

치아시드 분말을 첨가한 설기떡의 품질 특성 및 항산화 활성

오현빈¹ · 최병범² · 김영순¹

¹고려대학교 식품영양학과

²신한대학교 식품조리과학부 식품영양전공

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of *Sulgidduk* (Rice Cake) Added with Chia (*Salvia hispanica* L.) Seed Powder

Hyeonbin O¹, Byung Bum Choi², and Young-Soon Kim¹

¹Department of Food and Nutrition, Korea University

²Major in Food and Nutrition, Division of Food Science & Culinary Arts, Shinhan University

ABSTRACT Chia seed (*Salvia hispanica* L.) originated from Central America is a highly nutritious food containing large amounts of linolenic acid, dietary fiber, and protein. This study investigated the quality properties and antioxidant activities of *Sulgidduk* prepared with chia seed powder as a functional material. Freeze-dried chia seed powder was replaced with 0, 1, 3, 5, and 7% of rice flour. The addition of chia seed powder did not affect water content, whereas the pH value of the chia seed group decreased as compared to the control. For color measurements, *a* and *b* values increased as the amount of chia seed powder increased, whereas *L* value decreased. Hardness and chewiness of *Sulgidduk* with chia seed powder were lower than those of the control, whereas springiness of the chia seed group was higher than that of the control. Cohesiveness was not significantly different in all samples. According to retrogradation analysis based on changes in hardness during storage, it was confirmed that addition of chia seed powder inhibited aging of *Sulgidduk*. Retrogradation of CSP5 was the slowest. Consumer acceptability analysis did not show significant differences in all samples. Total polyphenol and flavonoid contents tended to significantly increase as chia seed content increased. DPPH and ABTS radical scavenging activities of *Sulgidduk* were also elevated due to addition of chia seeds. From the results, addition of chia seed softened texture, inhibited aging, and enhanced antioxidant activities of *Sulgidduk*. It is concluded that addition of 5% chia seed powder, which showed high effectiveness for aging, is the most suitable for commercialization.

Key words: antioxidant activities, chia seed, quality properties, sensory evaluation, *Sulgidduk*

서 론

한국은 주식으로 쌀을 이용해왔으나 근대화 과정을 거치고 식생활이 서구화됨에 따라 오늘날 쌀의 소비는 감소하고 있다(1). 통계청의 2014 양곡소비량조사보고서에 따르면 한국의 1인당 연간 쌀 소비량은 1981년부터 꾸준히 감소하였으며, 2005년에는 80.7 kg, 2014년에는 65.1 kg으로 감소하였다(2). 이에 다양한 쌀 가공품 개발 및 연구가 이루어지고 있으며, 특히 쌀을 주재료로 이용하는 떡에 대한 관심이 증가하고 있다. 떡은 한국에서 농경의례 및 전통 행사에 널리 쓰이는 별식으로 곡물가루를 삶거나 튀기거나 찌서 만드는 전통음식이다(3). 특히 설기떡은 한국의 전통 떡 중 하나로 멧쌀가루에 설탕물 혹은 꿀물을 내려 증기로 찌서 만드

는 떡이다. 설기떡은 만드는 방법이 간단하고 상업화에 유리하여 떡 연구의 기초적인 시료로 이용되고 있다(4).

그러나 떡을 비롯한 쌀 가공식품은 전분의 노화에 의해 품질이 변하는 단점을 가지고 있으며, 특히 떡은 저장기간이 1~2일로 매우 짧다(5,6). 이에 따라 가래떡 노화 억제에 대한 당류 물질의 효과(7), 말티톨 첨가와 가래떡의 노화 억제(8), 올리고당을 첨가한 설기떡의 노화 지연에 관한 연구(9) 등 떡 제품의 노화 지연 제조 기술 개발을 위한 연구가 진행되었다. 또한, 건강에 대한 관심이 증대되면서 소비자들이 건강 지향적 식품들을 선호하게 됨에 따라(10), 설기떡에 솔잎 차죽액(11), 살구씨(12) 등의 기능성 부재료를 첨가하여 소비자들의 수요를 맞출 수 있는 제품을 만들기 위한 연구가 진행되었다.

