비타민나무 잎 분말 첨가 호밀쿠키의 품질 특성 및 항산화 활성

박민규 · 주신윤

대진대학교 식품영양학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Rye Cookies Supplemented with Sea Buckthorn Leaf Powder

Min Gyu Park and Shin Youn Joo

Department of Food Science and Nutrition, Daejin University

ABSTRACT This study investigated the quality characteristics and antioxidant activity of rye cookies prepared using sea buckthorn leaf powder (SBLP), which is known to contain various functional ingredients. Rye cookies were prepared by replacing 0%, 3%, 5%, 7%, and 9% flour with SBLP. The pH of cookie dough was significantly decreased with increasing amount of added SBLP. The loss and leavening rate of cookie also showed a similar decreasing tendency, whereas the moisture content and sweetness of cookie were significantly increased with increasing amount of SBLP. Analysis on the hunter color system showed significantly decreased L, a, and b values of cookie with increasing amount of SBLP. Hardness was also observed to proportionately increase with increasing SBLP content. Moreover, supplementation with SBLP resulted in higher levels of total polyphenol, flavonoid, chlorophyll, and carotenoid contents. The antioxidant activities measured by the DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities, and reducing power were highest in rye cookies supplemented with 9% SBLP. The overall acceptability of rye cookies containing 7% SBLP received the highest score in the sensory evaluations. Thus, 7% SBLP was determined to be the appropriate supplement for making rye cookies. We suggest supplementation with SBLP for preparing a functional cookie with improved consumer acceptance.

Key words: sea buckthorn leaf, rye cookie, DPPH radical scavenging activity, ABTS⁺ radical scavenging activity, reducing power

서 론

비타민나무(sea buckthorn, *Hippophae rhamnoides*)는 보리수나무과에 속하는 낙엽활엽관목이며 산자나무라고도 부른다(Guan 등, 2005). 비타민나무는 2005년 중국의 흑룡강성에서 묘목을 들여온 이래로 현재 우리나라에서는 북부 지방을 중심으로 재배 중이다(Park 등, 2010). 비타민나무는 내한성이 우수한 식물로 잎에는 다양한 영양성분과 생리 활성 물질이 함유되어 있어 항산화, 항염, 항면역 등 각종 건강에 유익한 효능이 있고 일부 국가에서는 기능성 식품으로 차류 또는 건강보조제가 개발되어 있다(Guan 등, 2005). 특히 비타민나무 잎에 함유된 isorhamnetin, kaempferol, quercetin, myricetin, catechin 등의 플라보노이드는 다양한 약리효과가 있다고 알려져 있다(Kim 등, 2010). Iso-

rhamnetin은 quercetin의 대사산물 중 하나로 산화적 스트레스의 원인 물질이 되는 reactive oxygen species 생성을 차단하여 C2C12 세포에서 apoptosis 유발을 억제한다(Choi, 2015). Kaempferol은 3개의 ring으로 구성된 분자구조에 OH기를 가지고 있어 이들의 상호작용으로 강력한 항산화 및 항암 작용을 나타내며, quercetin은 ascorbic acid 또는 dehydroepiandrosterone과 함께 항산화능이 매우 우수하고 산화적 스트레스를 효과적으로 감소시켜 생활습관병 등을 예방하는 효과가 있다(Coskun 등, 2005; Leung 등, 2007). 식물성 대사산물인 catechin은 항산화능이 토코페롤보다 50배, ascorbic acid보다 100배 좋다고 알려져 있어 체내 활성산소를 효과적으로 제거한다(Ruidavets 등, 2000).

최근 경제수준 향상 및 인구 고령화의 영향으로 악성 신생물, 생활습관병 등 다양한 질병 발생률이 증가하고 있으며, 서구화된 식생활의 영향으로 제과, 제빵과 같은 밀의 수요가 증가하고 있다(Lee와 Jin, 2015). 또한 현대인들은 환경오염과 외부로부터 오는 다양한 스트레스로 인해 건강에 악영향을 받고 있다. 이로 인해 건강에 대한 관심이 증가하여 소비행동측면에서는 웰빙을 선호하며 사회측면에서는 건강과 관련된 사업이 증가하였다(Baek과 Jeong, 2006). 현대인들

Received 3 Feb 2021; Revised 23 Feb 2021; Accepted 23 Feb 2021

Corresponding author: Shin-Youn Joo, Department of Food Science and Nutrition, Daejin University, 1007, Hoguk-ro, Pocheon-si, Gyeonggi 11159, Korea, E-mail: joo@daejin.ac.kr

Author information: Min Gyu Park (Graduate student), Shin Youn Joo (Professor)

은 디저트 소비로부터 행복감 증진과 스트레스 완화를 기대하고 있어 제품의 소비 형태에서도 차이를 나타내어, 일반 제품은 가성비를 추구하는 반면 디저트 제품은 가성비를 추구한다(Yu와 Ahn, 2018). 이러한 영향으로 기능성 천연 소재를 쿠키에 첨가하여 기능성을 향상시킨 연구가 활발하게 진행되고 있다(Cho와 Chung, 2019). 쿠키는 수분함량이 낮은 건과자로 저장성이 우수하며 제조 방법이 간단하여 연령 및 성별 상관없이 선호하는 기호식품 중 하나로 이용되고 있다(Lee 등, 2002). 특히 호밀을 이용한 베이커리 제품은 건강 지향적 식품을 선호하는 소비자들에게 각광받고 있다. 호밀(rye)은 라이보리 또는 흑밀이라고 불리며 척박한 기후에서도 생육이 가능한 곡류로 유럽과 러시아 지역에서 생산된다. 호밀은 밀보다 β -glucan 및 arabinoxylan을 많이 함유하고 있으며, 리그닌의 좋은 공급원으로 secoisolariciresinol, matairesinol이 많이 분포되어 있다. 또한 폴리페놀류, 피틴산, ferulic acid, alkylresinol 등 다양한 생리활성 성분이 존재한다(Lee, 2010). 최근 기능성을 가진 쿠키에 관한 연구로는 미나리(Lee, 2015), 음나무(Lee와 Jin, 2015), 감잎(Lim와 Lee, 2016), 갯기름나물(Cha와 Lee, 2016), 모링가 잎(Choi, 2018), 벌나무 잎(Park 등, 2018), 가시파래(Baek 등, 2019), 초식잠 잎(Kim과 Lee, 2019), 흰민들레(Lee 등, 2019) 등이 있지만, 비타민나무 잎이나 호밀을 이용한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 생리활성이 우수한 비타민나무 잎의 활용도를 높이기 위한 건강 기능성 식품 개발의 일환으로 비타민나무 잎 첨가 호밀쿠키를 제조하였다. 비타민나무 잎 분말을 밀가루에 대체하여 첨가한 후 품질 특성, 관능적 특성, 항산화 물질 및 항산화 활성을 비교하여 비타민나무 잎 분말의 적정 대체 비율을 알아내고, 건강 기능성 식품으로서 적용 가능성에 대한 기초연구 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용한 재료는 비타민나무 잎 분말(Samsung Herb Medicine Agricultural Co., Chuncheon, Korea), 박력 밀가루(CJ Cheiljedang Co., Yangsan, Korea), 호밀 분말(Bob's Red Mill Natural Foods, Inc., Milwaukie, OR,

USA), 버터(Lotte Food Co., Cheonan, Korea), 소금(Korea Salt Manufacture Association, Mokpo, Korea), 슈가파우더(Comida Co., Ichon, Korea), 달걀은 모두 시중에서 구입하였다.

