

## 동결건조한 고려엉겅퀴 분말을 첨가한 생면의 제조조건 최적화

박혜연<sup>1</sup> · 김병기\*

<sup>1</sup>단국대학교 식품영양학과, 단국대학교 식품공학과

### Manufacturing Optimization of Wet Noodle Added with Leaf Powder of Freeze-dried *Cirsium setidens* Nakai

Hae Youn Park<sup>1</sup> and Byong Ki Kim\*

<sup>1</sup>Department of Food Science & Nutrition, Dankook University,  
Department of Food Engineering, Dankook University

#### Abstract

A study was conducted for optimization of the process for the manufacture of raw noodle added with leaf powder of *Cirsium setidens* Nakai, which is rich in various minerals and dietary fibers along with intrinsic antioxidative properties. The level of leaf powder, water content, and kneading time of the dough were selected as three major factors affecting quality of the product. Quality parameters of the product such as color, texture, water absorption ratio, volume, turbidity of cooking water, and sensory evaluation result were analyzed as dependent variables. D-optimum design of the complete RSM analyses was adopted for designing the optimum noodle manufacturing procedure. Ranges of the independent variables as determined through preliminary experimental work were level of leaf powder, 2-9% (w/w, wheat flour); moisture content, 40-50%; and kneading time, 7-20 min. Within the given ranges of these independent variables, 18 experimental points included in four repetitive runs were obtained for the analyses. The optimum conditions that together satisfy the quality parameters of the raw noodle, as based on the numerical and graphical statistical analyses, were amount of leaf powder, 5.76%; water content, 42.52%; and kneading time 13.86 min. The complete RSM analysis for manufacture of the high quality raw noodle with an added ingredient is suitable for similar application to other products in the industry.

**Key words:** wet noodle, *Cirsium setidens* Nakai, manufacturing optimization, RSM analysis

## 서 론

고려엉겅퀴(*Cirsium setidens* Nakai)는 곤드래 라고하며 구멍이·도깨비엉겅퀴·고려가시나물 이라고도 불리며(Lee, 2007) 우리나라에서 자생하는 고유의 품종이다(Gangwondo Agricultural Research and Extension Services, 2014). 높이는 1 m 안팎이고 뿌리가 곧으며 가지가 사방으로 퍼지며 꽃은 가지 끝에 무리지어 달리는데 7-10 월에 보라색으로 피며 주로 봄철에 어린 순을 캐서 나물로 먹거나 말려서 이용한다. 국내 주요 산지로는 강원도 정선과 평창으로 5-6 월 사이에 채취한다(Lee, 2007).

식물의 이름은 국제식물명명규약에 기준한 학명이 있으

며, 각 나라마다 사용하는 언어로 이르는 국명이 있다. 또한 나라에서도 지방에 따라 따로 이르는 이름이 있는데, 이를 향명이라 한다. 곤드래는 향명으로 취급되며 국명은 고려엉겅퀴이다. 학명은 *Cirsium setidens*(Dunn) Nakai 이다. ‘곤드래’라는 이름은 민들레 같은 부류의 어원인 ‘곤들레’에서 왔다고 한다(Lee & Kang, 2006).

고려엉겅퀴는 그 맛이 담백하고 향이 독특하며 영양가가 매우 풍부하여 예부터 구황식품으로 널리 알려져 있다. 어린 순은 식용할 수 있으며 생으로 찹을 써서 먹거나 튀김, 무침 등의 다양한 방법으로 조리할 수 있고, 빈궁기에는 ‘곤드래 밥’이라 하여 부족한 식량을 해결하기 위한 목적으로 이용되기도 하였다(Gangwondo Agricultural Research and Extension Services, 2014).

고려엉겅퀴와 같은 일반적인 산채류는 한시적으로 수확되기 때문에 생으로 먹거나, 주로 캐서 말린 후 저장하여 이용된다(Surh et al., 2009). 고려엉겅퀴에 관한 연구로는 향산화 및 간 보호활성과 syringin의 분리(Lee, 2007), 향토 식품 소재화를 위한 영양적 연구(Surh et al., 2009), 고려

\*Corresponding author: Byong Ki Kim, Department of Food Engineering, Dankook University 119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan-si, 330-714, Korea  
Tel: +82-41-550-3564; Fax: +82-41-559-7868  
E-mail: byongkim@dankook.ac.kr  
Received February 25, 2014; revised April 28, 2014; accepted April 28, 2014

엉겅퀴의 효능 및 성분에 관한 연구(Kwak, 1987), 고려 엉겅퀴 잎 조직을 이용한 callus 배양 및 항산화 활성 검증(Park et al., 2010), 부위별 고려엉겅퀴의 이화학적 성상 및 항산화 활성효과(Lee et al., 2006), 고려엉겅퀴를 이용한 양조간장의 개발(Kang et al., 1997), 산채류를 이용한 음료 개발(Ham et al., 1997) 등이 있으며, 시중에서 판매되고 있는 제품으로는 국순당 정선명주에서 출시된 ‘국순당 생막걸리 곤드래’가 있으나 음식에 적용한 연구는 아직까지는 미비한 실정이다.

본 연구는 한시적으로 수확되어 이용되는 고려엉겅퀴를 활용하기 위한 연구의 일환으로 고려엉겅퀴 분말을 첨가한 생면을 개발하고자 하였으며 이를 기초로 하여 고려엉겅퀴를 음식에 이용할 수 있는 방안과 이를 첨가한 생면의 상품화를 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

고려엉겅퀴는 2011년 6월 중순경 강원도 정선산 생 고려엉겅퀴를 구입, 신선한 것을 선별한 후 세척한 잎을 1 kg씩 폴리에틸렌 봉투에 넣어 포장하여 -70°C 냉동고에서 얼린 후 동결건조기(FD5518, 일신, 경기)로 건조시킨 분말을 사용하였으며, 밀가루는 중력분 1등급(백설밀가루, CJ주식회사, 서울), 소금(재제염, 순도 88% 이상, CJ 주식회사, 서울)을 사용하였다.

#### 생면의 제조

고려엉겅퀴 분말을 첨가한 생면의 재료 및 분량은 예비실험을 통하여 Table 1에 나타난 바와 같이 하였다. 밀가루, 고려엉겅퀴 분말, 소금을 섞어 체에 내린 후, 물을 넣어 반죽기(K45SSWH, Hobart Co., Troy, OH, USA)를 사용하여 설정된 시간동안 반죽한 뒤 비닐에 넣어 상온에서 1시간 동안 숙성시켰다. 숙성시킨 반죽은 제면기(Pasta Machine, Imperia, Torino, Italy)를 이용하여 롤 간격을 2.5 mm로 조절하여 면대를 형성한 뒤 반을 접어 다시 대를 형성하는 방법으로 롤 간격을 조절하여 두께를 점차 감소시켜 면대를 형성하였고, 최종 두께 1 mm, 너비 5 mm인 생면을 제조하여 30 cm 길이로 잘라 본 실험의 시료로 사용하였다.

