

알룰로스 대체 비율에 따른 다쿠아즈의 품질특성

이혜원 · 신정규^{1,2*}

전주대학교 조리·식품산업학과, ¹전주대학교 식품·생명융합기술 ICC,
²전주대학교 한식조리학과

Quality Properties of Dacquoise According to the Replacement Ratio of Allulose

Hye-Won Lee and Jung-Kue Shin^{1,2*}

Department of Culinary & Food Industry, Jeonju University

¹Food & Bio Convergence Technology ICC, Jeonju University

²Department of Korean Cuisine, Jeonju University

Abstract

In this study, the quality characteristics were compared by substituting allulose with a ratio of 0-40% instead of sugar used in dacquoise. The specific gravity and pH of the dacquoise dough were not significantly different, regardless of the allulose content. The spreadability was the highest in the sample using only sugar and decreased as the allulose content increased. Moisture content did not show a significant difference, the baking loss was the highest in the sample using 100% sugar, and there was no significant difference in the samples replaced with allulose. As a result of measuring the chromaticity of dacquoise, the L value and b value decreased and the a value showed a significant difference between the samples as the amount of substitution of allulose increased. Hardness increased as the replacement amount of allulose increased, while gumminess and chewiness showed similar trends. As a result of the sensory evaluation, the overall acceptability for the substitute sample of 100% sugar and 10% allulose was the highest. The maximum substitution ratio of allulose for dacquoise is considered to be 10%.

Keywords: allulose, sugar replacer, dacquoise, quality properties

서 론

설탕은 식품에 있어서 소금과 함께 중요한 역할을 하는 것으로서 머랭에 있어서 거품을 튼튼하게 하는 역할을 하며, 구움과자나 쿠키의 산화방지, 푸딩 등 계란을 이용한 제품을 부드럽게 하는 역할을 하기도 한다. 또한 삼투압에 의한 탈수작용, 제빵 과정에 있어서는 빵의 발효를 돕고, 주위의 수분을 잡아 과자 반죽의 건조를 막아 제품을 촉촉하게 유지하는 보수성의 역할도 하고 있다(Kim, 2003). 그러나 당류를 과잉 섭취할 경우 기억력의 증추인 해마를 위축시켜 혈관성 치매 위험을 높이고, 비만 위험도는 1.39배 높아지며, 후천성 당뇨병을 넘어 다양한 암의 위험 또한 높인다는 보고도 있다(SNUH, 2013). 국민건강영양조사 제7기 3차년도(2018)에 따르면 우리나라 국민의 당 섭취량

은 58.9 g(남자 63.4 g, 여자 54.4 g)으로 세계보건기구(WHO)의 권고 기준을 초과하지는 않고 있으나 당 섭취량이 꾸준히 증가하고 있으며(Yeon et al., 2020), 특히 가공식품을 통해 섭취하는 당의 섭취량이 크게 증가하고 있다. 과도한 당류 섭취로 인한 비만, 당뇨, 대사성 질환 등의 여러 건강상의 문제가 발생하면서 식품의약품안전처는 2016년에 당류의 과잉 섭취를 줄이기 위한 ‘당류저감종합계획’을 발표하였다. 최근 들어 국민들의 당류 섭취 과잉의 주요 원인으로 가공식품이 지목되면서 식품업계에서는 ‘당류저감 종합계획’에 따라 생산하고 있는 제품의 당류를 저감하기 위한 노력을 기울이고 있다(MFDS, 2016; Yoon, 2018).

알룰로스(allulose)는 과당의 이성질체로서 설탕의 70%의 감미를 가지고 있으며, 건포도, 무화과 등에 소량으로 존재하는 저칼로리의 천연당이다(Kim, 2016). 또한 알룰로스는 일반 당류와는 달리 장내에서 흡수되지 않는 비대사성 단당류로서 g당 칼로리가 0-0.2 kcal 수준(Lida et al., 2010)으로 식품의약품안전처에서 알룰로스의 열량을 0 kcal/g으로 인정하고 있으며, 미국의 FDA에서는 첨가당 표시 대상 품목에서 알룰로스를 제외하고 있다(MFDS, 2016). 알룰로스는 수분 흡습량이 높으며 갈변화 반응(Maillard reaction)을

*Corresponding author: Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture and Tourism, Jeonju University, 303 Cheonjam-ro, Wansan-gu, Jeonju 55069, Korea
Tel: +82-63-220-3081; Fax: +82-63-220-3264
E-mail: sorilove@jj.ac.kr
Received January 25, 2023; revised February 9, 2023; accepted February 9, 2023

일으켜 설탕을 사용하고 가열공정이 포함되어 있는 제과, 제빵류의 제품에 사용이 적합한 당이며, 단맛이 길지 않고 점도가 낮은 특성을 가지고 있다(Jung, 2018; Lee & Shin, 2021).

다쿠아즈(dacquoise)는 달걀 흰자에 설탕을 넣고 머랭을 만들어 아몬드 가루 또는 헤이즐넛 가루를 넣어 만든 거품형(form type)의 디저트로서 겉은 바삭하고 속은 촉촉한 부드러운 과자(Child & Simone, 1978)이다. 프랑스의 남서부에서 만들어 먹던 머랭 케이크가 1950년부터 프랑스 전역으로 전파되었고, 이후 일본으로 전해지면서 오늘날의 타원형 형태의 과자에 버터크림 또는 가나슈(ganache)를 샌딩해서 먹는 형태로 변형되어 생산되고 있다(Jang, 2018).

