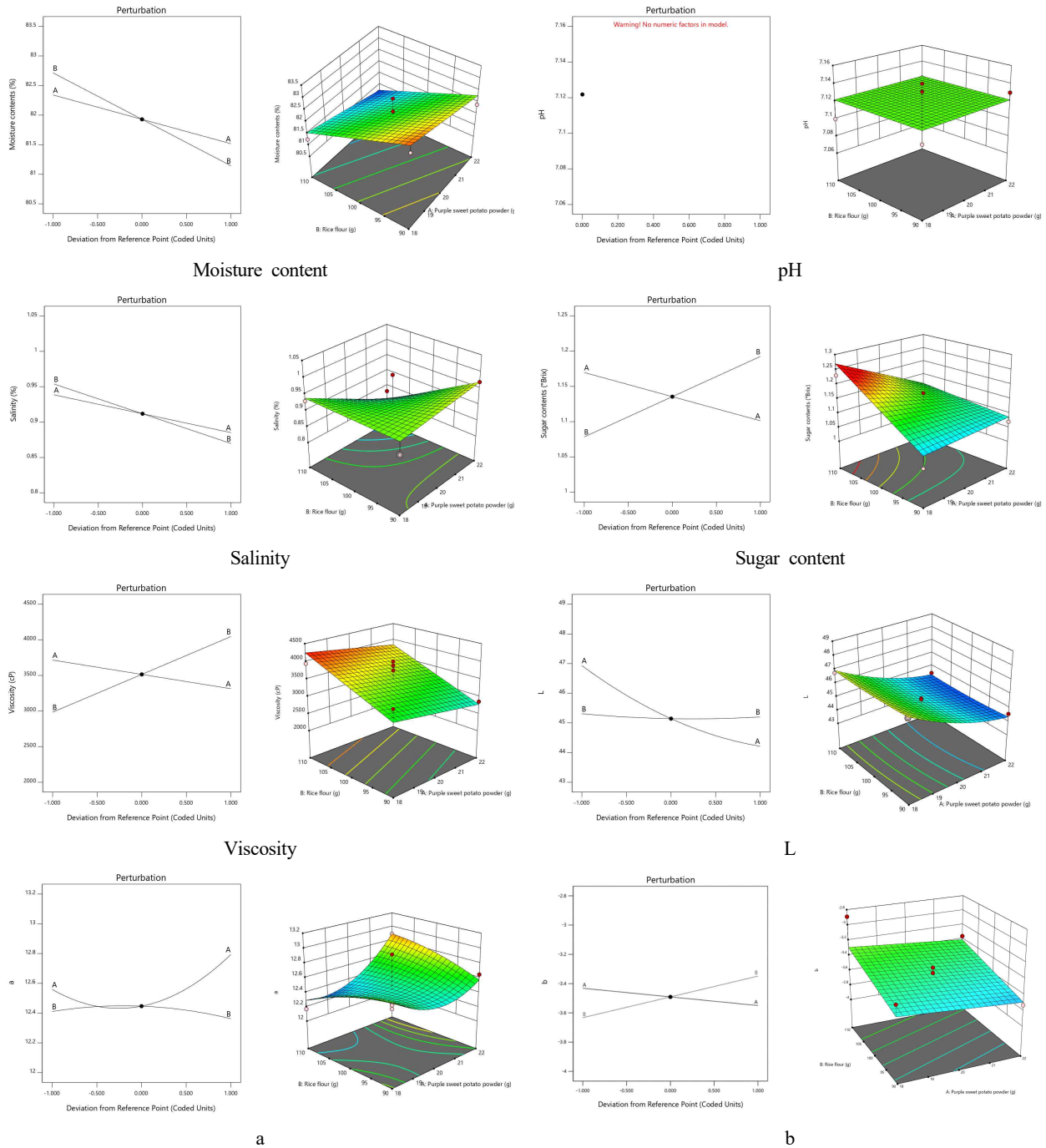


Fig. 1. Perturbation plot and response surface plot for quality characteristics of *Tarakjuk* prepared with different mixture ratio of purple sweet potato powder (A) and rice flour (B).

-3.86 ~ -2.89의 범위로 나타났다. 명도(L)의 최소값은 Sample 7(X_1 : 22.83 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 6(X_1 : 17.17 g, X_2 : 100 g)에서 나타났으며, 적색도(a)의 최소값은 Sample 2(X_1 : 18 g, X_2 : 110 g), Sample 10(X_1 : 20 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 7(X_1 : 22.83 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다.