#### 제조조건 최적화를 위한 실험 디자인

고려엉겅퀴 분말 첨가 생면의 최적 재료비를 찾기 위하여 모든 실험의 design, data 분석 및 최적화는 Design Expert 7.1(Stat-Easy Co., Minneapolis, MN, USA)를 사용하였고, 실험 디자인은 반응표면분석법 중 D-optimal design(Van & Pauwels, 2003)에 따라 설계하였다. 독립변수로는 생면의 품질에 영향을 미치는 고려엉겅퀴 분말 첨가량, 수분 첨가량, 그리고 반죽 시간으로 설정하였다. 함량의 최소 및 최대 범위는 충분한 예비 실험을 거쳐 실험에 필요한 생면의 양을 500 g으로 결정하였으며, 이 양을 100%로 하였을 때로 각각 설정하였으며, 실험점의 재료 혼합 조건은 Table 1과 같았다. 이 때 각각의 독립변수로 고려엉겅퀴 분말 첨가량(A) 2-9%, 수분 첨가량(B) 40-45%, 그리고 반죽 시간

Table 1. Experimental design form the wet noodles added with *Cirsium setidens* Nakai powder

| No | Run | Pseudo-component |        |        | Actual component |       |          |
|----|-----|------------------|--------|--------|------------------|-------|----------|
|    |     | A <sup>1)</sup>  | B      | C      | A (%)            | B (%) | C (min.) |
| 1  | 10  | 1.000            | 1.000  | -0.333 | 9.00             | 50.00 | 11.33    |
| 2  | 8   | 1.000            | 0.000  | -1.000 | 9.00             | 45.00 | 7.00     |
| 3  | 13  | -1.000           | 1.000  | 1.000  | 2.00             | 50.00 | 20.00    |
| 4  | 2   | 1.000            | -1.000 | 1.000  | 9.00             | 40.00 | 20.00    |
| 5  | 18  | 0.333            | 1.000  | -1.000 | 6.67             | 50.00 | 7.00     |
| 6  | 12  | -1.000           | -1.000 | -1.000 | 2.00             | 40.00 | 7.00     |
| 7  | 9   | -1.000           | 0.333  | -0.333 | 2.00             | 46.67 | 11.33    |
| 8  | 3   | 0.333            | 0.333  | 1.000  | 6.67             | 46.67 | 20.00    |
| 9  | 15  | 0.333            | -1.000 | -0.333 | 6.67             | 40.00 | 11.33    |
| 10 | 1   | -1.000           | -1.000 | 1.000  | 2.00             | 40.00 | 20.00    |
| 11 | 14  | 0.000            | 0.000  | 0.000  | 5.50             | 45.00 | 13.50    |
| 12 | 4   | -1.000           | -1.000 | 0.000  | 2.00             | 40.00 | 13.50    |
| 13 | 6   | 0.000            | -1.000 | 1.000  | 5.50             | 40.00 | 20.00    |
| 14 | 5   | -1.000           | 0.000  | 1.000  | 2.00             | 45.00 | 20.00    |
| 15 | 11  | -1.000           | 1.000  | 1.000  | 2.00             | 50.00 | 20.00    |
| 16 | 7   | 1.000            | -1.000 | 1.000  | 9.00             | 40.00 | 20.00    |
| 17 | 17  | -1.000           | -1.000 | -1.000 | 2.00             | 40.00 | 7.00     |
| 18 | 16  | 1.000            | 0.000  | -1.000 | 9.00             | 45.00 | 7.00     |

<sup>1)</sup>A: *Cirsium setidens* Nakai powder, B: water content, C: kneading times

(C) 7-20 분 이었다. 반응변수로는 색도(CIE L\*, CIE a\*, CIE b\*), 텍스처, 수분 흡수율, 부피, 탁도 그리고 관능검사를 설정하였다.

설정된 혼합디자인 속에서 성분들 간의 상호작용을 알아보기 위해서 quadratic design model을 적용하였다. Regression model을 나타내는 coefficient 값들은 계산 되어졌고, linear와 canonical 형태의 quadratic model은 modified least square regression에 의해 만들어졌다. 이때 full quadratic model은 stepwise regression방법( $\alpha = 0.1$ )으로 data 선택의 폭을 넓혔으며, 그 model과 coefficient 값들은 F-test로 그 유의성을 검증하였다. 각 모형에 따른 성분들의 반응을 보기 위하여 response surface plot과 trace plot을 이용하였다.

### 생면의 특성

고려영경귀 분말 첨가 생면 제조 조건의 최적화를 찾기 위하여 18 개의 실험점으로 제조한 생면을 증류수 400 mL 가 끓을 때 생면 20 g을 넣고 3분간 삶아 30초간 흐르는 물에 헹구고, 체에 받쳐 2분간 물기를 뺀 뒤 즉시 본 실험의 시료로 사용하였다.

### 색도

고려영경귀 분말의 첨가량을 달리한 생면의 색도는 색차계(JC-801S, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 5×5 cm로 자른 후, 명도(CIE L\*), 적색도(CIE a\*), 황색도(CIE b\*) 값을 10 회 측정된 뒤 평균값을 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 값은 CIE L\*, 98.5; CIE a\*, 0.35; CIE b\*, 0.73 이었다.

### 텍스처

고려영경귀 분말의 첨가량을 달리한 생면의 텍스처 측정은 Texture Analyzer(TA XT-2, Stable Micro System Ltd, Surrey, UK)를 사용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 및 씹힘성(chewiness)의 TPA(Texture Profile Analysis) 특성치를 측정하였다. 이 때 모든 생면은 삶은 후 30초 이내에 수행되었다.

### 수분흡수율

고려영경귀 분말과 수분 첨가량, 및 반죽 시간을 달리한 생면 20 g을 끓는 물 400 mL에 넣고 3분간 조리한 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 다음 거름망에서 2 분간 물을 뺀 후 면의 중량을 측정하였다.

$$\text{수분 흡수율(\%)} = \frac{\text{조리면의 중량(삶아서 2 분간 물 뺀 것)} - \text{생면의 중량}}{\text{생면의 중량}} \times 100$$

### 부피 팽창율

부피 팽창율은 mass cylinder에 300 mL의 물을 채운 뒤,

수분흡수율을 측정한 생면을 시료로 mass cylinder에 넣어 증가하는 물의 부피를 측정하여 계산하였다.

$$\text{부피 팽창율(\%)} = \frac{\text{조리면의 부피}}{\text{생면의 부피}} \times 100$$

### 탁도

생면을 삶아낸 후 면을 건져낸 물을 실온에서 냉각하여 분광광도계(Ceres UV 900 HDi, Bio-Tek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA)를 사용하여 675 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 기호도

최적조건을 찾기 위한 18 개 실험처리구의 기호도는 생면을 만들어 오후 3시에 30 명의 식품영양학과 대학원생을 대상으로 색, 향, 맛, 입안에서의 느낌, 그리고 전반적인 기호도의 5 가지 특성에 대하여 9 점 평점법으로(Kim et al., 1993) 실시하였다. 기호도는 “대단히 싫음(dislike extremely)”을 1 점, “대단히 좋음(like extremely)”을 9 점법으로 평가하였다. 제시된 시료는 세 자리 숫자로 표시하였으며, 검사원들의 정확한 검사를 위하여 18 개의 시료는 4 회로 나누어 제공하였으며 시료의 검사 순서상에서 올 수 있는 오차를 줄이기 위해 무작위 순서대로 시료를 검사하게 하였다. 또한 일정한 양(20 g)으로 투명한 pyrex 유리컵에 담아 물과 함께 제공하였고, 한 개의 시료를 평가한 다음 생수로 입안을 깨끗하게 헹군 후 다른 시료를 평가하도록 하였다.

### 재료 혼합비의 최적화

Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 혼합물 성분 모형적 최적화(graphical optimization)를 통하여 재료 혼합비의 최적화를 선정하였고, 그 때의 점을 예측하였다. 수치적 최적화는 canonical 모형을 근간으로 하는 모델의 계수에 각 반응에 대한 목표 범위(goal area)를 설정 program에 의해 다음 식을 통하여 구하였다.