치아시드는 중앙아메리카가 원산지이고 1년생 작물인 치아(*Salvia hispanica* L.)의 씨앗으로 멕시코에서는 주스나 물과 함께 먹거나 치아시드 가루를 다른 음식에 혼합하는 형태로 이용하고 있다. 치아시드에는 오메가-3 지방산, 식

Received 22 June 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

이섬유, 단백질이 풍부하게 들어있으며(13) 퀘르세틴, 캠페롤, 카페산, 클로로겐산 등의 페놀화합물을 함유하고 있어 강력한 항산화 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있다(14). 한편 치아시드는 물에 넣었을 때 투명하고 매끈한 필름을 형성하는데, 이 막은 전체 씨앗의 5~7%의 비중을 차지한다(15). 치아시드의 막은 β -D-xylose, α -D-glucose, 4-O-metil- α -D-glucuronic acid 등의 단당류가 결합한 다당류로 이루어져 있으며(16), 식이섬유 및 새로운 다당류 급원으로서 식용 필름이나 점도 증진제 등으로 이용이 가능할 것으로 예측된다(17). 이러한 성질을 아이스크림(18), 빵(19) 등에 적용하여 그 특성을 알아본 연구도 진행되었다.

이에 본 연구에서는 치아시드를 이용하여 한국의 전통음식인 설기떡을 제조하고 치아시드가 설기떡 제품에 주는 영향을 살펴보고, 떡 산업에서 치아시드 분말의 이용 가능성에 대해 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

설기떡의 제조

설기떡 제조에 필요한 재료로 설탕(CJ, Incheon, Korea), 소금(CJ)을 시중에서 구입하여 사용하였다. 쌀가루는 2014년 10월에 수확된 쌀(Icheon, Gyeonggi, Korea)을 24시간 동안 물에 불리고, 체에 밭쳐 30분 동안 말린 것을 롤밀기계(DK 101, Donggwang Ltd., Daegu, Korea)로 분쇄한 후 20 mesh 체를 통과시켜 제조하였다. 치아시드는 파라과이에서 생산된 것을 구입하여 동결건조기(FD8508, Ilshin Biobase Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)로 동결 건조하고 고속분쇄기(CRT-04, Hungchuan Machinery Enterprise, Taipei, Taiwan)로 분말을 내어 40 mesh 체를 통과시켰다. 설기떡은 선행된 연구를 참고하여 Table 1과 같이 쌀가루의 0%, 1%, 3%, 5% 및 7%를 치아시드 분말로 대체하여 제조하였다(20). 쌀가루와 물을 잘 혼합하여 20 mesh 체를 두 번 통과시킨다. 그 후 설탕과 치아시드 분말을 혼합하고 지름이 8인치인 원형 찜기에 혼합물을 고르게 퍼서 넣었다. 혼합물은 증기를 이용하여 20분 동안 가열한 후 10분간 뜸을 들여 제조하였다. 완성된 떡은 찜기에서 분리하고 30분 동안 상온(25°C)에서 방랭한 후 보관하여 시료로 사용하였

Table 1. Formulas for rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder

Ingredients (g)	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
Rice flour	500	495	485	475	465
Chia seed powder	0	5	15	25	35
Sugar	50	50	50	50	50
Water	50	50	50	50	50
Salt	5	5	5	5	5

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

다.

수분함량 및 pH

치아시드 설기떡의 수분함량은 설기떡의 중앙 부분을 0.5 g 채취한 후 수분측정기(MB35, OHAUS, Zurich, Switzerland)를 사용하여 3회 측정하였다. pH는 설기떡 시료 10 g에 증류수 90 mL를 혼합하고 균질기(Unidrive 1000D, Ingenieurburo CAT M.Zipperer GmbH, Staufen, Germany)로 균질화한 것을 pH meter(SP-701, Suntext instruments Co., Ltd., Taipei, Taiwan)를 이용하여 3회 측정하였다.

색도

설기떡 표면의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다. L^* 값(명도), a^* 값(적색도), b^* 값(황색도)을 3회 측정하였으며 각 시료 간의 색차를 비교하기 위하여 아래의 식을 이용해 ΔE (총색차값)를 구하였다. 표준백판으로 색 좌표가 $L=96.90$, $a=0.45$, $b=1.49$ 인 백색판을 사용하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_{\text{sample}} - L_{\text{standard}})^2 + (a_{\text{sample}} - a_{\text{standard}})^2 + (b_{\text{sample}} - b_{\text{standard}})^2} \quad (1)$$

조직감

설기떡의 조직감은 Rheometer(Sun Rheometer Compact-100II, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 3회 측정하였다. 시료는 2 cm×2 cm×2 cm 크기로 정밀히 잘라 준비하였다. Prove는 No.1 Φ 20 mm를 사용하였고 mode 21, max weight 10 kg, distance 50%, table speed 120 mm/min 조건에서 측정하였다.