호밀쿠키 제조

호밀쿠키를 제조하기 위한 재료 및 분량은 Table 1과 같다. 상온의 버터를 반죽기(model K5SS, Kitchen Aid Co., Joseph, MI, USA)에 넣고 4단으로 작동시켜 크림화한 다음 슈가파우더와 소금을 넣고 2단, 4단, 6단의 순으로 3분 20초간 혼합하였다. 이후 달걀을 3회에 걸쳐 나누어 넣으면서 4단, 10단의 순으로 1분 25초간 혼합하여 크림화한 후 체질한 박력분, 호밀가루, 비타민나무 잎 분말을 넣고 1단, 4단 순으로 1분 10초간 혼합하여 반죽하였다. 완성된 반죽은 한 시간 동안 냉장고에서 휴지시킨 뒤 밀대로 밀어 6 mm 두께로 균일하게 만들었다. 이후 직경 45 mm의 원형 쿠키 틀을 이용하여 일정한 크기와 모양으로 성형하였고, 예열(170 °C)된 오븐(FDO-7102, Daeyoung, Seoul, Korea)에서 12분 30초간 구워 쿠키를 제조하였다. 실온에서 1시간 동안 방냉 후 polyethylene bag에 보관하여 품질 특성 및 항산화 활성 실험의 시료로 사용하였다.

밀도 및 pH

호밀쿠키 반죽의 밀도(density)는 50 mL 메스실린더에 일정량의 증류수를 넣고 반죽 5 g을 넣었을 때 증가한 부피를 측정하여 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 나타냈으며, 반죽의 pH는 증류수 27 mL에 반죽 3 g을 넣고 균질기(Omni μ H Homogenizer, Omni International, Kennesaw, GA, USA)로 1분간 분쇄한 후 여과지(Whatman No. 1, Whatman Ltd., Maidstone, UK)로 여과한 다음 pH meter (Orion star A211, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)로 측정하였다.

퍼짐성, 손실률 및 팽창률

호밀쿠키의 퍼짐성 지수(spread factor)는 쿠키의 직경(mm)과 쿠키 6개의 높이(mm)를 각각 측정한 뒤 AACC Method 10-50D의 방법(AACC, 2000)을 이용하여 두께에 대한 무게의 비로 나타냈다. 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 일렬

Table 1. Formula for cookies added with various content of sea buckthorn leaf powder

Ingredient (g)	Control ¹⁾	SBLP3	SBLP5	SBLP7	SBLP9
Flour	50	47	45	43	41
Sea buckthorn leaf powder	0	3	5	7	9
Rye flour	50	50	50	50	50
Butter	60	60	60	60	60
Egg	20	20	20	20	20
Sugar powder	40	40	40	40	40
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

¹⁾Control: cookie without sea buckthorn leaf powder; SBLP3, SBLP5, SBLP7, SBLP9: cookie made by substituting sea buckthorn leaf powder 3%, 5%, 7%, and 9% of the flour.

로 정렬하여 그 길이를 측정한 수치와 각각의 쿠키를 90° 회전시킨 후 다시 그 길이를 측정하여 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값으로 산출하였고, 쿠키의 두께는 쿠키 6개를 수직으로 쌓아 올려 높이를 측정한 수치와 순서를 변경해 쌓은 후의 높이를 측정하여 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값으로 산출하였다. 손실률(loss rate)과 팽창률(leavening rate) 또한 AACC Method 10-50D(AACC, 2000)의 방법을 이용하였다. 쿠키의 손실률과 팽창률은 쿠키의 굽기 전 중량과 구운 후 중량을 각각 측정하여 그 차이에 대한 비율로 산출하였다.

수분보유력 및 수분함량

호밀쿠키의 수분보유력(water holding capacity)은 분쇄한 쿠키 1 g과 증류수 20 mL를 conical tube에 넣고 shaking incubator(SI-900R, JeioTech, Daejeon, Korea)에서 25°C, 30분, 150 rpm으로 교반하였다. 교반이 끝난 혼합액은 25°C, 10분, 3,000 rpm에서 원심분리(Supra-21K, Hanil Science Co., Incheon, Korea)하여 상등액을 제거한 후 침전물의 중량을 측정하여 처음 시료 중량과의 차이에 대한 비율로 산출하였다. 수분함량(moisture content)은 분쇄한 쿠키 약 0.5 g 내외로 칭량하여 적외선 수분측정기(MB-45, Ohaus, Parsippany, NJ, USA)로 105°C, 10분간 측정하였다.

당도

호밀쿠키의 당도(sweetness)는 증류수 27 mL에 쿠키 3 g을 넣고 균질기로 분쇄한 후 원심분리하여 얻은 상등액 중 0.2 mL를 취해 당도계(Atago PR-101a, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

색도

호밀쿠키의 색도(color value)는 쿠키의 표면을 색차계(JX 777, Juki, Tokyo, Japan)로 L값(lightness, 명도), a값(red, 적색도), b값(yellow, 황색도)을 측정하였다. 표준 백색판의 L값은 98.20, a값은 -0.03, b값은 -0.26이다.

경도

호밀쿠키의 경도(hardness)는 texture analyzer(TAXT Plus, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)로 측정하였으며, probe는 2 mm cylinder probe를 사용하였다. 분석조건은 pre-test speed 3.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, test distance 3.0 mm/s, trigger force 5.0 g으로 하였다.

항산화 시료 추출액 제조

시료 추출액은 비타민나무 잎 분말 1 mg/mL, 밀가루와 호밀쿠키 200 mg/mL의 농도로 80% 에탄올을 이용하여

shaking incubator(24 h, 20°C, 150 rpm)에서 추출하였다. 추출액은 여과지로 여과하여 시료액으로 사용하였다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량은 Lin과 Tang(2007)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 용액 0.1 mL, Folin-Ciocalteu reagent 0.2 mL 및 증류수 2 mL를 혼합하여 3분간 방치한 후, 10% Na₂CO₃ 2 mL를 넣고 암소에서 60분 동안 반응시킨 뒤 765 nm의 분광광도계(EMC-18PC-UV, EMCLAB GmbH, Duisburg, Germany)로 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 농도별로 반응시킨 값으로 나타냈으며, 시료 1 g당 mg gallic acid equivalent(mg GAE/g)로 결과를 나타내었다.

총 플라보노이드 함량은 Lee 등(1997)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 용액 0.1 mL, 1 N NaOH 0.3 mL 및 diethyleneglycol 2 mL를 혼합하여 37°C에서 1시간 반응시킨 후 420 nm의 분광광도계로 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 naringin(Sigma Chemical Co.)을 농도별로 반응시킨 값으로 나타냈으며, 시료 1 g당 mg naringin equivalent(mg NE/g)로 결과를 나타내었다.

클로로필 및 카로티노이드 함량

클로로필 함량은 Chappelle 등(1992)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 0.5 g에 dimethyl sulfoxide 25 mL를 가하여 30°C에서 24시간 동안 암소에서 색소를 추출한 뒤 648 nm, 664 nm, 470 nm의 분광광도계로 흡광도를 측정하였다. 아래의 식으로 클로로필 및 카로티노이드 함량을 계산하여 나타내었다.

$$\text{Chlorophyll a (g/mL)} = 12.25(A) - 2.79(B)$$

$$\text{Chlorophyll b (g/mL)} = 21.50(B) - 5.10(A)$$

$$\text{Carotenoid} = [1,000(C) - 1.82(\text{chlorophyll a}) - 85.02(\text{chlorophyll b})] / 198$$

A: 664 nm of sample absorbance

B: 648 nm of sample absorbance

C: 470 nm of sample absorbance

DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Lee 등(2007)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 용액의 농도는 비타민나무 잎 분말, 밀가루 및 양성대조군(ascorbic acid)이 각각 250 µg/mL, 200 mg/mL, 40 µg/mL였으며 호밀쿠키는 20 mg/mL를 사용하였다. 시료 용액 0.5 mL에 DPPH 용액(1.5×10⁻⁴ M) 2 mL를 가하여 30분간 암소에서 반응시킨 후 517 nm의 분광광도계로 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 아래의 식으로 계산하여 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = 100 - [(A/B) \times 100]$$