황색도(b)의 최소값은 Sample 8(X_1 : 20 g, X_2 : 85.86 g), 최대값은 Sample 2(X_1 : 18 g, X_2 : 110 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)과 멥쌀가루(X_2)가 색도에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 명도(Y_6)와 적색도(Y_7)는 독립변수가 교호 작용하는 Quadratic Model이 선정되었고, 황색도(Y_8)는 독립

변수가 각각 작용하는 Linear Model이 선정되었다. 명도(Y_6), 적색도(Y_7), 황색도(Y_8)의 R^2 값은 각각 0.9816, 0.6269, 0.25895이었고, p -value는 각각 0.00002, 0.2914, 0.2548로 명도(Y_7)에서 유의적인 차이를 나타내었다. 명도(Y_7)의 적합결여검정 결과, p -value는 0.4313으로 나타나 적합성이 인정되었다. 반응표면 상태 결과, 명도(Y_6)는 자색고구마가루(X_1)의 첨가량이 증가할수록 낮아져 어두운 색을 나타내는 경향을 보였으며, 멥쌀가루(X_2)의 첨가량이 증가할 때는 감소하다가 다시 증가하는 결과를 나타내었다. 이때 멥쌀가루(X_2)보다 자색고구마가루(X_1)가 명도(Y_7)에 미치는 영향이 더 큰 것으로 보인다. 이는 Liu YN 등(2013)의 자색고구마가루 첨가 쿠키 연구에서 자색고구마가루 첨가량이 증가할수록 명도가 낮아졌다는 결과와 동일한 결과이다. 본 연구에서 적색도(Y_7)는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 자색고구마가루(X_1) 첨가량이 증가할 때 적색도가 감소하였다가 일정량 이상에서 급격히 올라가는 경향을 보였으며, 멥쌀가루(X_2)의 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가하였다가 감소하는 결과를 보였다. 적색도에 미치는 영향은 멥쌀가루(X_2)보다 자색고구마가루(X_1)가 더 큰 것으로 보인다. 황색도(X_8)도 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 자색고구마가루(X_1)의 첨가

량이 증가할수록 황색도(X_8)가 감소하였고, 멥쌀가루(X_2) 첨가량이 증가할수록 황색도가 높아지는 경향을 보였으며 자색고구마가루(X_1)보다 멥쌀가루(X_2)가 황색도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

2. 자색고구마가루 첨가 타락죽의 기호도 검사

자색고구마가루 첨가 타락죽의 기호도 검사 결과는 Table 5, 반응표면 회귀분석 결과는 Table 6, 반응표면 상태를 나타내는 perturbation plot과 response surface plot은 Fig. 2와 같다.

1) 외관

자색고구마가루 첨가 타락죽의 색에 대한 기호도는 5.26~6.11점의 범위이며, 최소값은 Sample 3(X_1 : 22 g, X_2 : 90 g), 최대값은 Sample 11(X_1 : 20 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 외관(Y_9)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 나타났다. R^2 값은 0.7497이었으나 p -value는 0.1269로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 반응표면 상태 결과, 외관(Y_9)에 대한 기호도는 자색고구마가루(X_1)와

Table 5. Sensory evaluation of Tarakjuk prepared with different mixture ratio of purple sweet potato powder and rice flour at various conditions by RSM

Sample no.	Variables ¹⁾		Responses					
	X_1 (g)	X_2 (g)	Appearance	Flavor	Taste	Color	Mouthfeel	Overall acceptability
1	18	90	5.42±1.02 ²⁾	5.32±0.75	4.79±0.92 ^{b3)}	5.42±1.12	5.79±1.18 ^{abc}	5.42±1.22 ^{bc}
2	18	110	5.63±0.90	5.42±0.90	5.05±1.08 ^b	5.68±1.06	5.37±1.07 ^{abc}	5.21±0.92 ^c
3	22	90	5.26±0.81	5.68±0.89	5.26±0.99 ^{ab}	5.53±0.96	5.21±1.03 ^c	5.16±1.02 ^c
4	22	110	5.42±0.84	5.47±0.77	5.05±0.85 ^b	5.47±0.91	5.32±1.00 ^{bc}	5.05±0.97 ^c
5	20	100	5.74±0.93	5.68±0.75	5.47±0.96 ^{ab}	5.84±0.90	6.00±0.82 ^{ab}	5.74±0.99 ^{abc}
6	17.17	100	5.32±0.75	5.68±0.95	5.47±1.02 ^{ab}	5.68±0.89	5.16±1.07 ^c	5.42±1.07 ^{bc}
7	22.83	100	5.37±1.26	5.37±0.90	4.95±0.97 ^b	5.21±1.13	5.47±1.12 ^{abc}	5.16±0.90 ^c
8	20	85.86	5.53±0.70	5.74±1.04	5.11±0.97 ^b	5.37±0.90	5.21±0.98 ^c	5.37±0.90 ^{bc}
9	20	114.14	5.58±0.84	5.42±0.90	4.89±0.81 ^b	5.32±0.95	5.16±0.96 ^c	5.42±0.96 ^{bc}
10	20	100	5.68±1.06	5.74±0.87	5.89±1.15 ^a	6.05±1.13	6.05±0.78 ^a	6.16±0.77 ^{ab}
11	20	100	6.11±0.99	6.00±0.82	5.84±1.21 ^a	5.95±0.91	6.05±0.78 ^a	6.05±0.78 ^a
<i>F</i> -value			1.261	1.084	2.663 ^{**4)}	1.427	2.701 ^{**}	2.756 ^{**}

¹⁾ X_1 : Purple sweet potato powder, X_2 : Rice flour.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ a~c Values with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ ** $p < 0.01$.