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left( \prod_{i=1}^n d_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

여기서 D는 overall desirability(Derringer & Suich, 1980),  $d_i$ 는 각각의 desirability, n은 response의 수이다. 모형적 최적화는 각 반응에 대한 최소 혹은 최대 제한점을 결정하여 입력하였을 때 가능한 범위에서 그래프가 중첩되는 부분으로 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 색도

생면의 색도에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 2와

**Table 2. Quality characteristics of the wet noodle by D-optimal design.**

| No. | CIE L* | CIE a* | CIE b* | Hardness (g <sub>f</sub> ) | Springiness (mm) | Chewiness (g <sub>f</sub> ·cm) | Water absorption (%) | Volume (mL) | Turbidity (O.D. at 675 nm) |
|-----|--------|--------|--------|----------------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|-------------|----------------------------|
| 1   | 65.37  | -31.82 | -13.21 | 2604.55                    | 0.31             | 1180.17                        | 65.18                | 55.36       | 0.22                       |
| 2   | 50.38  | -46.81 | 1.78   | 4694.55                    | 0.64             | 1550.49                        | 87.54                | 36.49       | 0.68                       |
| 3   | 51.06  | -40.91 | 1.10   | 4216.79                    | 0.49             | 1380.31                        | 77.01                | 39.45       | 0.49                       |
| 4   | 66.45  | -29.8  | -14.29 | 2346.49                    | 0.26             | 1160.76                        | 64.78                | 56.08       | 0.20                       |
| 5   | 63.24  | -31.98 | -11.08 | 2163.04                    | 0.28             | 1100.69                        | 66.49                | 54.97       | 0.21                       |
| 6   | 57.41  | -39.61 | -5.25  | 3678.64                    | 0.41             | 1300.22                        | 75.24                | 45.24       | 0.29                       |
| 7   | 50.54  | -44.68 | 1.62   | 4667.12                    | 0.66             | 1569.29                        | 86.77                | 35.18       | 0.69                       |
| 8   | 48.36  | -47.89 | 3.80   | 4037.12                    | 0.51             | 1430.24                        | 85.06                | 34.78       | 0.74                       |
| 9   | 62.07  | -32.5  | -9.91  | 2046.47                    | 0.25             | 1030.40                        | 67.65                | 49.46       | 0.21                       |
| 10  | 56.78  | -50.19 | 8.39   | 3650.16                    | 0.48             | 1371.57                        | 83.22                | 32.38       | 0.77                       |
| 11  | 59.31  | -43.55 | -7.15  | 2434.32                    | 0.23             | 1200.23                        | 70.44                | 47.49       | 0.22                       |
| 12  | 67.61  | -29.68 | -15.45 | 2118.12                    | 0.22             | 1140.48                        | 62.38                | 58.41       | 0.20                       |
| 13  | 59.47  | -32.92 | -7.31  | 2454.06                    | 0.21             | 1190.32                        | 71.15                | 47.24       | 0.21                       |
| 14  | 58.17  | -36.54 | -6.01  | 3571.12                    | 0.36             | 1290.18                        | 72.06                | 43.09       | 0.31                       |
| 15  | 51.48  | -40.91 | 0.68   | 4067.41                    | 0.48             | 1390.64                        | 79.46                | 40.44       | 0.46                       |
| 16  | 48.24  | -49.05 | 3.92   | 4090.16                    | 0.50             | 1400.38                        | 84.99                | 32.47       | 0.76                       |
| 17  | 68.75  | -25.21 | -16.59 | 2104.06                    | 0.24             | 1130.45                        | 62.47                | 56.71       | 0.20                       |
| 18  | 52.44  | -40.75 | -0.28  | 3980.71                    | 0.40             | 1330.36                        | 76.24                | 37.65       | 0.50                       |

**Table 3. Analysis of predicted model equation for quality characteristics of the wet noodle**

| Response                       | Model  | Prob.>F | R <sup>2</sup> | Equation on terms of pseudo-component |
|--------------------------------|--------|---------|----------------|---------------------------------------|
| CIE L*                         | Linear | <0.0001 | 0.8388         | 56.67A-1.53B-1.11C                    |
| CIE a*                         | Linear | <0.0001 | 0.8660         | 39.78A-2.54B-1.28C                    |
| CIE b*                         | Linear | <0.0001 | 0.9627         | 8.09A+2.82B+0.86C                     |
| Hardness (g <sub>f</sub> )     | Linear | <0.0001 | 0.9265         | 1063.12A-95.61B-209.76C               |
| Springiness (mm)               | Linear | <0.0001 | 0.9708         | 0.16A-0.036B+0.036C                   |
| Chewiness (g <sub>f</sub> ·cm) | Linear | <0.0001 | 0.9278         | 168.68A-25.23B+39.05C                 |
| Water absorption (%)           | Linear | <0.0001 | 0.9468         | 9.62A+0.86B+1.66C                     |
| Volume (mL)                    | Linear | <0.0001 | 0.9710         | -9.60A-3.20B-0.61C                    |
| Turbidity (O.D. at 675 nm)     | Linear | <0.0001 | 0.9396         | 0.25A+0.02B-0.02C                     |

같고, 설정된 반응별로 모델링화 하여 F-test를 통해 유의성을 검증한 결과와 독립변수가 색도에 미치는 효과를 살펴보기 위한 회귀식은 Table 3에, 반응표면도와 trace plot은 Fig. 1에 나타내었다. 명도는 고려영경귀 분말, 수분, 반죽 시간이 2%, 40%, 7분이었을 때 가장 높은 값을 보여 고려영경귀 분말 첨가량이 낮을수록 생면의 색은 밝았다. 명도, 적색도, 황색도 모두 linear 모델(R<sup>2</sup>=0.8388, 0.8660, 0.9627)이 선택되었고, probability는 p<0.0001으로 5% 이내에서 유의성이 인정되어 모델의 적합성이 인정되었다. 회귀식에서 나타난 계수 중 색도에 가장 큰 영향을 주는 인자는 고려영경귀 분말로 나타났는데(Table 3) 이는 고려영경귀 분말 고유의 색이 적색도와 황색도를 낮추는 것으로 생각되었다. 밀가루에 연잎 분말 첨가량을 달리하여 제조한 국수(Park et al., 2010)와 클로렐라 추출물을 첨가한 국수(Park & Cho, 2004)의 명도와 적색도는 연잎 분말 첨가량이 많아질수록 떨어졌으며 황색도는 증가하여 본 결과와 유사하였다.

텍스처

텍스처를 측정 한 결과는 Table 2와 같고, 경도(hardness)는 2,046.47-4,694.55 g<sub>f</sub>, 탄력성(springiness)은 0.21-0.66 mm, 씹힘성(chewiness)은 1,030.40-1,569.29 g<sub>f</sub>·cm 범위의 결과를 보였다. 경도, 탄력성 및 씹힘성의 모든 항목에서 linear (R<sup>2</sup>=0.9265, 0.9708, 0.9278) 모델이 결정되었고, probability는 p<0.0001으로 5% 이내에서 유의성이 인정되어 모델의 적합성이 인정되었다. 회귀식의 계수들을 살펴본 결과 고려영경귀 분말 첨가량이 텍스처에 영향을 주는 것으로 보였다 (Table 3).

