

차전자피 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성

박연우¹ · 윤혜현^{2*}

¹경희대학교 대학원 조리외식경영학과 석사과정, ²경희대학교 대학원 조리·서비스경영학과 교수

Quality Characteristics of Sponge Cake Supplemented with Psyllium Husk Powder

Yeonu Park¹ and Hye Hyun Yoon^{2*}

¹Master Student, Dept. of Culinary Science & Food Service Management, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul 02447, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Culinary Art & Food Service Management, Kyung Hee University, Seoul 02447, Republic of Korea

ABSTRACT

This study investigated the quality characteristics and consumer acceptance of sponge cake supplemented with different amount of psyllium husk powder. Psyllium husk powder was incorporated into the batter at 5 different levels: 0% (CON), 5% (PSY5), 10% (PSY10), 15% (PSY15), and 20% (PSY20). The spreadability of cake batter, volume, and specific volume of cakes were determined to decrease significantly with increasing amounts of psyllium husk powder. The moisture content and pH were highest in the CON cakes as compared to the psyllium husk powder added groups. Hunter's color scale L, a, and b values of both crust and crumb were decreased with increasing psyllium husk powder supplementation. Texture profile analysis showed that the CON group had the lowest values in hardness, adhesiveness, springiness, gumminess, and chewiness. The consumer acceptance result also revealed that the CON group had the highest appearance and flavor acceptance scores, while PSY10 had the highest scores in texture and overall acceptance.

Key words: psyllium husk powder, sponge cake, moisture content, sensory evaluation

서론

식품 산업 통계 정보(FIS 2021)에 따르면 2021년 국내 빵류 시장은 3조 9,100억 원 규모로 지난 5년간 연평균 1.1%의 성장 수준을 보였고, 세분 시장별로는 케이크가 40.1%로 가장 높은 빵류 시장 점유율을 차지하였다.

또한 2019년 말 COVID-19의 발발 이후 건강과 면역에 대한 대중의 관심이 늘어나 건강 기능성을 가진 제과제빵 시장의 지속적인 성장이 기대되고 있다. Kim SH 등(2020)의 연구에 따르면 COVID-19 이후 건강 기능식품을 더욱 많이 섭취한다는 비율이 78.2%의 수준으로 높아진 것으로 보고되었다. 그리고 소비자들은 맛만이 아닌 영양, 건강 기능성 성분을 함유한 제품을 선호하여, 제품을 구매할 때 건강 지향적 제품을 생산하는 전문 매장을 더욱 선호하는 것으로 나타났다(Hong IK 2020; Kim DH 등 2021). 이처럼 건강 기능성이 포함된 제과제빵 제품에 관한 연구의 필요성이 강조되고 있는 가운데, 다양한 제과 제품의 기초가 되는 케이크는 간편하게 섭취할 수 있는 장점이 있으나, 다량의 설탕과 밀가루

를 사용하여 단순 탄수화물의 함량이 높은 관계로 다량 섭취 시에 생활습관병인 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등의 발병률을 높일 수 있다는 우려가 있다(Mastellos N 등 2014). 이러한 케이크의 문제점들을 해결하고, 소비자들이 선호하는 건강 기능성이 함유된 제품의 개발을 위하여 케이크에 다양한 건강 지향적 제품을 첨가한 연구들이 지속적으로 연구되고 있다.

건강 지향적 자연식품이 첨가된 스펀지케이크의 선행연구 들로는 변행초 분말(Yoon JA 2020), 대과 분말(Jin HY 등 2020), 도라지 분말(Hwang MH & Kim MR 2019), 아로니아 분말(Jang NH 등 2018), 무청 분말(Kim CH 2015) 등으로 다양한 첨가물을 스펀지케이크에 첨가한 연구가 지속해서 이루어져 왔다. 이처럼 시대적 요구에 따라 건강기능이 함유된 새로운 자연 제품이 발견되거나, 이미 알려진 자연식품의 기능성이 재조명되면 이를 제과제빵 제품에 활용하여, 다양한 건강 기능성 제품의 발전 가능성이 강조되어 왔다.

차전자피는 질경이과(Plantaginaceae)에 속하는 다년생 초본식물인 질경이(*Plantago ovata* Forssk Aol) 씨앗의 껍질을 말려 가루를 낸 식품이다(Jeong CJ 1990; Haddadian K 등 2014). 차전자피는 약 85%의 탄수화물, 4%의 회분, 1%의 단백질로 이루어져 있는데(Yu L 등 2009), 포함된 탄수화물 대

* Corresponding author : Hye Hyun Yoon, Tel: +82-2-961-9403, Fax: +82-2-964-2537, E-mail: hhyun@khu.ac.kr

부분은 난소화성 식이섬유인 아라비녹실란(arabinoxylan)이 주를 이루고 있다. 아라비녹실란은 점도가 높고 수분 흡수력이 좋아, 원래 무게의 50배를 초과할 수 있는 물 흡수 능력을 갖추고 있다(Masood R & Miraftab M 2010). 이러한 성질로 영양보조식품으로 섭취 시 활발한 장운동을 일으켜 배변을 원활하게 해 소화기에 긍정적인 역할을 하며(Yim MY 2002; Kim JY 등 2006; Leanne E 2022), 포만감을 증가시켜 체중 감량에 도움을 준다(De Bock M 등 2012; Brum JM 등 2016). 특히 심혈관계 질환과 당뇨병에 효과적이고 항암 효과도 가지고 있다고 알려져 있다(Masood R & Miraftab M 2010; Yoon M 등 2019; Wahid A 등 2020). 실제로 Nakamura Y 등(2005)의 연구에 따르면 차전자피 섭취가 대장암과 유방암 예방에도 뛰어난 결과를 보여주었다. 또한, 차전자피는 다양한 산도, 온도에서 안정적으로 증점제, 구조제, 결합제, 글루텐 안정제, 유화 안정제, 지방 대체재로 사용되며, 식용 필름으로 제조되는 등 다양하게 이용되고 있다(Beikzadeh S 등 2016; Toth A & Halasz K 2019). 차전자피를 식빵과 햄버거 빵에 첨가한 Abdullah MM 등(2021)의 연구는 차전자피 첨가량이 증가할수록 케이크 경도와 소비자 기호도가 증가하는 결과를 보였고, 차전자피를 피타빵에 첨가한 Aldughpassi A 등(2021)의 연구에서는 차전자피 분말의 높은 보습률로 인해 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가하였고, 색도의 경우 첨가량이 많아질수록 L, a, b 값 모두 감소하는 결과를 보였으며, 소비자 기호도 검사 결과 대조군보다 첨가군 시료의 식감이 더욱 부드러워진 것으로 확인되었다.

