

산 · 학 · 연 논문

## 설탕 대체 팔라티노스의 제과 적용 가능성

김현우 · 서소라 · 김혜진 · 김유은 · 최동화 · 김기명<sup>†</sup>

호남대학교 식품영양학과

### Usage of Palatinose for Confectionery Instead of Sugar

Hyun Woo Kim, Sora Seo, Hye-Jin Kim, You-Eun Kim, Dong-Hwa Choi, and Ki Myong Kim<sup>†</sup>

Dept. of Food & Nutrition, Honam University, Gwangju 506-714, Korea

#### 서론

단맛은 전 세계 인류가 모두 좋아하는 맛 중의 하나로 탄수화물이 주요 감미 성분이고 그중 설탕이 단맛을 가진 대표적인 물질이다. 그러나 근래에 산업화에 따른 생활패턴의 변화에 따라 과도한 당의 섭취는 에너지 불균형을 초래하고 그 결과 비만증을 비롯한 당뇨병, 동맥경화, 심근경색, 고혈압 등의 성인병의 증가 추세가 계속되고 있다(1,2). 특히 설탕 및 액상 과당이 대사증후군을 비롯한 다양한 성인병의 원인 중 하나로 여겨지면서 소비자들에게 당류의 이미지는 다소 부정적일 수밖에 없다. 이에 따라 스테비아, 아스파탐 등 고감미 감미료의 수요가 지속적으로 증가하고 있고 이를 설탕을 대체하여 첨가한 저칼로리 베이커리 산업의 새로운 트렌드로 자리 잡고 있다. 또한 새로운 감미료를 이용한 다양한 음식으로의 적용에 대한 연구 또한 활발하게 진행하고 있어 수크랄로스 및 스테비오사이드를 이용한 쿠키의 제조(3), 자일리톨 등 알코올 당류를 이용한 양갱의 제조(4), 올리고당을 사용한 스펀지케이크의 제조(5)와 같은 설탕 대체 인공감미료의 적용을 위한 첨가량 결정 연구들이 진행된 바 있다. 그러나 최근의 다양한 연구들에 의해 단순히 칼로리의 양뿐 아니라 체내 흡수 속도 역시 대사에 큰 영향을 미친다는 것이 밝혀져 포도당의 혈당치 상승률을 지수로 표현한 GI(Glycemic Index)수치가 중요시 되고 있다. 예를 들어 흡수 속도가 느린 즉 GI가 낮은 식품은 인슐린의 급격한 분비를 억제하기 때문에 칼로리가 같더라도 장기간 섭취하는 경우 체내 지질합성이 저하되고 내장지방을 감소시켜 성인병 및 대사증후군 등을 예방한다고 보고되었다. 팔라티노스는 에너지의 양적인 기준인 칼로리에 에너지의 질이라 할 수 있는 흡수속도가 추가된 개념인 슬로우 칼로리에 부합하는 당류이다. 팔라티노스는 벌꿀이나 사탕수수에 함유되어 있는 천연 이당류로서 설탕과 결합 양식이 다른 구조 이성질체이다. 감미는 설탕의 약

45% 정도지만 흡수가 느릴 뿐 아니라 다른 당질의 소화 흡수를 지연시키는 작용이 있다. 그러나 감미도가 낮아 불가피하게 설탕과 같은 높은 감미도를 가지는 첨가물과 혼합하여 사용하되 설탕의 최저량을 투입하고 관능적으로도 유의적 차이가 없는 첨가량에 대한 연구는 국내에서 활발하게 진행되고 있지 않은 실정이다. 본 투고를 통하여 실제 팔라티노스를 첨가하여 제조한 제빵에서 팔라티노스는 어떤 효과를 주었으며 이를 개선하기 위한 방향을 연구를 토대로 하여 밝히고자 한다.

#### 팔라티노스를 이용한 GI 제과 제조의 문제점

빵은 탄수화물이 주로 이루어져 있는 대표적인 식품군으로서 온전한 전분의 함유뿐 아니라 많은 양의 설탕이 첨가되어 웰빙을 추구하는 현대인에게는 과자류나 빵류에 대한 선호도는 높아도 비만에 대한 두려움과 대사증후군에 시달리는 특정 증후군 보유자들에게는 기피할 수 있는 식품으로 취급되기 마련이다. 따라서 전분은 차치하고 고라도 첨가되는 설탕의 양을 줄이거나 다른 감미 대체물질로 대체할 경우에는 오히려 낮은 GI를 유지하는 식품으로 탈바꿈이 가능하며 이미 거대한 시장을 형성하고 있는 제과, 제빵업에 팔라티노스의 시장을 형성할 수 있다. 그러나 팔라티노스는 설탕과 같은 분자조성으로 이루어져 있으나 결합방식의 차이로 인하여 과당의 환원기가 결합에 참여하지 않아 전체적으로 팔라티노스는 설탕보다는 화학적 반응에 적극적으로 참여하는 특징을 가지고 있으며, 이 특징은 오히려 팔라티노스가 각종 식품의 가공에 쓰이기 힘든 난점이 있다. 팔라티노스의 잠재력은 꽤 높으나 조리 분야 외에 가공업계에 사용할 수 있는 기초적 연구 자료는 부족한 실정이다.