Table 6. Analysis of predicted model equation for sensory evaluation of *Tarakjuk* prepared with different mixture ratio of purple sweet potato powder and rice flour

Responses	Model	R ²	F-value	p-value	Lack of fit	Polynomial equation ¹⁾
Appearance	Quadratic	0.7497	2.99	0.1269	0.8753	$Y_9=5.84-0.0374X_1+0.0551X_2-0.0125X_1X_2-0.2535X_1^2-0.1485X_2^2$
Flavor	Quadratic	0.5931	1.46	0.3447	0.4517	$Y_{10}=5.81-0.0036X_1-0.0703X_2-0.0775X_1X_2-0.1608X_1^2-0.1333X_2^2$
Taste	Quadratic	0.7746	3.44	0.1009	0.4602	$Y_{11}=5.73-0.0332X_1-0.0326X_2-0.1175X_1X_2-0.2785X_1^2-0.3835X_2^2$
Color	Quadratic	0.8568	5.98 ²⁾	0.0359	0.2984	$Y_{12}=5.95-0.0956X_1+0.0162X_2-0.0800X_1X_2-0.2183X_1^2-0.2683X_2^2$
Mouthfeel	Quadratic	0.8472	5.54 [*]	0.0417	0.0679	$Y_{13}=6.03-0.0239X_1-0.0476X_2+0.1325X_1X_2-0.3160X_1^2-0.3810X_2^2$
Overall acceptability	Quadratic	0.8819	7.47 [*]	0.0228	0.9326	$Y_{14}=6.32-0.0985X_1-0.0312X_2+0.0250X_1X_2-0.5465X_1^2-0.4940X_2^2$

¹⁾ X₁: Purple sweet potato powder, X₂: Rice flour.

²⁾ * p<0.05.

멥쌀가루(X₂)를 첨가할수록 완만하게 증가하다 자색고구마가루 20 g, 멥쌀가루 100 g 이상을 첨가했을 때 완만하게 감소하는 곡선의 형태를 보였다. 자색고구마가루(X₁)보다 멥쌀가루(X₂)가 외관에 미치는 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 이는 Shin KE 등(2009)의 인삼을 첨가한 타락죽 연구에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 외관의 기호도가 증가하였으나, 부재료의 양을 최대로 첨가한 시료에서는 외관의 기호도가 감소한 결과와 같은 결과이다. Tae MH 등(2016)의 초석잠뿌리 분말 첨가 타락죽 연구에서는 부재료를 첨가하지 않은 시료보다 부재료를 첨가한 시료의 외관 기호도가 높았으나, 첨가량이 증가할수록 기호도가 감소하는 결과를 보였는데, 연구자들은 색도의 변화로 인한 외관의 기호도의 변화로 보았다. 본 연구에서도 마찬가지로 자색고구마가루 첨가 타락죽의 외관 기호도는 색도의 영향을 받았을 것으로 생각되며, 자색고구마가루(X₁) 20 g, 멥쌀가루(X₂) 100 g을 첨가할 때의 타락죽의 색도가 외관 기호도에 긍정적인 영향 미치는 것으로 보인다.

2) 향

자색고구마가루 첨가 타락죽의 향에 대한 기호도는 5.32 ~6.00점의 범위이며, 최소값은 Sample 1(X₁: 18 g, X₂: 90 g), 최대값은 Sample 11(X₁: 20 g, X₂: 100 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X₁)와 멥쌀가루(X₂)가 향(Y₁₀)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. 그러나 R²값 0.5931, p-value 0.3447로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 반응표면 상태 결과, 향

(Y₁₀)에 대한 기호도는 자색고구마가루(X₁)와 멥쌀가루(X₂)를 첨가할수록 완만하게 증가하다 최고점을 지나면서 완만하게 감소하는 곡선의 형태를 보였다. 자색고구마가루(X₁)보다 멥쌀가루(X₂)가 향에 미치는 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 선행연구인 Lee JS(2012)의 자색고구마가루 첨가 국수 연구에서는 자색고구마가루 첨가량이 증가할수록 향에 대한 기호도가 증가하였으나, 자색고구마가루 첨가량이 가장 높은 시료에서는 향에 대한 기호도가 낮았는데 이는 너무 많은 양의 자색고구마가루를 첨가할 경우 향에 부정적인 영향을 주는 것으로 보인다. 본 연구에서는 자색고구마가루(X₁)가 20 g 이상 첨가되었을 때 향에 대한 기호도가 감소한 결과를 나타내었다. 따라서 자색고구마가루 첨가는 향 기호도에 긍정적인 영향을 주지만 과도한 양을 첨가하였을 때는 기호도를 낮추기 때문에 첨가량을 조절하는 것이 중요하겠다.