차전자피의 생리활성 기능에 관한 연구는 국내외에서 다양하게 진행되어 왔다. 그러나 차전자피를 식품에 첨가한 국내 연구를 살펴보면 차전자피 분말 및 가식성 코팅에 의한

도넛의 품질 변화(Oh HB 등 2019), 차전자피 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성(Jeon SH & Kim MR 2020), 차전자피 분말을 첨가한 식빵의 저장 중 노화에 미치는 영향(Jeon SH 등 2020), 차전자피 분말을 첨가한 프락토올리고당 딸기잼의 관능적 특성(Yu EA & Yoon HH 2021) 정도로 식품에 차전자피를 첨가한 연구가 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 건강 기능성이 우수하지만, 현재 국내 제과제빵 산업에서 활발히 이용되고 있지 않은 차전자피를 활용하여, 차전자피 분말의 첨가량을 달리해 스펀지케이크를 제조하여, 기계적 조직감 특성들을 확인함과 동시에 소비자 기호도를 조사하여, 차전자피의 최적 첨가 비율을 찾아낸 후 건강 지향적 신제품 개발과 연구를 실시할 때 활용할 수 있는 기초적 실험 자료로 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험의 재료인 박력분(CJ Cheiljedang, Yangsan, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 달걀(Eggbank, Boryeong, Korea), 소금(Hanju corporation, Ulsan, Korea)은 보령시 소재 마트에서 구매하였고, 차전자피(Agricultural company corporation Purensan, Dongdaemun, Korea)는 시중에서 판매되는 인도산 분말 제품을 인터넷으로 일괄 구매하여 냉동 보관하여(-18°C±1) 사용하였다.

2. 스펀지케이크의 제조

차전자피 분말의 첨가량을 달리한 스펀지케이크의 배합 비율은 Table 1과 같다. 본 실험을 시작하기 전에 적정 차전

Table 1. Formulas of sponge cake samples with psyllium husk powder

(Unit: g)

Ingredients	Psyllium husk powder				
	CON ¹⁾	PSY5 ²⁾	PSY10 ³⁾	PSY15 ⁴⁾	PSY20 ⁵⁾
Soft flour	100	95	90	85	80
Psyllium husk powder	0	5	10	15	20
Egg	160	160	160	160	160
Sugar	140	140	140	140	140
Salt	1	1	1	1	1
Total	401	401	401	401	401

¹⁾ CON: Soft flour 100%.

²⁾ PSY5: Psyllium husk powder 5%+soft flour 95%.

³⁾ PSY10: Psyllium husk powder 10%+soft flour 90%.

⁴⁾ PSY15: Psyllium husk powder 15%+soft flour 85%.

⁵⁾ PSY20: Psyllium husk powder 20%+soft flour 80%.

자피 첨가율을 선정하기 위해 차전자피 분말을 2.5~40%까지 첨가하여 여러 차례의 예비 실험과 관능검사를 실시한 결과, 최대한 스펀지케이크의 특성을 유지하면서, 시료 간의 특성 차이를 볼 수 있는 비율인 5~20%를 첨가하는 것으로 선정하였다. 차전자피 첨가균은 밀가루 중량 100 g 대비 5%, 10%, 15%, 20%로 차전자피 분말의 첨가량을 달리하여 제조하였다. 밀가루와 차전자피를 60 mesh 체에 3회 내려 준비하고, 달걀을 30 mesh 체에 1회 내린 후, 믹싱볼에 달걀, 설탕, 소금을 모두 같이 넣는 공립법을 사용하여 섞어주었다. 이를 43℃로 중탕하여 데워주는 가온법을 사용하였고(Choi SH & Kim JI 2010), 데워진 반죽은 벤치형 믹서기(Stand mixer, SP-800, SPAR Food Machinery MFG. Co. Ltd, Taochung City, Taiwan)를 이용하여, 3단(421 rpm)에서 5분, 2단(234 rpm)에서 2분, 1단(132 rpm)에서 1분을 돌려 거품을 낸 후, 고무 주걱으로 옆면을 3회 긁어 1단에서 1분간 안정시켜 주었다. 그리고 체에 쳐 준비해둔 밀가루와 차전자피 분말 1/2를 첨가하여 1단에서 30초간 섞어준 뒤, 남은 가루 1/2를 넣고 다시 1단에서 30초간 믹싱을 하였다. 그 후 고무 주걱을 이용하여 5회 믹싱볼 옆면을 긁어 가루 부분이 없도록 하였다. 제조한 반죽은 원형 팬(직경 18.0 cm, 높이 4.5 cm)에 300 g을 넣고 가볍게 충격을 주어, 180℃로 예열한 전기 컨벡션 오븐(Convection oven, BRIO VER, gierre, Milano, Italy)에 넣어 25분간 구웠다. 굽기가 끝난 뒤 꺼내면서 가볍게 충격을 준 후, 실온에서 1시간 방랭하여 완전히 식힌 후, 폴리에틸렌 백에 포장하여 실험 시료로 사용하였다(Kim CH 2015).

3. 반죽의 비중 및 퍼짐성 측정

스펀지케이크 반죽 비중(specific gravity)은 AACC method 55-50.01(AACC 2021a)에 따라 반죽 직후에 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{반죽의 비중(Specific gravity)} = \frac{\text{비중컵 내의 반죽 무게}(g)}{\text{비중컵 내의 물 무게}(g)}$$

반죽의 퍼짐성은 line spread method를 사용하여 평평한 아크릴판에 5.0 mm 간격으로 그려진 동심원과 중심점을 지나는 4방향 교차선이 그려진 템플릿을 이용하여 중앙에 PVC 파이프(내지름 6.0 cm, 높이 5.3 cm)에 60 g의 반죽을 넣어 10분간 안정시킨 후 파이프를 수직으로 들어 올려 10분 후 반죽의 흐름이 멈춘 상태에서 네 방향의 반죽 퍼짐성을 측정하였다.

