

호박잎 분말을 첨가한 설기떡의 품질 특성, 항산화 활성 및 저장 기간에 따른 노화 억제 효과

송가영 · 오현빈 · 장양양 · 정기영 · 김영순
고려대학교 식품영양학과

Effects of Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) Leaf Powder on Quality Characteristics, Antioxidant Activities, and Retarding Retrogradation by Shelf-Life of *Sulgidduck* (Rice Cake)

Ka-Young Song, Hyeonbin O, Yangyang Zhang, Ki Youeng Joung, and Young-Soon Kim
Department of Food and Nutrition, Korea University

ABSTRACT This study investigated quality characteristics, antioxidant activities, and retarding retrogradation of *Sulgidduck*, traditional rice cake of Korea, prepared using rice flour added with 0%, 1%, 2%, 3%, and 4% pumpkin leaf powder. Moisture content of pumpkin leaf *Sulgidduck* showed a tendency to increase in the 1% and 2% added group but decrease in the 3% and 4% added group. pH level significantly increased (4.50~6.16) with an increase in content of pumpkin leaf powder ($P<0.05$). For color, as content of pumpkin leaf powder increased, *L*-value decreased and *b*-value increased. Hardness tended to increase with addition of pumpkin leaf powder except for the 1% added group. Springiness was not significantly different ($P<0.05$). Chewiness and adhesiveness increased according to addition level increase. Retarding retrogradation showed that the pumpkin leaf powder added group had a stronger effect compared to the control, whereas the 2% added group presented the most retarding retrogradation effect with the lowest Avrami exponent. Total phenols content and ABTS radical scavenging activity tended to increase as content of pumpkin leaf powder increased. Sensory properties by 7-point scale test showed that the 2% added group had the highest scores, whereas the 4% added group had the lowest scores. These results suggest that pumpkin leaf is considered as a good material to improve quality characteristics, antioxidant activities, and retarding retrogradation of *Sulgidduck*. The most appropriate proportion for the greatest effect of retarding retrogradation in *Sulgidduck* was considered to be 2%.

Key words: pumpkin leaf powder, *Sulgidduck*, quality characteristics, antioxidant activities, retarding retrogradation

서 론

호박(*Cucurbita moschata* Duch.)은 박과에 속하는 일년 생 덩굴성 식물로 크게 동양계 호박, 서양계 호박, 폐포계 호박 등으로 구분된다(1). 열대 아메리카 지역과 한국, 일본, 중국 등의 동아시아 지역에서 주로 재배되며 우리나라에서 재배되는 호박은 애호박, 꽃호박, 늙은 호박 등이 속하는 동양계 호박이다(2). 호박은 늑간신경통, 화상, 당뇨병, 야맹증, 각막건조증, 요충, 회충 감염증 등에 효과적이며, 특히 우리나라에서 빈번히 식용되고 있는 호박잎은 칼슘 함량과 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, 라디칼 소거 활성, 환원력, tyrosinase 활성 저해능 등이 매우 높은 것으로 알려져 있다(1,3). 호박잎에 대한 주요 선행 연구로는 항산화 및 항암

효과에 대한 연구로 호박잎을 이용한 식품에 대한 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

떡은 농경생활과 함께 발전해 오랜 세월 동안 한국인의 생활에 밀착되어 온 전통 음식이며, 보통 쌀, 찹쌀 또는 잡곡 등을 물에 불려 찌거나 삶거나 지져서 익힌 음식이다(4). 한국의 떡은 제조하는 방법에 따라 찜 떡, 찐 떡, 지진 떡, 삶은 떡으로 나눌 수 있으며(4), 그중 가장 기본이 되는 설기떡은 쌀가루에 물을 내려 쪄를 만들지 않고 한 덩어리가 되게 해서 시루에 찌 떡이다(4). 최근에는 현대인의 건강에 대한 관심이 높아지면서 여러 가지 다양한 건강 기능성 식재료들을 첨가한 설기떡이 개발되고 있다. 관련 선행 연구로는 깻잎을 첨가한 설기떡의 품질 특성(5), 연잎가루를 첨가한 설기떡의 품질 특성(6), 산수유 분말을 첨가한 설기떡의 품질 특성(4), 감귤과피분말을 첨가한 설기떡의 품질 특성(7), 강황분말 설기떡의 품질 특성(8), 부추가루 첨가 설기떡의 저장기간 중 품질 특성(9), 설기떡 품질 향상을 위한 부재료 첨가의 효과(10) 등이 있다. 본 연구에서는 다량의 식이섬유와 항산화