3) 맛

자색고구마가루 첨가 타락죽의 맛에 대한 기호도는 4.79 ~5.89점의 범위이며, 최소값은 Sample 1(X₁: 18 g, X₂: 90 g), 최대값은 Sample 10(X₁: 20 g, X₂: 100 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X₁)와 멥쌀가루(X₂)가 맛(Y₁₁)에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었으나 R²값이 0.7746, p-value 값은 0.1009로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 반응표면 상태 결과, 맛(Y₁₁)에 대한 기호도는 자색고구마가루(X₁)와 멥쌀가루(X₂)를 첨가할수록 완만하게 증가하다 최고점 이후 완만하게 감소하는 곡선의 형태를 보였으며 자색고구마가루(X₁)가

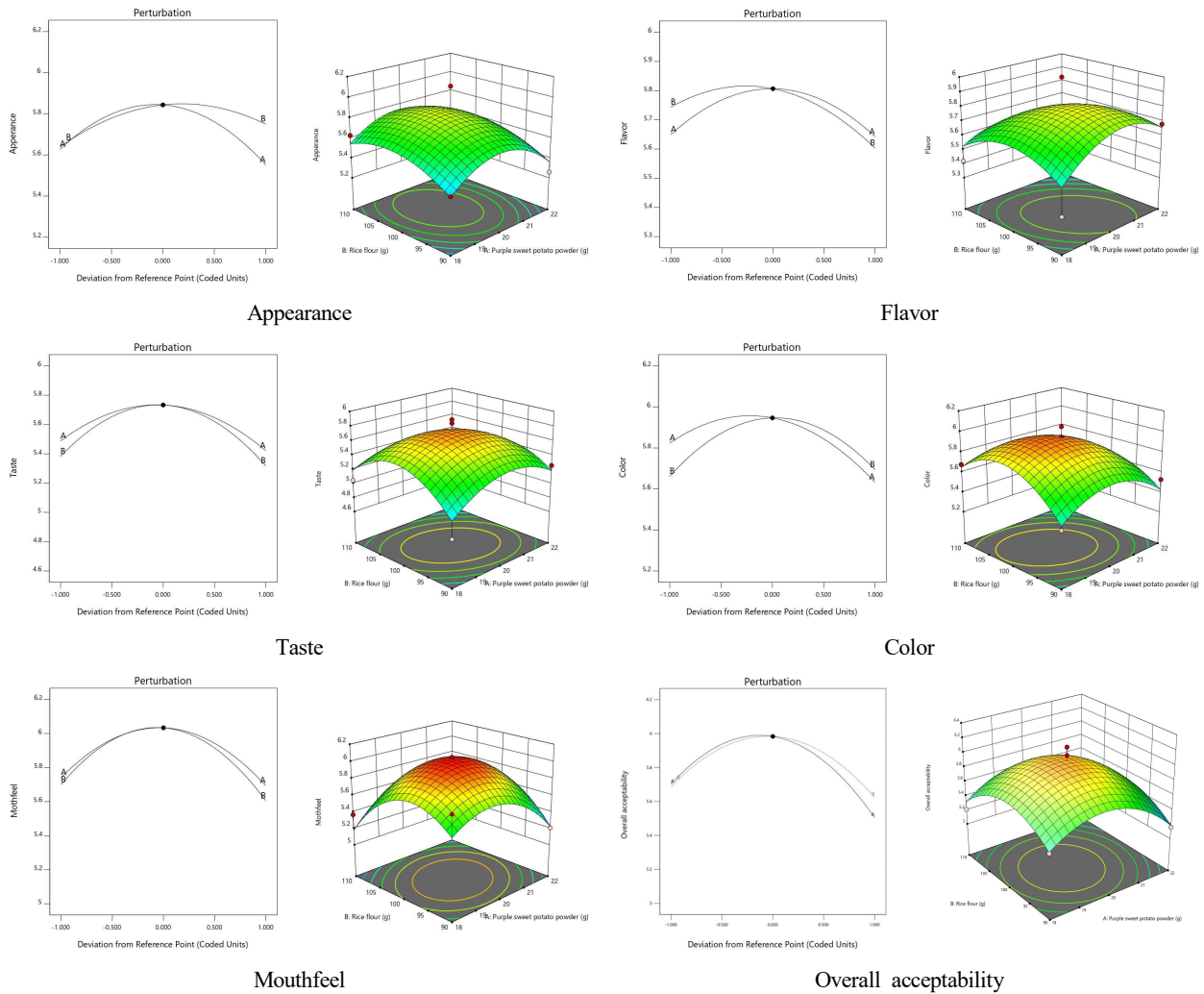


Fig. 2. Perturbation plot and response surface plot for sensory evaluation of *Tarakjuk* prepared with different mixture ratio of purple sweet potato powder (A) and rice flour (B).

