

## 증숙 맥문동을 첨가한 쿠키의 품질 특성 및 제조조건 최적화

이현정 · 김민지 · 이서윤 · 김두현 · 김원백 · 박소해 · 이희섭

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

### Characterization and Process Optimization of Cookies Prepared with Steamed *Liriopsis tuber* Extract Using Response Surface Methodology

Hyun Jung Lee, Minji Kim, Seoyoun Lee, Doohyun Kim, Won Baek Kim,  
So Hae Park, and Heeseob Lee

Department of Food Science and Nutrition, and Kimchi Research Institute, Pusan National University

**ABSTRACT** This study was performed to evaluate the effects of *Liriopsis tuber* (SLT) extracts on cookie production conditions for reduction of sugar usage through response surface methodology (RSM). The experimental conditions were designed according to the central composite design with 17 experimental points, including three replicates for three independent variables such as the amounts of SLT extracts, butter, and sugar. The experimental data on quality and sensory evaluation of cookies were fitted with various models, and accuracy of the equations was analyzed by ANOVA. Among various responses, spread ratio, sugar content, lightness, redness, hardness, and sensory properties of color, texture, sweetness, appearance, and overall quality showed significant correlations with the contents of three independent variables. From these results, the optimum formulation of cookies for reduced usage of sugar was calculated as SLT extract 6.84 g, butter 47.20 g, and sugar 36.02 g. Optimized cookies showed improved sensory properties but no difference in sweetness compared to control cookies.

**Key words:** steamed *Liriopsis tuber* extract, cookie, optimization, response surface methodology (RSM)

## 서 론

최근 급속한 산업화에 따른 식생활의 서구화 및 식품가공 산업의 성장으로 인해 과자류, 아이스크림류, 케이크류와 같은 가공식품을 많이 섭취하면서 설탕의 섭취량도 증가하고 있다(1). 과도한 설탕 섭취는 비만, 당뇨병, 충치 및 과잉행동장애 등의 다양한 질환의 원인으로 제기되고 있으며(2-5), 식품의약품안전처는 2016년 4월 ‘제1차 당류저감 종합계획’을 발표하여 2020년까지 가공식품을 통한 당류 섭취량을 1일 열량의 10% 이내로 관리하겠다고 밝혔다. 우리나라 국민 1인당 1일 당류 섭취량은 2007년 59.6 g에서 2013년 72.1 g으로 지속적인 증가가 이루어지고 있으며, 특히 가공식품으로부터의 당류 섭취량은 2007년 33.1 g에서 2013년 44.7 g으로 총 당류 섭취량에서 상당한 부분을 차지하고 있는 것을 볼 수 있다. 또한 '07년~'13년 조사된 국민건강영양조사 자료에서 가공식품으로부터의 당류 섭취가 총열량의 10% 이상을 섭취한 사람이 그렇지 않은 사람보다 비만, 고

혈압 및 당뇨병 발생 위험이 높은 것으로 나타났다(6).

쿠키는 제과류 중에서 건과자에 속하고 수분함량이 낮아서 오랜 기간 보존할 수 있는 식품이며 감미가 높고 맛이 우수하여 주된 간식으로 이용되고 있다(7). 밀가루, 유지, 설탕, 달걀, 팽창제 등이 주재료인데, 그중 설탕은 쿠키 제조에 가장 보편적으로 사용되는 재료로 쿠키의 보습성을 강화하고 글루텐 형성을 억제하며 착색제 및 감미제 등의 기능을 하지만, 열량이 높아 당뇨병, 비만 등의 성인병을 유발할 우려가 있다(7-11).

맥문동(*Liriope platyphylla* Wang et Tang)은 우리나라 남부지방에서 자생하는 백합과(Liriaceae)에 속하는 다년생 식물로, 맥문동 건근은 다양한 생리활성을 지니고 있어서 주로 한약재로 사용되어 온 재료이다(12-15). 맥문동 건근은 열수추출물의 형태로 활용하고 있으나 신맛과 쓴맛을 지니고 있어서 가공에 적용하기에는 부적합한 것으로 알려져 있다(16). 그러나 맥문동에 증숙 처리할 경우에는 탄수화물, 조단백질 함량, 총당 및 환원당 함량이 증가하고, 신맛의 감소와 비효소적 갈변반응에서 유래하는 furan 성분의 증가로 인하여 기호도가 증가하며(17,18), 항당뇨(19), 신경세포 보호 효과(20), 신장 및 간 보호 효과(21) 등의 효능이 증가하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 맥문동 건근을 증숙 처리할 경우 다양한 가공식품 부재료로의 이용 가능성이 상

당히 커졌다.

본 연구에서는 증숙 맥문동 열수추출물 첨가에 따른 쿠키를 제조하여 쿠키의 이화학적 특성, 기계적 특성, 관능적 특성을 반응표면분석법을 토대로 분석하여 설탕의 첨가량을 감소시키는 쿠키제조 조건을 제시하였으며, 일반적인 쿠키와의 관능적 특성의 비교를 통하여 저칼로리 쿠키 개발을 위한 산업적 활용의 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용된 증숙 맥문동은 2014년 경상남도 밀양시 상남면에서 수확하여 건조된 것을 구입하여 증숙기(TS-D350H, HUMANPLUS, Daegu, Korea)로 15시간 증숙한 후, 증숙 맥문동 400 g에 0.3 L의 물을 첨가하여 90분간 열수추출기(DW-290, Daewoong Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)를 이용하여 추출하고 여과지(Coffee Filter, Lotte Chilsung Beverage Co., Ltd., Seoul, Korea)로 여과한 후 85°Brix로 조정하여 4°C에 보관하며 쿠키 제조에 사용하였다. 밀가루(CJ CheilJedang Co., Ltd., Yangsan, Korea), 설탕(Q1, Samyang Co., Ltd., Ulsan, Korea), 버터(Seoul Milk Co., Yongin, Korea), 베이킹파우더(Jeonwon Food, Kimpo, Korea), 달걀(Oh Kyung Co., Ltd., Yangsan, Korea)은 시판품을 구입하여 사용하였다.