Received 9 August 2016; Accepted 26 October 2016

Corresponding author: Young-Soon Kim, Department of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 02841, Korea
E-mail: kteres@korea.ac.kr, Phone: +82-2-3290-5638

물질을 함유하고 있는 호박잎 분말을 첨가하여 설기떡을 제조하고 품질 특성, 항산화 활성 및 노화 억제 효과에 대해 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구의 시료인 호박잎(Shinan, Korea)은 2015년 9월 1일에 구입하여 -60°C 이하에서 동결 건조한 후 분말화하여 40 mesh 체를 통과한 것을 -20°C 에서 냉동 보관하면서 시료로 사용하였고, 멥쌀(Icheon, Korea)은 500 g을 3회 수세하여 12시간 수침한 다음 소쿠리에 건져 30분간 물기를 빼고 쌀 분량의 1%에 해당하는 소금과 10%에 해당하는 물을 넣고 roll-mill(Dongwon System Co., Ltd., Daegu, Korea)로 2회 분쇄하여 20 mesh 체에 내려 사용하였다. 설탕(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Incheon, Korea)과 소금(CJ Cheiljedang Co., Ltd., Shinan, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

호박잎 설기떡(rice cake)의 제조

설기떡의 제조는 Lee 등(11)과 Kim(12)의 방법에 따라 멥쌀가루에 소금 1%, 설탕 10%, 물 10%를 첨가하였고, 호박잎 분말은 각각 0%, 1%, 2%, 3% 및 4%로 첨가 수준을 달리하여 대조군, PL-1, PL-2, PL-3 및 PL-4의 설기떡 시료를 제조하였다(Fig. 1). 혼합한 재료는 $25 \times 25 \times 10$ cm의 시루에 넣어 20분간 찌고 10분간 뜸을 들인 후 실온에 30분간 방랭하여 사용하였다. 호박잎 분말의 첨가 수준을 달리하여 제조한 설기떡에 대한 각 시료의 재료 배합비는 Table 1과 같다.

수분 함량

호박잎 설기떡의 수분 함량은 시료 5 g을 수분측정기(MB 35, Ohaus, Zurich, Switzerland)를 이용하여 105°C 에서 시료의 무게에 변화가 없을 때까지의 수분 함량을 측정하였으며 3회 반복하여 측정하였다.

pH 측정

pH는 설기떡의 내부 10 g을 90 mL의 증류수와 혼합한 후 균질기(Ingenieurbüro CAT, M. Zipperer GmbH, Staufen, Germany)로 1분간 균질화시킨 후 pH meter (SP-701, Suntex, New Taipei City, Taiwan)를 이용하여

Table 1. Formulas for *Sulgidduck* (rice cake) prepared with different levels of pumpkin leaf powder

Ingredients	Pumpkin leaf powder content (g/100 g of rice flour)				
	Control	PL-1	PL-2	PL-3	PL-4
Rice flour	500	495	490	485	480
Pumpkin leaf powder	0	5	10	15	20
Water	50	50	50	50	50
Sugar	50	50	50	50	50
Salt	5	5	5	5	5

Control: without added pumpkin leaf powder, PL-1: addition of 1 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-2: addition of 2 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-3: addition of 3 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-4: addition of 4 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour.

3회 반복하여 측정하였다.

색도 측정

색도는 색차색도계(CR-400, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 L^* 값(명도), a^* 값(적색도) 및 b^* 값(황색도)을 측정하였으며, ΔE^* 값(색차값)은 다음 식을 이용하여 계산하였다. 각 3회 반복하여 측정하였다.

$$\Delta E^* =$$

$$\sqrt{(L_{sample} - L_{standard})^2 + (a_{sample} - a_{standard})^2 + (b_{sample} - b_{standard})^2}$$

조직감 측정

호박잎 설기떡의 조직감은 1시간 방랭 후, Rheometer(Compac-II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 Two-bite compression test로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 시료($30 \times 30 \times 20$ mm)는 3회 반복하여 측정하였다.