선택된 모델에 대한 반응표면과 trace plot은 Fig. 2와 같다. 반응표면 곡선과 trace plot의 기울기를 살펴본 결과 고려영경귀 분말 첨가량(A-A 선)과 반죽 시간(C-C 선)이 증가하면 경도, 탄력성과 씹힘성은 증가하였다. 수분 첨가량(B-B 선)이 증가하면 경도, 탄력성과 씹힘성은 감소하였다. 고려영경귀 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 이유는 고려영경귀에 함유된 섬유소 때문인 것으로 보이며

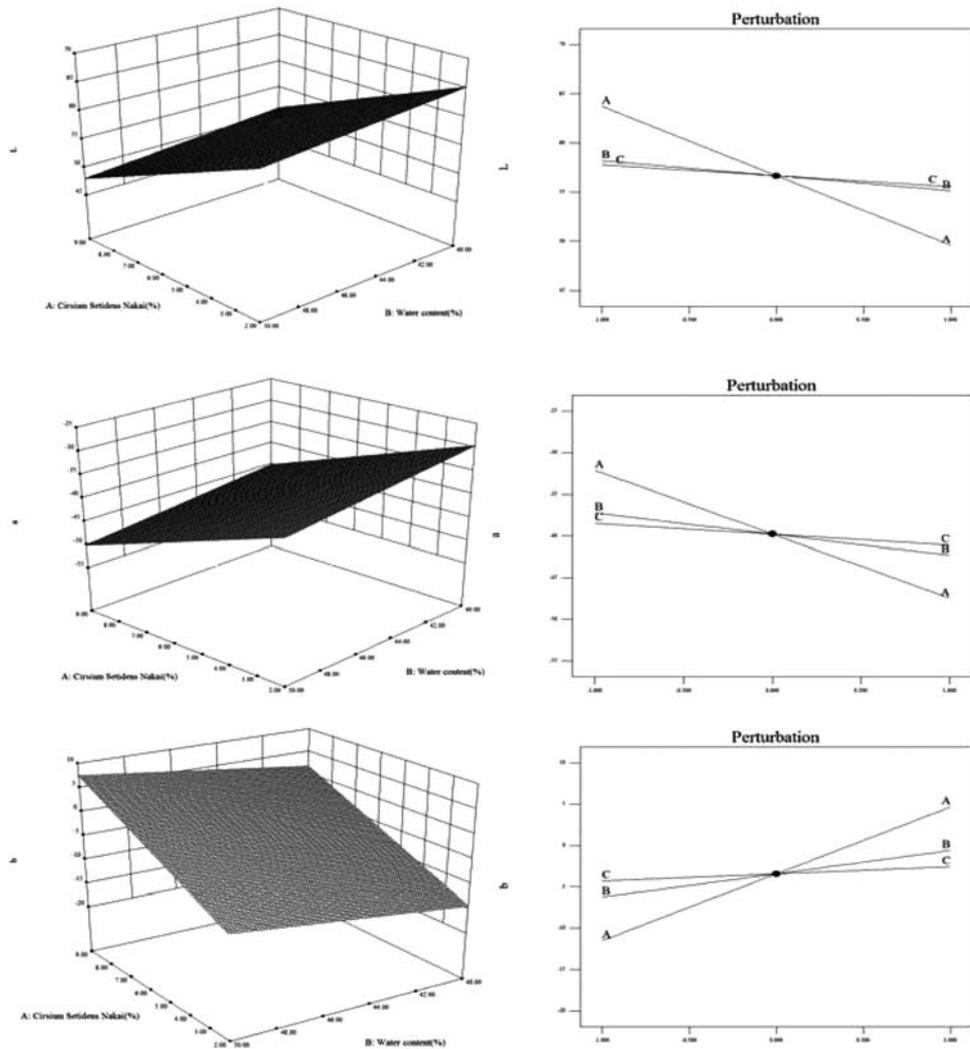


Fig. 1. Response surface and trace plot for the effect of *Cirsium setidens* Nakai powder content (A), water content (B), and kneading time (C) on the Hunter's color values of the wet noodles.

이는 식이 섬유유 구조적 특징을 구성하는 분자내 결합 (intramolecular linkage)(Hwang et al., 1994)에 의하여 경도가 증가한 것으로 추정된다. 또한 면류에 칼슘을 첨가하는 것은 제품에 유리한 조직의 면을 만들기 위함인데 (Jeong, 1999) 고려영경귀에 함유되어있는 칼슘은 반죽을 치밀하게 만드는데 도움이 된 것으로 판단된다.

수분흡수율

수분흡수율을 측정한 결과는 Table 2와 같고, 62.38-87.54% 범위의 결과를 보였으며 linear 모델( $R^2=0.9468$ )이 결정되었다. Probability는  $p < 0.0001$ 으로 5% 이내에서 유의성이 인정되어 모델의 적합성이 인정되었다. 회귀식의 계수를 살펴본 결과 고려영경귀 분말함량이 수분흡수율에 영향을 많이 주는 것으로 보였다(Table 3).

선택된 모델에 대한 반응표면과 trace plot은 Fig. 3과 같

다. 반응표면 곡선과 trace plot의 기울기를 살펴본 결과 고려영경귀 분말 첨가량(A-A 선)과 수분 첨가량(B-B 선), 그리고 반죽 시간(C-C 선)이 증가할수록 수분흡수율은 증가하였다. 수분흡수율은 시료입자에 의하여 흡수되거나 시료 입자의 표면에 흡착되는 것으로 보고 되었다(Lee et al., 2000). 또한 매생이 분말 첨가 국수(Park et al., 2010), 사과쥬스박과 두유박으로부터 제조한 식이섬유원을 보강한 국수(Hong et al., 1993), 파프리카즙 첨가 국수(Hwang & Jang, 2001)와도 유사한 결과로 생면을 삶을 때 고려영경귀의 식이섬유와 가용성 펙틴에 의해 생면의 보수력도 상대적으로 증가하여 증량이 늘어났기 때문이었다고 생각되어 진다.