### 증숙 맥문동 쿠키 제조

증숙 맥문동 쿠키에 사용된 쿠키 반죽의 비율은 쿠키와 관련된 여러 문헌을 조사하고 자료를 수집하여 예비실험을 거치고 일부 수정하여 밀가루 100 g, 설탕 50 g, 버터 50 g, 달걀 25 g 및 베이킹파우더 2.5 g을 기본 배합비로 결정하여 사용하였다. 증숙 맥문동을 첨가한 쿠키는 AACC의 방법을 참고하여 가장 보편적으로 쓰이는 크림법으로 제조하였다(22). 계량된 버터와 증숙 맥문동 열수추출액을 반죽기(HM680, Kenwood Korea, Seoul, Korea)에 넣고 2단으로 1분간 부드럽게 한 후 설탕을 3회에 걸쳐 나누어 넣으면서 4단에서 2분간, 달걀을 나누어 넣고 4단에서 1분간 작동시켜 크림화하여 반죽을 균일한 상태로 만든 후 밀가루와 베이킹파우더를 체에 내린 다음 혼합하여 반죽을 제조하였다. 이를 밀봉하여 냉장실에서 1시간 동안 휴지시킨 후 반죽을 0.5 cm의 막대자 사이에 넣은 다음 밀대로 2회 밀어서 반죽의 두께를 일정하게 한 뒤 직경 4 cm의 둥근 성형틀로 성형하였다. 상단과 하단을 각각 160°C와 140°C로 예열해 둔 오븐(Deck oven, Shinshin Machinery Co., Busan, Korea)에서 15분간 구웠다. 구운 쿠키는 상온에서 1시간 냉각시킨 후 지퍼 백에 담아 보관하고, 24시간 후 검사를 하였다.

### 실험 디자인

증숙 맥문동의 최적 비율을 산출하기 위한 실험 디자인은

Design Expert 8(State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA) 프로그램을 사용하였으며 반응표면 실험계획법(response surface design)의 중심합성계획법(CCD: central composite design)에 따라 실험을 설계하였다. 독립변수는 쿠키의 품질에 영향을 미치는 요인을 기준으로 하여 증숙 맥문동 열수추출물(A), 설탕(B), 버터(C)의 함량을 3개의 요인으로 설정하였고, 요인의 첨가량은 예비실험을 거쳐 각각 85°Brix의 증숙 맥문동 열수추출물 0~10 g, 설탕 20~50 g, 버터 40~60 g으로 결정하였다. 각 요인의 반응을 분석하기 위하여 perturbation plot과 contour plot, response surface plot을 이용하였으며, central composite의 실험점은 정중앙점(0.0, center point),  $\pm a$ 점(axial point),  $\pm 1$  level 점(factorial point)에 따라 각 요인의 설정된 범위를 입력하여 17개의 실험점이 확정되었고 반복설정을 통해 3개의 반복점이 선택되었다. 선정된 17개의 실험조건은 Table 1에 나타내었다.

종속변수로는 이화학적 측정 항목인 반죽의 pH, 반죽의 밀도(dough density), 손실률(loss rate), 퍼짐성(spread ratio), 색도(L, a, b) 및 당도(sugar content), 기계적 측정 항목인 경도(hardness), 그리고 관능적 특성 항목인 색(color), 향미(flavor), 조직감(texture), 단맛(sweetness), 외관(appearance) 및 전반적인 기호도(overall quality)를 설정하였다.

### 이화학적 분석

쿠키 반죽의 pH는 비커에 반죽 5 g과 증류수 50 mL를 넣고 3분 동안 균질화한 후 균질액을 원심분리기에서 3,000 rpm으로 5분간 원심 분리하여 얻은 상층액을 실온에서 pH meter(pH meter F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)로 각각 3회 반복하여 측정하였다.

쿠키 반죽의 밀도는 50 mL 메스실린더에 증류수 30 mL를 넣은 후 5 g의 반죽을 넣었을 때 증가한 높이를 각각 3회 반복 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 구하였다.

쿠키의 손실률은 굽기 전 쿠키 반죽의 중량과 구운 후 쿠키의 중량을 측정하여 그 차이에 대한 비율로 계산하였다.

쿠키의 퍼짐성은 AACC 방법(22)을 이용하여 직경에 대한 두께의 비로 나타내었다. 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 나란히 수평으로 정렬한 후 그 총길이를 측정하였다. 다시 각각의 쿠키를 90도 회전시킨 후 동일한 방법으로 측정한 다음 6으로 나누어 평균값을 구하였다. 쿠키의 두께는 위의 쿠키 6개를 수직으로 쌓고 높이를 측정한 후 순서를 바꾸어 쌓아 올려 높이를 측정하고 6으로 나누어 평균값을 구하였다. 쿠키 1개에 대한 평균 직경과 두께는 3회 반복 측정하였다.