반응속도론적 노화도 분석

치아시드 설기떡의 노화도는 Kim과 Chung(21)의 방법을 참고하여 분석하였다. 제조된 시료는 4°C에서 3일간 저장하였고, 12시간 간격으로 떡의 경도를 Rheometer(Sun Scientific Co., Ltd.)를 이용해 3회 측정하였다. 저장기간에 따른 떡의 경도 변화는 Kim 등(22)에 의해 기술된 Avrami 식을 이용해 분석하여 떡의 노화 특성을 결정하였다. Avrami 식은 다음과 같다.

$$\theta = \frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} = e^{-kt^n} \quad (2)$$

θ : t 시간 후 남아있는 비결정 부분, k : 속도상수, n : Avrami 지수, t : 저장기간(h), E_L =이론적으로 도달할 수 있는 최고의 경도, E_0 =초기(0시간)의 경도, E_t = t 시간 경과 후의 경도

설기떡의 이론적 최고 경도는 각 시료를 4°C에서 3일간 저장한 후 경도를 측정한 값으로 구하였다. 식 (2)에서 자연 로그와 상용로그를 취하여 정리하면 다음과 같다.

$$\log\left[-\ln\frac{E_L - E_t}{E_L - E_0}\right] = \log k + n \log t \quad (3)$$

Avrami 지수(n)는 식 (3)에서 $\log t(x$ 축)에 대하여 좌변(y 축)을 좌표로 나타낸 그래프의 기울기로, 속도상수 k 는 그래프의 y 절편 값으로 구하였다. 시간상수는 속도상수 k 의 역수($1/k$)로 나타내었다.

소비자 기호도 분석

치아시드 설기떡의 관능검사는 훈련된 고려대학교 식품영양학과 대학원생 20명을 대상으로 시행하였다. 관능검사는 각 시료의 색(color), 촉촉함(moisture), 씹힘성(chewiness), 향미(flavor), 단맛(sweetness), 전반적인 기호도(overall acceptability) 등 6개 항목을 7점 척도법으로 평가하였다. 패널들에게 시료를 맛보고 ‘매우 싫음’은 1점, ‘매우 좋음’은 7점으로 질문지에 표시하도록 하였다. 시료는 2 cm × 2 cm × 2 cm로 잘라 각각 3개씩 백색 플라스틱 접시에 올려 제공하였으며, 입을 행구기 위한 생수를 함께 제공하였다.

시료 추출액 제조

설기떡 샘플들은 동결 건조한 후 분말화하여 40 mesh 체를 통과시켰다. 항산화 활성 분석을 위하여 각 샘플의 건조분말 1 g에 증류수 10 mL를 첨가하여 24시간 상온(25°C)에서 추출하였다. 추출물은 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하고 Whatman No. 1 여과지(GE Healthcare, Buckinghamshire, UK)로 여과하여 시료로 사용하였다.

총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량

총폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(23)을 응용하여 분석하였다. 시료 10 μL에 증류수 790 μL와 0.9 N Folin-Ciocalteu 시약(Junsei Chemistry, Tokyo, Japan) 50 μL를 넣은 후 20% 탄산나트륨(Merck kGaA, Darmstadt, Germany) 용액 150 μL를 넣어 암실(25°C)에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응물은 microplate reader(Infinite 200 PRO, Tecan, Mannedorf, Switzerland)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Merck kGaA)를 사용하여 흡광도 검량선을 작성하고 각 시료의 총폴리페놀 함량을 GAE(gallic acid equivalent)로 환산하였다. 치아시드 설기떡의 총플라보노이드 함량은 Davis(24)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 1 mL에 5% 아질산나트륨(Junsei Chemistry) 150 μL를 혼합하고 암실(25°C)에서 6분간 반응시켰다. 그 후 10% 염화알루미늄(Junsei Chemistry) 300 μL를 첨가하고 암실(25°C)에서 5분간 반응시켰다. 반응물은 1 N 수산화나트륨(Daejung Chemicals & Metals, Gyeonggi, Korea) 용액 1 mL를 첨가하고 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 흡광도 검량선을 작성하였고, 각 시료의 총플라보노이드 함량을 QE(quercetin equivalent)로 환산하여 비교하였다.

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 측정

치아시드 설기떡의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능은 Molyneux(25)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 100 μL에 0.2 mM DPPH(Sigma-Aldrich Co.) 용액 100 μL를 첨가하고 암실(25°C)에서 30분간 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료별로 DPPH 라디칼에 대해 50%의 소거 효과를 보이는 IC₅₀ (mg/mL) 값을 도출하여 항산화 활성을 비교하였다. 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 소거능은 Re 등(26)의 방법을 이용하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS(Sigma-Aldrich Co.) 용액에 2.6 mM potassium persulfate(Sigma-Aldrich Co.)를 첨가하여 4°C의 암소에서 12시간 방치하여 ABTS 라디칼을 형성시켰고 그 후 414 nm에서 흡광도가 1.4~1.5가 되도록 증류수로 희석하였다. 희석한 ABTS 라디칼 용액 200 μL에 시료 10 μL를 넣어 60분간 암소에서 반응시킨 후 414 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료별로 ABTS 라디칼에 대해 50% 소거 효과를 보이는 IC₅₀(mg/mL) 값을 도출하여 항산화 활성을 비교하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS(23.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였다. 실험값은 mean±SD로 표시하였으며, 각 측정 평균값 간에 유의성이 있을 경우 $P < 0.05$ 수준으로 Duncan’s multiple range test를 실시하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

