

무수 옥테닐 호박산 처리 밀 전분을 첨가한 쿠키의 품질 특성

채린¹ · 정경아¹ · 김현중² · 이창주^{1*}

¹원광대학교 식품생명공학과, ²목포대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Cookies Added with Octenyl Succinyl Anhydride-Modified Wheat Starch

Rin Chae¹, Gyeong A Jeong¹, Hyun-Joong Kim², and Chang Joo Lee^{1*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Wonkwang University

²Department of Food Engineering, Mokpo National University

Abstract

This study established optimal cookie conditions by varying the amount of modified starch treated with octenyl succinic anhydride (OSA). It also investigated the quality and digestion characteristics of the cookies produced. The moisture content increased as the amount of OSA-modified starch added to the cookies increased. As for cookie color brightness, the redness and yellowness decreased as the OSA-modified starch content increased. The spread factor and hardness of the cookies showed the most similar results for control and OSA: 20%. As the amount of OSA-modified starch added to cookies increased, RS tended to increase. It was found that OSA-modified starch cannot easily replace wheat flour completely and that the optimal amount of OSA-modified starch added to cookies is 20%. OSA-modified starch can be used not only as a cookie but also as a low-calorie food ingredient.

Keywords: octenyl succinic anhydride, resistant starch, modified starch, cookie

서 론

요즘 현대인들은 재택근무와 좌식 근무 환경으로 인해 신체활동 부족이 늘어나고 있으며 잘못된 생활습관과 식습관으로 비만 관련 질환은 더 증가할 것으로 예측하고 있다(Chae & Shin, 2023). 이에 따라 소비자들은 탄수화물의 조성을 변화하여 열량을 감소시키는 저칼로리, 저탄수화물 식품에 관한 관심이 증가하고 있어 이와 관련된 기능성 소재의 연구도 활발하게 진행되고 있다(Chung, 2019). 또한 한국인의 전통 식단은 고탄수화물 식사에 가까우나, 건강에 대한 관심이 증가하며 전체 연령대에서 탄수화물 1일 섭취량이 줄어드는 추세이다(Oh, 2022).

식물에 존재하는 탄수화물은 주로 전분 형태로 저장되며 이는 에너지의 주요 공급원 중 하나이다. 전분은 소화과정 중 인체 내 소장에서 포도당의 형태로 소화, 흡수되는데 과

도한 전분 섭취는 여러 성인병의 발병을 야기할 수 있다(Chung et al., 2009). 전분은 소화 속도에 따라 빨리 소화되는 전분(급소화성 전분, rapidly digestible starch, RDS), 천천히 소화되는 전분(지소화성 전분, slowly digestible starch, SDS), 그리고 소화되지 않는 전분(저항전분, resistant starch, RS)로 구분한다(Englyst et al., 1992). 특히 저항전분은 소화, 흡수되지 않아 난소화성 전분이라 불리며 식이 섬유와 유사한 생리적 특성을 가지고 있다(Kim et al., 1997). 저항 전분은 물리적, 화학적 또는 효소적 처리에 의해 제조할 수 있으며, 그 중 전분의 가공적성의 단점을 개선하기 위하여 화학적으로 변형 방법을 이용하여 다양한 성질을 갖는 저항 전분을 제조하여 다양한 식품에 첨가물로 사용되고 있다(Chung, 2019).

무수 옥테닐 호박산(octenyl-succinic anhydride, OSA)은 succinic anhydride에 탄화수소인 옥테닐기가 결합된 형태이다(Jung & Youn, 2012). OSA를 전분에 에스테르 결합시켜 제조하며, 친유성 및 친수성 특성으로 인해 식품에서 유화제로 사용되어 왔다(No & Shin, 2017). OSA 변성전분을 이용한 연구는 에멀전(Pongsamart et al., 2016)이나 필름(Zhou et al., 2009) 등 유화제의 역할로 제품에 적용하는 연구가 진행되는 경우가 많았으며, 저항전분을 첨가