4. 케이크의 무게, 부피 및 비용적 측정

케이크의 무게는 실온에서 1시간 방랭한 후 디지털 저울(CS-1000, CORESWLL & SERENDI, China)로 구하였다. 부

피는 AACC method 10-05.01(AACC 2021b)의 종자 치환법을 이용하여 구하고, 케이크 비용적(specific volume)은 스펀지케이크의 부피를 케이크의 무게로 나누는 다음의 식을 이용하여 구하였고, 실험을 3회 반복 측정하고 그 평균값을 구하였다.

$$\text{케이크 비용적(Specific volume)} = \frac{\text{케이크 부피}(mL)}{\text{케이크 무게}(g)}$$

5. 수분함량과 pH 측정

케이크의 수분함량은 5개 시료를 각각 약 1 g씩 칭량하여 할로겐 수분 분석기(Moisture Analyzer, MB-45, OHAUS, Switzerland)를 사용하여 측정하였고, 실험을 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

pH 측정은 AACC method 02-52(AACC 2000)을 이용하여, 곱게 분쇄한 시료 10 g과 증류수 90 mL를 함께 비커에 넣고 60분 동안 균질화하고 필터에 걸러, 10분 동안 방치한 후 상등액을 추출하여 pH meter(LAQUAtwin, HORIBA Advanced Techno Co. Ltd, Japan)를 사용하여 pH 값을 측정하였고, 실험을 3회 반복 측정하고 그 평균값을 구하였다.

6. 색도 측정

색도 측정은 지름 35.0 mm × 높이 10.0 mm 크기의 petri dish에 알맞게 절단한 케이크의 껍질과 속질을 색차계(Colorimeter, JC 801, Color Techno System Co. Ltd. Japan)를 사용하여 측정하였고, 실험을 3회 반복 측정 후 L값과 a값과 b값 각각의 평균을 구하였다. 이때 사용된 표준 백색판의 L값은 93.94, a값은 -1.72, b값은 1.88이었다.

7. 기계적 조직감 측정

기계적 조직감은 Suh KH & Kim KH(2014), Kim CH(2015)와 Jin HY 등(2020)의 연구를 참고하여 측정하였다. 제조한 케이크를 실온에서 1시간 방랭 후 포장하여, 실온에서 24시간 저장한 시료를 3.0 cm × 3.0 cm × 3.0 cm 크기의 정육면체로 잘라, texture analyzer(TA-XT 2 Express, Stable Micro System Ltd. U.K)를 사용하여 Table 2의 조건으로 시료의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 3회 반복 측정하고 그 평균값을 구하였다.

8. 소비자 기호도 검사

기호도 검사는 관능검사 훈련을 받지 않은 20세에서 52세 사이의 여자 21명, 남자 29명의 일반인 소비자 50명을 대상으로 실시하였다. 5개 시료를 1.5 cm × 1.5 cm × 1.5 cm 크

Table 2. Operation condition for texture analyzer of sponge cake with psyllium husk powder

Mode	Conditions
Option	T.P.A
Sample size	3.0 × 3.0 × 3.0 cm
Probe type	36.0 mm cylinder aluminium
Pre-test speed	5.0 mm/s
Test speed	2.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Distance	15.0 mm
Time	5.0 sec
Trigger type	20 g auto

기로 준비하여, 각각의 시료 3조각을 뚜껑이 있는 같은 모양의 불투명한 일회용기에 담아, 난수표에서 뽑은 3자리 숫자를 부착하여 제공하였다. 평가는 7점 척도(1=매우 싫음, 7=매우 좋음)를 사용하여 외관, 냄새, 맛, 조직감과 전반적인 기호도를 평가하도록 하였고, 시료와 시료의 평가 사이에 제공한 물로 입을 헹구어 가며 평가를 진행하도록 하였다.

9. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복하여 진행하였고, 그 결과를 통계 프로그램 SPSS Statistics(ver. 18.0, IBM, Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, $p < 0.05$ 의 유의수준에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 시료 간의 차이에 대한 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 반죽의 비중 및 퍼짐성

차전자피 분말이 첨가된 스펀지케이크의 반죽 비중과 퍼짐성의 측정 결과는 Table 3과 같다. 일반적인 스펀지케이크의 적절한 반죽 비중 범위는 0.45~0.55로, 비중은 반죽 내의

기포의 상태를 나타내며, 굽고 난 후의 조직감에 직접적인 영향을 끼치는 요인으로 알려져 있다(Kim MK 등 2014). 본 연구에서 CON의 비중은 0.41로 나타났고, 차전자피 첨가군들의 비중은 0.46~0.53으로 측정되어 적절한 반죽 비중 범위 내로 나타났으며, 차전자피의 첨가량이 늘어날수록 유의적으로 반죽의 비중이 증가하였다($p < 0.001$). 케이크 비중이 증가하는 이유는 차전자피에 포함되어 있는 식이섬유의 강한 보수력으로, 차전자피 분말의 첨가량이 늘어날수록 반죽 내의 밀가루 수화에 사용될 수분량이 줄어 글루텐의 발달을 저해하여, 반죽의 가스 보유력을 낮추기 때문으로 생각된다(Kim CH 2015; Jeon SH & Kim MR 2020; Yu EA & Yoon HH 2021). 비슷한 결과를 보인 연구로는 Jang YY 등(2017)의 석류껍질 분말을 스펀지케이크에 첨가한 연구의 경우도 석류껍질 첨가비율이 늘어남에 따라 석류껍질이 들어가지 않은 시료의 비중이 0.44인 것과 비교해 석류껍질을 첨가한 경우는 비중이 0.45~0.48 사이로 유의적 수준으로 증가하였으며, Park BG 등(2017)의 아마씨 분말을 첨가한 연구에서도 아마씨 분말의 첨가량이 증가할수록 비중이 유의하게 증가하는 결과를 나타내었다.

반죽의 퍼짐성을 측정한 결과, CON이 9.72 cm로 가장 큰 값을 보였고, 차전자피 분말의 첨가량이 늘어날수록 9.11~8.12 cm로 유의적으로 퍼짐성이 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 이는 차전자피 안에 포함되어 있는 다량의 식이섬유가 반죽 내 수분과 결합하여 나타나는 현상으로 생각된다(Cho AR & Kim NY 2013). 딸기잼에 차전자피 분말을 넣은 Yu EA & Yoon HH(2021)의 연구도 유사한 결과를 보여주고 있는데, 차전자피가 첨가되지 않은 시료가 8.43 cm로 제일 넓게 퍼졌으며, 차전자피 분말 첨가량이 늘어남에 따라 퍼짐성이 7.11~4.54 cm로 유의적인 차이로 감소하는 결과를 보였다.