쿠키의 표면색은 색도계(Colorimeter CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)의 색채 값을 3회 반복하여 측정하였다. 이때 사용한 표준백판의 L값은 83.3,

**Table 1.** Experimental design for cookie prepared with steamed *Liriodopsis tuber* (SLT) extract

| Sample No. | Independent variables |            |           | Wheat flour (g) | Egg (g) | Baking powder (g) |
|------------|-----------------------|------------|-----------|-----------------|---------|-------------------|
|            | SLT extract (g)       | Butter (g) | Sugar (g) |                 |         |                   |
| 1          | 2.03                  | 44.05      | 26.08     | 100             | 25      | 2.5               |
| 2          | 7.97                  | 44.05      | 26.08     | 100             | 25      | 2.5               |
| 3          | 2.03                  | 55.95      | 26.08     | 100             | 25      | 2.5               |
| 4          | 7.97                  | 55.95      | 26.08     | 100             | 25      | 2.5               |
| 5          | 2.03                  | 44.05      | 43.92     | 100             | 25      | 2.5               |
| 6          | 7.97                  | 44.05      | 43.92     | 100             | 25      | 2.5               |
| 7          | 2.03                  | 55.95      | 43.92     | 100             | 25      | 2.5               |
| 8          | 7.97                  | 55.95      | 43.92     | 100             | 25      | 2.5               |
| 9          | 0.00                  | 50.00      | 35.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 10         | 10.00                 | 50.00      | 35.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 11         | 5.00                  | 40.00      | 35.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 12         | 5.00                  | 60.00      | 35.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 13         | 5.00                  | 50.00      | 20.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 14         | 5.00                  | 50.00      | 50.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 15         | 5.00                  | 50.00      | 35.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 16         | 5.00                  | 50.00      | 35.00     | 100             | 25      | 2.5               |
| 17         | 5.00                  | 50.00      | 35.00     | 100             | 25      | 2.5               |

a값은 0.3173, b값은 0.3243이었다.

쿠키의 당도는 비커에 반죽 5 g과 증류수 50 mL를 넣고 3분 동안 균질화한 후 균질액을 원심분리기에서 3,000 rpm으로 5분간 원심 분리하여 얻은 상층액을 실온에서 0~95% 범위의 당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였다.

**기계적 특성 분석**

쿠키의 경도는 Rheometer(Sun compact 100, Sun Scientific, Kyoto, Japan)를 사용하여 측정하였다. 기기의 측정조건은 직경 2 mm의 No. 4 needle을 이용하여 table speed 120.00 mm/min, load cell 10.00 kg에서 쿠키 표면으로부터 5 mm 침투하도록 설정하고 침투할 때 생기는 조직적 특성을 측정하였다. 쿠키는 probe가 침투한 후에 쉽게 깨지고 복원력이 없는 시료이므로 one cycle test를 이용하여 쿠키가 중심에서 부러질 때 받는 최대 힘을 3회 반복하여 측정하고 경도로 나타내었다.

**관능검사**

쿠키에 대한 관능평가는 부산대학교 생명윤리위원회의 승인(승인번호: PNU IRB/2016\_69\_HR)하에서 진행하였으며, 22명의 관능 검사원(P대학 대학원생)을 대상으로 기호 검사(hedonic test)인 7점 척도법(1=매우 싫음, 4=보통, 7=매우 좋음)을 이용하여 색, 향미, 조직감, 단맛, 외관, 전반적인 기호도에 대하여 평가하도록 하였다. 평가점수는 각 항목에 해당하는 점수를 더하여 산출한 평균을 평가점수로 하였다.

**최적화 분석**

증숙 맥문동 쿠키의 최적화는 Design Expert 8 프로그램을 이용하여 canonical 모형의 수치 최적화(numerical op-

timization)를 통해 독립변수인 증숙 맥문동 열수추출물과 버터는 실험 범위 내에서, 설탕은 최소(minimize)로 설정하였다. 반응변수인 관능평가의 색, 향미, 조직감, 단맛, 외관, 전반적인 기호도 항목 중 유의적인 결과를 나타낸 색, 조직감, 외관, 전반적인 기호도 항목은 목표범위(goal area)를 최대(maximum), 단맛 항목은 목표범위를 범위 내에서도 설정하였고 수치 최적화를 통해 제시된 최적점 중 적합도(desirability)를 구하고 가장 높은 적합도를 나타내는 최적점을 채택하였다.

**통계분석**

모든 통계분석은 SPSS Ver 14.0 software(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 각 측정 군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리 간의 차이 유무를 one-way ANOVA로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여  $P < 0.05$ 의 범위에서 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**증숙 맥문동 쿠키의 품질 특성**

증숙 맥문동 첨가 쿠키 제조 조건의 최적화를 위하여 중심합성 계획의 방법에 따라서 세 가지의 독립변수[증숙 맥문동 열수추출물(A), 버터(B), 설탕(C)]를 Design Expert 8 프로그램을 활용하여 17가지 조건의 쿠키를 제조하였다. 제조된 쿠키의 품질 특성의 결과는 Table 2와 같으며, 설정된 반응변수로 modeling 한 후 F-test로 유의성을 검증한 결과 및 독립변수가 쿠키의 품질 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위한 회귀식은 Table 3과 같다.