*Corresponding author: Chang Joo Lee, Department of Food Science and Biotechnology, Wonkwang University, Iksan, Jeonbuk 54538, Republic of Korea

Tel: +82-63-850-6825; Fax: +82-63-850-7308

E-mail: cjlee@wku.ac.kr

Received November 10, 2023; accepted November 14, 2023

제로 식품에 이용한 연구는 스펀지 케이크(Kim et al., 2001), 국수(Mun & Shin, 2000) 등 여러 식품에 적용한 연구가 있다. 가공식품 중 제과 제빵분야는 꾸준히 수요가 늘고 있으며, 이중에 쿠키는 미생물에 의한 변패가 적고 저장성이 우수하여 간식으로 많이 이용되고 있다(Bae et al., 2013). 식이 섬유소 및 다양한 생리활성 효능을 가진 기능성 성분들을 쿠키에 첨가하여 소비자의 기호와 동시에 건강한 식품섭취의 욕구를 충족하기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있다(Lee et al., 2022). 하지만 저항전분이 증가된 OSA 변성전분을 밀가루로 대체하여 식품에 적용한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 저항전분이 증가된 OSA 변성전분을 첨가하여 쿠키의 최적 조건을 확립하고, 제조한 쿠키의 품질 특성을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 밀가루는 박력분(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea)과 밀 전분(Roquette, France)을 사용하였다. OSA (2-Octen-1-ylsuccinic anhydride, 416487, Sigma, USA)를 사용하여 변성 전분을 제조하였다. 쿠키 재료는 버터(Seoulmilk, South Korea), 소금(Hanju Co., Ulsan, South Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, South Korea), 베이킹 파우더(BP, Jonwonfoods, Gimpo, South Korea)를 사용하였다.

OSA 밀 전분의 제조

OSA 처리한 밀 전분은 Han & BeMiller (2007) 방법을 변형하여 사용하였다(Jeong et al., 2023). 수분함량이 10% 이하의 밀 전분 25 g에 증류수 71.4 g 가하여 35% 전분 slurry를 제조한 후 1 M NaOH를 사용하여 pH 8.0-9.0 (Thermo Orion Star A215, Tewksbury, MA, USA)으로 조정하였다. OSA (2-Octen-1-ylsuccinic anhydride, 416487, Sigma, USA)를 8%가 되도록 전분 slurry에 첨가하고 2시간 동안 교반 하며 pH 8.5-9.0가 유지되도록 하였다. 반응 종료는 1 M HCl를 사용하여 pH 6.5으로 중화하였다. 제조

된 OSA 전분은 원심분리기(VS-550, Vision Scientific Co., Ltd., Korea)를 사용하여 1500×g로 증류수 3회, ethanol로 1회 세척하여 남아있는 OSA층을 제거하였다. 세척한 OSA 처리 밀 전분은 열풍건조기(C-DF3, Changshin Science, Seoul, South Korea)를 사용하여 45°C에서 건조하고 분쇄한 뒤 150 mesh 체에 통과시켜 실험에 사용하였다.

쿠키의 제조

쿠키는 AACC 방법(AACC Approved Method 10-53-01, 2000)을 변형하여 제조하였다. 사용된 재료와 배합비는 Table 1과 같다. OSA 처리한 전분은 밀가루에 대해 5, 10, 20, 30, 40%로 대체하여 첨가하였다. 쿠키의 제조 방법은 버터를 mixing bowl에 넣고 버터가 녹을 때까지 섞어준 뒤, 설탕을 넣고 크립 상태가 될 때까지 혼합하였다. 물을 넣고 분리되지 않을 정도로 혼합하다가 밀가루, 전분, 소금, 베이킹 파우더를 넣고 반죽하였다. 반죽 두께는 7 mm로 제조하고, 직경 6 cm의 원형 틀로 쿠키를 성형하였다. 쿠키는 예열한 오븐(DEO-FS1900F, Daewoo, Korea) 215°C에서 16분간 소성하고 실온에서 1시간 냉각시킨 후 실험에 사용하였다.