현재 알룰로스에 관한 연구는 가시파래 첨가 알룰로스 곤약젤리의 이화학적 품질특성 및 항산화 활성(Kim et al., 2019a), 가시파래 첨가 알룰로스 양갱의 이화학적 품질 특성 및 항산화 활성 평가(Kim, 2019b), 타가토스, 알룰로스, 과당으로 설탕을 대체하여 제조한 파운드 케이크의 이화학적 특성 연구(Hwang & Lee, 2019), 알룰로스를 첨가하여 제조한 머핀의 특성 연구(Hwang & Lee, 2018), 쿠키제조에 설탕대체제로 알룰로스의 적용가능성 연구(Young et al., 2016) 등의 연구가 이루어지고 있으나 아직 연구된 분야가 다양하지 못한 실정으로, 많은 제품에 대한 적용연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 다쿠아즈의 제조에 다량 사용되는 설탕 대신 대체 당류로서 알룰로스의 대체율에 따른 물리적 품질 특성 및 감각적 기호도 평가를 통해 제품 개발의 가능성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용된 재료는 알룰로스(CJ Cheiljedang Co. Ltd., Suwon, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co. Ltd., Incheon, Korea), 달걀흰자(KCfeed Co. Ltd., Seoul, Korea), 아몬드 분말(Wooshin Co. Ltd., Icheon, Korea), 박력분(CJ Cheiljedang Co. Ltd., Nonsan, Korea), 슈가파우더(Kkomida

Co. Ltd., Namyangju, Korea)이다. 분말형태의 알룰로스(결정과당 100%)는 제조사로부터 직접 제공 받았으며, 슈가 파우더는 전분이 들어가지 않은 설탕 100%인 제품을 구입하여 사용하였다. 알룰로스를 제외한 나머지 재료는 시장에서 판매되는 제품을 구입하여 사용하였다.

다쿠아즈의 제조

알룰로스의 대체량을 달리하여 제조한 다쿠아즈의 배합 비율은 Table 1에 나타내었다. 대조군은 설탕으로 정하였으며 예비실험 통하여 알룰로스의 설탕 대체 첨가 비율은 10%, 20%, 30%, 35%, 40%로 설정하였다. 35% 시료까지는 크랙이 육안으로 보일 정도로 생겼으며 40%부터 크랙이 거의 생기지 않았으므로 40%를 최대로 설정하였다. 다쿠아즈의 배합비는 예비실험을 통하여 최적의 배합비율을 선정하였고, 제조공정은 Fig. 1과 같다. 다쿠아즈 제조는 난백을 버터컬믹서(KMM770, Kenwood Co., Havant, UK)에 넣어 max에서 30초간 거품을 낸 후 감미료의 1/2을 넣고 max에서 30초 동안 혼합 후 나머지 설탕을 다 넣고 max에서 2분 동안 혼합했다. 체에 친 아몬드 분말, 슈가파우더, 박력분을 혼합 후 머랭에 넣어 주걱으로 30회 혼합하여 반죽을 완성했다. 반죽은 짤 주머니를 이용하여 다쿠아즈 틀(4.7 cm × 7.4 cm × 1 cm, w × d × h)에 13 g씩 팬닝한 후에 슈가파우더를 뿌리고 윗불 180°C, 아랫불 160°C로 예열된 오븐에서 20분간 구웠다. 완성된 다쿠아즈는 실온에서 1시간 동안 방냉 후 시료로 사용하였다.

비중

반죽의 비중(specific gravity)은 물의 무게에 대한 다쿠아즈 반죽의 무게비를 나타낸 것으로 AACC method 10-15 (AACC, 2000)에 따라 비중컵을 이용하여 다쿠아즈 제조과정 중 밀가루와 버터를 투입 후 반죽의 무게를 넣고 수평으로 깎아서 측정하여 아래의 식으로 계산하였다.

specific gravity

$$= \frac{\text{반죽을 담은 컵의 무게(g)} - \text{빈컵의 무게(g)}}{\text{물을 담은 컵의 무게(g)} - \text{빈컵의 무게(g)}}$$

Table 1. Ingredient contents of dacquoise according to allulose concentration

Ingredient (g)	Control	AL10	AL20	AL30	AL35	AL40
Egg white	110	110	110	110	110	110
Allulose	0	7	14	21	24.5	28
Sugar	30	23	16	9	5.5	2
Sugar powder (mixing)	30	30	30	30	30	30
Almond powder	75	75	75	75	75	75
Wheat flour	15	15	15	15	15	15
Sugar powder (sprinkle)	10	10	10	10	10	10
Total	270	270	270	270	270	270