쿠키 반죽 pH와 밀도, 쿠키의 손실물은 각각 6.28~6.60, 1.02~1.20, 12.53~14.84의 범위를 나타내었으며, Quadratic이 적합한 모델로 채택되었으나 유의성은 나타나지

**Table 2.** Physicochemical and textural properties of cookie prepared with SLT extract

| Sample No. <sup>1)</sup> | Dough pH | Dough density (g/mL) | Loss rate (%) | Spread ratio | Sugar content (°Brix) | Responses     |             |                | Hardness (g) |
|--------------------------|----------|----------------------|---------------|--------------|-----------------------|---------------|-------------|----------------|--------------|
|                          |          |                      |               |              |                       | L (lightness) | a (redness) | b (yellowness) |              |
| 1                        | 6.45     | 1.15                 | 12.88         | 3.85         | 2.0                   | 60.92         | 12.43       | 34.29          | 50.22        |
| 2                        | 6.35     | 1.11                 | 14.51         | 4.00         | 2.3                   | 47.01         | 16.77       | 34.26          | 64.70        |
| 3                        | 6.41     | 1.17                 | 14.64         | 3.96         | 2.0                   | 59.37         | 12.53       | 34.36          | 44.91        |
| 4                        | 6.36     | 1.03                 | 13.91         | 4.45         | 2.2                   | 47.42         | 17.05       | 33.66          | 52.74        |
| 5                        | 6.51     | 1.20                 | 14.28         | 5.20         | 3.0                   | 62.07         | 11.98       | 34.11          | 109.40       |
| 6                        | 6.43     | 1.11                 | 14.20         | 5.11         | 3.1                   | 45.58         | 17.29       | 34.64          | 123.70       |
| 7                        | 6.46     | 1.11                 | 12.53         | 4.90         | 2.8                   | 60.70         | 12.74       | 33.99          | 42.63        |
| 8                        | 6.39     | 1.15                 | 14.49         | 5.75         | 2.9                   | 45.87         | 17.54       | 33.90          | 96.70        |
| 9                        | 6.60     | 1.17                 | 13.48         | 4.83         | 2.4                   | 77.66         | 2.83        | 25.73          | 67.08        |
| 10                       | 6.39     | 1.11                 | 14.55         | 5.13         | 2.5                   | 43.89         | 18.55       | 34.61          | 98.27        |
| 11                       | 6.38     | 1.15                 | 14.63         | 4.70         | 2.5                   | 52.75         | 15.86       | 35.24          | 85.50        |
| 12                       | 6.45     | 1.15                 | 14.66         | 5.01         | 2.3                   | 53.34         | 15.16       | 35.18          | 60.75        |
| 13                       | 6.28     | 1.11                 | 13.86         | 3.57         | 1.7                   | 51.31         | 15.61       | 34.94          | 37.14        |
| 14                       | 6.34     | 1.20                 | 13.56         | 5.74         | 2.9                   | 52.43         | 15.79       | 35.62          | 107.90       |
| 15                       | 6.57     | 1.03                 | 14.81         | 4.70         | 2.4                   | 52.52         | 15.56       | 35.34          | 73.44        |
| 16                       | 6.41     | 1.03                 | 14.84         | 4.98         | 2.4                   | 52.99         | 15.30       | 35.11          | 79.78        |
| 17                       | 6.35     | 1.02                 | 14.47         | 4.68         | 2.5                   | 52.25         | 15.30       | 34.18          | 76.12        |

<sup>1)</sup>Formulations of samples are described in Table 1.

**Table 3.** Analysis of predicted polynomial equation for physicochemical and textural properties of cookie prepared with SLT extract

| Responses      | Model     | R <sup>2</sup> | F-value | Prob > F | Polynomial equation <sup>1)</sup>   |
|----------------|-----------|----------------|---------|----------|---|
| Dough pH       | Quadratic | 0.694          | 1.77    | 0.2324   | +6.442 - 0.04783A - 0.00017B + 0.02350C + 0.0075AB - 0.0075BC + 0.02172A <sup>2</sup> - 0.00656B <sup>2</sup> - 0.04369C <sup>2</sup>               |
| Dough density  | Quadratic | 0.811          | 3.35    | 0.0627   | +1.028 - 0.02423A - 0.00805B + 0.01914C + 0.00375AB + 0.01625AC + 0.00125BC + 0.03408A <sup>2</sup> + 0.03762B <sup>2</sup> + 0.03939C <sup>2</sup> |
| Loss rate      | Quadratic | 0.646          | 1.42    | 0.3291   | +14.72 + 0.3353A - 0.01827B - 0.06916C - 0.04AB + 0.1225AC - 0.3275BC - 0.2796A <sup>2</sup> - 0.05687B <sup>2</sup> - 0.3874C <sup>2</sup>         |
| Spread ratio   | Linear    | 0.906          | 41.62   | <0.0001  | +4.739 + 0.1395A + 0.1041B + 0.6114C  |
| Sugar content  | Linear    | 0.931          | 58.44   | <0.0001  | +2.465 + 0.06357A - 0.06124B + 0.3894C  |
| L (lightness)  | Quadratic | 0.964          | 20.94   | 0.0003   | +52.70 - 8.346A - 0.0899B + 0.1013C + 0.4525AB - 0.6825AC + 0.0075BC + 2.501A <sup>2</sup> - 0.2315B <sup>2</sup> - 0.6470C <sup>2</sup>            |
| a (redness)    | Quadratic | 0.899          | 6.93    | 0.0091   | +15.33 + 3.325A + 0.01558B + 0.07855C - 0.04125AB + 0.1562AC + 0.07875BC - 1.458A <sup>2</sup> + 0.2458B <sup>2</sup> + 0.3130C <sup>2</sup>        |
| b (yellowness) | Quadratic | 0.669          | 1.57    | 0.2822   | +34.83 + 1.072A - 0.1091B + 0.08886C - 0.1612AB + 0.1462AC - 0.04125BC - 1.513A <sup>2</sup> + 0.2684B <sup>2</sup> + 0.2932C <sup>2</sup>          |
| Hardness       | 2FI       | 0.942          | 27.02   | <0.0001  | +74.76 + 10.48A - 11.18B + 20.42C + 4.14AB + 5.757AC - 9.562BC  |

<sup>1)</sup>A, SLT extract; B, butter; C, sugar.

않았다.