수분함량 및 pH 측정

쿠키의 수분함량은 적외선 수분측정기(MB120, OHAUS, Parsippany, NJ, USA)를 이용하여 105°C에서 상압 가열 건조법으로 측정하였다. 쿠키의 pH는 각각의 시료 5 g과 증류수 45 mL를 넣고 균질기(Homogenizer, Model: T18D, IKA, Königswinter, Germany)를 이용하여 균질화 한 후 pH meter (Thermo Orion Star A215, Tewksbury, MA, USA)로 측정하였다.

색도 측정

반죽과 쿠키의 색도는 Hunter 값인 L*, a*, b* 값을 표준 백색판으로 보정한 후 색도계(Model CM-5, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 명도를 나타내는 L* 값(lightness), 적색도를 나타내는 a* 값(redness), 황색도를 나타내는 b* 값(yellowness)으로 표시하고, 색도차

Table 1. Formula of cookies with different content of OSA-modified starch

Sample	Ingredients (g)						Water
	Wheat flour	OSA starch	Butter	Sugar	Salt	BP ¹⁾	
Control	48.0	0.0	19.2	20.1	1.2	1.0	10.5
OSA-5%	45.6	2.4	19.2	20.1	1.2	1.0	10.5
OSA-10%	43.2	4.8	19.2	20.1	1.2	1.0	10.5
OSA-20%	38.4	9.6	19.2	20.1	1.2	1.0	10.5
OSA-30%	33.6	14.4	19.2	20.1	1.2	1.0	10.5
OSA-40%	28.8	19.2	19.2	20.1	1.2	1.0	10.5

¹⁾BP; backing powder

Table 2. Texture analyzer operating condition for cookies with different content of OSA-modified starch

Item	Condition
Test type	TPA test
Pre-test speed	1.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Post-test speed	1 mm dia, cylinder
Probe	1.0 mm/sec
Deformation	70%
Trigger force	0.049 N

(ΔE)는 $\Delta E = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$ 로 계산하였다.

쿠키의 퍼짐성 지수

쿠키의 퍼짐성은 AACC (AACC Approved Method 10-50D, 2000)에 따라 쿠키의 두께에 대한 지름의 비를 나타낸 퍼짐성 지수를 구하였다.

$$\text{퍼짐성 지수} = \frac{\text{쿠키의 지름(mm)}}{\text{쿠키의 두께(mm)}}$$

쿠키의 지름은 쿠키 4개를 가로로 정렬하여 총 길이를 3회 반복 측정하였다. 쿠키의 두께는 4개의 쿠키를 세로로 쌓아 높이를 측정하였고 순서를 바꾸며 3회 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

쿠키의 경도측정

쿠키의 경도(hardness)는 Texture Analyzer™ (TA-XT2, StableMicro System, Godalming, Surrey, England)를 사용하여 측정하였다. Table 2의 측정 조건에 따라 지름 5 mm의 원통형 probe (cylinder probe P/5, 5 mm dia, circle)를 사용하여 쿠키의 표면으로부터 전체 두께의 70% 변형으로 2회 반복 압착하여 측정하였다.

전분의 소화효율 측정

쿠키의 전분 소화효율은 Englyst et al. (1992)의 방법을 변형한 Shin et al. (2007)의 방법으로 측정하였다. 효소용액은 Pancreatin 2 g에 증류수 24 mL을 첨가하여 10분간

교반한 후 원심 분리하고 얻어진 상등액 20 mL을 채취하여 amyloglucosidase (AMG) 0.4 mL, 증류수 3.6 mL와 혼합하여 제조하였다. 시료 30 mg에 sodium acetate buffer (0.1 M, pH 5.2) 0.75 mL와 효소용액 0.75 mL을 첨가하여 37°C에서 20분과 240분간 shaking incubator에서 효소반응 후 반응액을 110°C heating block에 넣어 10분간 반응정지시켰다. 반응액을 희석하여 GOD-POD kit (Embiel Co., Gunpo, Korea)를 이용하여 분해된 포도당을 측정하였다. RDS는 20분 동안 분해된 전분 함량, SDS는 20분부터 240분 사이의 분해된 전분 함량, RS는 240분 이후 분해된 전분 함량으로 계산하였다.