부피 팽창율

생면의 부피 팽창율을 측정한 결과는 Table 2와 같고,

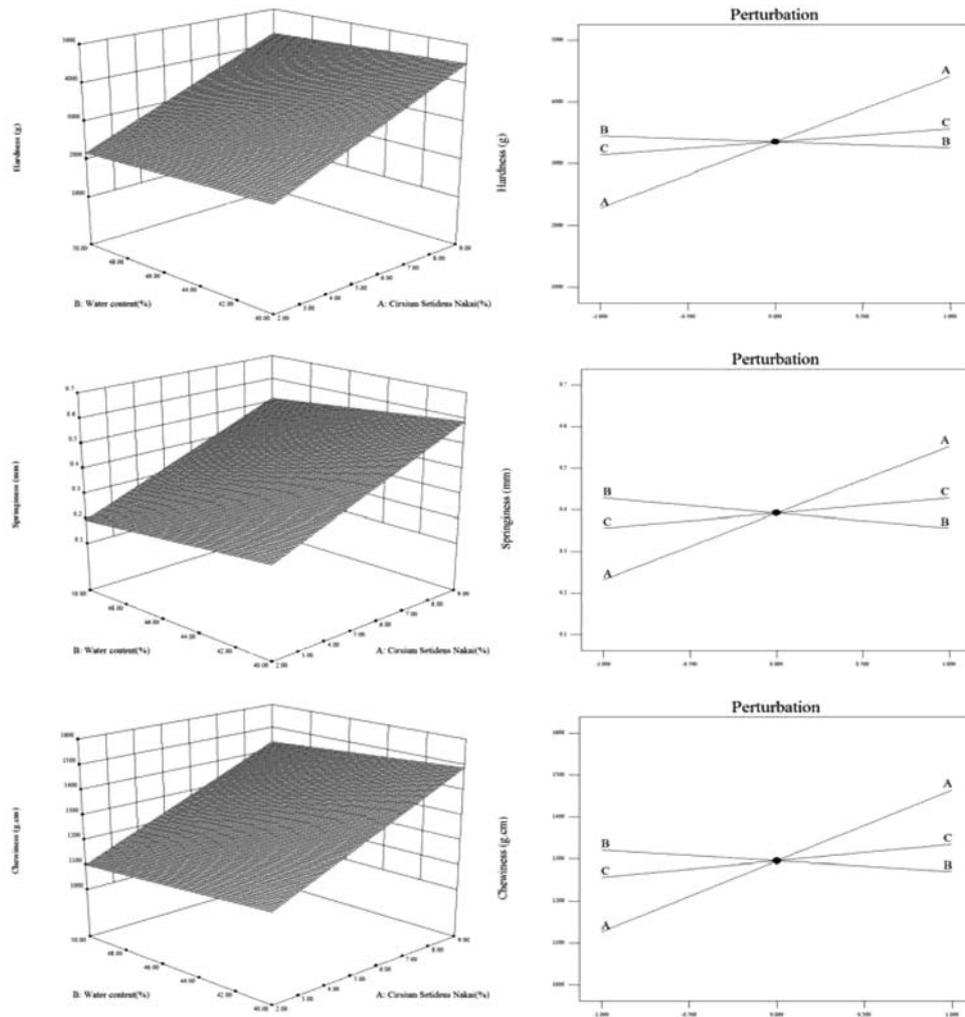


Fig. 2. Response surface and trace plot for the effect of *Cirsium setidens* Nakai powder content (A), water content (B), and kneading time (C) on the texture of the wet noodles.

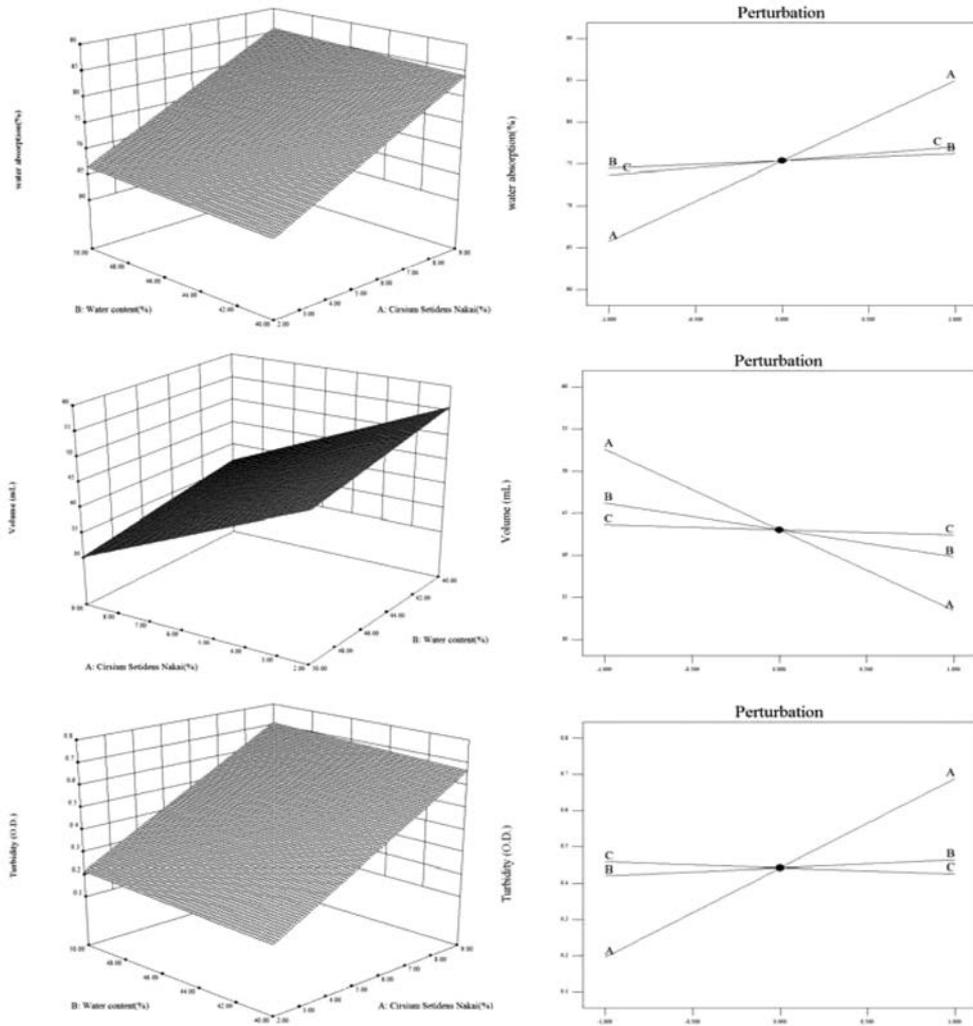
32.38-58.41% 범위의 결과를 보였으며 linear 모델( $R^2=0.9710$ )이 결정되었다. Probability는  $p < 0.0001$ 으로 5% 이내에서 유의성이 인정되어 모델의 적합성이 인정되었다. 회귀식의 계수를 살펴본 결과 고려엉겅퀴 분말 첨가량이 부피에 영향을 많이 주는 것으로 보였다(Table 3).

선택된 모델에 대한 반응표면과 trace plot은 Fig. 3과 같다. 반응표면 곡선과 trace plot의 기울기를 살펴본 결과 고려엉겅퀴 분말 첨가량(A-A 선)과 수분 첨가량(B-B 선), 그리고 반죽 시간(C-C 선)이 증가할수록 부피는 감소하였다. 밀가루를 반죽하면 밀가루 단백질 중 글리아딘과 글루테닌이 서로 엉겨서 3 차원의 그물모양의 글루텐을 형성하는데 (Delcour & Hosoney, 2010) 식이섬유가 함유되어있는 고려엉겅퀴 분말 첨가량이 증가됨에 따라 생면 반죽의 글루텐 비율이 감소하여 부피가 감소한 것(Park et al., 2001)으로 추정되어진다. 또한 반죽 속에 포함된 수용성 단백질이 함

량증가에 따라 물에 용해되는 양이 늘어나면서 일어난 결과로 해석되며 분리 대두 단백질 첨가한 쌀국수(Park & Lee, 2005)에서 단백질 함량 증가에 따라 단백질이 물에 용해되어 부피 팽창율이 감소하였다고 한 결과와도 유사한 현상이었다. 한편 매생이 분말을 첨가한 국수(Park et al., 2010)의 실험에서는 매생이 분말의 첨가량이 증가할수록 중량과 수분흡수율, 부피가 증가하였는데 이는 해조류의 특성상 수분흡수력이 증가하였기 때문이라 하였으며 본 실험과는 다른 결과를 보였다.

탁도

탁도를 측정한 결과는 Table 2와 같고, optical absorbance는 0.20-0.77 범위의 결과를 보였으며 linear 모델( $R^2=0.9396$ )이 결정되었다. Probability는  $p < 0.0001$ 으로 5% 이내에서 유의성이 인정되어 모델의 적합성이 인정되었다. 회귀식의



**Fig. 3.** Response surface and trace plot for the effect of *Cirsium setidens* Nakai powder content (A), water content (B), and kneading time (C) on the water absorption, volume, and turbidity of the wet noodles.