수분함량 및 pH

설기떡의 pH와 수분함량은 쌀 전분의 호화 및 노화에 영향을 주는 요인으로 알려져 있다(27). 치아시드 설기떡의 수분함량과 pH는 Table 2와 같다. 수분함량은 36.40~37.18%의 범위를 보였으나 모든 시료에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 치아시드 분말이 파운드케이크의 수분함량에 영향을 주지 않았다는 Luna Pizarro 등(28)의 결과와 유사하였다. pH는 0%에서 5.60으로 나타났고, 1~4% 첨가군에서는 5.41~5.45의 범위를 보이며 낮게 나타났다. 설기떡 제조에 사용된 치아시드 분말의 pH는 5.42로 나타났으며, pH가 낮은 부재료로 인하여 설기떡의 pH가 낮아진 것으로 추측된다. 아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡 연구(20)에서도 아스파라거스 분말의 pH가 쌀가루보다 낮기 때문에 첨가량에 따라 설기떡의 pH가 낮아진다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다.

색도

치아시드 설기떡의 색도 측정 결과는 Table 3에 나타내었다. L값(명도)은 치아시드 분말 첨가량에 따라 감소하는

Table 2. Moisture content and pH values of rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder

Properties	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
Moisture (%)	36.40±0.72 ^{a1)}	37.00±0.30 ^a	37.18±0.99 ^a	36.48±0.21 ^a	36.85±0.72 ^a
pH	5.60±0.03 ^a	5.41±0.01 ^b	5.43±0.02 ^b	5.41±0.07 ^b	5.45±0.06 ^b

¹⁾Means in each row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

Table 3. Color values of rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder

Color values	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
<i>L</i>	83.93±1.80 ^{a1)}	77.92±1.63 ^b	71.18±0.64 ^c	63.78±1.39 ^d	63.69±0.57 ^d
<i>a</i>	-0.67±0.03 ^d	0.4±0.12 ^c	1.23±0.13 ^b	1.85±0.22 ^a	2.08±0.06 ^a
<i>b</i>	5.58±0.18 ^c	6.03±0.21 ^c	7.31±0.43 ^b	7.99±0.26 ^a	7.95±0.25 ^a
ΔE	13.63±1.77 ^d	19.54±1.55 ^c	26.42±0.61 ^b	33.82±1.4 ^a	33.91±0.61 ^a

¹⁾Means in each row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

경향을 보였다. *a*값(적색도)은 대조군에서 -0.67, CSP5에서 1.85로 증가하였으나 CSP5와 CSP7에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. *b*값(황색도)은 대조군에서 5.58, CSP7에서 7.95로 점점 증가하는 경향을 보였다. 이러한 색도의 변화는 치아시드 분말 본래의 어두운색에 의한 것으로 추측된다. 치아시드는 대부분 검은색 씨앗이며 일부 회색과 베이지색 종류가 있다(15). Shin 등(29)의 연구에서 어두운색의 흑마늘 추출물을 첨가하여 설기떡을 제조하였을 때 *L*값이 감소하고 *a*값과 *b*값이 증가하는 경향을 보였으며, Cho 등(30)의 연구에서도 표고버섯 분말의 첨가량에 따라 본 결과와 유사한 경향을 보였다. 그러나 CSP5와 CSP7의 ΔE 값(총색차값)이 유의적인 차이를 보이지 않아 치아시드 분말을 5% 이상 넣었을 때는 색상의 변화가 뚜렷하지 않을 것으로 예상하였다.

조직감

치아시드 설기떡의 조직감을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 경도는 치아시드 분말 첨가군이 대조군(884.07 g/cm²)보다 낮았지만, 첨가군 사이의 유의적인 차이는 없었다. 탄력성은 대조군(59.46%)보다 치아시드 분말 첨가군에서 높게 나타났다. 응집성은 모든 실험군에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 씹힘성은 대조군(717.16 g)이 가장 높았다. 경도와 씹힘성의 결과로부터 치아시드 분말을 첨가해 설기떡을 제조하였을 경우 더 부드러운 설기떡 제품이 나올

것으로 예상된다. 떡의 조직감은 쌀 전분의 양과 크기, 호화 및 노화된 정도에 따라 달라지며, 부재료 첨가와 관계가 있다고 알려져 있다(31). 치아시드에는 100 g당 34.4 g의 식이섬유가 들어있는 것으로 알려져 있으며(32) 치아시드 분말의 식이섬유가 쌀 전분의 아밀로오스 및 아밀로펙틴 간의 결합을 방해하여 경도와 씹힘성이 감소한 것으로 추측된다. 이는 식이섬유가 많이 들어있는 깻잎을 첨가하였을 때 설기떡의 경도와 씹힘성이 낮아졌다는 결과와 유사하였다(33).