A: sample absorbance

B: blank absorbance

ABTS⁺ 라디칼 소거능

ABTS⁺ 라디칼 소거능은 Re 등(1999)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 용액의 농도는 비타민나무 잎 분말, 밀가루 및 양성대조군(ascorbic acid)이 각각 500 µg/mL, 200 mg/mL, 100 µg/mL였으며 호밀쿠키는 30 mg/mL를 사용하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 14:1의 비율로 혼합하여 암소에서 20시간 반응시켜 ABTS solution을 제조하였다. 반응이 끝난 ABTS solution은 734 nm의 분광광도계로 흡광도 값이 0.70±0.02가 되도록 증류수로 희석하여 실험에 사용하였다. 시료 용액 0.1 mL와 ABTS 용액 1.6 mL를 5분 동안 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS⁺ 라디칼 소거능은 아래의 식으로 계산하여 나타내었다.

$$\text{ABTS}^+ \text{ radical scavenging activity (\%)} = 100 - [(A/B) \times 100]$$

A: sample absorbance

B: blank absorbance

환원력

환원력은 Wong과 Chye(2009)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 용액의 농도는 비타민나무 잎 분말, 밀가루 및 양성대조군(ascorbic acid)이 각각 500 µg/mL, 200 mg/mL, 125 µg/mL였으며 호밀쿠키는 50 mg/mL를 사용하였다. 시료 용액 0.5 mL와 pH를 6.6으로 조정한 0.2 M phosphate buffer 0.5 mL, 1% potassiumferricyanide 0.5 mL를 혼합한 후 50°C에서 20분간 반응시켰다. 이 반응액에 10% TCA 용액 0.5 mL를 가하고 10분간 10,000 rpm으로 원심분리(CF-10, Daihan Scientific Co., Wonju, Korea)하여 상층액 1 mL를 취하였다. 여기에 증류수 1 mL를 가한 뒤 0.1% FeCl₃ 0.2 mL 혼합하여 700 nm의 분광광도계로 흡광도를 측정하였다.

관능검사

비타민나무 잎 분말 첨가 호밀쿠키의 관능검사는 연령대(20대)가 동일한 패널 30명을 선정하여 사전교육을 통해 실험의 목적과 취지를 충분히 설명하고 평가방법에 대해 인지시킨 후 다음 관능검사에 응하도록 하였다(대전대학교 생명

윤리심의위원회 승인번호: 1040656-202005-SB-01-10). 일정한 크기(직경: 45 mm, 높이: 6 mm)의 쿠키 5개를 난수표를 이용하여 세 자리 숫자를 부착한 흰색 폴리에틸렌 일회용 접시에 담아 동시에 제공하였고, 7점 척도법을 이용하여 관능 특성에 대하여 평가하도록 하였다. 한 개의 시료를 섭취한 후 미지근한 물로 충분히 입안을 행군 뒤 다음 시료를 평가하도록 하였다. 소비자 기호도(1점: 대단히 많이 싫어한다, 7점: 대단히 많이 좋아한다) 평가항목은 전반적인 기호도, 외관, 색, 향, 맛, 조직감이었고, 특성 강도(1점: 대단히 많이 약하다, 7점: 대단히 많이 강하다)의 평가항목은 바삭한 정도, 비타민나무 잎 향미, 단맛, 쓴맛, 후미였다.

통계처리

본 연구의 결과는 3회 이상의 반복 실험으로 얻은 값을 SPSS statistics(ver. 25, IBM Co., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램으로 각 시료 간 유의성 검증을 위하여 ANOVA로 분석하였으며 평균±표준편차로 나타내었다. 유의성이 있는 경우에는 사후검증으로 Duncan's multiple range test를 실시하였다($P < 0.05$).

결과 및 고찰

밀도 및 pH

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키 반죽의 밀도 및 pH를 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 반죽의 밀도는 쿠키의 품질관리와 관련된 중요한 품질평가지표 중 하나로 반죽의 팽창 정도를 보여준다. 또한 밀가루와 지방의 종류 및 사용량 외에 반죽의 혼합 방법이나 시간, 팽창제 종류나 사용량 등에 영향을 받는다. 밀도가 낮을수록 딱딱한 쿠키가 제조되어 기호도가 감소하고 밀도가 높을수록 쉽게 부서져 상품성이 저하된다(Koh와 Noh, 1997). 쿠키 반죽의 밀도는 대조군과 비타민나무 잎 분말 첨가군이 1.25 g/mL로 시료 간의 유의적인 차이가 없었다. Cho와 Kim(2013)의 비파괴 분말 첨가 쿠키 연구에서 쿠키 반죽의 밀도는 대조군과 시료첨가군 간의 차이가 없었으며, 이러한 결과는 밀가루 총량 대비 부재료 첨가 비율이 높지 않기 때문이라고 보고하였다. 본 연구에서 밀가루 총량 대비 부재료 첨가 비율이 높지 않아 시료가 첨가되어도 제품의 품질에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키 반죽의

Table 2. Density and pH of cookie dough containing various amounts of sea buckthorn leaf powder

Properties	Control ¹⁾	SBLP3	SBLP5	SBLP7	SBLP9
Density (g/mL)	1.25±0.00 ^{NS2)3)}	1.25±0.00 ^{NS}	1.25±0.00 ^{NS}	1.25±0.00 ^{NS}	1.25±0.00 ^{NS}
pH	6.69±0.02 ^{a4)}	6.38±0.02 ^b	6.36±0.01 ^b	6.28±0.01 ^c	6.20±0.04 ^d

¹⁾All abbreviated terms were defined in Table 1.

²⁾Data are mean±standard deviation.

³⁾NS: Not significantly different at $P > 0.05$.

⁴⁾Different superscripts (a-d) in a row indicate significant differences at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Quality characteristics of sea buckthorn leaf powder and flour

Parameters	SBLP ¹⁾	Flour
pH	4.90±0.05 ^{*2)}	5.99±0.02
Moisture content (%)	8.65±0.12 [*]	12.54±0.30
Sweetness (°Brix)	4.13±0.06 [*]	0.63±0.06
Color L	61.63±0.57 [*]	91.71±0.64
a	-3.33±0.16 [*]	-0.35±0.26
b	26.30±0.18 [*]	8.41±0.19

¹⁾SBLP: sea buckthorn leaf powder.²⁾Data are mean±standard deviation.^{*}Significantly different from strong flour and aronia powder at $P<0.05$ by t-test.

pH는 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 pH 6.69, 6.38, 6.36, 6.28, 6.20으로 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 벌나무 잎(Park 등, 2018), 초석잠 잎(Kim과 Lee, 2019) 분말 첨가 쿠키 연구에서도 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키 반죽의 pH가 감소한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 쿠키 반죽의 pH가 감소하였는데, 이는 본 실험에서 사용된 비타민나무 잎 분말과 밀가루의 pH가 각각 pH 4.90, pH 5.99로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 pH가 낮아 시료 첨가량이 증가할수록 반죽의 pH가 감소한 것으로 판단된다(Table 3). 특히 비타민나무 잎에는 malic acid, lactic acid, acetic acid 등의 유기산이 함유되어 있어 (Lee 등, 2018) 이러한 유기산들이 쿠키 반죽의 pH에 영향을 준 것으로 사료된다.