계수를 살펴본 결과 고려영경귀 분말 첨가량이 탁도에 영향을 많이 주는 것으로 보였다(Table 3). 선택된 모델에 대한 반응표면과 trace plot은 Fig. 3과 같다. 반응표면 곡선과 trace plot의 기울기를 살펴본 결과 고려영경귀 분말 첨가량(A-A 선)과 수분 첨가량(B-B 선)이 증가할수록 탁도는 높아졌으며, 반죽 시간(C-C 선)이 증가할수록 탁도는 감소하였다. 고려영경귀 분말 첨가량이 높을수록 탁도가 높게 측정되어 고형분이 더 많이 용출됨을 알 수 있었다. 동결건조 매생이 분말 첨가 국수(Park et al., 2010)에서는 첨가물의 첨가량이 늘어날수록 국수 삶은 물의 탁도는 증가하였다고 하였고 그 이유가 매생이 분말 첨가에 따라 밀가루 반죽의 결합력이 약해져 쉽게 풀어지고 매생이 고유의 가용성분들이 녹아나오기 때문이라 하였다. 이 결과는 제면 시 첨가 물질의 양이 많아질수록 고형분의 손실량이 커져 탁도가 높게 나타났다는 보고(Park et al., 2003)로 뒷받침되는 결과였으며 특히 고려영경귀의 섬유소 등이 밀가

루 전분의 결합을 방해하여 밀가루의 고형분이 국물에 우려나오는 것이라 판단되었다. 따라서 본 실험의 결과는 고려영경귀 분말 첨가량이 증가 할수록 조리 시 국물 중으로 빠져나가는 성분이 증가하는 것을 나타내고 있으며 국수 제조 시 첨가물의 양이 늘어날수록 고형분의 손실량이 커져 국수 삶은 물의 탁도가 높게 나타났다는 연일 분말 첨가 국수(Park et al., 2010) 그리고 발아콩분말 첨가 국수(Choi et al., 2005)의 연구 결과와 유사한 경향이였다.

**기호도**

생면의 최적 제조조건을 위한 기호도 결과는 Table 4와 같고, 9 점 만점을 기준으로 색 5.72-8.65, 향 5.22-8.86, 맛 5.10-8.74, 탄력성 5.14-8.78, 입안에서의 느낌 5.21-8.85, 그리고 전반적인 기호도의 경우 5.17-8.81 범위의 점수를 받았다. 모든 기호도는 교호작용의 영향을 받는 quadratic 모델로 결정되었다. Probability는 색, 향, 맛, 탄력성, 입안에

**Table 4. Sensory characteristics of the wet noodle according to *Cirsium setidens* Nakai powder content, water content, and kneading time by D-optimal design.**

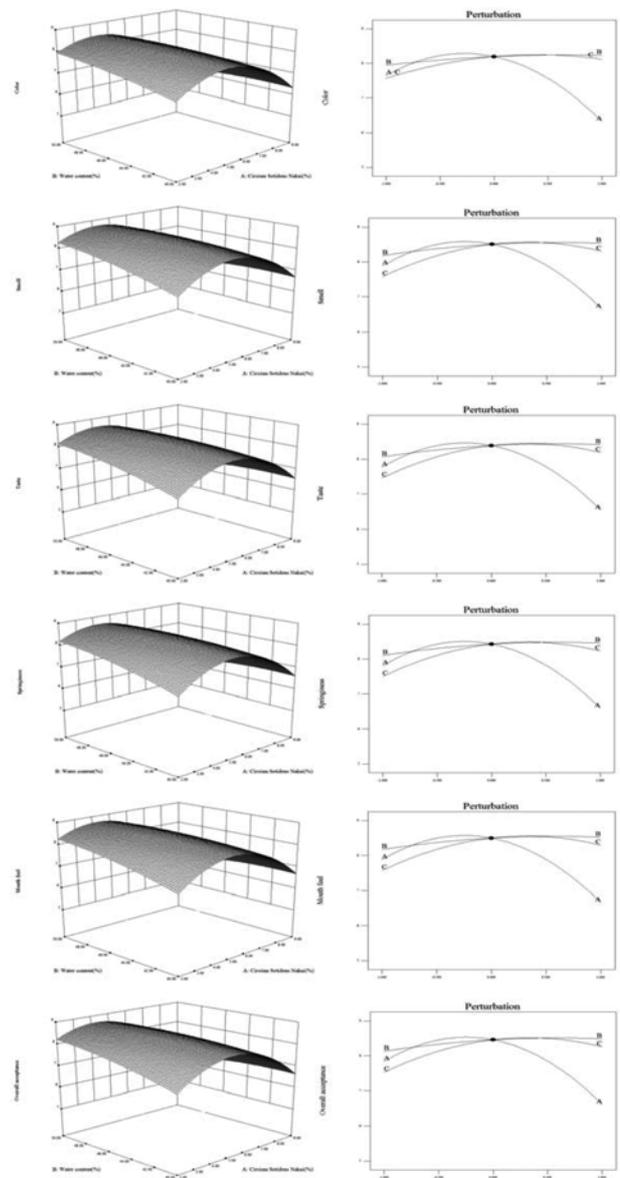
| Sensory characteristic scores <sup>1)</sup> |       |       |       |             |           |                    |
|---|-------|-------|-------|-------------|-----------|--------------------|
| No.   | Color | Smell | Taste | Springiness | Mouthfeel | Overall acceptance |
| 1   | 7.54  | 7.75  | 7.63  | 7.67        | 7.74      | 7.70               |
| 2   | 6.26  | 6.47  | 6.35  | 6.39        | 6.46      | 6.42               |
| 3   | 7.36  | 7.57  | 7.45  | 7.49        | 7.56      | 7.52               |
| 4   | 7.31  | 7.52  | 7.40  | 7.44        | 7.51      | 7.47               |
| 5   | 7.65  | 7.86  | 7.74  | 7.78        | 7.85      | 7.81               |
| 6   | 8.65  | 8.86  | 8.74  | 8.78        | 8.85      | 8.81               |
| 7   | 6.31  | 6.52  | 6.40  | 6.44        | 6.51      | 6.47               |
| 8   | 6.18  | 6.39  | 6.27  | 6.31        | 6.38      | 6.34               |
| 9   | 7.51  | 7.72  | 7.60  | 7.64        | 7.71      | 7.67               |
| 10  | 6.20  | 6.41  | 6.29  | 6.33        | 6.40      | 6.36               |
| 11  | 7.87  | 8.08  | 7.96  | 8.00        | 8.07      | 8.03               |
| 12  | 5.98  | 5.22  | 5.10  | 5.14        | 5.21      | 5.17               |
| 13  | 7.99  | 8.20  | 8.08  | 8.12        | 8.19      | 8.15               |
| 14  | 8.45  | 8.66  | 8.54  | 8.58        | 8.65      | 8.61               |
| 15  | 7.04  | 7.25  | 7.13  | 7.17        | 7.24      | 7.20               |
| 16  | 6.06  | 6.27  | 6.15  | 6.19        | 6.26      | 6.22               |
| 17  | 5.72  | 5.38  | 5.26  | 5.30        | 5.37      | 5.33               |
| 18  | 7.48  | 7.69  | 7.57  | 7.61        | 7.68      | 7.64               |

<sup>1)</sup>9: like extremely 1: dislike extremely

서의 느낌 그리고 전반적인 기호도가 각각 0.9491, 0.9334, 0.9561, 0.9634, 0.9647, 0.9624로 모든 항목은 5% 이내에서 모델의 적합성이 인정되었다(Table 5). 모든 항목에서 고려영경귀 분말 5.50%, 수분 첨가량 40.00%, 반죽 시간 20.00 분의 조건으로 만든 생면의 점수가 가장 높은 것을 알 수 있었다.