노화속도 측정

호박잎 설기떡의 저장 중 노화속도는 Rheometer(Compac-II, Sun Scientific Co., Ltd.)로 측정한 각 시료의 경도를 Rojas 등(13)이 사용한 Avrami 방정식을 이용하여 Avrami 지수(n)와 시간상수($1/k$) 값을 구하였다.

$$\log\left[-\ln \frac{E_1 - E_0}{E_1 - E_0}\right] = \log k + n \log t$$

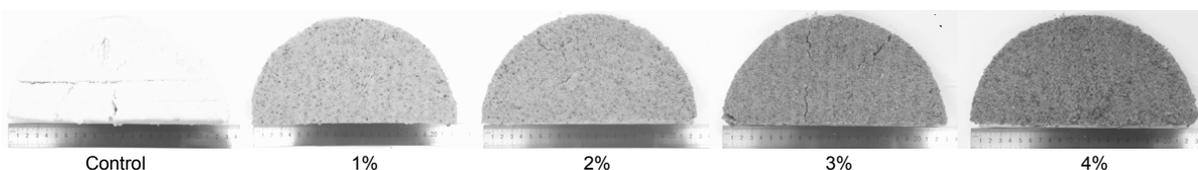


Fig. 1. Photograph of *Sulgidduck* (rice cake) with different proportions of pumpkin leaf powder.

E_1 : 최대경도, E_t : t 시간 후의 경도, E_0 : 초기의 경도
 k : 반응속도상수(time^{-1}), n : Avrami 지수

시료 추출물의 제조

총페놀 함량, ABTS 라디칼 등 항산화 실험을 위한 시료는 Kwak과 Ju(1) 및 Akay 등(14)의 방법을 응용하여 제조하였으며, 시료 2 g에 증류수 20 mL를 가하고 4°C, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 후(Hettich Universal 32R, Andreas Hettich GmbH & Co. KG, Tuttlingen, Germany) 상등액을 취하여 추출물 시료로 사용하였다.

총 페놀화합물 함량

총 페놀화합물 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(14)을 응용하여 측정하였으며, 희석한 시료 용액 0.8 mL에 0.9 N Folin-Ciocalteu reagent(96703-8130, Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 0.5 mL 혼합한 후, 0.15 mL의 20% sodium carbonate solution(1.93211.0500, Merk, Darmstadt, Germany)을 혼합하여 빛이 차단된 상온에서 2시간 방치한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS 라디칼 소거 활성

호박잎 설기떡의 ABTS 라디칼 소거 활성은 Kwak 등(1)의 방법을 응용하여 7.4 mM의 ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt)(A1888, Sigma-Aldrich Co., Darmstadt, Germany)와 2.6 mM의 potassium persulfate(216224, Sigma-Aldrich Co.)를 용해시켜 ABTS 용액을 제조한 후, 시료 10 μ L와 ABTS 용액 200 μ L를 혼합하여 빛이 차단된 상온에서 60분간 방치한 후에 414 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{ABTS inhibition (\%)} = \left(1 - \frac{\text{O.D of sample}}{\text{O.D of control}}\right) \times 100$$

소비자 기호도 조사

소비자 기호도 조사는 대학원생 30명을 대상으로 시행하였다. 6개의 시료는 10×10×10 mm의 크기로 지름 20 cm의 백색접시에 담아 난수표로 시료번호를 표시하여 제공하였으며 7점 척도법(1=대단히 싫어함, 4=보통, 7=대단히 좋아함)으로 색(color), 향(flavor), 촉촉함(moistness), 단맛(sweetness), 씹힘성(chewiness) 및 전반적인 기호도

(overall acceptability)를 평가하였다.

통계처리

통계처리는 SPSS 12.0 program(SPSS Inc., Chicago, Quarry Bay, Hongkong)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 시행하였으며 Duncan's multiple range test에 의해 $P < 0.05$ 수준에서 각 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

수분 함량

호박잎 설기떡의 수분 함량은 Table 2와 같다. 호박잎 분말의 첨가량에 따라 39.18%~42.50%로 2% 첨가군까지 증가하는 경향을 보였으나, 3% 첨가군과 4% 첨가군에서는 36.10%와 37.23%로 수분 함량이 감소하였다. 이는 멥쌀가루의 수분 함량이 41.67%, 호박잎 분말의 수분 함량이 1.37%로 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 감소한 것으로 여겨진다. 복분자 잎 분말과 모시풀잎 분말의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 유의적으로 감소하였으며(15,16), 대일 분말을 첨가한 설기떡에서도 대일 분말의 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량이 감소하는 경향을 나타내었다(17). 민들레 잎 분말의 첨가량에 따라 설기떡의 수분 함량이 감소하는 결과와도 유사하였다(18). 수분 함량은 설기떡 제조 시에 첨가되는 부재료의 특성에 따라 차이가 나는 것으로 주재료와 비교하여 부재료의 수분 함량이 낮을 경우 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량은 감소하게 된다(15).