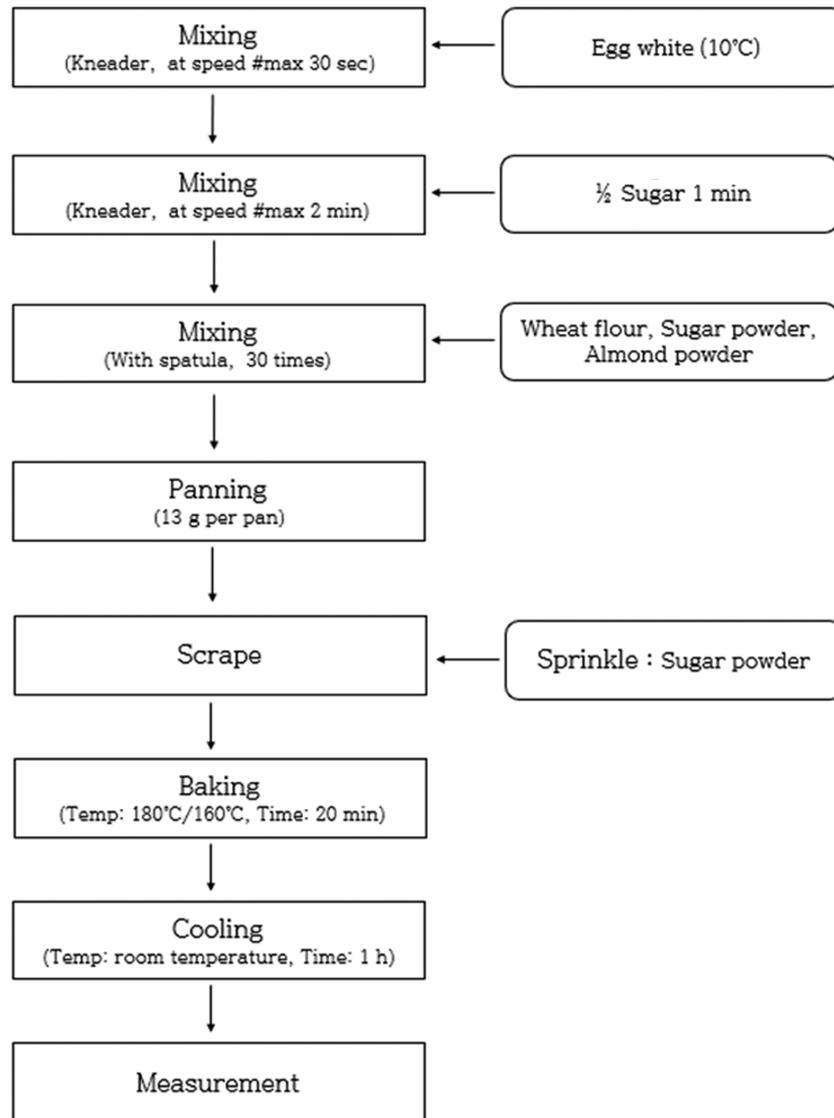


Fig. 1. Manufacturing procedure of dacquoise.

pH

반죽의 pH (Docu-pH meter, Satorius, Göttingen, Germany) 는 반죽 5 g에 증류수 45 ml를 필터백(B01348WA, Nasco Whirl-Pak Co., Fort Atkinson, WI, USA)에 넣고 스토마커 (Bag mixer 400VW, Interscience Co., Saint Nom, France) 로 2분간 speed 3으로 교반한 후 비커에 넣어 상온에서 측정하였다.

퍼짐성

다쿠아즈의 퍼짐성은 굽기 전과 구운 후의 직경과 두께의 차로 나타내었다. 굽기 전에 다쿠아즈 반죽의 직경과 두께를 측정하고, 굽고 난 후에 다쿠아즈의 직경과 두께를 계산하는 AACC method 10-50D (AACC, 2000)을 사용하여 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{퍼짐성(spread ability)} = \frac{\text{다쿠아즈 1개의 평균직경(cm)}}{\text{평균두께(cm)}}$$

수분함량

다쿠아즈를 구워낸 후 2시간 동안 방냉하고 시료를 채취하여 수분측정기(MA35M-000230V1, Satorius Co., Göttingen, German)를 이용하여 수분함량을 측정하였다. 시료는 다쿠아즈의 속(crumb)의 중간 부분에서 2g을 채취하고 식품공전에 따라 수분측정기는 105°C에서 항량이 될 때까지 건조되도록 설정하여 측정하였다.

굽기 손실률

다쿠아즈의 굽기 손실률은 굽기 전 반죽의 중량과 굽고 난 후의 다쿠아즈의 중량 차이를 이용하여 계산하였다.

굽기 손실률(%)

$$= \frac{\text{굽기 전 다쿠아즈 반죽의 무게(g)} - \text{굽고 난 후 다쿠아즈의 무게(g)}}{\text{굽기 전 다쿠아즈 반죽의 무게(g)}} \times 100$$

외관 및 색도

다쿠아즈의 외관은 카메라(NEX-5R, Sony, Tokyo, Japan)로 촬영하여 관찰하였으며 시료와 카메라의 높이와 거리를 일정하게 유지하기 위해 삼각대를 이용하여 촬영하였다. 다쿠아즈의 외형을 촬영하기 위해 검은 배경에서 조명이 터지지 않도록 촬영하였다.

다쿠아즈의 색도는 색차계(CM-5, Konica Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 명도(L 값, lightness), 적색도(a 값, redness), 황색도(b 값, yellowness)를 측정하였으며, 표준 백판 값은 L=96.85, a=-0.02, b=1.68이었다. 다쿠아즈 윗면의 중심 부분을 3회 반복 측정하였다.

조직감

다쿠아즈의 조직감은 시료를 1 cm × 1 cm × 0.9 cm의 사각형으로 자른 다음 Texture analyzer (TX-XT2, Stable Micro Systems Co., Godalming, UK)를 이용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정하였다. 사용한 probe는 SMS P/50이며 측정 조건은 pretest speed 2.0 mm/sec, test speed: 1.0 mm/sec, post-test speed 1.0 mm/sec, distance 3.0 mm, time 3.0 sec, trigger force 20.0 g, sample size 1 cm × 1 cm × 0.9 cm로 하였다.