퍼짐성, 손실률 및 팽창률

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 퍼짐성, 손실률 및 팽창률을 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 퍼짐성은 쿠키 제조 시 반죽하여 성형한 후 오븐에서 굽는 동안 반죽의 두께가 감소하고 직경이 증가하는 현상을 뜻하며, 퍼짐성이 크거나 넓은 직경의 쿠키가 품질이 좋다고 인

식되고 있다(Lee 등, 2002). 쿠키의 퍼짐성은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 6.31~6.58%로 나타나 시료 간에 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. Doescher와 Hoseney(1985)는 쿠키의 퍼짐성이 수분함량 및 수분 결합 형태와 밀접한 연관이 있다고 보고하였고, Kissell과 Yamazaki(1975)는 쿠키 반죽 내 수분이 결합수 형태로 존재할 경우 퍼짐성에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 또한 Lim과 Lee(2016)는 쿠키 반죽에 부재료 첨가량이 증가하면 결합수 양도 증가한다고 보고하였다. 따라서 본 연구의 비타민나무 잎 분말 첨가가 쿠키 퍼짐성에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

제과류는 굽는 과정 중 반죽이 보유하고 있던 수분이 열에 의해 기화되어 굽기 손실을 유발하게 된다(Pomeranz, 1978). 쿠키의 굽기손실률은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 12.65%, 11.59%, 10.35%, 10.66%, 10.01%로 나타나 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 굽기손실률이 감소하는 경향을 보였다($P<0.05$). 감잎 분말 첨가 쿠키 연구(Lim와 Lee, 2016)에서 쿠키 반죽에 부재료를 첨가하면 반죽과 부재료의 이화학 작용에 의해 결합수가 형성되며, 부재료의 첨가량이 증가할수록 결합수 양도 증가하여 조리 과정 중 수분손실이 감소한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에 사용된 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 결합수의 양도 증가하여 굽기손실률이 감소한 것으로 사료된다.

팽창률은 쿠키 제조에 사용되는 유지의 종류, 첨가량 및 수분함량에 영향을 받으며(Lim와 Cha, 2014), 쿠키의 부드러운 식감과 풍미는 팽창의 영향을 받는다(Sin과 No, 2010). 쿠키의 팽창률은 대조군(100%)을 기준으로 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 89.98%, 78.50%, 81.35%, 76.60%로 나타나 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였다($P<0.05$). Jung과 Lee(2011)는 쿠키를 제조할 때 섬유소 함량이 높은 시료를 첨가하면 당의 용해에 필요한 수분을 섬유소가 흡수하여 당의 용해성과 보습성 및

Table 4. Spread factor, loss rate, leavening rate, water holding capacity, moisture content, color value, and hardness of cookie containing various amounts of sea buckthorn leaf powder

Properties	Control ¹⁾	SBLP3	SBLP5	SBLP7	SBLP9
Spread factor (%)	6.48±0.11 ^{ab2)3)}	6.58±0.11 ^a	6.31±0.11 ^b	6.42±0.06 ^{ab}	6.35±0.05 ^b
Loss rate (%)	12.65±0.38 ^a	11.59±0.66 ^b	10.35±0.78 ^c	10.66±0.48 ^c	10.01±0.49 ^d
Leavening rate (%)	100±0.00 ^a	89.98±5.37 ^b	78.50±5.32 ^{bc}	81.35±3.45 ^b	76.60±4.89 ^c
Water holding capacity (%)	140.67±23.69 ^{NS4)}	175.67±38.89 ^{NS}	158.00±13.23 ^{NS}	139.00±7.00 ^{NS}	161.00±26.21 ^{NS}
Moisture content (%)	2.55±0.09 ^c	2.99±0.01 ^d	3.25±0.05 ^c	4.77±0.02 ^b	4.94±0.04 ^a
Sweetness (°Brix)	3.00±0.00 ^c	3.10±0.00 ^b	3.17±0.06 ^{ab}	3.17±0.06 ^{ab}	3.20±0.00 ^a
Color value L	60.30±0.81 ^a	47.32±1.08 ^b	45.42±1.54 ^c	45.10±1.14 ^c	43.54±0.76 ^d
a	2.83±0.41 ^a	1.72±0.27 ^b	1.25±0.28 ^c	0.61±0.23 ^d	0.55±0.16 ^d
b	25.82±0.62 ^a	23.26±0.29 ^b	22.37±0.82 ^c	22.53±0.48 ^c	21.96±0.31 ^d
Hardness (g)	1,704.64±102.97 ^a	1,648.78±204.14 ^a	1,401.56±181.15 ^b	1,286.28±115.54 ^c	999.70±170.68 ^d

¹⁾All abbreviated terms were defined in Table 1.²⁾Data are mean±standard deviation.³⁾Different superscripts (a-e) in a row indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.⁴⁾NS: Not significantly different at $P>0.05$.

점도가 감소해 팽창률이 감소한다고 보고하였다. 밀가루와 비타민나무 잎 섬유소의 함량이 각각 0.25%, 15.6%로 밀가루보다 비타민나무 잎의 섬유소 함량이 높다고 보고되었다(Hwang과 Hong, 2010; Biswas 등, 2010). 따라서 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 섬유소의 함량이 증가하여 쿠키가 팽창하는 데 필요한 수분이 부족하여 팽창률 감소에 영향을 준 것으로 사료된다.

수분보유력 및 수분함량

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 수분보유력 및 수분함량을 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 수분보유력은 물과 결합할 수 있는 능력의 지표로 수분이 전분입자 표면에 흡착하거나 전분입자 내의 무정형 부분으로 침투하여 가공적성에 영향을 미친다. 쿠키 제조 시 첨가되는 당이나 섬유소의 함량이 높을수록 수분보유력도 증가한다(Lee와 Lee, 2006; Park 등, 2008). 쿠키의 수분보유력은 대조군과 비타민나무 잎 첨가군이 139.00~175.67%로 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 흑삼 쿠키(Kim, 2012) 연구에서도 유사한 경향을 보였다.

쿠키의 수분함량은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 2.55%, 2.99%, 3.25%, 4.77%, 4.94%로 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하였다($P<0.05$). 본 실험에 사용된 비타민나무 잎 분말과 밀가루의 수분함량(Table 3)은 각각 8.65%, 12.54%로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 수분함량이 낮았음에도 시료 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가한 것은 비타민나무 잎에 함유된 섬유소의 함량이 밀가루보다 높아 보수력이 증가했기 때문이라고 판단된다. Choi(2018)의 연구에서도 모링가 잎 분말에 함유된 섬유소로 인해 쿠키의 수분함량이 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다.

당도 및 색도

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 당도 및 색도를 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 쿠키의 당도는 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 3.00, 3.10, 3.17, 3.17, 3.20°Brix로 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈다($P<0.05$). 본 실험에 사용된 비타민나무 잎 분말과 밀가루의 당도는 각각 4.13°Brix, 0.63°Brix로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 당도가 높아 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키의 당도도 증가한 것으로 판단된다(Table 3). 또한 국가표준식품성분표(2020)에 의하면 박력분에는 fructose, glucose, sucrose 등 유리당 함유량이 0 g이며, Lee 등(2018)의 연구에서 비타민나무 잎에는 fructose(6.64 g/100 g), glucose(0.97 g/100 g), sucrose(1.54 g/100 g) 등의 유리당이 함유되어 있다고 보고하여 밀가루와 비타민나무 잎의 유리당 함유량의 차이로 인해 쿠키의 당도에 차이를 보인 것으로 생각된다.

쿠키의 색은 동일한 조건하에서 주로 당의 영향을 받는데 쿠키를 높은 온도에서 굽는 과정 중 메일라드 반응과 카라멜화 반응이 일어나 쿠키의 색도에 영향을 미친다. 쿠키의 명도를 보여주는 L(lightness)값은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 60.30, 47.32, 45.42, 45.10, 43.54로 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였다($P<0.05$). 적색도를 보여주는 a(+ red, - green)값은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 2.83, 1.72, 1.25, 0.61, 0.55로 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하였다($P<0.05$). 황색도를 보여주는 b(+ yellow, - blue)값은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 25.82, 23.26, 22.37, 22.53, 21.96으로 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다($P<0.05$). Lee 등(2007)의 연구에서 쿠키 제조 시 첨가하는 재료의 자체 색소에 의한 영향으로 쿠키의 색에 차이가 나타난다고 보고하였다. 이는 본 실험에 사용된 비타민나무 잎 분말의 색도(L값=61.63, a값=-3.33, b값=26.30)와 밀가루 색도(L값=91.71, a값=-0.35, b값=8.41)의 영향으로 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 쿠키의 색이 녹색으로 진해지고 어두워지는 경향을 알 수 있었으며, 이는 첨가하는 재료 자체의 색이 쿠키 색도에 영향을 미친 것으로 사료된다(Table 3). 또한 비타민나무 잎 분말이 가지고 있는 녹색 계열의 클로로필 계통 색소의 영향(Fig. 2)으로 쿠키의 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)가 감소하는 것으로 판단된다(Table 4). 이러한 결과는 비타민나무 잎 분말과 비슷한 녹색 계열의 초석잠 잎 분말 첨가 쿠키(Kim과 Lee, 2019) 연구에서도 유사하게 나타났다.