통계 처리

모든 실험의 결과는 3회 반복 측정값으로 mean±S.D.로 나타냈으며, SPSS (23.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 측정된 각 평균값은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의수준을 검증하였다.

결과 및 고찰

쿠키의 수분함량 및 pH

쿠키 반죽의 pH와 수분함량은 Table 3에 나타내었다. 반죽의 pH는 대조군(control)이 6.87로 가장 낮은 값이 나왔으며, 실험군(OSA)은 6.91-7.04로 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). OSA 전분 첨가는 반죽의 pH에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. OSA 전분 첨가 쿠키의 수분함량은 OSA-5%에서 6.32%로 가장 낮은 수분함량이 나타났으며, OSA-40%에서 7.47%로 가장 높게 나타났다. OSA 전분 첨가함량이 증가할수록 수분함량이 증가하는 양의 상관관계가 나타났다($p < 0.05$). RS4 형태의 옥수수 저항전분이 첨가된 쿠키(Bae et al., 2013)와 난소화성 전분을 첨가한 파운드케이크(Choi & Chung, 2022)에서 저항전분의 첨가량이 증가하면 수분함량이 증가하였다는 보고와 동일한 경향을 보였다. 이는 OSA 전분이 베이킹 과정에서 수분의 증발을 억제해주는 효과가 있는 것으로 보인다.

Table 3. Doughs pH, cookies moisture content, width, thickness, spread factor and texture with different content of OSA-modified starch

Sample ¹⁾	Dough		Cookie			
	pH	Moisture content (%)	Width (mm)	Thickness (mm)	Spread factor	Hardness (N)
Control	6.87±0.02 ^a	6.19±0.05 ^a	27.4±0.21 ^{cd}	6.57±0.12 ^c	4.18±0.06 ^c	27.6±1.53 ^c
OSA-5%	6.91±0.03 ^a	6.32±0.07 ^{ab}	27.6±0.06 ^d	5.97±0.06 ^a	4.63±0.04 ^e	30.9±0.89 ^d
OSA-10%	7.02±0.04 ^a	6.54±0.07 ^{ab}	27.2±0.21 ^{bc}	6.10±0.10 ^a	4.45±0.09 ^d	37.3±1.21 ^c
OSA-20%	6.99±0.10 ^a	6.77±0.06 ^b	27.0±0.15 ^b	6.97±0.06 ^d	3.88±0.05 ^b	22.8±1.30 ^b
OSA-30%	7.04±0.12 ^a	7.09±0.34 ^c	23.8±0.20 ^a	7.20±0.10 ^e	3.31±0.04 ^a	19.4±0.94 ^a
OSA-40%	7.02±0.15 ^a	7.47±0.69 ^d	23.7±0.32 ^a	6.27±0.06 ^b	3.79±0.09 ^b	18.4±1.28 ^a

¹⁾The values with different superscripts within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

OSA 전분 첨가 쿠키의 퍼짐성

OSA 전분을 5%, 10%, 20%, 30%, 40% 수준으로 밀가루를 대체하여 첨가한 쿠키의 퍼짐성 지수는 Table 3에 나타내었다. 쿠키는 퍼짐성이 크거나 직경이 넓은 쿠키가 좋은 제품으로 인식이 되고 있다(Doescher et al., 1987). OSA 전분 첨가 쿠키의 직경은 OSA-5%에서 27.6 mm로 가장 넓게 나왔고, OSA 전분의 첨가량이 늘어날수록 각각 27.2, 27.0, 23.8, 23.7로 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 쿠키의 높이는 OSA-5%에서 5.95 mm로 가장 낮았고, OSA-30%에서 7.20 mm로 가장 높게 나타났으며, OSA-40%에서 6.27 mm로 다시 감소하는 결과를 보였다. 이는 쿠키의 반죽 중 혼합 방법에 의한 차이가 영향을 주는 것으로 사료된다(Lee, 2015).