기호도 평가

다쿠아즈의 감각적 평가는 전주대학교에 재학 중인 20대 남학생 18명, 여학생 32명을 대상으로 실시하였다. 평가항목은 외관(appearance), 색(color), 향(flavor), 조직감(texture), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall acceptability)로 나누어 평가하였으며, 기호도 평가지는 9점 척도(1점 매우 나쁘다, 9점 매우 좋다)로 이루어졌다. 시료는 난수표를 사용하여 세 자리 난수 번호를 접시에 부착하여 무작위로 섞어 흰색 접시에 조건별로 하나씩 6개를 동시에 담아 제공하여 비교 평가를 할 수 있게 진행하였다. 다쿠아즈는 당일 제조한

후 1시간 방냉하고, 2 cm × 2 cm × 2 cm의 크기로 동일하게 자르고 패널마다 무작위 순으로 제공하였으며, 시료 평가 사이에 입을 헹굴 수 있도록 생수를 제공하였다. 본 연구는 전주대학교 생명윤리위원회의 승인(jjIRB-190507-HR-2091-0502)을 받아 진행하였다.

통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복하였으며, 일원분산분석(ANOVA), Duncan 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 분석하였다. 모든 통계분석의 유의 수준은 $p < 0.05$ 였으며, SPSS version 25.0 (IBM Co., New York, NJ, USA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

비중, pH

알룰로스의 대체 비율을 달리하여 만든 다쿠아즈 반죽의 비중과 pH의 결과는 Table 2와 같다. 비중은 유의적인 차이가 없으며 시료들의 비중은 0.69-0.72% 범위를 나타내고 있다. 반죽에서 비중은 다쿠아즈와 같은 제과류 제품의 부피와 연관되어 있어 비중이 높으면 다쿠아즈의 부피가 줄어들게 된다(Sudha et al., 2006). 비중의 값에 따라 제품의 품질이 달라지게 되는데 본 실험의 결과 설탕만 사용한 control과 알룰로스를 사용한 시료의 비중은 0.69±0.05-0.72±0.05%의 범위를 나타냈으며 시료 간의 차이는 0.01-0.03% 정도 밖에 차이가 나지 않아 알룰로스의 대체비율은 비중에 영향을 끼치지 않은 것으로 보인다. Lee & Shin (2022)는 알룰로스 함량에 따른 스펀지 케이크의 비중에 차이가 없다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

pH는 시료 간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 알룰로스 함량이 다쿠아즈의 pH에 영향을 주지 않았다. Lee & Shin (2022)은 알룰로스 대체비율에 따른 유의적 차이를 보이지 않는다고 하였으며, Kim (2019)도 옐로우레이어 케이크의 품질 특성에서 알룰로스 함량에 따라서 pH는 유의적 차이가 없는 것으로 보고하였다.

퍼짐성

퍼짐성은 다쿠아즈를 굽기 전과 구운 후에 다쿠아즈의

Table 2. Specific gravity and pH of dacquoise according to allulose content

	Control ¹⁾	AL10 ²⁾	AL20	AL30	AL35	AL40
Specific gravity (%)	0.72±0.05 ^{3)NS}	0.71±0.07	0.71±0.04	0.69±0.07	0.69±0.05	0.70±0.05
pH	6.96±0.21 ^{NS}	6.86±0.12	6.85±0.12	6.87±0.10	6.86±0.12	6.87±0.14

¹⁾Control: sugar 100%

²⁾AL10-AL40: various concentration of allulose

AL10: allulose 10% + sugar 90%, AL20: allulose 20% + sugar 80%, AL30: allulose 30% + sugar 70%, AL35: allulose 35% + sugar 65%, AL40: allulose 40% + sugar 60%

^{3)NS}: Means with different letters are not significantly different within the same row at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Spreadability of dacquoise according to allulose content

	Control ¹⁾	AL10 ²⁾	AL20	AL30	AL35	AL40
Spreadability (%)	5.55±0.06 ^a	5.47±0.06 ^a	5.30±0.03 ^b	5.20±0.03 ^c	5.01±0.06 ^d	4.94±0.03 ^d

¹⁾Control: sugar 100%

²⁾AL10-AL40: various concentration of allulose

AL10: allulose 10% + sugar 90%, AL20: allulose 20% + sugar 80%, AL30: allulose 30% + sugar 70%, AL35: allulose 35% + sugar 65%, AL40: allulose 40% + sugar 60%

^{3)NS}: Means with different letters are not significantly different within the same row at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Moisture content and baking loss of dacquoise according to allulose content

	Control ¹⁾	AL10 ²⁾	AL20	AL30	AL35	AL40
Moisture content (%)	14.60±0.25 ^{3)NS}	15.16±0.40	15.21±0.63	14.89±0.83	15.33±0.73	15.04±0.42
Baking loss (%)	28.54±0.69 ^{NS}	28.28±0.52	28.05±1.77	28.03±0.25	28.15±2.61	28.02±0.40

¹⁾Control: sugar 100%

²⁾AL10-AL40: various concentration of allulose

AL10: allulose 10% + sugar 90%, AL20: allulose 20% + sugar 80%, AL30: allulose 30% + sugar 70%, AL35: allulose 35% + sugar 65%, AL40: allulose 40% + sugar 60%

^{3)NS}: Means with different letters are not significantly different within the same row at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