경도

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 경도를 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 설탕의 결정화 특성은 쿠키를 구운 후 냉각하면서 경화제(hardening agent) 역할을 하여 쿠키를 씹었을 때 바삭거리는 촉감이 나도록 한다(Michael과 Schanot, 1981). 쿠키의 경도는 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 1,704.64, 1,648.78, 1,401.56, 1,286.28, 999.70 g으로 비타민나무 잎 첨가량이 증가할수록 낮아졌다($P<0.05$). 미나리(Lee, 2015), 갯기름나물(Cha와 Lee, 2016), 흰민들레(Lee 등, 2019) 분말 첨가 쿠키 연구에서도 시료 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. Chabot(1979)의 연구에서 쿠키 경도에 영향을 미치는 요인은 aircell의 발달 정도, 수분함량 및 비중 등이 있으며 aircell이 발달할수록 경도는 낮아진다고 보고하였다. 또한 aircell의 발달과 관계가 깊은 요인으로는 글루텐의 형성과 섬유소의 함량이다. 글루텐이 형성되지 않으면 aircell이 잘 발달되지 않으며 조직의 팽창 및 수분손실을 감소시켜 부드러운 쿠키가 된다(Shin, 2015). Kim과 Lee(2015)의 연구에서 섬유소는 글루텐이 형성되는데 필요한 수분과 결합하여 글루텐 형성을 감

Fig. 1. Total polyphenol and flavonoid content of cookie containing various amounts of sea buckthorn leaf powder. All abbreviated terms were defined in Table 1. Different letters (a-e) above bars indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

소시켜 부드러운 제품을 만든다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서 사용된 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 섬유소 양이 증가하고 수분함량이 증가하여 제품이 부드러워졌으며, 글루텐이 없는 비타민나무 잎 분말이 쿠키의 aircell 발달과 글루텐 형성을 감소시켜 경도가 낮아진 것으로 사료된다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 비타민나무 잎은 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있는데, 총 폴리페놀 물질로는 gallic acid, 총 플라보노이드 물질로는 isorhamnetin, kaempferol, quercetin, myricetin, catechin 등으로 구성되어 있다(Kim 등, 2010).

Duval과 Shetty(2001)는 식물의 페놀성 화합물의 함량이 높을수록 항산화 활성도 증가한다고 보고하였으며, 플라보노이드는 탁월한 항산화 효과, 항당뇨 효과 및 항균 효과가 있다고 보고되었다(Goncharova와 Glushenkova, 1993; Kim 등, 2010; Lee 등, 2010). 쿠키의 총 폴리페놀 함량은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 0.47, 1.02, 1.51, 1.89, 2.41 mg GAE/g으로 비타민나무 잎 분말 9% 첨가군이 대조군보다 5.13배 높은 것으로 나타났다($P<0.05$). 초석잠 잎(Kim과 Lee, 2019) 분말 첨가 쿠키 연구에서도 시료 첨가량에 비례하여 총 폴리페놀 함량이 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 본 실험에서 사용된 비타민나무 잎과 밀가루의 총 폴리페놀 함량은 각각 133.75 mg GAE/g, 0.17 mg GAE/g으로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 총 폴리페놀 함량이 매우 높아 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키의 총 폴리페놀 함량도 증가한 것으로 판단된다(Table 5).

쿠키의 총 플라보노이드 함량은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7%, 9% 첨가군이 각각 0.01, 0.38, 0.61, 0.80, 1.12 mg NE/g으로 비타민나무 잎 분말 9% 첨가군이 대조군보다 112배 높은 것으로 나타났다($P<0.05$). 본 실험에 사용된 비타민나무 잎과 밀가루의 총 플라보노이드 함량은 각각 14.62 mg NE/g, 0.00 mg NE/g으로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 총 플라보노이드 함량이 매우 높아 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키의 총 플라보노이드 함량도 증가한 것으로 판단된다(Table 5). 초석잠 잎(Kim과 Lee, 2019) 분말, 흰민들레(Lee 등, 2019) 첨가 쿠키 연구에서도 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. Adom 등(2005)은 밀가루에 flavonoid, ferulic acid, lutein, zeaxanthin 및 β -cryptoxanthin 등의 피토케미컬이 함유되어 있다고 보고하였다. 하지만 밀에 함유된 다량의 페놀산은 제분하는 과정에서 대

Table 5. Antioxidant contents and antioxidant activities of sea buckthorn leaf powder and flour

Parameters		SBLP ¹⁾	Flour	Ascorbic acid
Antioxidant contents ²⁾	Total polyphenol content (mg GAE/g)	133.75±1.09 ^{*4)}	0.17±0.01	—
	Total flavonoid content (mg NE/g)	14.62±1.26 [*]	0.00	—
	Chlorophyll a content (g/mL)	29.74±0.01 [*]	0.08±0.01	—
	Chlorophyll b content (g/mL)	12.05±0.07 [*]	0.15±0.01	—
	Carotenoid content (g/mL)	8.60±0.59 [*]	0.08±0.01	—
Antioxidant activities ³⁾	DPPH radical scavenging activity (%)	81.56±0.21 ^{b5)}	18.80±0.33 ^c	91.11±3.73 ^a
	ABTS ⁺ radical scavenging activity (%)	98.06±0.26 ^b	13.89±0.78 ^c	99.85±0.15 ^a
	Reducing power (%)	2.57±0.00 ^b	0.13±0.01 ^c	2.93±0.06 ^a

¹⁾SBLP: sea buckthorn leaf powder.

²⁾Total polyphenol content, mg gallic acid equivalents (GAE) in g sample, total flavonoid content, mg naringin equivalents (NE) in g sample, treated with chlorophyll a content, chlorophyll b content, carotenoid content in the concentration of SBLP 2% and flour 20%.

³⁾Treated with DPPH radical scavenging activity in the concentration of SBLP 250 µg/mL and flour 200 mg/mL and ascorbic acid 40 µg/mL and treated with ABTS⁺ radical scavenging activity in the concentration of SBLP 500 µg/mL and flour 200 mg/mL and ascorbic acid 100 µg/mL and treated with reducing power in the concentration of SBLP 500 µg/mL, flour 200 mg/mL and ascorbic acid 125 µg/mL.

⁴⁾Data are mean±standard deviation.

⁵⁾Different superscripts (a-c) in a row indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{*}Significantly different between strong flour and aronia powder at $P<0.05$ by t-test.

부분이 소실된다고 알려져 있다(Taylor와 Clydesdale, 1987). 쿠키 제조 시 밀가루에 비해 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 매우 높은 비타민나무 잎을 일부 대체하여 첨가함으로써 쿠키의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 높여 항산화 효과를 기대할 수 있어 건강 기능성 쿠키의 측면에서 바람직한 것으로 보인다.