2. 케이크의 부피 및 비용적

차전자피 분말이 첨가된 케이크의 부피와 비용적 측정 결과는 Table 4와 같다. CON의 부피는 554.33 mL로 측정되었고, 차전자피 분말을 첨가한 시료의 경우 533.66~375.00 mL로 차전자피 첨가량이 증가할수록 유의적으로 작아지는 것

Table 3. Specific gravity and spreadability of sponge cake batter with different amount of psyllium husk powder

	CON ¹⁾	PSY5	PSY10	PSY15	PSY20	F-value
Specific gravity	0.41±0.01 ^{a2)3)}	0.46±0.00 ^b	0.47±0.01 ^{bc}	0.48±0.01 ^c	0.53±0.03 ^d	40.03 ^{***}
Spreadability (cm)	9.72±0.31 ^d	9.11±0.27 ^c	8.78±0.15 ^b	8.36±0.26 ^a	8.12±0.28 ^a	57.09 ^{***}

1) Refer to the legends in Table 1.

2) Mean±S.D. *** $p < 0.001$.

3) a~d Different alphabet superscripts indicate significant difference between means in a row ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

Table 4. Volume and specific volume of sponge cake with different amount of psyllium husk powder

	CON ¹⁾	PSY5	PSY10	PSY15	PSY20	F-value
Volume (mL)	554.33±19.58 ^{d2)3)}	533.66±12.48 ^d	443.00±10.58 ^c	403.66±25.00 ^b	375.00±26.05 ^a	95.87 ^{***}
Specific volume (mL/g)	2.09±0.03 ^d	2.08±0.04 ^d	1.59±0.05 ^c	1.51±0.03 ^b	1.36±0.06 ^a	290.97 ^{***}

1) Refer to the legends in Table 1.

2) Mean±S.D. *** $p < 0.001$.

3) a~d Different alphabet superscripts indicate significant difference between means in a row ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

을 확인하였다($p < 0.001$). Lim EJ 등(2010)의 브로콜리 분말을 첨가한 스펀지케이크 연구에서도 브로콜리 분말의 함량이 증가할수록 케이크의 부피가 감소하는 경향을 보였다.

비용적도 부피와 마찬가지로 CON이 2.09 mL/g으로 제일 크게 나타났으며, 차전자피 분말 첨가 시료들은 2.08~1.36 mL/g으로 첨가량이 증가함에 따라 비용적이 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이는 밀가루 일부를 첨가물로 대체하였을 때 첨가물의 함량이 늘어날수록 케이크의 구조를 만드는 글루텐의 함량이 감소하여 케이크의 형태를 유지하는 힘이 부족하여 부피가 감소하는 것으로 생각된다(Jung JJ 2016). 꾸지뽕잎 분말을 첨가한 Lee JH & Son SM(2011)의 연구도 꾸지뽕 분말 함량이 늘어날수록 비용적과 높이가 감소하는 유사한 결과를 보였다.

3. 수분함량과 반죽 pH

차전자피 분말이 첨가된 케이크의 수분함량과 pH의 측정 결과는 Table 5와 같다. CON의 수분함량은 25.50%로 측정되었고, 차전자피를 첨가한 시료들의 경우 24.50~22.45%로 차전자피 분말의 함량이 증가할수록 수분함량이 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이는 차전자피의 분말과 밀가루의 수분함량 측정 결과 차전자피의 수분함량이 6.17%로 밀가루의 수분함량인 13.46%보다 낮기 때문인 것으로 생각된다. 또한 질경이 분말을 쿠키에 첨가한 연구(Choi SH 2019)와 양갱에 첨가한 연구(Moon JH 등 2016)도 비슷한 결과를 보였다.

pH 측정 결과, CON은 pH 7.87, 차전자피 첨가 시료의 경

우 PSY5는 7.30으로 측정되었고, PSY10 및 PSY15과 PSY20은 7.06~7.02로 유의적으로 비슷한 측정 결과를 보여, 차전자피의 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아지는 경향을 보였다($p < 0.001$). 차전자피 분말의 pH는 6.30의 약산성으로 측정되었으며, Moon JH 등(2016)의 질경이 분말을 첨가한 양갱의 품질 특성 연구와 Park BG 등(2017)의 아마씨 분말을 첨가한 스펀지케이크 연구와 유사한 결과를 보였다. 위의 연구들 또한 대조군의 pH가 가장 높았으며, 첨가물의 함량이 늘어남에 pH가 감소하는 경향을 나타냈다. 일반적인 스펀지케이크의 pH의 범위는 7.3~7.6으로써(Lee JS 등 2009), 케이크가 이 범위를 넘어 산성으로 치우치면, 케이크의 기공이 작아져 겹질 색이 약해지고 향이 줄어들고 톡 쏘는 맛과 작은 부피를 가지게 되며, 알칼리성으로 치우치면 거친 기공, 강한 겹질 색, 강한 향과 소다 맛이 강해진다고 한다(Ash DJ & Colmey JC 1973).

4. 색도 측정

차전자피 분말이 첨가된 케이크의 겹질과 속질의 색도의 측정 결과는 Table 6과 같다. 케이크 겹질(crust)의 경우 CON의 색도 측정결과가 가장 높았으며, 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값 모두 차전자피 분말의 함량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 이는 차전자피 분말의 색도 측정 결과 명도(75.22), 녹색도(-1.40), 황색도(23.19)로 각각 측정되어, 차전자피 분말의 색이 어두워 나타난 현상으로 생각된다. Jeon SH & Kim MR(2020)의 차전자피를 식빵에 첨가한 연구와 Krystyan M 등(2018)의 차전자피를 비스킷에

Table 5. Moisture content and pH of sponge cake with different amount of psyllium husk powder

	CON ¹⁾	PSY5	PSY10	PSY15	PSY20	F-value
Moisture content (%)	25.50±0.19 ^{d2)3)}	24.50±0.30 ^c	23.81±0.45 ^c	23.45±0.15 ^b	22.45±0.06 ^a	72.80 ^{***}
pH	7.87±0.06 ^c	7.30±0.04 ^b	7.06±0.05 ^a	7.03±0.06 ^a	7.02±0.03 ^a	580.52 ^{***}

1) Refer to the legends in Table 1.