반응표면도를 살펴보면 고려영경귀 분말 첨가량, 수분 첨가량 그리고 반죽 시간이 증가할수록 점수가 증가하다가 최대값을 보인 후 점차 점수가 감소하였다. Trace plot(Fig. 4)에서도 역시 고려영경귀 분말 첨가량(A-A 선), 수분 첨가량(B-B 선)과 반죽 시간(C-C 선)이 증가할수록 점수가 최대값을 보이다가 감소하였다. 생면을 만드는데 있어 각각의 재료와 제조조건이 중요한 역할을 하지만 과도하게 많이 첨가할 경우 색, 맛과 입안에서의 느낌에 바람직하지 않은 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

본 실험의 텍스처 측정 결과에서는 고려영경귀 분말함량



**Fig. 4. Response surface and trace plot for the effect of *Cirsium setidens* Nakai powder content (A), water content (B), and kneading time (C) on the Sensory characteristics of the wet noodles.**

과 반죽 시간이 적을수록, 수분함량이 많을수록 생면의 부드러움은 증가하였는데, 관능검사 결과 탄력성이나 입안에서의 느낌은 많이 부드러워지나 단단한 생면보다는 적당하게 부드

**Table 5. Analysis of predicted model equation for quality characteristics of the wet noodle.**

| Response           | Model     | Prob>F | R <sup>2</sup> | Equation on terms of pseudo-component  |
|--------------------|-----------|--------|----------------|--|
| Color              | Quadratic | 0.0030 | 0.9491         | -0.66A+0.14B+0.28C-0.27AB-0.31AC-0.36BC-1.21A <sup>2</sup> -0.11B <sup>2</sup> -0.35C <sup>2</sup> |
| Smell              | Quadratic | 0.0001 | 0.9334         | -0.63A+0.17B+0.36C-0.36AB-0.45AC-0.49BC-1.23A <sup>2</sup> -0.15B <sup>2</sup> -0.57C <sup>2</sup> |
| Taste              | Quadratic | 0.0001 | 0.9561         | -0.61A+0.18B+0.36C-0.34AB-0.46AC-0.49BC-1.31A <sup>2</sup> -0.17B <sup>2</sup> -0.54C <sup>2</sup> |
| Springiness        | Quadratic | 0.0001 | 0.9634         | -0.62A+0.16B+0.38C-0.35AB-0.47AC-0.47BC-1.32A <sup>2</sup> -0.12B <sup>2</sup> -0.54C <sup>2</sup> |
| Mouthfeel          | Quadratic | 0.0001 | 0.9647         | -0.61A+0.19B+0.34C-0.32AB-0.48AC-0.46BC-1.21A <sup>2</sup> -0.16B <sup>2</sup> -0.58C <sup>2</sup> |
| Overall acceptance | Quadratic | 0.0001 | 0.9624         | -0.64A+0.17B+0.35C-0.34AB-0.46AC-0.49BC-1.23A <sup>2</sup> -0.14B <sup>2</sup> -0.52C <sup>2</sup> |

**Table 6. Optimum constraint values using two analytical methods in the object goal of the wet noodle**

|                       | Constraints name                         | Goal | Numerical optimization solution |
|-----------------------|--|------|---------------------------------|
| Independent variables | <i>Cirsium setidens</i> Nakai powder (%) | max. | 5.76                            |
|                       | Water content (%)                        | min. | 42.52                           |
|                       | Kneading time (min)                      | min. | 13.86                           |
| Response variables    | Physical property                        |      |                                 |
|                       | CIE L*                                   | max. | 58.87                           |
|                       | CIE a*                                   | min. | -36.97                          |
|                       | CIE b*                                   | min. | -6.47                           |
|                       | Hardness (g <sub>r</sub> )               | min. | 3184.49                         |
|                       | Springiness (mm)                         | max. | 0.38                            |
|                       | Chewiness (g <sub>r</sub> ·cm)           | min. | 1274.60                         |
|                       | Water absorption (%)                     | min. | 73.01                           |
|                       | Volume (mL)                              | min. | 49.60                           |
|                       | Turbidity (O.D. at 675 nm)               | min. | 0.38                            |
|                       | Sensory characteristics                  |      |                                 |
|                       | Color                                    | max. | 8.18                            |
|                       | Smell                                    | max. | 8.46                            |
|                       | Taste                                    | max. | 8.34                            |
|                       | Springiness                              | max. | 8.38                            |
| Mouthfeel             | max.                                     | 8.45 |                                 |
| Overall acceptance    | max.                                     | 8.41 |                                 |

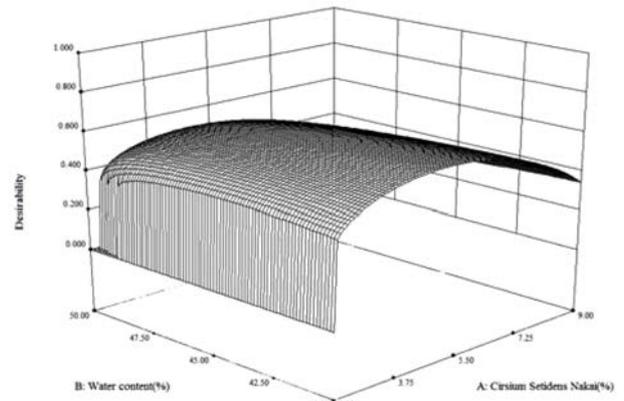
러움을 유지하는 정도를 더 좋아하는 것을 알 수 있었다.

### 최적화

최적화 접근은 Deringer & Suich(1980)를 근원으로 하여 발전시킨 방법을 사용하였다. 제조공정 조건의 변수인 고려엉겅퀴 분말 첨가량은 최대로, 수분 첨가량과 반죽 시간은 최소로 하였다. 그때의 명도, 탄력성, 그리고 기호도 항목은 최대로 설정하였고 적색도, 황색도, 경도, 씹힘성, 수분흡수율, 부피 팽창율, 탁도는 최소로 설정하였다. 모델화에 의해 결정된 반응식을 이용하여 만족하는 수치점(numerical point)을 예측하였다(Table 6). 예측된 수치적 최적값(numerical optimization)은 고려엉겅퀴 분말 첨가량 5.76%, 수분 첨가량 42.52%, 반죽 시간 13.86 분으로 결정되었다. 최적화 접근의 다른 방법으로 모형적 최적값(graphical optimization)을 사용하였으며, 이는 Fig. 5에 나타내었다. 수치적 최적값과 달리 각 반응 모형 그래프의 증첩되는 부분을 최적 범위로 정하였다. 이때 결정된 최적값으로는 desirability 0.623에 해당하는 고려엉겅퀴 분말 첨가량 5.77%, 수분 첨가량 42.52%, 반죽 시간 13.87 분으로 수치 최적화 점과 유사하였다.