쿠키의 퍼짐성과 당도는 각각 3.57~5.75와 1.7~3.1 °Brix의 범위를 나타내었고(Table 2), Linear가 적합한 모델로 채택되었으며 *P*-value가 0.0001 미만으로 유의적인 차이를 보였다(Table 3). 쿠키의 퍼짐성은 재료 및 밀가루의 수분흡수율, 굽는 온도 및 시간, 반죽시간과 방법 등의 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(23), 3가지의 독립변수 중에서는 설탕의 양이 쿠키의 퍼짐성에 더 큰 영향을 주었으며 설탕의 양이 증가할수록 쿠키의 퍼짐성이 증가하였다. 이러한 결과는 청국장분말 첨가 발아현미 쿠키(24), 초석잠 분말

첨가 쌀 쿠키(25), 어린잎 적양무가루 첨가 우리밀 쿠키(26)와 유사한 경향을 나타내었다. 쿠키의 당도도 퍼짐성과 동일하게 설탕의 함량과 양의 상관관계를 나타내었다.

쿠키 색도(L, a, b)의 결과는 Table 2와 같으며, L값은 43.89~77.66, a값은 2.83~18.55, b값은 25.73~35.62의 범위를 나타냈다. 쿠키의 명도, 적색도, 황색도는 Quadratic이 적합한 모델로 채택되었으나, 명도와 적색도에서만 유의적인 차이를 나타내었다. 증숙 맥문동 열수추출물이 증가할수록 쿠키의 명도가 감소하였으며, 적색도는 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 보리 및 귀리 첨가 쿠키(27),

취눈이콩 첨가 쿠키(28), 다시마가루 첨가 발아현미 쿠키(29)에 대한 연구에서 유사한 경향을 나타내었으며, 쿠키의 색은 첨가된 증숙 맥문동의 색에 영향을 많이 받는 것으로 판단되었다.

쿠키의 경도는 37.14~123.7의 범위를 나타내었으며, 2FI가 적합한 모델로 채택되었고 *P*-value가 0.0001 미만으로 유의적인 차이를 나타내었다. 증숙 맥문동 열수추출물과 설탕의 양이 증가할수록 쿠키의 경도가 높아지지만, 버터의 양은 증가할수록 경도가 감소하였다. 쿠키의 경도가 증가하는 원인은 쿠키가 구워진 후 냉각할 때 결정화되는 성질에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있으며(11), 증숙 맥문동 열수추출물과 설탕은 경화제로 작용하여 쿠키의 내부 구조를 단단하게 하는 것으로 해석할 수 있다.

**관능적 특성**

증숙 맥문동 열수추출물, 버터, 설탕을 독립변수로 하여 17가지의 배합비율로 제조한 증숙 맥문동 첨가 쿠키의 색,

향미, 조직감, 단맛, 외관, 전반적인 기호도에 대한 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 4와 같으며, 설정된 반응별 모델링화하여 *F*-test로 유의성을 검증한 결과와 회귀식은 Table 5에 나타내었다. 향미와 조직감은 요인이 독립적으로 영향을 미치는 모델인 Linear가 채택되었으나, 색, 단맛, 외관 및 전반적인 기호도는 증숙 맥문동 열수추출물, 버터, 설탕이 상호 작용하는 Quadratic이 적합한 모델로 채택되었으며, 향미를 제외한 모든 관능검사 항목에서 유의성이 나타났다.

색에 대한 기호도는 증숙 맥문동 열수추출물의 첨가량이 가장 큰 효과를 나타냈으며, 첨가량이 증가할수록 색에 대한 기호도가 증가하다가 서서히 감소하였다. 최근 다양한 원료를 이용한 유색 쿠키 제품이 증가하여 예전보다 쿠키의 색에 대한 고정관념이 점차 완화되고 있어서(30), 증숙 맥문동 열수추출물이 첨가된 쿠키의 경우에는 색이 증숙 맥문동 열수추출물 첨가량에 따라 쿠키의 색이 진해짐에도 불구하고 일정한 정도까지는 오히려 소비자들의 기호도를 증가시키

**Table 4.** Sensory evaluation of cookie prepared with SLT extract

| Sample No. <sup>1)</sup> | Responses |        |         |           |            |                 |
|--------------------------|-----------|--------|---------|-----------|------------|-----------------|
|                          | Color     | Flavor | Texture | Sweetness | Appearance | Overall quality |
| 1                        | 4.23      | 4.73   | 3.41    | 3.68      | 4.09       | 3.64            |
| 2                        | 4.86      | 4.59   | 3.64    | 3.64      | 4.59       | 4.23            |
| 3                        | 4.55      | 4.41   | 4.05    | 3.45      | 4.59       | 4.36            |
| 4                        | 4.59      | 4.27   | 3.23    | 3.23      | 4.36       | 3.68            |
| 5                        | 4.64      | 4.55   | 4.09    | 4.73      | 4.73       | 4.68            |
| 6                        | 5.09      | 4.68   | 4.27    | 4.77      | 5.27       | 4.86            |
| 7                        | 4.91      | 4.59   | 4.73    | 4.82      | 4.95       | 5.05            |
| 8                        | 4.63      | 4.64   | 4.45    | 4.64      | 4.77       | 4.91            |
| 9                        | 3.55      | 3.14   | 4.09    | 4.00      | 3.95       | 3.50            |
| 10                       | 4.64      | 4.73   | 4.68    | 4.09      | 5.09       | 4.64            |
| 11                       | 4.91      | 4.59   | 4.45    | 4.45      | 5.05       | 4.77            |
| 12                       | 4.82      | 4.59   | 4.41    | 4.27      | 4.90       | 4.55            |
| 13                       | 4.55      | 3.86   | 3.18    | 2.50      | 4.27       | 3.14            |
| 14                       | 5.14      | 4.36   | 4.82    | 4.86      | 4.95       | 5.09            |
| 15                       | 4.91      | 4.59   | 4.50    | 4.59      | 5.14       | 4.86            |
| 16                       | 5.18      | 5.09   | 4.55    | 4.64      | 5.32       | 5.14            |
| 17                       | 5.32      | 5.00   | 4.55    | 4.73      | 5.23       | 5.09            |

<sup>1)</sup>Formulations of samples are described in Table 1.