2) Mean±S.D. *** $p < 0.001$.

3) a~d Different alphabet superscripts indicate significant difference between means in a row ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

Table 6. Hunter color values of sponge cakes' crust and crumb with different amount of psyllium husk powder

		CON ¹⁾	PSY5	PSY10	PSY15	PSY20	F-value
Crust	L	65.66±1.56 ^{e2)3)}	63.02±0.36 ^d	61.69±0.56 ^c	59.81±0.22 ^b	53.19±1.15 ^a	863.61 ^{***}
	a	9.22±0.39 ^d	7.44±0.42 ^c	7.20±0.36 ^b	5.53±0.60 ^b	4.94±0.82 ^a	281.76 ^{***}
	b	36.00±0.13 ^c	34.38±0.13 ^d	31.28±0.12 ^c	30.42±0.21 ^b	27.10±0.25 ^a	3,618.51 ^{***}
Crumb	L	90.13±0.55 ^e	76.76±0.51 ^d	74.70±0.33 ^c	72.00±0.47 ^b	70.69±0.84 ^a	5,582.58 ^{***}
	a	-6.43±0.07 ^a	-6.07±0.23 ^b	-5.18±0.08 ^c	-4.21±0.09 ^d	-3.47±0.09 ^e	904.05 ^{***}
	b	32.72±0.08 ^e	27.40±0.05 ^d	26.64±0.08 ^c	26.44±0.04 ^b	24.14±0.07 ^a	18,694.39 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. *** $p < 0.001$.

³⁾ ^{a-c} Different alphabet superscripts indicate significant difference between means in a row ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

첨가한 연구도 마찬가지로 겉질의 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)가 모두 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다.

케이크 속질(crumb)의 측정 결과, 명도(L)와 황색도(b)가 감소하였으며, 녹색도(-a) 또한 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 이는 Oh HB 등(2019)의 차전자피를 도넛에 첨가한 연구와 Beikzadeh S 등(2016)의 차전자피를 첨가한 스펀지케이크의 저장성에 관한 연구 결과, 역시 차전자피의 함량이 증가함에 따라 명도(L)와 황색도(b)가 증가하는 결과를 보였다.

5. 기계적 조직감 측정

차전자피 분말이 첨가된 케이크의 조직감 측정 결과는 Table 7과 같다. 스펀지케이크는 제조 시 반죽의 기포 형성 능력이 제품의 식감을 결정지어, 기포가 케이크의 조직감에 많은 영향을 끼친다(Nakayama H & Kimura M 2017). 차전자피 분말을 첨가한 스펀지케이크의 경도(hardness)의 경우, CON이 264.79 g으로 나타났으며, 차전자피를 첨가한 시료의 경우 321.67~457.86 g으로 측정되어 차전자피의 함량이

증가할수록 경도가 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 이는 차전자피에 풍부한 식이섬유로 인하여 차전자피의 첨가 함량이 증가할수록 케이크 내의 식이섬유의 함량이 높아져 케이크의 경도가 높아진 것으로 생각된다. Kim HS 등(2011)의 스펀지케이크에 연잎과 연근 분말을 첨가한 연구와 Lee JH & Son SM(2011)의 야콘 분말을 케이크에 첨가한 연구도 첨가물이 늘어날수록 경도가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 부착성(adhesiveness)의 경우 CON이 -0.32로 가장 낮았으며, 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 연구 결과를 보였다($p < 0.01$). 탄력성(springiness)의 경우, CON이 1.02로 가장 낮게 측정되었으며, 차전자피 분말이 첨가된 시료들 사이의 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 응집성(cohesiveness)의 경우 CON이 제일 높게 측정되었다($p < 0.001$). 검성(gumminess)은 CON이 197.75로 제일 낮게 측정되었으며, 차전자피 함량이 늘어남에 231.14~322.59로 증가하였다($p < 0.001$). 씹힘성(chewiness)도 CON이 203.14로 제일 낮고, 차전자피 첨가 시료들의 경우 280.85~501.97로

Table 7. Texture profile analysis of sponge cake with different amount of psyllium husk powder

	CON ¹⁾	PSY5	PSY10	PSY15	PSY20	F-value
Hardness (g)	264.79±15.27 ^{a2)3)}	321.67±32.84 ^b	371.19±24.60 ^c	408.66±44.42 ^c	457.86±73.53 ^d	24.18 ^{***}
Adhesiveness	-0.32±0.25 ^c	-1.06±0.90 ^{bc}	-1.61±1.04 ^b	-1.86±1.03 ^{ab}	-2.73±1.06 ^a	5.73 ^{**}
Springiness	1.02±0.08 ^a	1.20±0.31 ^{ab}	1.37±0.21 ^b	1.44±0.39 ^b	1.51±0.33 ^b	3.81 [*]
Cohesiveness	0.74±0.01 ^b	0.71±0.01 ^a	0.71±0.00 ^a	0.70±0.02 ^a	0.70±0.01 ^a	10.52 ^{***}
Gumminess	197.75±8.82 ^a	231.14±23.33 ^b	264.01±17.63 ^c	287.34±29.81 ^c	322.59±50.68 ^d	21.37 ^{***}
Chewiness	203.14±24.61 ^a	280.85±84.23 ^{ab}	364.23±74.88 ^{bc}	417.44±131.29 ^{cd}	501.97±174.44 ^d	8.88 ^{***}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

³⁾ ^{a-d} Different alphabet superscripts indicate significant difference between means in a row ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

차전자피 함량이 늘어날수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$). 이는 다른 식이섬유가 풍부한 재료를 스펀지케이크에 첨가한 Kim HJ 등(2021)의 풋골겉질 분말을 첨가한 연구, Kim SY 등(2020)의 프리카 첨가한 연구와 Kwon MS & Lee MH(2015)의 쌀겨 분말을 첨가한 연구 모두 대조군보다 첨가군의 경도와 겹성, 씹힘성이 모두 유의적으로 높게 나타났다. 응집성과 탄력성의 경우 풋골 분말 연구는 시료 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 쌀겨 분말을 첨가한 연구의 탄성과 응집성은 대조군과 비교해 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 결과를 보였다.