pH

호박잎 설기떡의 pH는 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며($P < 0.05$), 대조군이 4.50, 4% 첨가군이 6.16의 pH를 나타내었다(Table 2). 이는 멥쌀가루의 pH가 5.27, 호박잎 분말의 pH가 7.56으로 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 호박잎 설기떡의 pH가 증가한 것으로 여겨진다. 비트 잎 설기떡의 경우 비트 잎 분말의 첨가량에 따라 pH가 6.10에서 6.26으로 증가한 반면 수국차 잎가루 첨가 시 pH가 6.64에서 6.32로 감소하는 결과를 나타내었다(19,20). 설기떡의 pH는 첨가되는 부재료의 영향을 받으며 부재료의 첨가량에 따라 pH가 증가하거나 감소하는

Table 2. Moisture content and pH of *Sulgidduck* (rice cake) with different proportions of pumpkin leaf powder

Properties	Pumpkin leaf powder content (g/100 g of rice flour)				
	Control	PL-1	PL-2	PL-3	PL-4
Moisture (%)	39.18±2.64 ^{ab1)}	39.12±1.81 ^{ab}	42.50±3.56 ^a	36.10±1.73 ^b	37.23±1.59 ^b
pH	4.50±0.05 ^c	4.95±0.01 ^d	5.31±0.01 ^c	5.59±0.02 ^b	6.16±0.01 ^a

¹⁾The data are mean±SD in triplicates.

Different letters (a-e) within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Control: without added pumpkin leaf powder, PL-1: addition of 1 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-2: addition of 2 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-3: addition of 3 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-4: addition of 4 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour.

것으로 생각한다.

색도

호박잎 설기떡의 색도는 Table 3과 같다. *L*값(명도)은 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며($P<0.05$), *a*값(적색도)은 2% 첨가 수준까지 감소하다가 3%와 4% 첨가군에서 다시 증가하는 경향을 나타내었다. *b*값(황색도)은 대조군(5.27)에 비해 호박잎 분말 첨가군이 12.00~13.03으로 높게 나타났다. ΔE 값(색차값)은 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 15.03~50.47로 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 이는 멥쌀가루의 색도(*L*값: 95.28, *a*값: -0.41, *b*값: 3.50, ΔE 값: 3.82)와 비교하여 호박잎 분말의 *L*값이 63.15, *a*값이 -13.52, *b*값이 20.69, ΔE 값이 42.52로 나타나 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 설기떡의 *L*값이 감소하고 *b*값이 증가한 것으로 여겨진다. 복분자 잎 설기떡과 대잎 분말 설기떡, 비타민 나무 잎 설기떡, 민들레 잎 설기떡에서도 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 *L*값이 감소하고 *b*값이 증가하는 유사한 결과를 나타내었다(15,17,18,21).

조직감

호박잎 설기떡의 조직감에서 경도는 대조군(207.50 g/cm²)과 비교하여 1% 첨가군(186.10 g/cm²)에서 감소하였다가 2~4% 첨가군에서 225.77~249.70 g/cm²로 다시 증가하는 경향을 나타내었으며, 탄력성은 81.72~88.02%로 유의적인 차이가 없었다(Table 4). 씹힘성은 4% 첨가군이

261.02 g·cm로 가장 높았으며, 부착성은 대조군과 1% 첨가군이 -40.67 g으로 가장 낮게 나타났다. 이는 민들레 잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 경도, 탄력성, 씹힘성 및 부착성이 증가하는 결과와 일치하였으며(18), 수국차 잎 가루의 첨가량에 따라 경도와 부착성이 증가하는 결과와 유사하였다(20). 또한, 모시풀잎 분말의 첨가량에 따라 경도가 증가하는 결과와도 유사하였다(16). 이는 멥쌀가루보다 수분 함량이 적은 부재료의 첨가가 멥쌀가루의 수분을 흡수하여 전분의 노화에 영향을 주어 경도가 증가하였으며(16,18), 부재료의 식이섬유 함량은 쌀가루 전분의 호화를 방해하여 씹힘성을 증가시키는 것으로 생각한다(18).

노화도 분석

호박잎 분말을 농도별로 첨가하여 설기떡을 제조한 후 4 °C에서 0, 6, 24 및 36시간 경과 후 설기떡의 경도 변화를 Avrami 방정식에 따라 노화 특성을 분석하였다(Table 5). 결정체의 형성 시간과 속도를 이용하여 결정화 형태를 나타내주는 Avrami 지수(*n*)는 1~4 사이의 값으로 1~2 값은 결정핵 발생 분포가 일정하며 3~4의 값은 산발적인 결정핵 발생으로 포화가 완전히 이루어질 때까지 결정화가 진행됨을 나타낸다(22). Kim과 Chung(22)의 연구에 따라 효과적인 노화 억제 물질의 기준을 Avrami 지수(*n*)가 낮은 값으로 판단하였다. 설기떡의 결정화 상태를 나타내는 Avrami 지수(*n*)의 값은 대조군이 0.5481, 호박잎 분말 2% 첨가군이 0.5647로 낮은 값을 나타내었다. 호박잎 분말 1% 첨가군은 1.9932, 3% 첨가군은 0.9634, 4% 첨가군은 1.9433을 나타