노화도 분석

치아시드 설기떡의 저장 중 경도의 변화를 Avrami 식으로 분석하여 Avrami 지수(*n*), 속도상수(*k*), 시간상수(1/*k*)를 구한 결과는 Table 5와 같다. 설기떡의 Avrami 지수는 대조군에서 3.89로 나타났으며 치아시드 분말을 첨가할수록 낮아져 1에 가까워졌다. Avrami 지수의 값이 작을수록 노화 역제가 효과적으로 일어났다고 판단할 수 있으며(34), 치아시드 분말을 첨가하였을 때 설기떡의 노화 억제에 기여하는 것으로 판단된다. 속도상수는 CSP5에서 0.36×10^{-1} 로 가장 낮게 나타났으며, 치아시드 첨가군은 CSP3을 제외하고 대조군보다 속도상수 값이 낮았다. 시간상수는 속도상수의 역수로서 CSP5에서 27.78로 가장 높게 나타났다. 즉 치아시드 분말을 설기떡에 첨가하였을 때 노화 억제 효과가 있으며, CSP5에서 가장 좋은 효과가 있는 것으로 확인되었다. 노화는 호화되었던 쌀 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴

Table 4. Texture properties of rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder

Properties	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
Hardness (g/cm ²)	884.07±118.87 ^{a1)}	651.76±43.78 ^b	669.57±50.09 ^b	658.57±75.56 ^b	534.63±40.32 ^b
Springiness (%)	59.46±4.55 ^b	65.48±3.26 ^{ab}	72.84±5.28 ^a	70.70±8.38 ^a	75.59±5.72 ^a
Cohesiveness (%)	60.46±5.45 ^a	61.31±4.23 ^a	56.15±11.65 ^a	53.37±11.84 ^a	69.88±2.30 ^a
Chewiness (g)	717.16±54.23 ^a	544.73±26.59 ^b	507.06±66.76 ^b	464.78±50.44 ^b	498.66±24.01 ^b

¹⁾Means in each row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

Table 5. Avrami exponent (*n*), rate constant (*k*), and time constant (*T*) of rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder

	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
<i>n</i> ¹⁾	3.89	2.30	2.40	1.63	1.50
<i>k</i> ²⁾	0.46 × 10 ⁻¹	0.40 × 10 ⁻¹	0.47 × 10 ⁻¹	0.36 × 10 ⁻¹	0.40 × 10 ⁻¹
<i>T</i> ³⁾	21.74	25.00	21.28	27.78	25.00

¹⁾*n*: Avrami exponent. ²⁾*k*: rate constant. ³⁾*T*: time constant (1/*k*).

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

이 시간이 지남에 따라 재결정화가 일어나 경도가 증가하며 발생하는 현상을 말하며, 이러한 전분의 노화 현상은 쌀가루를 주재료로 만든 설기떡의 저장 중 품질을 저하하는 원인이 되고 있다. 전분의 노화는 여러 가지 첨가물에 영향을 받는데 식이섬유 및 지방질은 쌀 전분입자 사이의 배열을 불규칙하게 만들고 아밀로오스 및 아밀로펙틴 일부와 결합해 전분분자들의 재결정화를 막아 전분의 노화를 억제하는 것으로 알려져 있다(35-37). 100 g의 치아시드 분말에는 오메가-3 지방산 17.83 g을 포함하여 총 30.74 g의 지방질이 들어있고(32), 치아시드 분말에 들어있는 식이섬유 및 지방질 성분으로 인해 설기떡의 노화 진행이 억제되었을 것으로 추측된다.

소비자 기호도 분석

치아시드 설기떡의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 색, 촉촉함, 씹힘성, 향미, 단맛, 전반적인 기호도 등 모든 항목에서 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Scapin 등(38)의 연구에서 치아시드 추출물을 첨가한 소시지들의 색 관능평가 결과와 본 실험의 결과가 유사하였다. 촉촉함 항목에서의 결과는 품질 분석의 수분함량 측정에서 첨가군 간의 유의성이 없었다는 결과와 유사하였다. 품질 분석의 조직감 측정에서는 치아시드 첨가군의 씹힘성이 대조군에 비하여