6. 소비자 기호도 검사

차전자피 분말이 첨가된 스펀지케이크의 소비자 기호도 검사 측정 결과는 Table 8과 같다. 외관(appearance)에 대한 기호도는 CON(5.75)이 가장 높게 측정되었으며, PSY5(4.81)와 PSY10(4.50)은 같은 기호도 수준을 나타냈고, PSY15(4.08)와 PSY20(3.81)은 이들보다 낮은 기호도를 보였다($p < 0.001$). 냄새(odor)에 대한 기호도 결과, 차전자피 분말이 첨가된 시료들의 기호도가 CON보다 높았지만, 시료 간의 유의적 차이는 보이지 않았다. 맛(flavor)에 대한 기호도 결과, CON(4.90) 및 PSY5(4.42)와 PSY10(4.59)이 비슷한 기호도를 보였으며, PSY15(4.16)와 PSY20(4.29)이 그보다 낮은 수준의 기호도를 나타냈다($p < 0.05$). 조직감(texture)의 경우, CON(4.80) 및 PSY5(5.00)와 PSY10(5.09)이 같은 수준의 기호도를 가지는 것으로 확인되었고, PSY15(4.06)와 PSY20(3.98)이 이들보다 낮은 수준의 기호도 결과를 보였다($p < 0.001$). 전반적 기호도(overall acceptance) 측정 결과, PSY10(5.09)과 CON(4.98)이 높은 기호도를 보였으며, 차전자피 첨가함량이 증가할수록 PSY5(4.54), PSY15(4.40), PSY20(4.32)으로 비슷한 수준의 기호도를 나타냈다($p < 0.01$).

연구 결과 외관과 맛의 경우, CON이 가장 높은 기호도 수

치를 보였고, 조직감과 전반적 기호도의 경우 PSY10이 가장 뛰어난 기호도 결과를 보였다. 이는 Bhise S & Kaur A(2015)의 차전자피와 다양한 곡물가루를 머핀에 첨가한 연구 결과, 차전자피를 10% 첨가한 시료의 외관, 조직감, 맛과 전반적 기호도가 가장 높게 측정된 것과 비슷한 결과를 나타냈으며, Jeon SH & Kim MR(2020)의 차전자피를 식빵에 첨가한 연구도 마찬가지로, 차전자피 분말이 10% 첨가된 시료가 가장 우수한 소비자 기호도 결과를 보였다.

요 약

본 연구는 기능성 식품에 관한 소비자의 관심과 요구가 늘어나, 다양한 건강, 조리 기능성을 가진 재료인 차전자피를 스펀지케이크에 첨가하여 그 품질 특성의 변화를 알아보는 연구이다. 차전자피는 풍부한 식이섬유를 포함하고 있어, 그에 따른 다양한 건강 기능성을 가지고 있다. 또한 다양한 조리 기능성을 가지며 식품에 다양하게 사용되고 있다. 차전자피를 식품에 첨가한 선행연구에서는 차전자피의 첨가가 제품의 수분함량과 기호도에 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 확인되었다. 본 실험은 스펀지케이크에 차전자피 분말의 첨가율(0%, 5%, 10%, 15%, 20%)을 달리하여 반죽의 비중과 퍼짐성을 확인하고, 케이크의 부피, 비용적, pH, 색도, 수분함량, 기계적 텍스처, 기호도를 살펴보고 최적 첨가 비율을 알아보려고 하였다.

차전자피 분말을 스펀지케이크에 첨가한 결과 반죽의 비중은 0.41~0.53 범위로 CON이 0.41로 가장 작게 나타났고, PSY20이 0.53으로 가장 높게 측정되어, 차전자피 분말의 첨가함량이 늘어날수록 반죽의 비중도 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 반죽의 퍼짐성은 8.12~9.72 cm 사이로 CON의 퍼짐성이 9.72 cm로 가장 컸으며, PSY20이 8.12 cm로 차전자피 분말이 증가함에 퍼짐성이 유의적인 차이로 감

Table 8. Consumer acceptance of sponge cake with different amount of psyllium husk powder

Sensory attributes	CON ¹⁾	PSY5	PSY10	PSY15	PSY20	F-value
Appearance	5.75±1.28 ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	4.81±1.05 ^b	4.50±1.08 ^b	4.08±1.12 ^a	3.81±1.16 ^a	26.23 ^{***}
Odor	4.36±1.43	4.50±1.50	4.54±1.42	4.72±1.47	4.81±1.28	0.98 ^{NS}
Flavor	4.90±1.54 ^b	4.42±1.43 ^{ab}	4.59±1.33 ^{ab}	4.16±1.54 ^a	4.29±1.46 ^a	2.32 [*]
Texture	4.80±1.56 ^b	5.00±1.06 ^b	5.09±1.26 ^b	4.06±1.40 ^a	3.98±1.44 ^a	9.21 ^{***}
Overall acceptance	4.98±1.4 ^{bc}	4.54±1.44 ^{ab}	5.09±1.28 ^c	4.40±1.41 ^a	4.32±1.36 ^a	3.80 ^{**}

¹⁾ Refer to the legends in Table 1.

²⁾ Mean±S.D. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS: Not significant.

³⁾ a~c Different alphabet superscripts indicate significant difference between means in a row ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

⁴⁾ 7-point scale (1: very bad, 7: very good).