퍼짐성 지수는 크기가 크고 높이가 낮을수록 높게 나타나는데 OSA-5%가 4.63으로 가장 높았고 OSA-10%, OSA-20%, OSA-30% 순으로 점차 낮아지는 경향을 보였다($p < 0.01$). 전분의 첨가량이 증가할수록 높이는 줄어들고 높이는 높아져 퍼짐성 결과는 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 Avarzed et al. (2020)가 보고한 자색 밀기울을 첨가한 쿠키는 굽는 동안 전분의 호화가 일어나 네트워크가 형성되어 크기가 증가되기 어렵다는 연구보고와 동일한 결과이다. 쿠키의 퍼짐성은 수분함량과 상관성이 있다는 Doescher & Hosoney (1985)의 연구결과와도 일치하는 경향을 보였다($r = -0.638, p < 0.01$).

OSA 전분 첨가 쿠키의 경도

OSA 전분 첨가 쿠키의 경도는 Table 3에 나타냈다. 쿠키의 경도는 부재료의 첨가량, 수분함량, 섬유소 함량, 반죽의 밀도 등에 영향을 받는다(Joo & Choi, 2012). 쿠키의 경도는 OSA-10% 쿠키가 37.3 N으로 가장 높게 나왔고 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 도라지 분말(Jeong et al., 2013), 부추분말(Lim

et al., 2009)을 첨가한 쿠키에서는 부재료 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하는 경향으로 본 실험결과와 같은 결과를 나타냈다. 본 연구에서 쿠키의 경도는 퍼짐성 지수와 양의 상관관계를 보였고($r = 0.844, p < 0.01$), 수분함량과는 음의 상관관계를 보였다($r = -0.699, p < 0.01$). 이는 OSA 전분 첨가량이 증가할수록 전체적으로 글루텐 함량이 감소되어 쿠키의 팽창성이 감소되어 이러한 결과가 나타난 것으로 보인다. OSA 전분 첨가량이 40%를 초과하면 쿠키의 팽창성에 방해가 되는 것으로 나타났다.

쿠키의 색도 및 외관

OSA 전분을 첨가한 반죽과 쿠키의 색도는 Table 4에 나타내었다. 반죽의 명도를 나타내는 L* 값은 control이 63.2로 나왔고 OSA의 첨가량이 증가할수록 L* 값도 증가하는 결과가 나왔다($p < 0.05$). 적색도를 나타내는 a* 값은 OSA-40%가 -0.51로 가장 낮았고 황색도를 나타내는 b* 값도 OSA-40%가 10.5로 가장 낮았다. 이러한 결과는 명도가 높은 OSA 전분 시료 특성이 색도에 영향을 미친 것으로 보이며 RS4 저항 전분을 첨가하였을 때 L* 값은 증가하고 b*은 감소하는 Shin et al. (2002)의 연구결과와 동일하게 나타났다.

쿠키는 반죽을 굽는 과정에 maillard 반응이 의해 색의 영향을 받는다(Baumgartner et al., 2018). 쿠키의 L* 값은 OSA-40%가 77.8로 높은 값을 보였다. OSA 전분 함량이 증가할수록 L* 값이 증가하는 양의 상관관계가 나타났다($p < 0.05$). Lee & Kang (2007)의 보고와 같이 난소화성 전분의 대체수준을 달리한 sugar 쿠키에서도 전분의 함량이 증가할수록 명도는 증가하고 황색도는 감소하는 비슷한 경향을 나타냈다. a* 값은 OSA-5%가 7.61로 가장 높았으며 OSA-40%는 1.62로 낮게 나타났다. 변성전분의 함량만큼 밀가루의 양이 감소하면서 이에 따른 단백질의 감소로 마이아르 반응이 덜 일어나 구운 색이 제대로 나타나지 않은

Table 4. Hunter's color values of doughs and cookies with different content of OSA-modified starch