멥쌀가루(X_2)보다 타락죽의 맛(Y_{11})에 영향을 더 크게 주는 것으로 나타났다. 이는 Lee JS(2012)의 자색고구마가루 첨가 국수 연구의 맛 기호도 평가에서 자색고구마가루 첨가량이 증가할수록 맛의 기호도가 상승하다가 일정량 이상에서 기호도가 떨어졌던 결과와 동일한 결과이다.

4) 색

자색고구마가루 첨가 타락죽의 색에 대한 기호도는 5.21 ~ 6.05점의 범위이며, 최소값은 Sample 8(X_1 : 20 g, X_2 : 85.86 g), 최대값은 Sample 10(X_1 : 20 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 색(Y_{12})에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. R^2 값은 0.8568로 높은 설명력을 보였으며, p -value가 0.0359로 유의적인 결과를 나타내

었고, 적합결여검정 결과, p -value가 0.2984로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면 상대 결과, 색(Y_{12})에 대한 기호도는 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2) 첨가량이 증가할수록 완만하게 증가하다 최고점 이후 감소하는 곡선의 형태를 보였으며, 색(Y_{12})에 대한 기호도는 멥쌀가루(X_2)보다 자색고구마가루(X_1)가 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 Choi EJ & Lee JH(2013)의 자색고구마농축액 첨가 젤리 연구에서 자색고구마 농축액의 첨가량이 증가할수록 색에 대한 기호도가 상승하였으나 일정 수준 이상으로 첨가 되었을 때 색에 대한 기호도가 감소하는 결과와 동일한 결과이다.

5) 목넘김

자색고구마가루 첨가 타락죽의 목넘김 대한 기호도는

5.16~6.05점의 범위이며, 최소값은 Sample 6(X_1 : 17.17 g, X_2 : 100 g), Sample 9(X_1 : 20 g, X_2 : 114.14 g), 최대값은 Sample 10,11(X_1 : 20 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 목넘김(Y_{13})에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. R^2 값은 0.8472로 높은 설명력을 보였고 p -value가 0.0417로 유의적인 차이를 나타내었다. 적합결여검정 결과, p -value가 0.0679로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면 상태 결과, 목넘김(Y_{13})에 대한 기호도는 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)의 첨가량이 증가할수록 완만하게 증가하다가 최고점 이후 완만하게 감소하는 곡선의 형태를 보였고, 자색고구마가루(X_1)보다 멥쌀가루(X_2)가 목넘김(Y_{13})에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. Ko SH & Jeong HC(2020)의 연자육 분말 첨가 죽 연구에서는 부재료의 첨가로 인해 멥쌀가루 첨가량의 비율이 낮아질수록 목넘김에 대한 기호도가 증가하다가 일정 수준 이상부터는 기호도가 감소하는 결과를 나타냈다. Lee JO 등(2020)의 죽의 기호도 연구에 따르면 무겁고 텁텁한 목넘김은 죽의 기호도에 부정적인 영향을 주는 것으로 보고하였다. 선행연구에서의 무거운 목넘김은 점도에서 기인한 것으로 생각된다. 본 연구에서 점도와 목넘김에 대한 기호도에 미치는 영향은 자색고구마가루(X_1)보다 멥쌀가루(X_2)가 더 큰 것으로 판단된다. 따라서 타락죽의 목넘김에 대한 기호도는 멥쌀가루 첨가량에 따른 점도를 적절히 설정했을 때 긍정적인 결과를 나타낼 것으로 보인다.

6) 전반적 기호도

자색고구마 가루 첨가 타락죽의 전반적 기호도는 5.05~6.16점의 범위이며, 최소값은 Sample 4(X_1 : 22 g, X_2 : 110 g), 최대값은 Sample 10(X_1 : 20 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)가 전반적 기호도(Y_{14})에 미치는 영향에 대하여 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. R^2 값은 0.8819로 높은 설명력을 보였고, p -value는 0.0228로 유의적인 차이를 나타내었다. 적합결여검정 결과, p -value가 0.9326으로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면 상태 결과, 전반적 기호도(Y_{14})는 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2) 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하다 최고점 이후 급격히 감소하는 곡선의 형태를 보였으며, 멥쌀가루(X_2)보다 자색고구마가루(X_1)가 전반적 기호도(Y_{14})에 미치는 영향이 더 큰 것으로 보인다. 이는 Kim SH 등(2015)의 홍국쌀 첨가 타락죽 연구에서 홍국쌀 첨가량이 증가할수록 전반적 기호도가 증가하다가 첨가량이 가장 높은 시료부터 전반적 기호도가 감소한 것과 동일한 결과이다. Lim YH(1992)의 타락죽 연구에서는