소하였다. 케이크 부피는 375.00~554.33 mL 사이로 측정되었고, 비용적은 1.36~2.09 mL/g으로 측정되었다. CON의 부피는 554.33 mL이고, 비용적은 2.09 mL/g으로 가장 높은 수치를 나타냈으며, PSY20는 부피가 375.00 mL, 비용적이 1.36 mL/g로 가장 낮은 수치를 보여, 차전자피의 함량이 증가함에 따라 부피와 비용적 모두 감소하는 경향을 보였다. 차전자피 분말을 첨가한 케이크의 수분함량은 22.45~25.50% 사이로 CON은 25.50%로 PSY20는 22.45%로 측정되어, 첨가량이 늘어남에 따라 수분함량이 감소하였다. pH의 경우, 7.02~7.87 사이로 측정되었고, CON이 7.87로 가장 높게 측정되었으며, PSY20이 7.02로 첨가량이 늘어남에 따라 pH 함량이 유의적으로 감소하였다. 색도값의 경우 케이크의 겉질과 속질의 명도(L)와 황색도(b)는 CON이 가장 높은 값을 보였다. 케이크 겉질의 적색도(a)의 경우 CON이 9.22의 가장 높은 값을 가지고, PSY20는 4.94로 첨가량이 늘어남에 4.94~9.22 사이로 점점 감소하였다. 케이크 속질의 녹색도(-a)의 경우 CON이 가장 높은 -6.43으로 측정되었으며, PSY20는 -3.47로 가장 낮은 녹색도를 나타내어, 차전자피 첨가량이 늘어남에 -6.43~-3.47 사이로 유의하게 감소하였다. 조직감 측정 결과, 경도 및 부작성, 탄력성, 겉성과 씹힘성은 차전자피 분말의 첨가량이 증가할수록 측정값이 유의적으로 증가하는 것을 확인하였다. 이와 반대로 응집성은 첨가량이 증가함에 따라 측정값이 유의적으로 감소하였다. 소비자 기호도 평가 결과 외관과 맛의 경우 CON이 가장 높은 기호도를 보였으나, 조직감과 전반적 기호도를 측정한 결과 10%를 첨가한 PSY10이 가장 높은 결과를 나타내었다.

차전자피 분말을 첨가한 스펀지케이크에 대한 전반적인 품질 특성을 조사한 결과, 10% 첨가하였을 경우 맛, 조직감, 전반적 기호도에서 대조군과 유사한 결과를 보이거나 더욱 좋은 결과를 보였다. 그리고 10%를 첨가한 PSY10의 다른 기계적 측정 결과 대조군과 유의적으로 같은 결과를 나타내진 않았지만, 측정값의 차이가 크게 나타나지 않아, 스펀지케이크 제조에 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 차전자피에 다량 함유된 식이섬유의 수분 보수력으로 인하여, 차전자피의 첨가가 제품의 노화 지연에 긍정적인 역할을 하여 저장성에 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것으로 여겨진다. 따라서 향후 연구에서는 차전자피의 첨가가 스펀지케이크의 저장성에 미치는 영향에 관한 추가적인 연구를 시행하여, 차전자피 분말을 여러 가공식품에 확대 적용할 수 있게 하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

AACC (2000) Approved Method of the AACC. 10th ed.

- Methods 02-52. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- AACC (2021a) AACC Approved Methods of Analysis. 11th ed. Method 55-50.01. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- AACC (2021b) AACC Approved Methods of Analysis. 11th ed. Method 10-05.01. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Abdullah MM, Aldughpassi AD, Sidhu JS, Al-Foudari MY, Al-Othman AR (2021) Effect of psyllium husk addition on the instrumental texture and consumer acceptability of high-fiber wheat pan bread and buns. *Annals of Agric Sci* 66(1): 75-80.
- Aldughpassi A, Alkandari S, Alkandari D, Al-Hassawi F, Sidhu JS, Al-Amiri HA, Al-Salem E (2021) Effect of psyllium fiber addition on the quality of Arabic flatbread (Pita) produced in a commercial bakery. *Annals of Agric Sci* 66(2): 155-120.
- Ash DJ, Colmey JC (1973) The role of pH in cake baking. *Baker's Digest* 47: 36-42.
- Beikzadeh S, Peighardoust SH, Beikzadeh M, Javar-Abadi MA, Homayouni-Rad A (2016) Effect of psyllium husk on physical, nutritional, sensory and staling properties of dietary prebiotic sponge cake. *Czech J Food Sci* 34(6): 534-540.
- Bhise S, Kaur A (2015) Fortifying muffins with psyllium husk fibre, oat fibre and barley fibre to improve quality and shelf life. *Carpathian J Food Sci & Tech* 7(2): 5-16.
- Brum JM, Gibb RD, Peters JC, Mattes RD (2016) Satiety effects of psyllium in healthy volunteers. *Appetite* 105: 27-36.
- Cho AR, Kim NY (2013) Quality characteristics of sponge cake containing *Baeknyeoncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder. *J East Asian Soc Diet Life* 23(1): 107-118.
- Choi SH (2019) Quality characteristics of cookies added with plantain (*Plantago asiatica* L.) in powders. *Culi Sci & Hos Res* 25(8): 152-160.
- Choi SH, Kim JI (2010) Confectionery and baking studies. Vol II. pp 7-39. 7th ed. In: *Sponge cake*. Choi SH, Kim JI (eds). Moonundang, Seoul, Korea.
- De Bock M, Derraik JG, Brennan CM, Biggs JB, Smith GC, Cameron-Smith D, Wall CR, Cutfield WS (2012) Psyllium supplementation in adolescents improves fat distribution