Sample ¹⁾	Hunter's color value				
	L*	a*	b*	ΔE	
Dough	Control	63.2±1.14 ^b	-0.48±0.02 ^{ab}	11.7±0.65 ^b	64.3±1.00 ^b
	OSA-5%	61.5±0.32 ^a	-0.34±0.03 ^c	12.7±0.15 ^c	62.8±0.32 ^a
	OSA-10%	61.6±0.14 ^a	-0.13±0.44 ^d	12.4±0.11 ^c	62.8±0.16 ^a
	OSA-20%	62.9±0.40 ^b	-0.43±0.01 ^b	11.8±0.15 ^b	64.0±0.37 ^b
	OSA-30%	64.4±0.59 ^c	-0.46±0.01 ^{bc}	11.5±0.08 ^b	65.4±0.59 ^c
	OSA-40%	68.1±0.46 ^d	-0.51±0.04 ^a	10.5±0.28 ^a	69.0±0.42 ^d
Cookie	Control	68.9±0.67 ^b	5.61±0.05 ^b	26.4±0.55 ^c	74.0±0.78 ^{ab}
	OSA-5%	66.4±1.32 ^a	7.61±0.25 ^c	28.5±0.59 ^d	72.7±1.25 ^a
	OSA-10%	69.0±1.55 ^b	7.23±0.10 ^c	27.1±0.82 ^d	74.5±1.21 ^b
	OSA-20%	70.4±0.72 ^b	5.81±0.80 ^b	22.8±1.52 ^b	74.3±0.51 ^{ab}
	OSA-30%	77.2±0.43 ^c	2.50±1.35 ^a	19.7±1.12 ^a	79.7±0.47 ^c
	OSA-40%	77.8±0.66 ^c	1.62±0.33 ^a	18.6±0.23 ^a	80.0±0.67 ^c

¹⁾The values with different superscripts within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.



Fig. 1. Appearance of the cookies with different content of OSA-modified starch. Control; 100% wheat flour, OSA-5%; flour replacement by 5% OSA-modified starch, OSA-10%; flour replacement by 10% OSA-modified starch, OSA-20%; flour replacement by 20% OSA-modified starch, OSA-30%; flour replacement by 30% OSA-modified starch, OSA-40%; flour replacement by 40% OSA-modified starch.

것으로 보인다(Han, 2009). 수분함량과 쿠키의 a^* 값은 음의 상관계를 나타내었다($r = -0.750$, $p < 0.01$). b^* 값은 OSA 전분의 첨가량 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.01$). 견과류 첨가 쌀 쿠키에서 쌀가루와 전분의 첨가량이 증가하면 황색도는 감소하는 것으로 보고된 바 있다(Jin et al., 2014). OSA 전분을 첨가한 쿠키의 외관은 OSA-20% 시료군까지 대조군과 뚜렷한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다(Fig. 1).

OSA 전분 첨가 쿠키의 전분 소화율

OSA 전분 첨가 쿠키의 소화율은 Table 5에 나타내었다. 대조군은 RDS 80.7%, SDS 3.52%, RS 15.7%로 가장 높은 RDS 함량, 가장 낮은 RS 함량을 나타내었다. RDS는 OSA-5%와 OSA-10%는 유의적 차이는 없지만 전체적으로 대조군과 비교해볼 때 OSA 전분의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며, 반대로 RS 함량은 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). He et al. (2008)의 보고에 따르면 OSA 처리를 한 전분은 소수성 OSA기로 인해 노출된 비환원성 말단이 소화효소에 의해 천천히 분해되기 때문에 RDS의 함량이 감소하였다. 본 실험에서 OSA-40%의 RS 함량은 25.7%로 대조군에 비해 10% 증

가된 것으로 나타났으며, 이는 OSA 첨가량에 따라 RS의 함량이 유의적으로 증가하였다. Han (2009)에 따르면 저항 전분의 함량이 증진된 변형 쌀전분을 첨가하면 RS 함량이 증가하는 동일한 결과를 나타냈다.