이에 대한 간단한 연구를 소개하자면 팔라티노스의 제과, 제빵으로의 적용 가능성을 높이기 위하여 마들렌과 다쿠아즈제조에 팔라티노스를 다양한 농도로 첨가하여 비교한 바 있다. 마들렌은 박력분, baking powder, 설탕, 계란, 레몬필, 소금, 버터를 사용하여 기존의 레시피에 준

<sup>†</sup>Corresponding author  
E-mail: kimhusker@honam.ac.kr, Phone: 062-940-5421



Fig. 1. Change of medeleine color after adding palatinose instead of sugar (from left to right, 0, 20, 50%).

하여 오븐 온도는 윗불 180, 아랫불 160°C로 20~25분 구워 제조하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 100% 설탕으로 제조한 것, 설탕 80%+ 팔라티노스 20%, 설탕 50%+ 팔라티노스 50%로 첨가한 것 모두 색도의 차가 확연하게 보이는 것을 알 수 있었다. 팔라티노스의 양을 증가시킬수록 어두운 갈색으로 제품이 변화되는 것과 딱딱한 물성을 보이고 있어 제과로서는 팔라티노스의 첨가가 좋은 방법은 아닌 것으로 사료되었다. 보통 팔라티노스를 첨가하여 제과 혹은 제빵에 사용할수록 색도의 변화가 심하여 기존의 레시피에 준하여 설탕을 대체하여 팔라티노스를 첨가할 경우 육안으로도 확실하게 품질적인 요소가 충족되지 못한다. 팽창제나 이스트를 사용하여 용적의 변화를 늘리는 제품의 경우 에어셀(air cell) 사이에 형성되는 얇은 반죽의 막 사이에 용해되어 있는 팔라티노스는 고온의 열에 의한 caramelization의 반응속도가 매우 빠르므로 갈색화 진행정도도 품질에 큰 영향을 주는 것으로 보인다. 따라서 팽창제나 이스트의 역할을 크게 기대하지 않는 제품에 팔라티노스를 이용한 GI 제품을 적용하는 것이 옳을 것이다. 다크아즈는 팽창제나 이스트를 사용하지 않는 제과의 대표적 제품으로 다크아즈라는 제품이 있다. 다크아즈라는 이름은 '닥스'라는 뜻의 여성형 프랑수아 단어인 dacquoise에서 따왔다. 다크아즈는 팽창제나 이스트를 사용하지 않으며 머랭을 이용한 팽창력에 의존하게 된다.

### GI 다크아즈의 제조

다쿰아즈의 제조를 위한 배합비율은 Table 1과 같으며 가장 중요한 공정은 머랭의 제조방법이라고 할 수 있다. 머랭의 제조는 거품형 반죽법을 사용하며 달걀흰자를 이

용하여 거품을 내고 완성 전에 감미료를 첨가한 후 다시 반죽을 완성하여 최종적으로 머랭을 완성하게 되어 있다. 이 완성된 머랭은 후에 밀가루의 반죽에 혼합하고 최종적으로 다크아즈의 반죽을 완성하게 된다. 다크아즈용 팬에 유산지 또는 실리콘 페이퍼를 펼친 후, 제조한 반죽을 15g씩 정확하게 배분하고 이를 스크래퍼를 이용하여 고르게 펴는 과정을 거치고 오븐의 상단을 180°C, 하단을 160°C로 설정하여 22분간 굽게 된다. 이때 균일한 다크아즈에 색을 위해 굽는 과정 중 11분에 뒤집어 주어 완성하게 된다.