- and lipid profile: A randomized, participant blinded, placebo-controlled, crossover trial. PLOS ONE 7(7): 1-6.
- FIS (2021) Trend Pick Domestic Edition -Bread. <https://www.atfis.or.kr> (accessed on 4. 15. 2022).
- Haddadian K, Haddadian K, Zahmatkash M (2014) A review of *Plantago* plant. Indian J Tradit Knowle 13(4): 681-685.
- Hong IK (2020) 2,000 Bakeries are Closing Every Year... "Ingredients, Freshness, and Non-Face-to-Face is Only Hope". Seoul News. <https://www.seoul.co.kr> (accessed on 28. 2. 2022).
- Hwang MH, Kim MR (2019) Quality characteristics and radical scavenging activities of sponge cake containing bellflower powder. Korean J Food Cook Sci 35(3): 252-261.
- Jang NH, Roh HS, Kang ST (2018) Quality characteristics of sponge cake made with aronia powder. Korean J Food Cook Sci 50(1): 69-75.
- Jang YY, Song KY, Oh HB, Jung KY, Shin SY, Kim YS (2017) Effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel powder on the quality characteristics, retrogradation and antioxidant activities of sponge cake. Korean J Food & Nutr 30(3): 578-590.
- Jeon SH, Kim DH, Kim SJ, Kim MR (2020) Effects of bread added with psyllium husk powder on aging during storage. J East Asian Soc Diet Life 30(4): 261-273.
- Jeon SH, Kim MR (2020) Quality characteristics of white bread added with psyllium husk powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 49(8): 855-865.
- Jeong CJ (1990) Sanyacho's wise usage (6): *Plantago asiatica* L. Korean Self-sustaining Conserv Soc 17: 128.
- Jin HY, Kim GR, Lee KH (2020) Quality characteristics of health-oriented sponge cake with green onion powder. J East Asian Soc Diet Life 30(2): 77-89.
- Jung JJ (2016) Quality characteristics of cake added with waxy barley. MS Thesis Kyung Hee University, Seoul. pp 35-36.
- Kim CH (2015) Quality characteristics of sponge cakes with radish leaf powder. J East Asian Soc Diet Life 23(3): 502-512.
- Kim DH, Park JW, Lee BG (2021) An analysis of health-oriented bakery food trends before and after COVID-19 by "Bigkinds". J Wellness 16(1): 139-145.
- Kim HJ, Kim MH, Han YS (2021) Antioxidant activities and quality characteristics of sponge cake added with premature mandarin peel powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 50(9): 981-991.
- Kim HS, Lee SH, Oh JW, Lee JH, Lee SK (2011) Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf and lotus root powders. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(9): 1285-1291.
- Kim JY, Kim OY, Yoo HJ, Kim TI, Kim WH, Yoon YD, Lee JH (2006) Effect of fiber supplements on functional constipation. J Nutr Health 37(1): 35-43.
- Kim MK, Lee EJ, Kim KH (2014) Effects of *Helianthus tuberosus* powder on the quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes. J Korean Soc Food Cult 29(2): 195-204.
- Kim SH, Hong YA, Heo SY, Ji JH (2020) An Analysis of the Impact of the Spread of COVID-19 on the Agricultural Food Consumption Sector. <https://www.krei.re.kr> (accessed on 4. 4. 2022).
- Kim SY, O HB, Lee PR, Kim YS (2020) Quality characteristics and retarding retrogradation effect of sponge cake with freekeh powder. Culi Sci & Hos Res 26(1): 177-185.
- Krystyjan M, Gumul D, Korus A, Korus J, Sikora M (2018) Physicochemical properties and sensory acceptance of biscuits fortified with plantago psyllium flour. Emir J Food Agric 30(9): 758-763.
- Kwon MS, Lee MH (2015) Quality characteristics of sponge cake added with rice bran powder. Culi Sci & Hos Res 21(3): 168-180.
- Leanne E (2022) What is Psyllium Husk: Guide to Psyllium Fiber Benefits and Side Effects. <https://atlasbiomed.com> (accessed on 11. 3. 2022).
- Lee JH, Son SM (2011) Effect of *Cudrania tricuspidata* leaf powder addition on the quality of sponge cakes. Food Engin Prog 15(4): 376-381.
- Lee JS, Seong YB, JEong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH (2009) Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(9): 1222-1228.
- Lim EJ, Lee HS, Lee YH (2010) Physical and sensory characteristics of sponge cake with added broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) powder. J East Asian Soc Diet Life 20(6): 873-880.
- Masood R, Miraftab M (2010) Psyllium: Current and future applications. vol I. pp 244-253. In: Medical and healthcare textiles. Anand SC, Kennedy JF, Miraftab M, Rajendran S (eds). Woodhead Publishing, Cambridge, England.

- Mastellos N, Gunn LH, Felix LM, Car J, Majeed A (2014) Transtheoretical model stages of change for dietary and physical exercise modification in weight loss management for overweight and obese adults. *Cochrane Database Syst Rev* 5(2): 5.
- Moon JH, Cho IS, Hong KW, Park IS (2016) Quality characteristics of Yanggaeng according to the addition of plantain (*Plantago asiatica* L.) powder. *Culi Sci & Hos Res* 22(8): 226-234.
- Nakayama H, Kimura M (2017) Sponge cake dough made by whole egg method. Vol I, III. pp 54-92, 264-284. In: *Baking is science*. Hwang SJ (ed). Turning Point, Seoul, Korea.
- Nakamura Y, Yoshikawa N, Hiroki I, Sato K, Ohtsuki K, Chang CC, Upham BL, Trosko JE (2005) Beta-sitosterol From psyllium seed husk (*Plantago ovata* Forsk) restores gap junctional intercellular communication in ha-ras transfected rat. *Nutr Cancer* 51(2): 218-225.
- Oh HB, Choi BB, Kim YS (2019) Changes on the quality of donuts using psyllium husk as powder and edible coatings. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48(10): 1127-1134.
- Park BG, Lee SY, Lee MH (2017) Quality and antioxidant properties of sponge cake added with flaxseed powder. *Culi Sci & Hos Res* 23(3): 207-215.
- Suh KH, Kim KH (2014) Quality characteristics of sponge cake added with *Helianthus tuberosus* powder. *J East Asian Soc Diet Life* 24(1): 126-135.
- Toth A, Halasz K (2019). Characterization of edible biocomposite films directly prepared from psyllium seed husk and husk flour. *Food Packag Shelf Life* 20: 100299.
- Wahid A, Mahmoud S, Attia E, Yousef A, Okasha A, Soliman H (2020) Dietary fiber of psyllium husk (*Plantago ovata*) as a potential antioxidant and hepatoprotective agent against CCl₄-induced hepatic damage in rats. *S Afr J Bot* 130: 208-214.
- Yim MY, Jang SA, Lee SG, Ly SY (2002) Weight loss effect of psyllium husk containing body fat loss formula in overweighing female college students. *Chungnam J Home Eco* 15(1): 76-84.
- Yoon JA (2020) Quality characteristics and antioxidant activity of sponge cake added with *Tetragonia tetragonoides* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 49(9): 953-960.
- Yoon M, Kim H, Lee S (2019) The effect of antioxidant and whitening action on *Plantago asiatica* L. leaf ethanol extract for health care. *Technol Health Care* 27(5): 567-577.
- Yu EA, Yoon HH (2021) Sensory characteristics of strawberry jam sweetened with fructooligosaccharide added with psyllium husk powder. *Culi Sci & Hos Res* 27(3): 133-141.
- Yu L, Lutterodt H, Cheng Z (2009) Beneficial health properties of psyllium and approaches to improve its functionality. Vol. 55. pp 193-217. In: *Advances in food and nutrition research*. Taylor S (ed). Elsevier Inc, Amsterdam, Nederland.

Date Received Apr. 21, 2022
Date Revised May 18, 2022
Date Accepted May 19, 2022