클로로필 및 카로티노이드 함량

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 클로로필 및 카로티노이드 함량을 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 클로로필은 채소 및 과일의 신선함을 나타내는 지표이며 식욕을 돋우는 중요한 요소이다. 또한 다양한 생리활성(조혈 및 간 기능 증진 작용, 상처 치료 및 세균 생육 정지 효과 등)으로 건강보조식품에 널리 이용되며 이외에 항돌연변이성, 항암 및 항산화 등의 효과가 보고되었다(Kim 등, 1998; Jung 등, 2001). 카로티노이드는 식물체 내에서 이소프레노이드의 생합성 반응을 통해 생성되며, 영양소를 제공할 뿐만 아니라 항산화, 항암, 심장질환 및 눈 질환 예방 등의 효과가 보고되었다(Ben-Amotz 등, 1998). 쿠키의 클로로필 a 함량은 0~9% 첨가군이 0.02~1.80 g/mL를 나타내었다. 대조군에 비해 시료 첨가군이 적게는 31.5배에서 많게는 90배 증가하는 경향을 보였다($P<0.05$). 클로로필 b 함량은 0~9% 첨가군이 0.04~1.18 g/mL로 대조군에 비해 시료 첨가군이 최대 29.5배 증가하는 것으로 나타났다($P<0.05$). 본 실험에 사용된 비타민나무 잎과 밀가루의 클로로필 a와 b 함량이 각각 29.74 g/mL, 0.08 g/mL와 12.05 g/mL, 0.15 g/mL로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 클로로필 a와 b 함량이 매우 높아 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키의 클로로필 a와 b 함량도 증가한 것으로 판단된다(Table 5).

쿠키의 카로티노이드 함량은 0~9% 첨가군이 0.11~0.91 g/mL를 나타내었다. 대조군에 비해 시료 첨가군이 적게는 약 3.73배에서 많게는 약 8.27배 증가하였다($P<0.05$). 본

실험에 사용된 비타민나무 잎과 밀가루의 카로티노이드 함량이 각각 8.60 g/mL, 0.08 g/mL로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 카로티노이드 함량이 매우 높아 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키의 카로티노이드 함량도 증가한 것으로 판단된다(Table 5). Baek 등(2019)은 가시파래를 첨가한 쿠키에서 시료 첨가량에 따라 클로로필 a와 b, 카로티노이드 함량이 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 따라서 항산화 물질의 함량이 높은 시료를 쿠키에 첨가하는 것은 건강에 유익한 효능을 기대할 수 있어 건강 지향적인 식생활을 추구하는 많은 소비자에게 적합한 것으로 생각된다.

DPPH 라디칼 소거능

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 라디칼이 포함된 보라색 화합물이 항산화 물질과 반응하여 탈색되는 원리를 이용하는데 측정이 쉬운 장점이 있어 널리 이용된다(Blois, 1958). 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 0~9% 첨가군이 0~90.67%로 시료 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과는 갯기름나물(Cha와 Lee, 2016), 모링가 잎(Choi, 2018) 분말 첨가 쿠키 연구에서도 유사하게 보였다. 본 실험에 사용된 비타민나무 잎(250 µg/mL)과 밀가루(200 mg/mL)의 DPPH 라디칼 소거능이 각각 81.56%, 18.80%로 비타민나무 잎 분말이 밀가루에 비해 낮은 농도임에도 매우 높은 소거능을 보였는데, 이는 비타민나무 잎에 존재하는 페놀, 플라보노이드, 클로로필 및 카로티노이드 등의 다양한 생리활성 물질의 영향으로 사료된다(Table 5). 이로 인해 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능도 증가한 것으로 판단된다. 반면 양성대조군으로 사용한 ascorbic acid(40 µg/mL)의 DPPH 라디칼 소거능은 91.11%로 비타민나무 잎 분말보다 더 높게 나타났다. Choi 등(2009)의 연구에서 산수유, 복분자, 승마, 연자육, 황기 등 15종

Fig. 2. Chlorophyll and carotenoid content of cookie containing various amounts of sea buckthorn leaf powder. All abbreviated terms were defined in Table 1. Different letters (a-e) above bars indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Fig. 3. DPPH and ABTS⁺ radical scavenging activities of cookie containing various amounts of sea buckthorn leaf powder. All abbreviated terms were defined in Table 1. Different letters (a-e) above bars indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

생약 추출액(50 mg/mL)의 DPPH 라디칼 소거능이 36.33~99.06%로 나타났다고 보고하여 비타민나무 잎의 항산화능이 우수함을 알 수 있었다.

ABTS⁺ 라디칼 소거능

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 ABTS⁺ 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. ABTS⁺ 라디칼 소거능은 항산화 활성을 측정할 때 DPPH 라디칼 소거능과 함께 널리 이용되는데, ABTS는 비교적 안정한 자유라디칼로 극성과 비극성 항산화 물질에 모두 적용이 가능하여 다양한 시료의 항산화 활성 측정이 가능한 장점이 있다. 쿠키의 ABTS 라디칼 소거능은 0~9% 첨가군이 7.23~78.52%로 시료 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). Lee 등(2019)의 흰민들레 쿠키, Choi (2018)의 모링가 잎 쿠키 연구에서도 이와 유사한 결과를 보여주었다. ABTS⁺ 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능과 다르게 대조군에서도 소거능이 측정되었다. Thaipong 등(2006)은 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS⁺ 라디칼 소거능이 각각 자유라디칼과 양이온 라디칼을 소거하는 데 차이가 있으며, 각 기질과 결합하는 정도가 달라 라디칼 소거능에 차이가 난다고 보고하여 본 실험에서 차이를 보인 것으로 사료된다. 본 실험에 사용된 비타민나무 잎(500 µg/mL)과 밀가루(200 mg/mL)의 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 각각 98.06%, 13.89%로 비타민나무 잎 분말이 밀가루보다 높은 소거능을 보였다(Table 5). 이에 시료 첨가량이 증가할수록 쿠키의 ABTS⁺ 라디칼 소거능도 증가한 것으로 판단된다. Ascorbic acid(100 µg/mL)의 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 99.85%로 비타민나무 잎보다 높은 소거능을 보였다. 그러나 비타민나무 잎은 Choi 등(2009)이 보고한 15종 생약 추출액(50 mg/mL) 연구에서 ABTS⁺ 라디칼 소거능(32.45~99.89%)보다 월등하게 높아 항산화능이 우수한 천연물임을 알 수 있었다.

환원력

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 환원력을 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 환원력은 항산화 물질에 의해 Fe³⁺(ferric iron)이 Fe²⁺(ferrous iron)로 환원되는 정도를 반응물의 흡광도로 측정하므로 흡광도의 증가가 환원력을 나타낸다. 또한 환원력은 reductone과 관련이 있고 항산화 작용을 하는 reductone은 수소 원자를 제공하여 자유라디칼의 연쇄 반응을 억제하므로 잠재적 항산화 활성이 있다고 알려져 있다(Liu와 Yao, 2007). 쿠키의 환원력은 0~9% 첨가군이 0.37~2.65 O.D.로 시료 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈다($P<0.05$). 이는 본 실험에 사용된 비타민나무 잎(500 µg/mL)의 환원력이 2.57 O.D., 밀가루(200 mg/mL)의 환원력이 0.13 O.D.로 비타민나무 잎의 환원력이 높아 나타난 결과로 판단된다(Table 5). Ascorbic acid(125 µg/mL)의 환원력은 2.93 O.D.로 비타

Fig. 4. Reducing power of cookie containing various amounts of sea buckthorn leaf powder. All abbreviated terms were defined in Table 1. Different letters (a-e) above bars indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

민나무 잎보다 높은 활성을 보였다. 음나무 잎(Lee와 Jin, 2015) 분말 첨가 쿠키 연구에서도 시료 첨가량이 증가할수록 환원력이 증가하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