Table 3. Color values of *Sulgidduck* (rice cake) with different proportions of pumpkin leaf powder

Hunter's color value	Pumpkin leaf powder content (g/100 g of rice flour)				
	Control	PL-1	PL-2	PL-3	PL-4
<i>L</i>	83.83±0.42 ^{a1)}	64.76±2.43 ^b	58.75±1.03 ^c	49.13±1.03 ^d	49.53±1.32 ^d
<i>a</i>	-0.61±0.06 ^a	-2.26±0.12 ^c	-2.22±0.10 ^c	-1.49±0.13 ^b	-1.33±0.17 ^b
<i>b</i>	5.27±0.21 ^c	12.17±0.42 ^b	13.03±0.18 ^a	12.55±0.36 ^{ab}	12.00±0.57 ^b
ΔE	15.03±0.41 ^d	35.35±2.38 ^c	41.33±1.02 ^b	50.47±0.92 ^a	49.95±1.36 ^a

¹⁾The data are mean±SD in triplicates. Different letters (a-d) within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$). Control: without added pumpkin leaf powder, PL-1: addition of 1 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-2: addition of 2 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-3: addition of 3 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-4: addition of 4 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour.

Table 4. Textural properties of *Sulgidduck* (rice cake) with different proportions of pumpkin leaf powder

Textural properties	Pumpkin leaf powder content (g/100 g of rice flour)				
	Control	PL-1	PL-2	PL-3	PL-4
Hardness (g/cm ²)	207.50±8.66 ^{bc1)}	186.10±12.20 ^c	225.77±18.86 ^{ab}	249.70±5.95 ^a	247.90±23.13 ^a
Springiness (%)	81.72±2.29 ^a	87.92±4.69 ^a	88.02±5.64 ^a	82.02±1.90 ^a	84.05±2.57 ^a
Chewiness (g·cm)	223.91±11.07 ^{ab}	201.98±21.88 ^b	245.40±39.46 ^{ab}	224.20±2.26 ^{ab}	261.02±24.56 ^a
Adhesiveness (g)	-40.67±2.08 ^a	-40.67±9.87 ^a	-45.67±15.18 ^a	-35.33±5.69 ^a	-29.00±1.00 ^a

¹⁾The data are mean±SD in triplicates. Different letters (a-c) within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$). Control: without added pumpkin leaf powder, PL-1: addition of 1 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-2: addition of 2 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-3: addition of 3 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-4: addition of 4 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour.

Table 5. Avrami exponent, rate constant, and time constant of *Sulgidduck* (rice cake) with different proportions of pumpkin leaf powder

Avrami equation analysis	Pumpkin leaf powder content (g/100 g of rice flour)				
	Control	PL-1	PL-2	PL-3	PL-4
Avrami exponent (n) ¹⁾	0.5481	1.9932	0.5647	0.9634	1.9433
Rate constant (k) ²⁾	13.39×10^{-2}	27.17×10^{-2}	0.78×10^{-2}	3.72×10^{-2}	3.44×10^{-2}
Time constant (h) ($1/k$)	7.47	3.68	128.21	26.88	29.07

¹⁾Values obtained from slop of plot $\log\{-\ln(E_L - E_i)/(E_L - E_0)\}$ vs $\log t$.

²⁾Values obtained from slop of plot $\ln(E_L - E_i)$ vs time.

Control: without added pumpkin leaf powder, PL-1: addition of 1 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-2: addition of 2 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-3: addition of 3 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-4: addition of 4 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour.

내며 대조군과 호박잎 분말 2% 첨가군에 비해 높은 Avrami 지수(n) 값을 나타내었다. 시간상수($1/k$)는 속도상수(k)의 역수로 노화 진행 속도를 나타내며 속도상수의 값이 작을수록, 시간상수의 값이 클수록 노화 지연 효과가 큰 것을 나타낸다(22). 시간상수($1/k$)는 대조군과 비교하여 높은 값이 노화 억제 효과가 있는 것으로 판단하였다(22). 호박잎 분말 첨가군의 시간상수($1/k$) 값은 호박잎 분말 1% 첨가군을 제외하고 대조군(7.47)에 비해 높게 나타났으며, 호박잎 분말 2% 첨가군이 128.21로 가장 높은 시간상수($1/k$) 값을 나타내었다. 이는 호박잎에 다량으로 함유되어 있는 식이섬유와 멥쌀가루의 쌀전분입자에 의한 것으로 식이섬유는 아밀로오스 및 아밀로펙틴 일부와 결합하여 전분입자의 배열을 불규칙하게 만들고 전분분자의 재결정화를 막는다(23).