낮았으나, 실질적인 소비자들의 선호도에는 별다른 영향을 주지 않은 것으로 판단된다. Coelho와 Salas-Mellado(39)는 치아시드 7.8%를 첨가한 빵과 치아시드 11 %를 첨가한 빵에 대한 관능검사에서 향미와 조직감 항목에 유의성이 없었다고 보고하였으며, 이는 본 연구의 씹힘성 및 향미 항목에서의 관능검사 결과와 유사하였다. 단맛 항목에서 모든 시료에 유의적인 차이가 없었던 것은 치아시드가 단맛에 영향을 주지 않았기 때문으로 추측된다. 전반적인 기호도 항목에서는 모든 시료가 4(보통)와 5(약간 좋음) 사이의 점수를 받아, 치아시드를 설기떡에 부재료로 첨가하였을 때 소비자들의 거부감이 거의 없을 것으로 예상하였다.

총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량

폴리페놀 화합물은 과일, 채소 등의 식물에서 발견되는 2차 대사물질로 항산화성을 가지고 있으며(40), 많은 동물 임상시험에서 암, 심혈관질환, 당뇨, 골다공증 등에 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(41). 치아시드 설기떡의 총폴리페놀 함량 및 총플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 총폴리페놀 함량은 대조군에서 0.12 mg GAE/g으로 가장 낮았으며 치아시드 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(*P*<0.05). 총플라보노이드 함량도 CSP7에서 0.11 mg QE/g으로 가장 높아 치아

Table 6. Sensory preference score for rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder

	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
Color	4.65±1.31 ^{NS1)}	5.05±1.28	5.35±1.18	5.30±1.53	5.00±1.38
Moisture	4.50±0.83 ^{NS}	4.60±1.27	5.20±1.40	4.40±1.23	4.65±1.39
Chewiness	4.60±1.31 ^{NS}	4.65±1.39	5.10±1.25	4.55±1.39	4.40±1.54
Flavor	4.35±0.93 ^{NS}	4.35±0.81	4.75±1.16	4.25±1.33	4.35±1.39
Sweetness	4.65±1.14 ^{NS}	4.85±0.99	5.10±1.25	4.45±1.54	4.50±1.36
Overall acceptability	4.55±1.15 ^{NS}	4.90±1.17	4.95±1.32	4.80±1.44	4.40±1.23

¹⁾NS: not significant.

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

Table 7. Total polyphenol and flavonoid content of rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder

	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
Polyphenol (mg GAE/g)	0.12±0.01 ^{c1)}	0.12±0.01 ^c	0.13±0.00 ^c	0.14±0.01 ^b	0.19±0.00 ^a
Flavonoid (mg QE/g)	0.01±0.00 ^c	0.06±0.01 ^b	0.08±0.02 ^{ab}	0.08±0.02 ^{ab}	0.11±0.02 ^a

¹⁾Means in each row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test (*P*<0.05).

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

Table 8. IC₅₀ of DPPH and ABTS radical of rice cake (*Sulgidduk*) with different levels of chia seed powder (µg/mL)

	Control	CSP1	CSP3	CSP5	CSP7
DPPH IC ₅₀	375.24±37.09 ^{a1)}	319.83±28.51 ^b	155.75±3.23 ^c	122.54±5.07 ^{cd}	102.35±9.37 ^d
ABTS IC ₅₀	729.61±130.47 ^a	464.13±12.87 ^b	287.17±31.68 ^c	222.17±11.17 ^{cd}	160.90±22.68 ^d

¹⁾Means in each row with different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

CSP: chia seed powder, Control: without added CSP, CSP1: added 1 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP3: added 3 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP5: added 5 g of CSP per 100 g of rice flour, CSP7: added 7 g of CSP per 100 g of rice flour.

시드 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). Martínez-Cruz와 Paredes-López(42)는 치아시드의 총폴리페놀 함량이 1.6398 mg GAE/g이라고 보고하였다. 또한, Taga 등(43)은 치아시드에 클로로겐산, 카페산, 퀘르세틴, 캠페롤 등의 물질이 포함되어 항산화 활성을 갖는다고 보고하였다. 치아시드에 포함된 다양한 페놀 화합물이 치아시드 설기떡의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량에 영향을 준 것으로 추측된다.

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 측정

치아시드 설기떡의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Table 8과 같다. DPPH IC₅₀은 대조군에서 375.24 µg/mL, CSP7에서 102.35 µg/mL로 유의적으로 감소하였다. Lee 등(11)은 솔잎 착즙액을 첨가한 설기떡의 DPPH 라디칼 소거 활성이 총폴리페놀 함량에 따라 증가하였다고 보고하였으며, 폴리페놀 함량이 높은 치아시드의 첨가량에 따라 DPPH 라디칼 소거 활성이 증가한 본 연구의 결과와 일치하였다. ABTS IC₅₀은 대조군에서 729.61 µg/mL, CSP7에서 160.90 µg/mL로 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). Reyes-Caudillo 등(14)은 Jalisco에서 생산된 치아시드의 ABTS 라디칼 소거 활성이 95.78%로 Trolox(96.60%)와 유사하였다고 보고하였으며, 설기떡의 치아시드 함량이 ABTS 라디칼 소거 활성에 영향을 주는 것으로 생각한다.