직경을 두께로 나누어서 나타낸 것으로 Table 3에 나타내었다. 퍼짐성의 실험결과는 control > AL10 > AL20 > AL30 > AL35 > AL40 순서로 나타났다. Control과 AL10의 차이는 0.08로 유의적인 차이가 없으며, AL35와 AL40 또한 0.07의 차이로 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났지만 알룰로스의 함량이 증가함에 따라 퍼짐성이 줄어드는 경향을 나타내고 있다. 이 결과는 알룰로스의 대체 비율을 달리하여 만든 스펀지케이크의 실험에서 알룰로스의 함량이 증가함에 따라 volume이 줄어드는 것과 같은 경향을 보였다. O'Charoen et al. (2014)의 연구에서 알룰로스가 설탕보다 달걀흰자(egg white)의 기포성이 높은 것으로 나타나 알룰로스의 함량이 늘어남에 따라 다쿠아즈의 부피가 늘어날 것이라고 예상했으나 실험 결과 오히려 줄어드는 것으로 나타났다. 달걀흰자를 사용하여 만든 다쿠아즈의 연구결과와 전란(whole egg)을 사용하여 만든 스펀지케이크의 연구결과는 퍼짐성에서 같은 경향을 보였다.

수분함량, 굽기 손실률

알룰로스의 대체 비율을 달리하여 만든 다쿠아즈 반죽의 수분함량과 굽기 손실률은 Table 4에 나타났다. 수분함량은 14.06-15.33% 범위였으며 유의차는 없는 것으로 나타났다. 수분은 촉촉한 식감을 내는 품질에서 중요한 요소로 설탕을 알룰로스 대체해도 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 굽기 손실률은 모든 시료군에서 28.02-28.54% 범위였으며, 시료간 유의적 차이는 보이지 않았다. 굽는 과정에서 일어나는 손실률은 주로 수분이 증발하는 것으로 굽는 과정 동안 수증기의 팽창이 일어나 부피를 증가시키고 조직감에 영향을 준다(Paton et al., 1981). 타가토스와 에리스리톨로 제조한 다쿠아즈의 물리화학적 특성 연구에서 설탕의 30%를 타가토스로 대체하여 제조한 다쿠아즈와 설탕으로 제조한 다쿠아즈 사이에서 손실률은 유의적 차이가 없는 것으로 보고되어 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다(Lee et al., 2017).

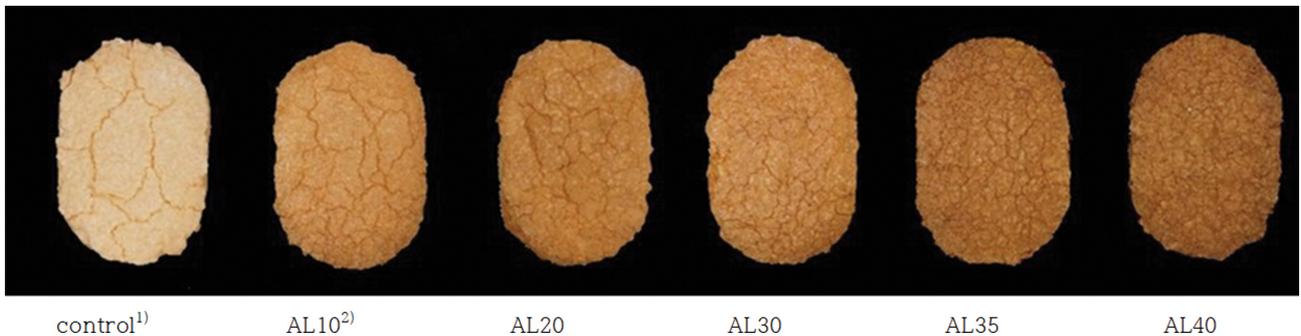


Fig. 2. The surface shape of dacquoise according to allulose content. ¹⁾Control: sugar 100%, ²⁾AL10-AL40: various concentration of allulose, AL10: allulose 10% + sugar 90%, AL20: allulose 20% + sugar 80%, AL30: allulose 30% + sugar 70%, AL35: allulose 35% + sugar 65%, AL40: allulose 40% + sugar 60%.

외관 및 색도

다쿠아즈의 외관은 Fig. 2에 나타났다. 잘 만들어진 다쿠아즈의 기준은 표면에 균열이 생기고 연한 황갈색을 나타내야 한다. Control은 균열 깊이가 깊고 균열로 인해 생긴 다각형 모양의 크기가 크게 나타났으며 AL10까지 균열이 잘 일어나다가 AL20부터 알룰로스의 함량이 증가할수록 균열이 잘 일어나지 않고 균열로 인해 생긴 다각형 모양의 크기가 작아지는 것으로 나타났다. AL35까지 균열로 인해 생긴 다각형 모양의 크기가 작게 생기다가 AL40부터 균열이 거의 일어나지 않았으며, 알룰로스의 함량이 증가할수록 색상이 진한 갈색에 가깝게 나타났다.

색도 측정 결과는 Fig. 3과 같다. L 값은 control이 69.69로 유의적으로 높게 나타났으며 알룰로스 대체비율이 높을수록 AL10 56.3, AL20 51.19, AL30 46.11, AL35 45.56, AL40 43.81으로 점차 명도가 낮아지는 것으로 나타났다. a 값은 AL20-AL40 시료군의 범위는 12.19-12.73로 나타났으며 AL10 시료군이 10.78, control이 5.97로 유의적인 차이를 보였다. b 값은 알룰로스로 대체한 시료에서 알룰로스 대체량이 증가함에 따라 값이 낮아지는 것으로 나타났다.