**Table 5.** Analysis of predicted polynomial equation for sensory characteristics of cookie prepared with SLT extract

| Responses       | Model     | R <sup>2</sup> | F-value | Prob > F | Polynomial equation <sup>1)</sup>  |
|-----------------|-----------|----------------|---------|----------|--|
| Color           | Quadratic | 0.890          | 6.28    | 0.0121   | +5.129+0.1957A - 0.02133B+0.1488C - 0.165AB-0.0625AC - 0.03BC - 0.3420A <sup>2</sup> - 0.06979B <sup>2</sup> - 0.07686C <sup>2</sup>     |
| Flavor          | Linear    | 0.204          | 1.11    | 0.3821   | +4.495+0.1885A - 0.04686B+0.09526C   |
| Texture         | Linear    | 0.615          | 6.93    | 0.0050   | +4.182+0.02213A+0.07196B+0.4370C   |
| Sweetness       | Quadratic | 0.985          | 51.73   | <0.0001  | +4.645 - 0.01821A - 0.07196B+0.6538C - 0.05AB+0.015AC+ 0.075BC - 0.1863A <sup>2</sup> - 0.07494B <sup>2</sup> - 0.3154C <sup>2</sup>     |
| Appearance      | Quadratic | 0.907          | 7.60    | 0.0070   | +5.230+0.1865A - 0.01920B+0.2368C - 0.1812AB+0.01125AC - 0.06875BC - 0.2512A <sup>2</sup> - 0.09035B <sup>2</sup> - 0.2194C <sup>2</sup> |
| Overall quality | Quadratic | 0.875          | 5.45    | 0.0180   | +5.018+0.1367A+0.01611B+0.5030C-0.1987AB+0.01625AC+ 0.03125BC - 0.2972A <sup>2</sup> - 0.08864B <sup>2</sup> - 0.2813C <sup>2</sup>      |

<sup>1)</sup>A, SLT extract; B, butter; C, sugar.

는 쪽으로 작용하고 있는 것으로 판단된다. 조직감의 경우에는 설탕의 첨가량이 증가할수록 기호도가 증가하며, 버터와 증숙 맥문동 열수추출물의 첨가량은 조직감에 대한 기호도에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 같은 분말을 첨가한 쿠키(31)에서 설탕의 함량이 증가함에 따라 유의적으로 조직감에 대한 기호도가 증가하는 경향과 유사한 특성을 나타내었다. 쿠키의 조직감에 영향을 주는 물리적인 인자로는 경도가 있으며 쿠키의 경도는 설탕의 첨가량이 증가할수록 증가하는데(11), 이러한 경도의 증가가 쿠키의 조직감에 대한 기호도에 직접적인 영향을 주는 것으로 판단된다. 단맛에 대한 기호도는 초석잡을 첨가한 쌀 쿠키(25)에서와 유사한 경향을 나타내어 증숙 맥문동 열수추출물, 버터 및 설탕의 첨가량이 증가할수록 단맛에 대한 기호도는 증가하다가 감소하는 경향을 보였으나, 전반적인 단맛에 가장 큰 영향을 주는 인자는 설탕으로 판단되었다. 외관에 대한 기호도는 증숙 맥문동 열수추출물과 설탕의 첨가량이 증가할수록 외관에 대한 기호도가 증가하다가 서서히 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 첨가량이 많아질수록 쿠키의 색에 영향을 주게 되어 외관과 색은 유사한 경향을 나타내는 것으로 판단되었다. 쿠키의 전반적인 기호도는 다시마가루 첨가 발아현미 쿠키(29)의 결과와 유사한 경향을 나타내어 설탕에 가장 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 설탕의 양이 증가할수록 전반적인 기호도는 증가하였으며, 증숙 맥문동 열수추출물의 경우에는 중심점 부근에서 가장 높은 기호도를 나타내었다.

### 품질 최적화

증숙 맥문동을 첨가한 쿠키의 품질 및 관능평가와 관련된 반응표면분석을 토대로 설탕의 사용은 최소로 하면서 쿠키의 품질 특성 및 관능 특성에 대한 반응변수의 값을 최대한 나타낼 수 있는 배합비를 Design Expert 8 프로그램을 이용하여 canonical 모형의 수치 최적화(numerical optimization)를 수행한 결과 3가지 독립변수의 함량은 맥문동 열수추출물 6.84 g, 버터 47.20 g, 설탕 36.02 g으로 분석되었다. 이는 실험을 설계하기 위하여 설정한 기본 배합비와 비교할 경우 설탕은 50 g에서 36.02 g으로 28%가 감소하였으나, 버터의 경우에는 50 g에서 47.20 g으로 큰 변화는 나타나지 않았다. 초석잡 분말 첨가 쌀 쿠키(25), 다시마가루 첨가 발아현미 쿠키(29), 건조 단호박 첨가 쿠키(32), 하수오가루 첨가 쿠키(33) 등과 같이 일반적인 쿠키의 제조조건의 최적화에서 도출되는 최적의 배합비는 주로 실험설계에서 사용된 높은 설탕 함량 부근에서 배합비가 유도되는 특성을 보이나, 본 연구에서는 설탕의 저감화를 목표로 하여 최적화를 수행하여 상대적으로 낮은 함량의 설탕이 예측되었다.