타락죽의 전반적 기호도는 명도, 퍼짐성과 상관관계를 보이며 명도와 퍼짐성이 높은 시료에서 전반적 기호도가 높은 결과를 나타냈으며, 퍼짐성은 점도가 낮을수록 높아지는 결과를 나타내었다. 따라서 타락죽의 전반적 기호도는 점도가 낮을 때 긍정적일 것으로 보인다. 또한, 본 연구에서 타락죽의 명도는 자색고구마가루 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 색의 기호도는 자색고구마가루의 첨가량이 증가할수록 기호도가 증가하다가 20 g 이상에서 감소하는 결과를 보였다. 이는 자색고구마가루의 첨가량이 과다할 때, 타락죽의 명도가 색의 기호도에 부정적인 영향을 준 것으로 보인다.

3. 자색고구마가루 첨가 타락죽 제조의 최적화 분석

자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)의 최적 배합 비율을 구하고자 Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 그 첨가량을 선정하였다. Canonical 모형의 수치적 최적화의 목표 범위를 독립변수인 자색고구마가루(X_1 : 18~22 g)와 멥쌀가루(X_2 : 90~110 g)는 실험 범위 내로, 종속변수 중 품질 특성인 점도(Y_5)의 값을 최소(minimum)로 설정하고, 기호도 검사 항목 중 유의적으로 나타난 항목의 점수를 최대(maximum)로 설정하여(Table 7) 가장 높은 적합도(desirability; D)를 나타내는 최적점을 채택하였다(Fig. 3). 이때 예측된 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)의 최적 첨가량은 각각 20.01 g과 99.64 g이었다. 모형적 최적화는 종속변수의 범위를 설정하여 그래프가 중첩되는 범위(overlay plot) 안에서 최적점을 나타내었고, 최적점에서의 예측되는 모든 종속변수의 결과값을 나타내었다(Fig. 4).

Table 7. Optimum constraint values using two numerical methods in the object goal

Constrains name		Goal	Numerical optimization (g)
Independent variables	X_1 ¹⁾	In range	20.01
	X_2 ²⁾	In range	99.64
Responses	Y_5 ³⁾	Minimize	3,494.83
	Y_{12} ⁴⁾	Maximize	5.94
	Y_{13} ⁵⁾	Maximize	6.03
	Y_{14} ⁶⁾	Maximize	6.32

¹⁾ X_1 : Purple sweet potato powder.

²⁾ X_2 : Rice flour.

³⁾ Y_5 : Viscosity.

⁴⁾ Y_{12} : Color.

⁵⁾ Y_{13} : Mouthfeel.

⁶⁾ Y_{14} : Overall acceptability.

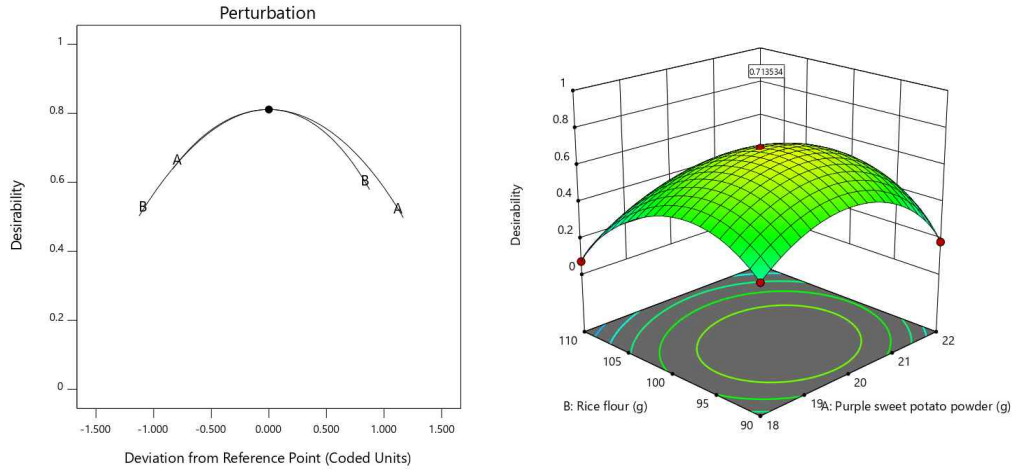


Fig. 3. Perturbation plot and response surface plot for the optimization mixture of *Tarakjuk* added with purple sweet potato powder (A) and rice flour (B).