요 약

치아시드는 오메가-3 지방산 및 식이섬유가 풍부한 식품이며 물에 넣었을 때 투명한 막을 형성하는 특성이 있다. 본 연구에서는 치아시드의 성질이 설기떡 제품이 미치는 영향을 알아보기 위하여 치아시드 분말의 첨가량을 달리하여 설기떡을 제조하고 품질 특성 및 항산화 활성을 검토하였다. 치아시드의 첨가는 수분함량에 영향을 주지 않았으며, pH는 치아시드 첨가군이 대조군보다 감소하는 경향을 보였다. 색도 측정 결과 치아시드 분말 첨가량에 따라 L값은 감소하고 a, b값은 증가하여 ΔE는 증가하는 결과를 나타내었다. 조직감 측정에서는 경도 및 씹힘성에서 치아시드 분말 첨가군이 대조군보다 낮게 나타났다. 반면 탄력성은 치아시드 분말 첨가군이 대조군보다 더 높게 나타났으며, 응집성은 모든 시료에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간에 따른 경도 변화를 통해 노화도를 분석한 결과, 치아시드를 첨가하였을 때 CSP5에서 가장 좋은 효과가 나타났으며, 치아시드

를 첨가하였을 때 설기떡의 노화 억제 효과가 있는 것으로 확인되었다. 소비자 기호도 분석에서는 색, 촉촉함, 씹힘성, 향미, 단맛, 전반적인 기호도 등 모든 항목에서 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며 점수도 4(보통) 이상을 받아, 치아시드를 부재료로 첨가하였을 때 거부감이 거의 없을 것으로 추측된다. 한편 항산화성 분석을 위하여 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정된 결과 치아시드 첨가량에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며, DPPH, ABTS 라디칼 소거 활성도 증가하였다. 이상의 결과는 치아시드를 설기떡에 첨가하면 설기떡이 더 부드러워져 떡의 노화 현상이 억제되며, 항산화 활성이 좋아지는 효과를 얻어 기능성 떡 제조의 가능성을 보인다. 또한, 설기떡에 치아시드를 5% 첨가하였을 때 노화 억제 효과와 항산화 물질 함량이 높아 제품화에 가장 적합한 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Kim CK. 2014. The changes in South Korean agrifood system: how the food production and consumption have changed over time?. *Korean Regional Sociology* 15(2): 191-218.
- Food Grain Consumption Survey Report 2014. 2015. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ED0001&conn_path=I2 (accessed May 2016).
- Kim HS, Yang JS. 2006. A study on the connection of the Korean rice cake and exorcism. *Asian Comparative Folklore* 31: 49-94.
- Park JH. 2014. Effects of rice flours prepared with different milling methods on quality of *sulgidduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1742-1748.
- Han SY, Han GJ, Park HY. 2012. Study on the application of indigenous pigmented rice for *Garaedduk* adapted with mechanically impacting technology. *Korean J Food Cook Sci* 28: 17-24.
- Shin AC, Song JC. 2004. Suppression functions of retrogradation in Korean rice cake (*garaeduk*) by various surfactants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1218-1223.
- Kim SS, Chung HY. 2007. Effects of carbohydrate materials on retarding retrogradation of a Korean rice cake (*Karedduk*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1320-1325.
- Park JW, Park HJ, Song JC. 2003. Suppression effect of maltitol on retrogradation of Korean rice cake (*Karedduk*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 175-180.
- Kim YA, Shim HR, Rho J. 2015. Effect of oligosaccharides on retrogradation of *sulgidduk*. *J East Asian Soc Diet Life* 25: 513-524.
- Kim HK. 2006. Status of domestic functional foods. *Kor J Hort Sci Technol* 24(suppl): 33-44.
- Lee HJ, Kim SY, Park JH, Kim RY, Park E. 2013. Changes in the antioxidative and antigenotoxic effects after the cook-