## 요 약

본 연구는 한시적으로 이용되는 고려엉겅퀴를 활용하기



**Fig. 5. Three-dimensional plot of the optimal mixture region of the wet noodles by desirability.**

위한 연구의 일환으로 동결건조 고려엉겅퀴 분말을 첨가한 생면을 개발하고자 하였다. 고려엉겅퀴 분말을 첨가한 생면의 제조 조건을 찾고자 생면 품질에 영향을 주는 인자인 고려엉겅퀴 분말, 수분 그리고 반죽 시간을 독립변수로 설정하였다. 예비실험을 거쳐 반죽 500 g을 기준으로 하여 이 양을 100%로 하였을 때 고려엉겅퀴 분말 첨가량 2-9%, 수분 첨가량 40-50%, 그리고 반죽 시간 7-20 분의 범위에서 반응표면분석법 중 D-optimal design을 이용하였다. 각 설정된 범위 안에서 14 개의 실험점이 형성되었고, 4 개의 반복점이 선택되어 실험점이 모두 18 개가 설정되었다. 각 조건별 실험 결과를 모델링화 하여 F-test를 통해 유의성을 검증한 결과 생면의 색도, texture, 수분 흡수율, 부피, 탁도는 linear 모델로, 기호도의 모든 항목은 quadratic 모델로 결정되었다. 모델의 적합성을 분석한 결과 기호도 항목의 냄새를 제외한 모든 항목에서 probability가 모두 5% 이내의 유의성을 보여주어 모델로서 적합함이 인정되었다. 반응표면과 trace plot의 분석 결과 고려엉겅퀴 분말 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도는 낮고 황색도는 높아졌다. 텍스처는 고려엉겅퀴 분말 첨가량이 증가할수록 경도, 탄력성, 씹힘성이 증가하여 생면의 부드러움이 저하되었다. 수분흡수율은 고려엉겅퀴 분말 첨가량이 증가할수록 커졌으며, 부피는 고려엉겅퀴 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 면을 삶아낸 후 측정된 탁도는 고려엉겅퀴 분말 첨가량이 증가할수록 흐려졌으며 수분 첨가량이 증가할수록 탁도는 감소하였다. 기호도 결과 고려엉겅퀴 분말 첨가량에 의하여 많은 영향을 받았으며, 고려엉겅퀴 분말함량, 수분 첨가량, 반죽 시간이 많아질수록 점수가 최대값을 보이다가 감소하였다. 이상의 결과를 토대로 고려엉겅퀴 분말을 이용한 생면의 최적화에서는 desirability가 0.623에 해당하는 고려엉겅퀴 분말 첨가량 5.76%, 수분 첨가량 42.52%, 반죽 시간 13.86 분으로 설정되었다. 이상의 결과로 고려엉겅퀴 분말을 첨가한 생면의 최적 조건은 고려엉

겅퀴 분말 첨가량 5.76%, 수분 첨가량 42.52%, 반죽 시간 13.86 분 인 것을 알 수 있었고, 무기질과 섬유소등이 풍부하고 항산화성이 있는 고려엉겅퀴를 이용하여 생면을 제조 가능할 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- Choi MH, Chang HG, Kim JS, Kim WJ, Chung HJ. 2005. Effects of germinated whole soy flour on the properties of dough and noodle. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 919-926.
- Delcour JA, Hosney RC. 2010. Principles of cereal science and technology. AACC International, Inc., St. Paul, MN, USA, pp. 63-64.
- Derringer G, Suich R. 1980. Simultaneous optimization of several response variables. J. Quality Technol. 12: 214-219.
- Gangwondo Agricultural Research and Extension Services. 2001. Cultivation techniques of the *Cirsium setidens* Nakai. Available from : [http://www.ares.gangwon.kr/hb/agri/sub01\\_02\\_05?articleSeq=25536&mode=readForm&curPage=1&boardCode=infor\\_tec&FieldTitle=%EA%B3%A4](http://www.ares.gangwon.kr/hb/agri/sub01_02_05?articleSeq=25536&mode=readForm&curPage=1&boardCode=infor_tec&FieldTitle=%EA%B3%A4) Accessed Feb. 25, 2014.
- Ham SS, Lee SY, Oh DH, Kim SH, Hong JK. 1997. Development of beverages drinks using mountain edible herbs. Korean J. Food Nutr. 26: 92-97.
- Hong JS, Kim MK, Yoon S, Ryu NS, Kim YK. 1993. Preparation of noodle supplemented with treated apple pomace and soymilk residue as a source of dietary fiber. J. Korean Agric. Chem. Soc. 36: 80-85.
- Hwang JH, Jang MS. 2001. Effect of paprika(*Capsicum annuum* L.) juice on the acceptability and quality of wet noodle. Korean J. Food Cookery Sci. 17: 373-379.
- Hwang JK, Kim CT, Hong SI, Kim CJ. 1994. Solubilization of plant cell walls by extrusion. Korean J. Food Nutr. 23: 358-370.
- Jeong JH. 1999. Effects of calcium on textural and sensory properties of Ramyon. Korean J. Food Nutr. 12: 252-257.
- Kang IJ, Ham SS, Chung CK, Lee SY, Oh DH, Choi KP, Do JJ. 1997. Development of fermented soy sauce using *Cirsium setidens* Nakai and comfrey. Korean J. Food Nutr. 26: 1152-1158.
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. 1993. Sensory evaluation and application. Shinkwang, Seoul. p 207-225.
- Kwak JH. 1987. Studies on the morphology and constituents of *Cirsium setidens* Nakai. MS Thesis. Sungkyunkwan University, Suwon. p 1.
- Lee JH, Kang HC. 2006. The analysis by expression contents(scientific name & common name) of interpretation signs in natural monument. The Korean Institute of Traditional Landscape Architecture. 24: 33-42.
- Lee JW, Lee HH, Rhim JW. 2000. Shelf life extension of white rice cake and wet noodle by the treatment with Chitosan. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 828-833.
- Lee SH, Kim YS, Heo SI, Shim TH, Sa JH, Choi DS, Wang MH. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 571-576.
- Lee SH. 2007. Isolation of Syringin and Antioxidant and Hepatoprotective Activity from *Cirsium setidens* Nakai. MS Thesis. Kangwon National University, Chuncheon. p 7.
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS. 2010. Quality characteristics of dried noodle added with lotus leaf powder. Korean J. Food Culture 25: 225-231.
- Park HK, Lee HG. 2005. Characteristics and development of rice noodle added with soybean protein. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 326-338.
- Park JH, Kim YO, Gug YI, Jo DB, Choe HG. 2003. Effects of green tea powder on noodle properties. Korean J. Food Nutr. 32:1021-1025.
- Park JH, Ko SH, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of wet noodles added with freeze-dried Maesangi powder. J. Food Cookery Sci. 26: 831-839.
- Park JH, Sim YJ, Yun SH, Nam HH, Kim MJ, Suk RS, Park GI, Lee IS, Moon HY. 2010. A study of antioxidant activity and callus formation by leaf tissue of *Cirsium setidens* Nakai. Research Report the Institute of Industrial Technology. 21: 7-13.
- Park SI, Cho EJ. 2004. Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. Korean J. Food Nutr. 17: 120-127.
- Surh JH, Kim JO, Kim MH, Lee JC, Lee BY. 2009. Nutritional properties, as food resources for menu development of cubed snailfish, shaggy sea raven, and two kinds of wild vegetables that are staple products in Samcheok. Korean J. Food Cookery Sci. 25: 690-702.
- Van Berkum EEM, Pauwels B. 2003. D-optimal weighted paired comparison designs. J. Stat. Plan Infer. 110: 147-157.