AL20 시료군이 20.24로 가장 높은 값을 나타냈으며, AL35가 16.96으로 가장 낮은 값을 나타냈다. Control은 L 값, b 값, a 값 모두 알룰로스로 대체한 시료군과 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 알룰로스로 대체된 시료군은 알룰로스의 대체량이 증가함에 따라 L 값은 낮아지고, a 값은 증가하는 경향을 보였으나 20% 이상 대체한 시료들간에는 차이는 크지 않았으며, b 값은 감소하는 것으로 나타났다. Kim (2017)의 연구는 알룰로스로 대체해 약과의 품질특성 연구결과 설탕으로 제조한 시료군의 L 값이 알룰로스 대체 시료군에 비해 유의적으로 높게 나왔으며 알룰로스의 함량이 증가함에 따라 L 값이 감소하는 것으로 나타났다. a 값은 유의적인 차이가 없었으며, b 값은 알룰로스의 함량이 늘어남에 따라 값이 감소하는 것으로 나타났는데 본 연구와 비슷한 경향을 나타냈다. 알룰로스의 대체 비율을 달리하였을 때 색도의 변화는 마이알 반응(Maillard reaction)의 차이 때문으로 보고(Lee & Shin, 2022)되고 있는데, 환원당인 알룰로스가 비환원당인 설탕에 비해 마이알 반응을 촉진하여 짙은 갈색을 보인다고 하였다(Kweon et al., 2009; Baek et al., 2008).

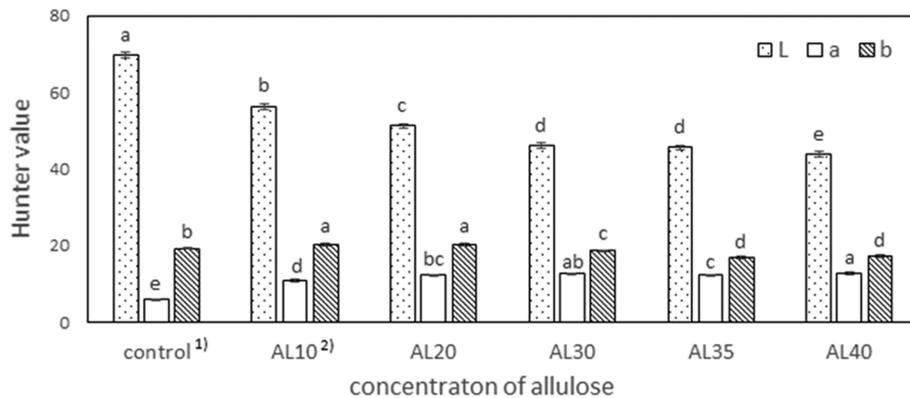


Fig. 3. Color value of dacquoise according to allulose content. ¹⁾Control: sugar 100%, ²⁾AL10-AL40: various concentration of allulose, AL10: allulose 10% + sugar 90%, AL20: allulose 20% + sugar 80%, AL30: allulose 30% + sugar 70%, AL35: allulose 35% + sugar 65%, AL40: allulose 40% + sugar 60%, ³⁾Mean±SD, ^{a-c)}Means are significantly different within the same row at $p < 0.05$ by Duncan' multiple range test.

Table 5. Texture properties of dacquoise according to allulose content

	Sample					
	Control ¹⁾	AL10 ²⁾	AL20	AL30	AL35	AL40
Hardness, N	650.12±44.73 ^a	422.20±48.07 ^b	363.69±11.67 ^c	284.23±12.69 ^d	267.60±10.13 ^d	185.37±25.37 ^e
Springiness	0.84±0.02 ^{bc}	0.83±0.02 ^c	0.85±0.31 ^{bc}	0.89±0.02 ^b	0.96±0.04 ^a	0.95±0.04 ^a
Cohesiveness	0.70±0.02 ^a	0.66±0.01 ^b	0.67±0.01 ^b	0.70±0.01 ^a	0.70±0.01 ^a	0.70±0.01 ^a
Gumminess	458.06±44.12 ^a	280.04±29.00 ^b	241.96±4.83 ^b	197.86±7.76 ^c	187.35±4.26 ^c	129.56±15.65 ^d
Chewiness, J	382.60±26.44 ^a	232.45±23.77 ^b	206.23±8.70 ^{bc}	176.62±6.58 ^c	180.40±4.15 ^c	122.77±10.88 ^d
Resilience	0.28±0.01 ^c	0.26±0.01 ^c	0.28±0.01 ^c	0.30±0.01 ^b	0.32±0.01 ^a	0.32±0.02 ^a

¹⁾Control : sugar 100%

²⁾AL25-AL100: various concentration of allulose

AL25: allulose 25% + sugar 75%, AL50: allulose 50% + sugar 50%, AL75: allulose 75% + sugar 25%, AL100: allulose 100%

³⁾Mean±SD

^{a-e)}Means with different letters are significantly different within the same row at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

조직감

알룰로스의 대체 비율을 달리하여 만든 다쿠아즈의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 겹성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 경도(hardness)는 control이 650.12 N으로 가장 높았으며 AL40이 185.37 N으로 가장 낮게 나타났다. 알룰로스의 대체량이 증가함에 따라 경도는 점차 감소하는 것으로 나타났다. 탄력성(springiness)은 control과 AL30은 각각 0.84, 0.89로 유의차가 없는 것으로 나타났으며 AL35 0.96, AL40 0.95로 알룰로스를 35% 이상 대체할 경우 탄성이 올라갔다. 겹성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 경도와 비슷한 경향을 나타내 알룰로스의 대체량이 늘어남에 따라 겹성과 씹힘성이 줄어드는 것으로 나타났다. 복원성(resilience)은 AL35과 AL40이 0.32로 높았으며 AL10이 0.26으로 복원성이 낮게 나타났다. 알룰로스의 함량이 증가할수록 복원성이 좋아지는 경향을 나타냈다.