총 페놀화합물 함량

호박잎 설기떡은 대조군(0.19 μg GAE/mg)과 비교하여 2~4% 첨가군에서 0.20~0.50 μg GAE/mg으로 호박잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 총 페놀화합물 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(Table 6). 이는 호박잎 추출 시료의 총 페놀화합물 함량이 7.97 μg GAE/mg으로 설기떡에 첨가 시 첨가량이 증가함에 따라 총 페놀화합물 함량이 증가한 것으로 여겨지며, 호박잎 추출 시료는 표준곡선 시료로 사용된 garlic acid(2.08 μg GAE/mg)보다 높은 총 페놀화합물 함량을 나타내었다. 솔잎착즙액을 첨가한 설기떡에서 총 페놀화합물 함량이 대조군 3.0 mg GAE/100 g, 솔잎착즙액 1% 첨가군 4.3 mg GAE/100 g으로 증가한 결과와 유사하였다(24).

ABTS 라디칼 소거 활성

호박잎 설기떡의 ABTS 라디칼 소거 활성을 나타내는 IC_{50} 은 호박잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 IC_{50} 이 대조군 16.84 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 호박잎 분말 4% 첨가군에서 7.22 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 감소하는 경향을 나타내었다(Table 6). 이는 호박잎 분말의 첨가 농도가 증가함에 따라 라디칼 소거 활성이 높아짐을 나타내며 이때 첨가한 호박잎 추출 시료의 IC_{50} 은 2.46 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 였다. 이는 표준곡선으로 사용된 ascorbic acid(25.77 $\mu\text{g}/\text{mL}$)의 IC_{50} 과 비교하여 높은 라디칼 소거 활성을 나타내었다. 모링가 잎 설기떡에서 모링가 잎 추출물의 첨가 농도가 증가함에 따라 설기떡의 ABTS 라디칼 소거 활성은 무첨가군에서 2.49%, 1% 첨가군에서 21.91%, 10% 첨가군에서 26.09%로 증가하였으며(25), 모시풀잎 분말 설기떡에서도 모시풀잎 첨가량에 따라 ABTS 라디칼 소거 활성이 14.93~37.16%로 증가하는 경향을 나타내었다(16).

소비자 기호도 조사

7점 척도법을 이용하여 색, 향, 촉촉함, 단맛, 씹힘성 및 전반적인 기호도를 측정하였다. 소비자 기호도 조사 결과는 Table 7과 같다. 색은 2% 첨가군의 기호도가 5.30으로 가장 높게 나타났으며, 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 색에 대한 기호도는 감소하는 경향을 나타내었다. 향, 촉촉함, 단맛 등 전반적인 기호도에서는 2% 첨가 수준까지 기호도가 증가하다가 3% 및 4% 첨가군에서는 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 2% 첨가군이 다른 시료들에 비해 색(5.30), 향(5.10), 촉촉함(4.85), 단맛(4.85), 씹힘성(4.70) 및 전반적인 기호도(5.20)에서 가장 높은 기호도

Table 6. Antioxidant activities of *Sulgidduck* (rice cake) with different proportions of pumpkin leaf powder

Properties	Pumpkin leaf powder content (g/100 g of rice flour)				
	Control	PL-1	PL-2	PL-3	PL-4
Total phenolic content (μg GAE/mg)	0.19 \pm 0.00 ^{d1)}	0.04 \pm 0.00 ^e	0.20 \pm 0.00 ^c	0.34 \pm 0.01 ^b	0.50 \pm 0.01 ^a
ABTS IC_{50} ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	16.84 \pm 5.68 ^a	14.67 \pm 1.23 ^a	14.27 \pm 8.59 ^a	13.40 \pm 6.82 ^a	7.22 \pm 0.45 ^a

¹⁾The data are mean \pm SD in triplicates.

Different letters (a-e) within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Control: without added pumpkin leaf powder, PL-1: addition of 1 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-2: addition of 2 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-3: addition of 3 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-4: addition of 4 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour.