예측된 당류 저감화를 위한 최적의 배합비와 기본 배합비(대조군)를 이용한 쿠키를 제조하여 품질 특성 및 관능 특성을 비교한 결과, 쿠키의 품질 특성에서는 반죽의 pH, 쿠키의 색도, 당도 및 경도에서 유의적인 차이를 나타내었다(Table 6). 또한, 관능평가에서는 대조군에 비하여 당류 저감화를 위한 최적의 배합비로 제조된 쿠키의 경우 단맛을 제외한 모든 항목에서 유의적으로 대조군보다 우수한 것으로 나타났다(Table 7). 이러한 결과는 맥문동 열수추출물의 첨가에 따라 쿠키 반죽의 pH와 쿠키의 경도는 감소하고 색은 전반

**Table 6.** Physicochemical and textural properties of control cookie and optimized cookie prepared with SLT extract

| Characteristics | Control <sup>1)</sup> | Optimized <sup>2)</sup> | t-value | P-value |       |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|---------|---------|-------|
| Dough pH        | 7.12                  | 6.33                    | 8.00    | 0.001   |       |
| Dough density   | 1.16                  | 1.12                    | 0.43    | 0.692   |       |
| Loss rate       | 13.73                 | 13.67                   | 0.17    | 0.866   |       |
| Spread ratio    | 5.02                  | 4.89                    | 2.29    | 0.084   |       |
| Sugar content   | 2.87                  | 2.47                    | 8.49    | 0.001   |       |
| Color values    | L (lightness)         | 75.21                   | 46.01   | 22.83   | 0.000 |
|                 | a (redness)           | 5.05                    | 17.95   | -11.65  | 0.000 |
|                 | b (yellowness)        | 29.99                   | 34.13   | -4.23   | 0.004 |
| Hardness        | 128.50                | 70.41                   | 2.48    | 0.035   |       |

<sup>1)</sup>Control cookie prepared without SLT extract.

<sup>2)</sup>Optimized cookie prepared with SLT extract.

**Table 7.** Sensory properties of control cookie and optimized cookie prepared with SLT extract

| Sensory properties | Control <sup>1)</sup> | Optimized <sup>2)</sup> | t-value | P-value |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|---------|---------|
| Color              | 3.87                  | 5.18                    | -3.17   | 0.003   |
| Flavor             | 4.13                  | 5.68                    | -3.88   | 0.000   |
| Texture            | 3.86                  | 4.91                    | -2.54   | 0.015   |
| Sweetness          | 4.09                  | 4.68                    | -1.42   | 0.164   |
| Appearance         | 4.13                  | 5.09                    | -2.07   | 0.045   |
| Overall quality    | 4.13                  | 5.32                    | -2.93   | 0.006   |

<sup>1)</sup>Control cookie prepared without SLT extract.

<sup>2)</sup>Optimized cookie prepared with SLT extract.

적으로 어둡게 변화하였지만, 이러한 변화는 관능에 있어서 오히려 긍정적인 영향을 나타내는 것으로 판단되었다. 또한, 최적화된 쿠키의 당도는 감소하였고 전반적인 기호도는 증가했지만, 단맛에서는 대조군과 비교하였을 경우 기호적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

따라서 증숙 맥문동 열수추출물을 이용하여 다양한 제품을 제조할 경우, 증숙 맥문동이 가지고 있는 생리활성을 활용함과 동시에 설탕의 양을 감소시키더라도 기호도에는 영향을 주지 않는 우수한 제품의 개발이 가능할 것으로 판단된다. 본 연구결과를 통해서 천연 기능성 소재를 활용하여 기능성이 우수한 저칼로리 식품의 개발에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 증숙 맥문동을 첨가한 쿠키의 품질 특성 및 관능적 특성을 반응표면분석법을 이용하여 분석하여 저칼로리 쿠키의 개발 가능성을 검토하고자 하였다. 증숙 맥문동 열수추출물, 버터 및 설탕의 함량을 독립변수로 하고 17가지의 쿠키를 제조하여 쿠키의 특성을 분석한 결과 독립변수에 따라서 반죽의 퍼짐성, 쿠키의 당도, 색도, 경도 및 색, 조직감, 단맛, 외관, 전반적인 기호도와 관련된 관능적 특성이 유의적으로 변화하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 설탕의 사용은 최소로 하면서 쿠키의 품질 특성 및 관능 특성에 대한 반응변수의 값을 최대로 나타낼 수 있는 배합비를 분석한 결과 당류 저감화를 위한 최적의 배합비는 증숙 맥문동 열수추출물 6.84 g, 버터 47.20 g, 설탕 36.02 g으로 나타났다. 최적화된 배합비를 토대로 증숙 맥문동 열수추출물이 첨가되지 않은 대조군과 품질 특성 및 관능적 특성을 비교한 결과, 당도는 유의적으로 감소하였으나 관능평가 항목의 단맛은 유의적인 차이가 나지 않으면서 나머지의 관능평가 항목은 유의적으로 증가함을 알 수 있었다. 이상의 결과를 토대로 증숙 맥문동의 활용할 경우 당류 저감화를 위한 다양한 제품의 개발에 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 밀양시 맥문동 6차 가공 시범사업-제품개발에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

1. Kim SK. 2007. The status of sugars of content in children's processed foods and its action plan. *MS Thesis*. Duksung Women's University, Seoul, Korea.
2. James J, Kerr D. 2005. Prevention of childhood obesity by reducing soft drinks. *Int J Obes* 29: S54-S57.
3. Laaksonen DE, Toppinen LK, Juntunen KS, Autio K, Liukkonen KH, Poutanen KS, Niskanen L, Mykkänen HM.