요 약

본 연구는 저항전분을 증가시킨 OSA 처리 밀 전분을 5%, 10%, 20%, 30%, 40%의 수준으로 밀가루를 대체하여 제조한 쿠키의 품질 특성을 조사하였다. OSA 변성전분의 첨가가 반죽의 pH에는 영향을 주지 않았다. 색도는 OSA 전분의 첨가량이 증가할수록 L^* 값과 b^* 값은 감소하고 a^* 값은 증가하는 경향을 보였다. 쿠키의 퍼짐성과 경도는 OSA 전분 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으며, OSA-20%가 대조군과 가장 유사하게 나타났다. 쿠키 내 전분의 소화율은 RS 함량이 첨가량에 따라 순서대로 18.4%, 20.4%, 21.9%, 23.8%, 25.7%로 높아지는 결과가 나왔다. OSA 전분은 밀가루를 완벽하게 대체하기는 어려운 것으로 나타났으며, 쿠키의 최적 OSA 전분 첨가량은 20%가 적절한 것으로 판단된다. 본 실험을 통해 OSA 변성전분은 저칼로리 식품 소재로서 활용이 가능할 것이다.

감사의 글

This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No. NRF-2020R1F1A1068638).

References

AACC. American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved

Table 5. Starch digestibility of cookie added OSA-modified starch

Sample ¹⁾	RDS (%)	SDS (%)	RS (%)
Control	80.7±0.97 ^e	3.52±1.50 ^a	15.7±0.74 ^a
OSA-5%	77.2±1.12 ^d	4.41±1.09 ^{ab}	18.4±0.46 ^b
OSA-10%	76.1±1.54 ^d	3.52±1.89 ^a	20.4±0.37 ^c
OSA-20%	73.7±0.89 ^c	4.38±0.89 ^{ab}	21.9±0.21 ^d
OSA-30%	71.2±1.54 ^b	5.04±1.85 ^{ab}	23.8±0.41 ^e
OSA-40%	67.9±0.55 ^a	6.45±0.44 ^b	25.7±0.97 ^f

¹⁾The values with different superscripts within a column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