관능검사

비타민나무 잎 분말 첨가량을 달리한 호밀쿠키의 소비자 기호도와 특성 강도를 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다. 소비자 기호도 평가항목 중 전반적인 기호도는 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7% 첨가군 간에 유의적인 차이가 없었고 9% 첨가군이 가장 낮은 선호도를 보였다($P<0.05$). 외관은 대조군과 비타민나무 잎 5% 첨가군이 높은 기호도를 나타냈다($P<0.05$). 색은 대조군과 비타민나무 잎 7% 첨가군이 높은 기호도를 나타냈으며($P<0.05$), 향은 시료 간의 유의적인 차이가 없었다. 또한 조직감과 맛은 9% 첨가군이 낮은 선호도를 보였고 나머지 시료 간에 차이는 보이지 않았다($P<0.05$). 특성 강도 평가항목 중 바삭한 정도와 단맛은 대조군이 가장 강했고 비타민나무 잎 분말의 첨가 비율이 증가할수록 약해지는 경향을 보였다($P<0.05$). 비타민나무 잎 향미, 쓴맛, 후미는 대조군이 가장 약했고 비타민나무 잎 분말의 첨가 비율이 증가할수록 강해지는 경향을 보였다($P<0.05$). 본 연구의 품질 특성 결과와 종합하여 비교해볼 때 비타민나무 잎 분말의 첨가량이 증가할수록 굽기손실을 감소와 수분함량 증가, 경도의 감소(Table 4)로 부드러운 쿠키가 만들어졌고, 당도는 증가하지만(Table 4) 비타민나무 잎 분말 특유의 색, 향 및 쓴맛이 소비자 기호도와 특성 강도에 영향을 미친 것으로 사료된다.

이상의 결과로 보아 비타민나무 잎 분말 첨가 호밀쿠키를 제조할 때 대조군과 비교하여 관능적 기호도에 영향을 미치지 않고 시료 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가하므로 건강 기능성 쿠키 제조를 위해 7%의 비타민나무 잎 분말을 첨가하는 것이 바람직할 것으로 판단되며, 비타민나무 잎 가공식품의 개발 및 활용에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

Table 6. Sensory evaluation of cookie containing various amounts of sea buckthorn leaf powder

Properties		Control ¹⁾	SBLP3	SBLP5	SBLP7	SBLP9
Consumer acceptability	Overall preference	5.60±1.04 ^{a2)3)}	5.50±1.04 ^a	5.60±1.04 ^a	5.40±1.07 ^a	4.57±1.14 ^b
	Appearance	5.83±1.02 ^a	5.30±0.88 ^b	5.37±0.85 ^{ab}	5.23±0.86 ^b	4.73±0.98 ^c
	Color	5.90±0.96 ^a	5.37±0.96 ^b	5.23±0.94 ^b	5.40±0.93 ^{ab}	4.70±1.15 ^c
	Flavor	5.70±1.09 ^{NS4)}	5.57±0.94 ^{NS}	5.50±0.90 ^{NS}	5.57±0.94 ^{NS}	5.17±1.32 ^{NS}
	Texture	5.53±0.97 ^a	5.27±1.01 ^{ab}	5.57±1.10 ^a	5.60±0.72 ^a	4.80±1.21 ^b
	Taste	5.73±1.08 ^a	5.50±1.17 ^a	5.60±1.04 ^a	5.60±0.89 ^a	4.30±1.42 ^b
Characteristic intensity rating	Brittleness	5.40±1.16 ^a	4.40±1.25 ^b	4.40±1.13 ^b	4.10±1.09 ^b	3.50±1.14 ^c
	SBL ⁵⁾ flavor	2.20±1.40 ^d	3.70±0.95 ^c	3.77±0.94 ^c	4.43±1.14 ^b	5.23±1.65 ^a
	Sweetness	4.70±0.95 ^a	4.10±0.84 ^b	3.80±0.92 ^b	3.87±0.78 ^b	3.13±1.07 ^c
	Bitterness	1.50±0.86 ^c	2.90±1.49 ^b	3.13±1.04 ^b	3.23±1.17 ^b	4.53±1.83 ^a
	After taste	3.10±1.42 ^c	3.73±1.08 ^{bc}	3.83±1.23 ^b	4.10±1.24 ^b	5.07±1.39 ^a

¹⁾All abbreviated terms were defined in Table 1.

²⁾Data are mean±standard deviation.

³⁾Different superscripts (a-d) in a row indicate significant differences at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾NS: Not significantly different at $P>0.05$.

⁵⁾SBL: sea buckthorn leaf.

다. 다만 쿠키 제조 시 7% 이상의 비타민나무 잎 분말의 첨가는 비타민나무 잎 특유의 색, 향 및 맛이 강하게 나타나 쿠키의 관능적 특성을 감소시키므로 적절하지 못한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 생리활성이 우수한 비타민나무 잎을 쿠키에 활용하고자 쿠키의 주재료인 밀가루에 비타민나무 잎 0%, 3%, 5%, 7%, 9%를 대체하여 첨가함으로써 비타민나무 잎 분말 첨가 호밀쿠키를 제조하였다. 호밀쿠키 반죽의 밀도는 시료 간 차이가 없었으며 pH는 비타민나무 잎 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 호밀쿠키의 퍼짐성, 손실률, 팽창률은 비타민나무 잎 분말 첨가량에 따라 대체로 감소하는 경향을 보였고 호밀쿠키의 수분보유력은 시료 간 차이가 없었다. 호밀쿠키의 수분함량, 당도는 비타민나무 잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 호밀쿠키의 L값, a값 및 b값은 비타민나무 잎 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 호밀쿠키의 경도는 비타민나무 잎 분말 첨가량이 증가할수록 감소하여 수분함량과 반비례적인 경향을 보였다. 호밀쿠키의 관능검사 결과, 소비자 기호도 항목 중 전반적인 기호도, 맛, 조직감은 대조군, 비타민나무 잎 3%, 5%, 7% 첨가군까지 유의적인 차이는 없었지만 9% 첨가군에 비해 모두 높은 점수를 받았다. 향은 시료 간 차이가 없었으며 외관과 색은 대조군이 가장 좋았다. 특성 강도 항목에서 바삭함과 단맛은 대조군이 가장 높았고 비타민나무 잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 비타민나무 잎의 향미와 쓴맛, 후미는 비타민나무 잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 호밀쿠키의 항산화 활성은 항산화 물질 함량(총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 클로로필 및 카로티노이드)과 항산화 활성(DPPH 라디칼, ABTS⁺ 라디칼 소거능 및 환원력)은 비타민나무 잎 분말 9% 첨가군이 가장 높았다. 이러한 결과

를 종합해볼 때 쿠키 제조 시 비타민나무 잎을 첨가하는 것은 관능적 기호도에 부정적 영향을 미치지 않고 우수한 기능성으로 단순한 기호식품인 디저트가 현대인들이 선호하는 건강 기능성 식품으로서 가치가 높을 것으로 판단되며, 비타민나무 잎 활용 식품의 연구로서 가치가 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- AACC. Approved methods of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 2000. Methods 10-50D.
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem.* 2005. 53:2297-2306.
- Baek E, Jeong WY. Determinants of health oriented consumption. *J Consum Cult.* 2006. 9(2):25-48.
- Baek SY, Sha X, Hwang MH, Kim MR. Physicochemical properties and antioxidant activities of macarons added with *Enteromorpha prolifera* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2019. 48:1373-1382.
- Ben-Amotz A, Yatziv S, Sela M, Greenberg S, Rachmilevich B, Shwarzman M, et al. Effect of natural β -carotene supplementation in children exposed to radiation from the chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys.* 1998. 37:187-193.
- Biswas A, Bharti VK, Acharya S, Pawar DD, Singh SB. Sea buckthorn: new feed opportunity for poultry in cold arid ladakh region of India. *World's Poult Sci J.* 2010. 66:707-714.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 1958. 181:1199-1200.
- Cha SS, Lee JJ. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with *Peucedanum japonicum* Thunb powder. *Korean J Hum Ecol.* 2016. 25:595-606.
- Chabot JF. Preparation of food science sample for SEM. *Scan Electron Microsc.* 1979. 3:279-286.
- Chappelle EW, Kim MS, McMurtrey III JE. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for the remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and carotenoids in soybean leaves. *Remote Sens Environ.* 1992. 39:239-247.