기호도 평가

알룰로스의 대체 비율을 달리하여 만든 다쿠아즈의 관능 평가 결과는 Table 6과 같다. 외관은 control과 AL10이 각각 6.58, 6.32로 높게 나타났으며 알룰로스의 대체량이 20% 이상인 시료들은 외관에 대한 기호도는 5.00 이하로 나타났다. 이는 다쿠아즈 균열로 생긴 다각형 모양과 색이 영향을 준 것으로 분석된다. 색도는 외관과 비슷한 경향을 보였다. Control과 AL10이 각각 6.36, 6.80로 높게 나타났으며 알룰로스의 대체량이 20% 이상인 시료들은 4.96 이하로 나타났다. 다쿠아즈의 색도 분석에서 알룰로스 함량이 증가함에 따라 L 값은 감소하고 a 값은 증가하는 것으로 분석되었는데 이는 관능에서 낮은 평가를 나타내는 것으로 분석되었다. 알룰로스를 10% 대체한 시료는 6.70으로 기호도가 높았으며 알룰로스 함량이 그 이상 늘어날 경

우 5.70 이하로 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 향은 AL10이 가장 높게 평가되어 알룰로스가 가지고 있는 향과 설탕이 가지고 있는 향이 잘 어우러져 높게 평가된 것으로 생각된다. 알룰로스 함량이 20% 이상 될 경우 알룰로스의 향이 강하게 느껴져 알룰로스 향이 익숙하지 않아 기호도가 감소하는 경향을 나타낸 것으로 생각된다. 식감에서 부드러운 정도는 control과 AL10의 기호도가 높았으며 촉촉한 식감은 control이 가장 좋다고 느꼈다. 알룰로스의 대체량이 증가함에 따라 기호도는 떨어지는 것으로 나타났다. 다쿠아즈의 수분함량은 유의차가 없는 것으로 나타났지만 촉촉함은 control에서 느껴지는 촉촉함이 가장 높게 나왔으며, 알룰로스의 대체량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 식감에서 들러붙는 정도는 control과 AL10의 기호도가 높았으며 알룰로스가 20% 이상 대체된 시료는 낮은 기호도를 나타냈다. 단맛의 강도는 control이 가장 달다고 느꼈으며 AL10-AL40 시료 간에 단맛은 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 알룰로스의 이화학적실험을 통해 알룰로스의 함량이 증가함에 따라 °Brix가 감소(Lee & Shin, 2021)하는 것으로 나타나 관능에서도 차이가 있을 것으로 예상했지만 다쿠아즈에 적용했을 때 단맛의 차이를 크게 느끼지 못하는 것으로 분석되었다. 전반적인 기호도는 control과 AL10이 유의적으로 높게 나타났다. 다쿠아즈의 관능평가 결과 알룰로스를 대체할 수 있는 양은 10%까지 가능한 것으로 생각된다.

요 약

다쿠아즈에 사용되는 설탕을 알룰로스 0-40%의 비율로 대체하여 품질 특성을 비교하였다. 알룰로스의 함량에 따른 다쿠아즈 반죽의 비중, pH는 유의적인 차이가 없었으나, 퍼짐성은 설탕만 사용한 시료가 가장 높았으며, 알룰로스 함량이 증가할수록 줄어들었다. 수분함량은 유의적인 차이

Table 6. Sensory characteristics of dacquoise according to allulose content

	Sample					
	Control ¹⁾	AL10 ²⁾	AL20	AL30	AL35	AL40
Appearance	6.58±2.67 ^a	6.32±1.67 ^a	4.38±1.81 ^{bc}	4.00±1.84 ^c	3.82±2.02 ^c	5.00±1.85 ^b
Color	6.36±2.54 ^a	6.80±1.62 ^a	4.28±1.67 ^{bc}	3.92±1.76 ^c	3.62±1.84 ^c	4.96±2.05 ^b
Flavor	5.96±1.77 ^{ab}	6.60±1.67 ^a	5.54±1.68 ^{bc}	4.38±2.02 ^d	4.82±2.04 ^{cd}	5.06±1.92 ^{cd}
Texture: Softness	7.32±1.46 ^a	6.70±1.46 ^a	5.60±2.17 ^b	5.04±1.82 ^{bc}	4.56±1.80 ^c	5.32±2.01 ^b
Texture: moistness	6.98±1.62 ^a	6.22±1.54 ^b	5.38±1.85 ^c	4.76±1.64 ^{cd}	4.38±1.93 ^d	5.32±1.70 ^c
Texture: stickiness	6.52±1.54 ^a	6.38±1.51 ^{ab}	5.74±1.72 ^{bc}	5.34±1.83 ^c	5.24±1.92 ^c	5.64±1.59 ^c
Sweetness intensity	6.96±1.67 ^a	5.98±1.77 ^b	6.00±1.88 ^b	5.64±2.00 ^b	5.70±2.01 ^b	5.56±1.92 ^b
Overall acceptability	6.98±1.74 ^a	6.70±1.58 ^a	5.54±1.96 ^b	4.98±1.89 ^{bc}	4.54±1.88 ^c	5.70±1.69 ^b

¹⁾Control: sugar 100%

²⁾AL25-AL100: various concentration of allulose

AL25: allulose 25% + sugar 75%, AL50: allulose 50% + sugar 50%, AL75: allulose 75% + sugar 25%, AL100: allulose 100%