- ing process of *sulgidduk* containing pine needle juice. *Korean J Food Cook Sci* 29: 453-462.
12. Choi WS, Choi MK, Chae KY. 2011. Quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of apricot seed powder. *Korean J Food Cook Sci* 27: 653-659.
 13. Borneo R, Aguirre A, León AE. 2010. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *J Am Diet Assoc* 110: 946-949.
 14. Reyes-Caudillo E, Tecante A, Valdivia-López MA. 2008. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chem* 107: 656-663.
 15. Muñoz LA, Cobos A, Diaz O, Aguilera JM. 2012. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *J Food Eng* 108: 216-224.
 16. Lin KY, Daniel JR, Whistler RL. 1994. Structure of chia seed polysaccharide exudate. *Carbohydr Polym* 23: 13-18.
 17. Coorey R, Tjoe A, Jayasena V. 2014. Gelling properties of chia seed and flour. *J Food Sci* 79: E859-E866.
 18. Campos BE, Dias Ruivo T, da Silva Scapim MR, Madrona GS, de C. Bergamasco R. 2016. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. *LWT-Food Sci Technol* 65: 874-883.
 19. Zettel V, Krämer A, Hecker F, Hitzmann B. 2015. Influence of gel from ground chia (*Salvia hispanica* L.) for wheat bread production. *Eur Food Res Technol* 240: 655-662.
 20. Zhang Y, Kim JH, Song KY, O H, Kim YS. 2016. Quality characteristics and antioxidant activities of *Sulgidduk* with asparagus (*Asparagus officinalis* L.) powder. *J East Asian Soc Diet Life* 26: 63-72.
 21. Kim SS, Chung HY. 2010. Retarding retrogradation of Korean rice cakes (*Karedduk*) with a mixture of trehalose and modified starch analyzed by Avrami kinetics. *Korean J Food & Nutr* 23: 39-44.
 22. Kim SK, Ciacco CF, D'apponia BL. 1976. Kinetic study of retrogradation of cassava starch gels. *J Food Sci* 41: 1249-1250.
 23. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16: 144-158.
 24. Davis WB. 1947. Determination of flavanones in citrus fruits. *Anal Chem* 19: 476-478.
 25. Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn J Sci Technol* 26: 211-219.
 26. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radicals Biol Med* 26: 1231-1237.
 27. Wang HH, Sun DW, Zeng Q, Lu Y. 2000. Effect of pH, corn starch and phosphates on the pasting properties of rice flour. *J Food Eng* 46: 133-138.
 28. Luna Pizarro P, Almeida EL, Sammán NC, Chang YK. 2013. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. *LWT-Food Sci Technol* 54: 73-79.
 29. Shin JH, Kim YA, Kang MJ, Yang SM, Sung NJ. 2010. Preparation and characteristics of *Sulgidduk* containing different amounts of black garlic extract. *Korean J Food Cook Sci* 26: 559-566.
 30. Cho JS, Choi MY, Chang YH. 2002. Quality characteristics of *Sulgiduk* added with *Lentinus edodes* Sing powder. *J East Asian Soc Diet Life* 12: 55-64.
 31. Ryu YK, Kim YO, Kim KM. 2008. Quality characteristics of *Sulgidduk* by the addition of tofu. *Korean J Food Cook Sci* 24: 856-860.
 32. Muñoz LA, Cobos A, Diaz O, Aguilera JM. 2013. Chia seed (*Salvia hispanica*): An ancient grain and a new functional food. *Food Rev Int* 29: 394-408.
 33. Choi BS, Kim H. 2010. Quality characteristics of *sulgidduk* added with perilla leaves. *Korean J Culinary Res* 16: 299-310.
 34. Kim SS, Chung HY. 2012. Texture profiles and retarding retrogradation analysis of a Korean rice cake (*Karedduk*) with addition of oligosaccharides. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 533-538.
 35. 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.
 36. Hibi Y, Kitamura S, Kuge T. 1990. Effect of lipids on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem* 67: 7-10.
 37. Mun SH, Kim JO, Lee SK, Shin MS. 1996. Retrogradation of sucrose fatty acid ester and soybean oil added rice flour gels. *Korean J Food Sci Technol* 28: 305-310.
 38. Scapim G, Schimdt MM, Prestes RC, Ferreira S, Silva AFC, da Rosa CS. 2015. Effect of extract of chia seed (*Salvia hispanica*) as an antioxidant in fresh pork sausage. *Int Food Res J* 22: 1195-1202.
 39. Coelho MS, Salas-Mellado MM. 2015. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *LWT-Food Sci Technol* 60: 729-736.
 40. Ignat I, Volf I, Popa VI. 2011. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chem* 126: 1821-1835.
 41. Santhakumar AB, Bulmer AC, Singh I. 2014. A review of the mechanisms and effectiveness of dietary polyphenols in reducing oxidative stress and thrombotic risk. *J Hum Nutr Diet* 27: 1-21.
 42. Martínez-Cruz O, Paredes-López O. 2014. Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography. *J Chromatogr A* 1346: 43-48.
 43. Taga MS, Miller EE, Pratt DE. 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *J Am Oil Chem Soc* 61: 928-931.