2005. Dietary carbohydrate modification enhances insulin secretion in persons with the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 82: 1218-1227.
4. Moynihan P. 2005. The interrelationship between diet and oral health. *Proc Nutr Soc* 64: 571-580.
5. Gross MD. 1984. Effect of sucrose on hyperkinetic children. *Pediatrics* 74: 876-878.
6. Jung J. 2016. Action plan for sugars reduction. *Food Science and Industry* 49(3): 12-16.
7. Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1414-1421.
8. Schanot MS. 1981. Sweeteners: functionality in cookies and crackers. *AIB Technol Bull* 3: 1-4.
9. Jo NJ, Kim YH, An HG, Shin SY, Hwang YG. 2000. *Bakery materials science*. B&C World, Seoul, Korea. p 120-127.
10. Lee IS. 1997. Natural origins of sweet ingredients. *Food Industry and Nutrition* 2(1): 22-30.
11. Shin IY, Kim HI, Kim CS, Whang K. 1999. Characteristics of sugar cookies with replacement of sucrose with sugar alcohols - ( I ) Organoleptic characteristics of sugar alcohol cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 850-857.
12. Kim SM, Lee CY, Kim YC, Choi IS, Min KK, Seong JD. 2007. Effects of organic fertilizers on growth and yield in *Liriope platyphylla* Wang et Tang. *Korean J Med Crop Sci* 15: 148-151.
13. Lee WC. 1996. *Korean plant encyclopedia*. Academybook Co., Seoul, Korea. p 397.
14. Academic Society for Pharmacognosy. 1992. *Pharmacognosy*. Hakchangsa, Seoul, Korea. p 467-469.
15. Council for College of Pharmacy. 2003. *Pharmaceutical manufacturing encyclopedia*. 8th ed. Shinil Co., Seoul, Korea. p 1104-1105.
16. Kim SD, Ku YS, Lee IZ, Kim ID, Youn KS. 2001. General components and sensory evaluation of hot water extract from *Liriope tuber*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 20-24.
17. Park SH. 2013. Studies on bioactive compounds and biological activities of steamed *Liriope platyphylla* and its application on beverage products. *PhD Dissertation*. Pusan National University, Busan, Korea.
18. Park JY, Park SH, Lee H, Lee YB. 2014. Headspace volatile compounds of steamed *Liriope tuber* tea affected by steaming frequency. *Prev Nutr Food Sci* 19: 314-320.
19. Choi SI, Lee HR, Goo JS, Kim JE, Nam SH, Hwang IS, Lee YJ, Prak SH, Lee HS, Lee JS, Jang IS, Son HJ, Hwang DY. 2011. Effects of steaming time and frequency for manufactured red *Liriope platyphylla* on the insulin secretion ability and insulin receptor signaling pathway. *Lab Anim Res* 27: 117-126.
20. Choi SI, Goo JS, Kim JE, Nam SH, Hwang IS, Lee HR, Lee YJ, Son HJ, Lee HS, Lee JS, Kim HJ, Hwang DY. 2012. Differential effects of the steaming time and frequency for manufactured red *Liriope platyphylla* on nerve growth factor secretion ability, nerve growth factor receptor signaling pathway and regulation of calcium concentration. *Mol Med Report* 6: 1160-1170.
21. Choi SI, Kim JE, Hwang IS, Lee HR, Lee YJ, Kwak MH, Son HJ, Lee HS, Lee JS, Kang BC, Hwang DY. 2012. Toxicity of red *Liriope platyphylla* manufactured by steaming process on liver and kidney organs of ICR mice. *Lab Anim Res* 28: 229-238.
22. AACC. 1995. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 9th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p 10-52.

23. Gisslen W. 2001. *Professional baking*. Jone Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA. p 403.
24. Song YH. 2009. The characteristics and optimization of brown rice cookie prepared with *chungkukjang*. *MS Thesis*. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea.
25. Chung M, Lee SM, Joo N. 2014. Optimization of rice cookies prepared with Chinese artichoke (*Stachy sieboldii* Miq) powder using response surface methodology and quality characteristics. *Korean J Food Nutr* 27: 435-446.
26. Cheon CJ, Kim YH, Oh JC, Kim JK, Yu HH. 2013. Optimization of the preparation of domestic wheat cookies by addition of red radish (*Raphanus sativus* L.) sprout powder. *Korean J Food Sci Technol* 45: 441-450.
27. Lee JA, Park GS, Ahn SH. 2002. Comparative of physicochemical and sensory quality characteristic of cookie added with barleys and oatmeals. *Korean J Soc Food Cook Sci* 18: 238-246.
28. Ko YJ. 2005. Quality characteristic and optimization of iced cookie with the addition of *Jinuni bean*. *MS Thesis*. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea.
29. Pyo S, Lee SM, Joo N. 2010. Optimization of germinated brown rice cookie prepared with (*Laminaria longissima*) seatangle powder. *Korean J Food Cook Sci* 26: 617-626.
30. Cho HS, Kim KH. 2013. Quality characteristics of cookies prepared with *Lopuat* (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1799-1804.
31. Lee JH, Soung YH, Lee SM, Jung HS, Paik JE, Joo N. 2008. Optimization of iced cookie with arrowroot powder using response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 24: 76-83.
32. Lee SM, Ko YJ, Jung HA, Paik JE, Joo NM. 2005. Optimization of iced cookie with the addition of dried sweet pumpkin powder. *Korean J Food Cult* 20: 516-524.
33. Yu HH, Oh JC. 2014. Optimization of cookie preparation by addition of *Polygonum multiflorum* Radix powder using response surface methodology. *Korean J Food Nutr* 27: 539-550.