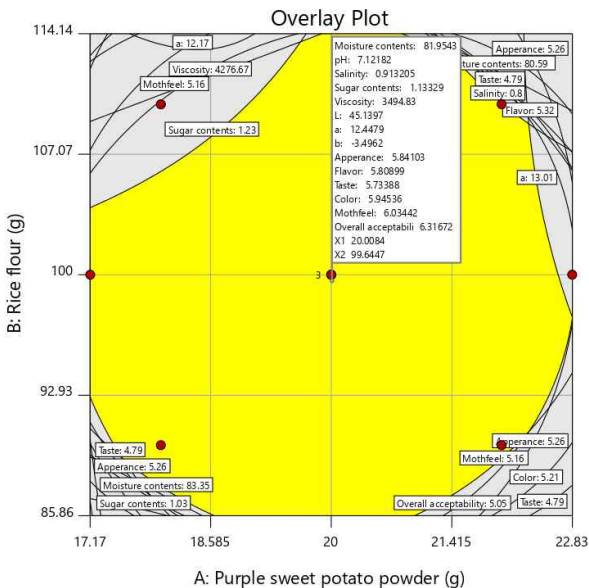


Fig. 4. Overlay plot for the optimization mixture of *Tarakjuk* added with purple sweet potato powder (A) and rice flour (B).

요약 및 결론

본 연구의 목적은 반응표면분석법(response surface method)을 이용해 자색고구마가루와 멥쌀가루의 최적 배합비를 산출함으로써 소비자의 기호도를 충족시키는 타락죽을 개발하고자 하였다. 이를 위해 반응표면분석법의 중심합성 계획법에 따라 실험을 설계하였으며, 독립변수는 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)로 설정하였고 종속변수는 품질

특성[수분(Y_1), pH(Y_2), 염도(Y_3), 당도(Y_4), 점도(Y_5), 명도(Y_6), 적색도(Y_7), 황색도(Y_8)]과 기호도 평가[외관(Y_9), 향(Y_{10}), 맛(Y_{11}), 색(Y_{12}), 목넘김(Y_{13}), 전반적 기호도(Y_{14})]로 설정하였다. 최적 배합비를 구하고자 Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 소비자의 제품 선택 및 섭취에 큰 영향을 미치는 품질 특성인 점도를 최소(minimum)로, 기호도 평가 점수의 목표점을 최대(maximum)로 설정하여 산출된 자색고구마가루(X_1)와 멥쌀가루(X_2)의 최적 첨가량은 각각 20.01 g, 99.64 g이었다. 최적 첨가량으로 타락죽 제조 시 예측되는 품질 특성의 값은 수분(Y_1) 81.95%, pH(Y_2) 7.12, 염도(Y_3) 0.91%, 당도(Y_4) 1.13 °Brix, 점도(Y_5) 3,494.83 cP, 명도(Y_6) 45.14, 적색도(Y_7) 12.45, 황색도(Y_8) -3.50이며, 기호도 평가 점수는 외관(Y_9) 5.84점, 향(Y_{10}) 5.81점, 맛(Y_{11}) 5.73점, 색(Y_{12}) 5.94점, 목넘김(Y_{13}) 6.03점, 전반적 기호도(Y_{14}) 6.31점으로 나타났다. 본 연구결과는 우리나라의 전통죽인 타락죽의 관능적 기호도를 높일 수 있는 자색고구마가루 첨가량을 제안하였으며, 이는 식사대용식 및 기호식의 목적으로 다양하게 활용할 수 있을 것으로 여겨진다. 또한, 향후 본 연구결과는 다양한 부재료를 첨가하여 기능성을 향상시킨 전통죽의 발전에 기여할 수 있을 것이다.

REFERENCES

Ahn JS, Kong SG, Cho SH (2013) Quality characteristics of *Tarakjuk* (milk porridge) prepared with brown rice. Korean J Food Nutr 26(3): 508-514.
Choi EJ, Lee JH (2013) Quality and antioxidant properties of