- Methods of the American Association of Cereal Chemists: Methods 10-50D, 10-53.01. 10th Edition, St. Paul MN. USA
- Avarzed E, Wang X, Moon Y, Kim K, Kweon M. 2020. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies formulated with the blend of Korean domestic wheat flour and purple wheat bran. *Korean J. Food Cook Sci.* 36: 152-162.
- Bae CH, Park GH, Kang WW, Park HD. 2013. Quality characteristics of cookies added with RS4 type resistant corn starch. *Korean J. Food Preserv.* 20: 539-545.
- Baumgartner B, Özkaya B, Saka I, Özkaya H. 2018. Functional and physical properties of cookies enriched with dephytinized oat bran. *J. Cereal Sci.* 80: 24-30.
- Chae JS, Shin JI. 2023. Obesity-related risk factors by metabolic syndrome disease: utilization of KNHANES (2016-2020). *Korean J. Meas. Eval. Phys. Educ. Sport Sci.* 25: 1-13.
- Choi IJ, Chung JH. 2022. Quality characteristics of pound cake with resistant starch. *Culinary Sci. Hosp. Res.* 28: 45-56.
- Chung HJ. 2019. Development and industrial application of low-calorie food ingredients derived from starches. *Food Sci. Ind.* 52: 358-374.
- Chung HJ, Liu Q, Hoover R. 2009. Impact of annealing and heat-moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starches. *Carbohydr. Polym.* 75: 436-447.
- Doescher LC, Hosoney RC. 1985. Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. *Cereal Chem.* 62(4): 263-266.
- Doescher LC, Hosoney R, Milliken G, Rubenthaler G. 1987. Effect of sugars and flours on cookie spread evaluated by time-lapse photography. *Cereal Chem.* 64: 163-167.
- Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.* 46: S33-50.
- Han JA, BeMiller JN. 2007. Preparation and physical characteristics of slowly digesting modified food starches. *Carbohydr. Polym.* 67: 366-374.
- Han JA. 2009. Digestive, physical and sensory properties of cookies made of dry-heated OSA-high amylose rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 668-672.
- He JH, Liu JI, Zhang GY. 2008. Slowly digestible waxy maize starch prepared by octenyl succinic anhydride esterification and heat-moisture treatment: Glycemic response and mechanism. *Biomacromolecules* 9: 175-184.
- Jeong EJ, Kim KP, Bang BH. 2013. Quality characteristics of cookies containing *Platycodon grandiflorum* powder. *Korean J. Food Nutr.* 26: 759-765.
- Jeong GA, Chae R, Lee CJ. 2023. Digestibility and quality characteristics of noodles added with octenyl succinic anhydride-modified wheat starch. *Food Eng. Prog.* 27: 236-242.
- Jin SY, Lee EJ, Kim MH. 2014. Quality characteristics and optimization of rice cookies with nuts by response surface methodology. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 24: 208-216.
- Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *Korean J. Food Nutr.* 41: 182-191.
- Jung MH, Youn KS. 2012. Preparation and physicochemical characteristics of octenyl succinated rice starches based on amylose content. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44.5: 577-582.
- Kim JO, Kim WS, Shin MS. 1997. A comparative study on retrogradation of rice starch gels by DSC, X-ray and α -amylase methods. *Starch-Starke* 49: 71-75.
- Kim MH, Kim JO, Shin MS. 2001. Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 623-629.
- Lee IS, Kang NE. 2007. Quality characteristics of the sugar cookies with varied levels of resistant starch. *J. Korean Soc. Food Cult.* 22: 468-474.
- Lee JA. 2015. Quality characteristics of cookies added with *Aster yomena* powder. *Culi. Sci. Hos. Res.* 21: 141-153.
- Lee YY, Lee KW, Kim YR. 2022. A study on the trend of research in food science and nutrition: Published in Journal of the Korean Society of Food Culture for last 21 years. *J. Korean Soc. Food Cult.* 37: 385-409.
- Lim EJ, Huh CO, Kwon SH, Yi BS, Cho KR, Shin SG, Cho KR, Shin SG, Kim SY, Kim JY. 2009. Physical and sensory characteristics of cookies with added leek (*Allium tuberosum* Rottler) powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 22: 1-7.
- Mun SH, Shin MS. 2000. Quality characteristics of noodle with health-functional enzyme resistant starch. *J. Korean Soc. Food Sci.* 32: 328-334.
- No JH, Shin MS. 2017. Physicochemical, pasting, and emulsification properties of octenyl succinic anhydride modified waxy rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 463-468.
- Oh SW. 2022. Current status of nutrient intake in Korea: focused on macronutrients. *J. Korean Med. Assoc.* 65: 801-809.
- Pongsamart K, Kleinebudde P, Puttipipatkachorn S. 2016. Preparation of fenofibrate dry emulsion and dry suspension using octenyl succinic anhydride starch as emulsifying agent and solid carrier. *Int. J. Pharm.* 498: 347-354.
- Shin MS, Woo KS, Seib PA. 2002. Supplementations of resistant starches to Asian noodles. *Food Sci. Bio.* 11: 365-370.
- Shin SI, Lee CJ, Kim DI, Lee HA, Cheong JJ, Chung KM, Baik MY, Park CS, Kim CH, Moon TW. 2007. Formation, characterization, and glucose response in mice to rice starch with low digestibility produced by citric acid treatment. *J. Cereal Sci.* 45: 24-33.
- Zhou J, Ren L, Tong J, Ma Y. 2009. Effect of surface esterification with octenyl succinic anhydride on hydrophilicity of corn starch films. *J. Appl. Polym. Sci.* 114: 940-947.

Author Information

- 채린:** 원광대학교 식품생명공학과 석사과정
정경아: 원광대학교 식품생명공학과 박사과정
김현중: 목포대학교 식품공학과 교수
이창주: 원광대학교 식품생명공학과 교수