Table 7. Sensory preference scores for *Sulgidduck* (rice cake) with different proportions of pumpkin leaf powder

Sensory properties	Pumpkin leaf powder content (g/100 g of rice flour)				
	Control	PL-1	PL-2	PL-3	PL-4
Color	5.00±1.38 ^{a1)}	4.60±1.39 ^{ab}	5.30±1.17 ^a	4.75±1.41 ^a	3.80±1.58 ^b
Flavor	4.35±1.35 ^b	4.25±0.97 ^b	5.10±1.25 ^a	4.00±1.49 ^b	3.40±1.10 ^b
Moistness	4.80±1.20 ^a	4.60±1.14 ^a	4.85±1.23 ^a	4.20±1.54 ^{ab}	3.50±1.61 ^b
Sweetness	4.80±1.20 ^a	4.60±1.14 ^{ab}	4.85±1.04 ^a	3.90±1.25 ^{bc}	3.50±1.10 ^c
Chewiness	4.75±1.16 ^a	4.65±1.23 ^a	4.70±1.26 ^a	3.95±1.43 ^{ab}	3.75±1.37 ^b
Overall acceptability	4.50±1.24 ^{ab}	4.55±1.19 ^{ab}	5.20±1.40 ^a	4.15±1.42 ^{bc}	3.40±1.23 ^c

¹⁾The data are mean±SD in triplicates.

Different letters (a-c) within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

Control: without added pumpkin leaf powder, PL-1: addition of 1 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-2: addition of 2 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-3: addition of 3 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour, PL-4: addition of 4 g of pumpkin leaf powder/100 g of rice flour.

를 나타낸 반면, 4% 첨가군은 다른 시료들과 비교하여 가장 낮은 기호도를 나타내었다. 이는 기기 측정 결과 호박잎 분말 2% 첨가 시 대조군과 비교하여 수분 함량이 높고 부드러운 조직감을 나타낸 결과와 일치하였으며, 호박잎 분말의 첨가량 증가에 따라 *L*값이 감소할수록 소비자들의 색에 대한 기호도는 감소하였다.

요 약

본 연구에서는 멧쌀가루를 이용하여 한국의 전통 떡인 설기떡을 제조한 후, 멧쌀가루의 0%, 1%, 2%, 3% 및 4% 비율의 호박잎 분말을 첨가하여 설기떡의 품질 특성, 항산화 특성 및 노화 억제 효과를 살펴보고자 하였다. 호박잎 설기떡의 수분 함량은 대조군(39.18%)과 비교하여 호박잎 분말 1%와 2% 첨가군에서 증가하였다가 3% 첨가군과 4% 첨가군에서는 감소하는 경향을 나타내었다. pH는 호박잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 4.50~6.16으로 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). 색도의 경우 호박잎 분말의 첨가량이 증가할수록 *L*값은 감소하고 *b*값은 증가하는 경향을 나타내었다. 호박잎 설기떡에서 경도는 대조군이 207.50 g/cm², 호박잎 분말 1% 첨가군에서 186.10 g/cm²로 감소하였다가 2~4%에서 225.77~249.70 g/cm²로 다시 증가하였다. 탄력성은 81.72~88.02%로 유의적인 차이가 없었으며, 씹힘성과 부착성은 호박잎 분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 호박잎 분말을 첨가한 설기떡의 노화도 분석은 호박잎 분말 첨가군이 대조군(7.47)에 비해 높은 시간상수 값으로 노화 억제 효과가 있는 것으로 보였으며, 호박잎 분말 첨가군 중 2% 첨가군이 낮은 Avrami 지수 값으로 호박잎 첨가군 중 노화 억제 효과가 가장 크게 나타났다. 총 페놀화합물 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 호박잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 7점 척도법을 이용한 소비자 기호도 조사 결과 색, 향, 촉촉함, 단맛, 씹힘성 및 전반적인 기호도에서 호박잎 분말 2% 첨가군이 가장 높은 기호도를 나타낸 반면, 4% 첨가군은 다른 시료들에 비해 낮은 기호도를 나타내었다.