- Cho HS, Kim KH. Quality characteristics of cookies prepared with *Loquat (Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:1799-1804.
- Cho MR, Chung HJ. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. J Korean Soc Food Cult. 2019. 34:612-619.
- Choi SH. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies added with moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf powder. Culi Sci & Hos Res. 2018. 24:102-111.
- Choi SS, Yim D, Lee S. Radical scavenging activities and protective effects against oxidative damage to DNA of extracts from medicinal plants with known osteoprotective effects. Kor J Pharmacogn. 2009. 40:143-149.
- Choi YH. Protective effects of isorhamnetin against hydrogen peroxide-induced apoptosis in C2C12 murine myoblasts. J Korean Med Obes Res. 2015. 15:93-103.
- Coskun O, Kanter M, Korkmaz A, Oter S. Quercetin, a flavonoid antioxidant, prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and β -cell damage in rat pancreas. Pharmacol Res. 2005. 51:117-123.
- Doescher LC, Hoseney RC. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. Cereal Chem. 1985. 62:263-266.
- Duval B, Shetty K. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. J Food Biochem. 2001. 25:361-377.
- Goncharova NP, Glushenkova AI. Lipids of the leaves of central Asian forms of sea buckthorn. Chem Nat Compd. 1993. 29:797-798.
- Guan TT, Cenkowski S, Hydamaka A. Effect of drying on the nutraceutical quality of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *sinensis*) leaves. J Food Sci. 2005. 70:E514-E518.
- Hwang SH, Hong JS. Quality characteristics of sugar snap-cookie added to carrot powder (I) - Rheology characteristics of cookie dough -. J East Asian Soc Diet Life. 2010. 20:122-127.
- Jung KJ, Lee SJ. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida* Suringer) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:1453-1459.
- Jung SJ, Kim GE, Kim SH. The changes of ascorbic acid and chlorophylls content in *Gochu-jangachi* during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2001. 30:814-818.
- Kim BH, Lee JJ. Quality characteristics and antioxidant activity of *Stachys sieboldii* Miq leaf cookies. Korean J Community Living Sci. 2019. 30:581-594.
- Kim CY. Physicochemical properties of refrigerator cookies prepared with black ginseng and its inhibitory effect on activity of acetylcholinesterase. Master's thesis. Hansung University, Seoul, Korea. 2012.
- Kim GE, Kim SH, Cheong HS, Yu YB, Lee JH. Changes of chlorophylls and their derivatives contents during storage of green onion, leek and *Godulbaegi kimchi*. J Korean Soc Food Sci Nutr. 1998. 27:1071-1076.
- Kim JS, Yu CY, Kim MJ. Phamalogical effect and component of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). J Plant Biotechnol. 2010. 37:47-56.
- Kim SH, Lee MH. Quality characteristics of cookies made with *Morinda citrifolia* powder. Culi Sci & Hos Res. 2015. 21:130-138.
- Kissell LT, Yamazaki WT. Protein enrichment of cookie flours with wheat gluten and soy flour derivatives. Cereal Chem. 1975. 52:638-649.
- Koh WB, Noh WS. Effect of sugar particle size and level on cookie spread. J East Asian Soc Diet Life. 1997. 7:159-165.
- Lee EJ, Jin SY. Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies added *Kalopanax pictus* leaf powder. J East Asian Soc Diet Life. 2015. 25:672-680.
- Lee GH. Analysis of rheological properties of rye flour. J Biosystems Eng. 2010. 35:408-412.
- Lee JA, Park GS, Ahn SH. Comparative of physicochemical and sensory quality characteristics of cookies added with barleys and oatmeals. Korean J Soc Food Cook Sci. 2002. 18:238-246.
- Lee JJ, Hwang MS, Lee HJ. Antioxidant activities and quality characteristics of white dandelion (*Taraxacum coreanum*) cookies. Korean J Community Living Sci. 2019. 30:363-376.
- Lee MH, Lee YT. Bread-making properties of rice flours produced by dry, wet and semi-wet milling. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2006. 35:886-890.
- Lee SA, Jo HK, Cho SH, Ko SK. Comparison of the contents of phenolic compounds of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) cultivated in Korea and Mongolia. Kor J Pharmacogn. 2010. 41:308-312.
- Lee SJ, Shin JH, Choi DJ, Kwen OC. Quality characteristics of cookies prepared with fresh and steamed garlic powders. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2007. 36:1048-1054.
- Lee SY, Shon JY, Kang KO. Nutritional components and antioxidant activities of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaf and berry extracts. J East Asian Soc Diet Life. 2018. 28:31-39.
- Lee WG. Quality characteristics of cookies added with dropwort powder. Culi Sci & Hos Res. 2015. 21:42-54.
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J Food Sci Technol. 1997. 29:847-853.
- Leung HWC, Lin CJ, Hour MJ, Yang WH, Wang MY, Lee HZ. Kaempferol induces apoptosis in human lung non-small carcinoma cells accompanied by an induction of antioxidant enzymes. Food Chem Toxicol. 2007. 45:2005-2013.
- Lim HS, Cha GH. Quality characteristics of cookies with persimmon peel powder. Korean J Food Cook Sci. 2014. 30:620-630.
- Lim JA, Lee JH. Quality characteristics and antioxidant properties of cookies supplemented with persimmon leaf powder. Korean J Food Sci Technol. 2016. 48:159-164.
- Lin JY, Tang CY. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. Food Chem. 2007. 101:140-147.
- Liu Q, Yao H. Antioxidant activities of barley seeds extracts. Food Chem. 2007. 102:732-737.
- Michael A, Schanot MA. Sweeteners: Functionality in cookies and crackers. Tech Bull Am Inst Baking. 1981. 3(4):1-4.
- Park SJ, Kim DH, Rha YA. The quality characteristics of cookies containing of *Acer termentosum* Maxim. leaf powder. Culi Sci & Hos Res. 2018. 24:120-126.
- Park YH, Lim SH, Ham HJ, Jeong HN, Lee KJ, Kim KH, et al. Comparison of biological activities of extracts from different parts of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). J Korean Soc Food Sci Nutr. 2010. 39:975-979.
- Park YS, Shin S, Shin GM. Quality characteristics of pound cake prepared with mandarin powder. Korean J Food Preserv. 2008. 15:662-668.
- Pomeranz Y. Wheat: chemist and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. 1978. p 756.
- RDA. Korea Food Composition Table. 9th rev. Rural Development Administration, Wanju, Korea. 2020. p 16.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-

- Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*. 1999. 26:1231-1237.
- Ruidavets JB, Teissedre PL, Ferrières J, Carando S, Bougard G, Cabanis JC. Catechin in the Mediterranean diet: vegetable, fruit or wine?. *Atherosclerosis*. 2000. 153:107-117.
- Shin GM. Quality characteristics of *Lycii fructus* powder added sponge cake. *Culi Sci & Hos Res*. 2015. 21:63-75.
- Sin GM, No HS. Material majors for food baking. Shinkwang Publisher, Seoul, Korea. 2010. p 267.
- Taylor AJ, Clydesdale FM. Potential of oxidised phenolics as food colourants. *Food Chem*. 1987. 24:301-313.
- Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Byrne DH. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Compos Anal*. 2006. 19:669-675.
- Wong JY, Chye FY. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. *J Food Compos Anal*. 2009. 22:269-277.
- Yu GB, Ahn DK. A study on consumers' perceived value and emotion from dessert consumption experience: focusing on the dessert consumption measurement development and its implications. *J Foodservice Management Soc Korea*. 2018. 21:7-27.