- jelly incorporated with purple sweet potato concentrate. Korean J Food Sci Technol 45(1): 47-52.
- Hwang ES, Kim SY (2022) Quality characteristics and antioxidant activity of cream soup supplemented with purple sweet potato powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 51(12): 1304-1311.
- Hwang SJ (2020) Quality characteristics of *Tarak* porridge added with Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) in powder. FoodService Industry Journal 16(4): 61-73.
- Jang HH, Nam SY, Kim MJ, Kim JB, Kim HR, Lee YM (2014) Antioxidant activity and protective effects of anthocyanins-rich fraction from Korean purple sweet potato variety, “*Shinjami*” against oxidative stress in HepG2 cell. Korean J Food Nutr 27(6): 1090-1095.
- Jang HJ, Lee HG (1989) A bibliographical study on the main dishes. J Korean Soc Food Cult 4(3): 201-211.
- June JH, Yoon JY, Kim HS (1998) A study on the preference of Korean traditional ‘*Jook*’. J Korean Soc Food Cult 13(5): 497-507.
- Kang MY (1993) Literature review on the Korean traditional rice-processed foods. Korean J Crop Sci 38(1): 85-101.
- Kim EM, Cho SH, Chung RW, Choi YJ, Won SI, Cha GH, Kim HS, Lee HG (2006) Investigation of main dishes on before the 17th century. Korean J Food Cook Sci 22(3): 314-336.
- Kim GY, Lee CJ, Park HW (1998) A comparative study on the literature of the cooking product of grain (rice, gruel) in *Imwonshibyukji* (I). J East Asian Soc Diet Life 8(4): 360-378.
- Kim H (2008) A study on medical treating the royal family with eating food in Choson dynasty. Journal of Choson Dynasty History 45: 135-177.
- Kim JH, Lee KJ (2013) Antioxidative activities and gelatinization characteristics of sponge cake added with purple sweet potato. J East Asian Soc Diet Life 23(6): 750-759.
- Kim SH, Park BW, Kim JH (2015) Quality characteristics of *Tarakjuk* (milk porridge) prepared with red yeast-rice. Korean J Food Nutr 28(2): 313-319.
- Kim SY, Kim SH, Kim AJ (2021) Nutritional evaluation of Korean traditional porridge based on old Korean documents -Focusing on the *Imwongyeongjeji*-. Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society 22(9): 163-173.
- Kim YR, Shim KY, Yoon JH, Choi SY, Koh EM (2015) Sensory characteristics of purple-fleshed sweet potato jam with varying sugar contents. J East Asian Soc Diet Life 25(4): 660-666.
- Ko SH, Jeong HC (2020) Quality characteristics of porridge with added lotus seed powder and antioxidant activities. Culi Sci & Hos Res 26(7): 188-199.
- Kwak TK, Kim HA, Paik JK, Jeon MS, Shin WS, Park KH, Park DS, Hong WS (2013) A study of consumer demands for menu development of senior-friendly food products -Focusing on seniors in Seoul and Gyeonggi area. Korean J Food Cook Sci 29(3): 257-265.
- Lee CK, Yoon HH (2017) Quality characteristics of *Hobakjook* prepared with waxy and non-waxy rice powder. Culi Sci & Hos Res 23(3): 137-146.
- Lee HN (2023) ‘*Tarak-juk*’ production and consumption in the 17th and 18th centuries. Yeoksa and Silhak 82: 209-245.
- Lee JS (2012) Quality characteristics of wet noodles added with freeze-dried purple sweet potato powder. Culi Sci & Hos Res 18(5): 279-292.
- Lee JS, Lee SY (2021) Physicochemical properties and antioxidant activities of *Tarakjuk* with lotus leaf powder. J East Asian Soc Diet Life 31(6): 411-419.
- Lee JO, Kim YS, Yoo SM, Oh JE, Cho MS (2020) A study on acceptance and hedonic perception of young female consumers of squeeze porridge. J Korean Soc Food Sci Nutr 49(11): 1289-1299.
- Lee NR (2020) Quality changes of sausages added with pigment extracted from purple sweet potatoes during Storage. J East Asian Soc Diet Life 30(1): 66-76.
- Lee SM (2013) A study on the quality characteristics of gruel supplemented with purple sweet potato. J East Asian Soc Diet Life 23(2): 264-240.
- Lim YH (1992) Sensory and mechanical of *Tarakjook* (rice gruel cooked with milk) by ratio of raw materials and cooking methods. Natural Science (Taejon Univ.) 3(1): 170-180.
- Liu YN, Jeong DH, Jung JH, Kim HS (2013) Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with purple sweet potato powder. Korean J Food Cook Sci 29(3): 275-281.
- Moon HC, Choi DH, Lee TY, Kim TY, An YI, Park SJ, Jung MC (2017) Association of metabolic syndrome with whole milk and low fat milk: Using data from Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2013-2015.

- Korean J Health Promot 17(4): 234-241.
- Park GS, Kim KE, Park SY (2012) Quality characteristics of purple sweet potato muffins containing rice flour. Food Sci Preserv 19(6): 833-840.
- Pereira PC (2014) Milk nutritional composition and its role in human health. Nutrition 30(6): 619-627.
- Seo ES, Ryu GC (2012) An effect of visual acuity protection by natural pigment (anthocyanine) extracted from fermented purple sweet potato. J Korean Ophthalmic Opt Soc 17(4): 395-410.
- Shin KE, Choi SK, Rha YA (2009) Quality characteristics of *Tarakjuk* added with ginseng (*Panax ginseng* C.A.Meyer). Culi Sci & Hos Res 15(4): 86-98.
- Son WM, Kim DY, Sung KD, Beak YH (2015) Effects of purple sweet potato intake and aerobic combined exercise on health related fitness, blood lipid profile and insulin resistance. Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society 16(11): 7524-7533.
- Tae MH, Kim KH, Yook HS (2016) Physicochemical and sensory characteristics of *Tarakjuk* with stachys *sieboldii* Miq root powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(6): 859-864.

Date Received Apr. 19, 2024

Date Revised May 30, 2024

Date Accepted Jun. 5, 2024