이상의 결과로 미루어 보아 호박잎 분말의 첨가는 설기떡의 품질 특성 및 항산화 효과를 증진시킬 수 있는 것으로 여겨지며, 저장성을 고려한 노화 억제 효과를 위해서는 2%의 호박잎 분말의 첨가가 적합한 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Kwak Y, Ju J. 2013. Antioxidant and anti-cancer activities of squash (*Cucurbita moschata* Duch.) leaf extract *in vitro*. *Korean J Food Sci Technol* 45: 770-776.
- Lee JM, Park DK, Kwon YM. 2011. *Pumpkin—Fall in love with pumpkins*. National Institute of Horticultural and Herbal Science Rural Development Administration, Suwon, Korea. p 128-129.
- Cha YY. 2009. Experimental study on effects of *Cucurbita moschata* Duch. on antioxidation. *J Soc Korean Med Obesity Res* 9: 57-63.
- Kim HK, Jin HH, Lee MS, Lee SJ. 2013. Quality characteristics of *Sulgidduck* added with *Corni fructus* powder. *Food Eng Prog* 17: 105-111.
- Choi BS, Kim HY. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduck* added with perilla leaves. *Korean J Culinary Res* 16: 299-310.
- Yoon SJ. 2007. Quality characteristics of *Sulgitteok* added with lotus leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 23: 433-442.
- Kim JH, Kim MY. 2011. Quality characteristics of *Sulgidduck* supplemented with citrus peel powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 993-998.
- Lee MH, Jeon SJ, Kim SK, Park HS, Choi YS. 2011. The quality characteristics of *Curcuma longa* L powder *Sulgidduck*. *Korean J Culinary Res* 17: 184-192.
- Bae YJ, Hong JS. 2007. The quality characteristics of *Sulgidduck* with added *buchu* (*Allium tuberosum* R.) powder during storage. *J East Asian Diet Life* 17: 827-833.
- Lee K, Lee JC, Lee JK, Park WJ. 2001. Effect of addition of minor ingredients for the quality characteristics of *Sulgidduck*. *Korean J Diet Cult* 16: 399-406.
- Lee YN, Lee JH, Kim YS. 2012. Quality properties of *Sulgidduck* with the different density of rice powder made by multifunctional grinder. *Korean J Food Nutr* 25: 1008-1015.
- Kim YS. 2008. Addition ratio of buckwheat vegetable powder (*Fagopyrum esculentum* Moench) on the quality characteristics of *Sulgidduck*. *Korean J Food Nutr* 21: 436-442.
- Rojas JA, Rossell CM, Benedito De Barber C. 2001. Role

- of maltodextrins in the staling of starch gels. *Eur Food Res Technol* 212: 364-368.
14. Akay S, Alpak I, Yesil-Celiktas O. 2011. Effects of process parameters on supercritical CO₂ extraction of total phenols from strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: an optimization study. *J Sep Sci* 34: 1925-1931.
 15. Rha YA, Kang BN. 2014. Quality evaluation of *sulgidduck* added with *Rubus coreanus* Miquel leaf powder. *Korean J Culinary Res* 20: 125-135.
 16. Park SS, Kim SI, Sim KH. 2011. The quality characteristics and antioxidative activity of *Sulgidduck* supplemented with ramie leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 27: 763-771.
 17. Ahn GJ. 2010. Quality characteristics of *Sulgidduck* added by different amount of bamboo leaf flour. *Korean J Culinary Res* 16: 104-111.
 18. Yoo KM, Kim SH, Chang JH, Hwang IK, Kim KI, Kim SS, Kim YC. 2005. Quality characteristics of *Sulgidduck* containing different levels of dandelion (*Taraxacum officinale*) leaves and roots powder. *Korean J Food Cook Sci* 21: 110-116.
 19. Yoo SS, Ko SH. 2014. Quality characteristics of *Sulgidduck* with beet leaf powder. *Korean Food Cook Sci* 30: 119-128.
 20. Choi BS, Kim HY. 2011. Quality characteristics of *Sulgidduck* added with *Hydrangea serrata* Serrige powder. *Korean J Community Living Sci* 22: 257-265.
 21. Cho GS, Kim AJ. 2015. Antioxidative activity of sea buckthorn and quality characteristics of brown rice *sulgidduck*. *Fam Environ Res* 53: 17-27.
 22. Kim SS, Chung HY. 2010. Retarding retrogradation of Korean rice cakes (*Karaedduck*) with a mixture of trehalose and modified starch analyzed by Avrami kinetics. *Korean J Food Nutr* 23: 39-44.
 23. Lee YH, Moon TW. 1994. Composition, water-holding capacity and effect on starch retrogradation of rice bran dietary fiber. *Korean J Food Sci Technol* 26: 288-294.
 24. Lee HJ, Kim SY, Park JH, Kim RY, Jeong HS, Park E. 2013. Changes in the antioxidative and antigenotoxic effects after the cooking process of *Sulgidduck* containing pine noodle juice. *Korean J Food Cook Sci* 29: 453-462.
 25. Choi EJ, Kim EK. 2015. Antioxidant, physicochemical, and sensory characteristics of *Sulgidduck* fortified with water extracts from *Moringa oleifera* leaf. *Korean J Food Cook Sci* 31: 335-343.