³⁾Mean±SD

^{a-c}Means with different letters are significantly different within the same row at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

를 보이지 않았으며 굵기 손실률은 설탕 100% 시료군이 가장 높고 알룰로스를 대체한 시료에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 다쿠아즈의 색도 측정 결과 알룰로스의 대체량이 늘어남에 따라 L 값과 b 값은 감소하고 a 값은 알룰로스를 대체한 시료군과 대체하지 않은 시료군에 유의적인 차이를 보였다. 경도는 알룰로스의 대체량이 많을수록 증가하였으며, 검성과 씹힘성도 비슷한 경향을 나타냈다. 기호도 평가 결과 설탕 100%와 알룰로스 10% 대체시료에 대한 기호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 다쿠아즈에 알룰로스 대체 비율은 최대 10%까지 가능하다고 판단된다.

References

- AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. 9th ed: American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Baek SH, Kwon SY, Lee HG, Baek HH. 2008. Maillard browning reaction of D-psicose as affected by reaction factors. *Food Sci. Biotechnol.* 17: 1349-1351.
- Child J, Simone B. 1978. Mastering the art of french cooking. Harmondsworth: Penguin Books, London, UK.
- Hwang JY, Lee SM. 2018. Studies on the Characteristics of muffins prepared with allulose. *Korean J. Food Nutr.* 31: 195-201.
- Hwang JY, Lee SM. 2019. Studies on the physicochemical properties of pound cakes made by substituting tagatose, allulose and fructose for sucrose. *J. East Asian Soc. Diet Life.* 29: 228-237.
- Iida T, Kishimoto Y, Yoshikawa Y, Hayashi N, Okuma K, Tohi M, Yagi K, Matsuo T, Izumori K. 2006. Acute D-psicose administration decreases the glycemic responses to an oral maltodextrin tolerance test in normal adults. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 54: 511-514.
- Jang EY. 2018. Dacquoise, The Table Publisher, Bucheon, Korea.
- Jung KH. 2018. Sugar reducing materials and applied technology of processed foods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 23: 5-9.
- Kim DH, Kim SJ, Kim MR. 2019a. Physicochemical properties and antioxidant activities evaluation of allulose yanggang containing *Enteromorpha prolifera*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 977-986.
- Kim DH, Kim SJ, Kim MR. 2019b. Physicochemical properties and antioxidant activities of allulose konjac jelly added with *Enteromorpha prolifera*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 967-976.
- Kim HS. 2003. Various functions of sugar used in confectionery and baking. *Bakery* 2: 168-169.
- Kim JY. 2019. Quality characteristics of yellow layer cake with wet-milled rice flour and allulose. MS thesis. Kunsan University, Jellobukdo, Korea.
- Kim PH. 2017. Quality characteristics of Yakgwa added different ratio of allulose. MS thesis, Sukmyeong University, Seoul, Korea.
- Kim YH, Kim SB, Kim SJ, Park SW. 2016. Market and trend of alternative sweeteners. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 17-28.
- Kweon M, Slade L, Levine H, Martin R, Souza E. 2009. Exploration of sugar functionality in sugar-snap and wire-cut cookie baking: implications for potential sucrose replacement or reduction. *Cereal Chem.* 86: 425-433.
- Lee HW, Shin JK. 2021. Physicochemical properties of allulose mixture according to replacement ratio of sugar. *Food Eng. Prog.* 25: 155-160.
- Lee HW, Shin JK. 2022. Quality properties of sponge cake according to replacement ratio of allulose. *Food Eng. Prog.* 26: 147-155.
- Lee NR, Kang SN, Kim JH, Kim HH, Lee JA, Park SM. 2017. Physicochemical properties of dacquoise made with sugar or sugar replacements, tagatose, and erythritol. *J. Appl. Biol. Chem.* 60: 87-93.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2016. Action plan for sugars reduction. Ministry of Food & Drug Safety, Osong, Korea, p 8.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). Dry reduction method (2.1.1.1). Available from: http://www.foodsafetykorea.go.kr/food-code/01_03.jsp?idx=11003. Accessed Jan. 25, 2023.
- O'Charoen S, Hayakawa S, Matsumoto Y, Ogawa M. 2014. Effect of d-psicose used as sucrose replacer on the characteristics of meringue. *J. Food Sci.* 79: E2463-E2469.
- Paton D, Larocque GM, Horne J. 1981. Development of cake structure influence of ingredients on the measurement of cohesive force during baking. *Cereal Chem.* 58, 527-532.
- SNUH (Seoul National University Bundang Hospital). 2013. Lurking Danger in Sweet Sugar. Available: https://www.snubh.org/service/disease/view.do?cPage=5&BNO=304&Board_ID=B004&RNUM=39. Accessed January 24, 2023.
- Sudha ML, Vetrmani R, Kirshnarau L. 2006. Effect of maltodextrin and emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes. *J. Sci. Food Agric.* 86: 706-712.
- Yeon SY, Kweon SH, Oh KW. 2020. The daily dietary sugar intake in Korea, 2018. *Public Health Wkly. Rep.* 13: 359-366.
- Yoon EK. 2018. Current status of Korean sugar intake and reduction policy. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 23: 10-13.
- Young M, Jeon SJ, Kweon MR. 2016. Study on applicability of allulose as a sucrose replacer in cookie making. *J. East Asian Soc. Diet Life.* 26: 450-456.

Author Information

이혜원: 전주대학교 조리식품산업학과 석사

신정규: 전주대학교 한식조리학과 교수