### 팔라티노스를 이용하여 제조한 다크아즈의 품질 변화 관찰

제조된 다크아즈의 색도의 측정은 색차계(Konica Minolta Optics, Inc., 일본)를 이용하여 측정하였다. 다크아즈의 L, a, b 값을 시료당 5개를 추출하여 각각 3회씩 측정하여 총 15회의 평균을 구하였으며 L, a, b의 보정값은 각각 +95.0, -0.35, +3.68이었다. 색차는  $[(95.0-L)^2 + (-0.35-a)^2 + (3.68-b)^2]^{1/2}$ 로 계산하였다. 다크아즈와 같이 머랭의 팽창력에 의존하여 최종 제품의 물성의 효과를 누리게 될 경우 팔라티노스의 첨가량의 변화에 따라 머랭의 밀도 변화와 최종 제품의 상관관계를 측정하는 것은 매우 중요하다. Table 1의 배합비율로 제조된 설탕과 팔라티노스만 첨가되어 완성된 머랭을 30 mL 컵에 담고 스크래퍼로 깎아 평평하게 만들어 무게를 측정하였다. 머랭의 비중은 무게/비중으로 계산하였으며 각 시료당 10회의 반복실험을 행하여 평균을 냈다. 제조된 다크아즈의 팽창도는 제조된 이후 6시간 동안 상온으로 냉각시킨 이후, 다크아즈팬의 하나의 틀의 용적(20.41 mL)에 대하여 늘어난 높이만큼 다시 계상하여 (최종제품 용적/틀의 용적)×100으로 하여 팽창도(%)로 계산하였으며 15회의 반복을 통하여 평균을 냈다. 다크아즈의 물성은 팔라티노스 첨가량을 달리한 다크아즈의 중심부를 Universal Test Machine(Testron, 대한민국)을 이용하여 원추형의 probe를 이용하여 시료당 각 1회씩 관통하여 관통하면서 전달되어지는 힘을 평가하였다. Universal Test Machine의 probe의 속도는 30 mm/min이었으며 load cell은 10 kg로 정하였다. 시료는 5회씩 반복실험을 행하였다.

Table 1. Ingredient of dacquoise made with sugar and palatinose

Ingredient	S100P0	S80P20	S60P40	S40P60	S20P80
Egg white	165	165	165	165	165
Sugar	50	40	30	20	10
Palatinose	0	10	20	30	40
Almond powder	100	100	100	100	100
Sugar powder	83	83	83	83	83
Wheat flour	27	27	27	27	27

(unit: g)

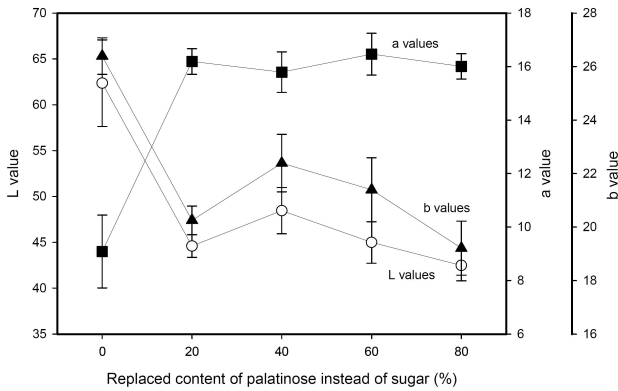


Fig. 2. Change of colorness of dacquoise according to replacement content of palatinose instead of sugar.

### GI 다쿠아즈 색도의 변화

설탕과 팔라티노스에 첨가량을 달리 사용하여 제조한 다쿠아즈의 색도를 측정된 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 쿠키의 제조에서 쿠키의 색은 일정한 조건 하에서 주로 당에 의한 영향이 크고 환원당에 의한 비효소적 갈변이라고 할 수 있는 Maillard reaction, 열 에너지 투입에 따른 당에 의한 caramelization에 의하여 가장 큰 영향을 받는다(6). 설탕을 대체한 팔라티노스의 첨가량을 증가할수록 whiteness는 유의적으로 감소되는 것을 알 수 있었으며 a 값은 증가하고 b 값도 L 값과 매우 유사하게 감소하는 것으로 보아 팔라티노스를 첨가할수록 어두워지고 갈색으로 변하고 있다는 것을 알 수 있다. Fig. 3은 팔라티노스를 0%, 40%, 80%로 설탕을 대체하여 첨가하여 제조하였을 때 제품의 외관을 나타내는 사진으로, 확연하게 갈색화가 진행되는 것을 알 수 있다. 색차에서도 설탕으로 제조된 다쿠아즈의 색보다 팔라티노스를 첨가하여 제조한 다쿠아즈는 매우 다른 외관의 색을 보이는 것으로 나타났다(Fig. 4). 이는 선행연구를 통하여 다쿠아즈를 대상으로 정한 이유이기도 하였는데 특히 팽창제가 첨가제로 들어가는 제빵의 경우에 검은색에 가까운 갈색으로 제조되어 전혀 제품으로서의 가치가 없음을 확인한 바, 팽창제가 첨가되지 않으나 머랭으로 팽창효과를 주는

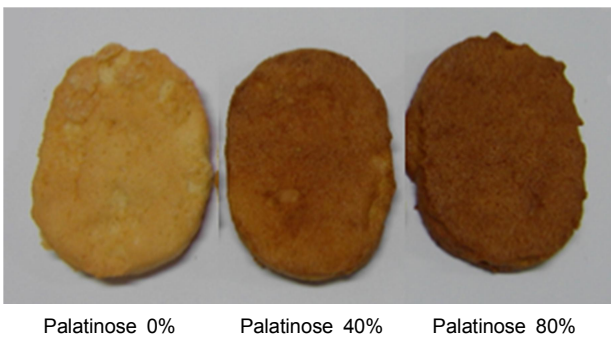


Fig. 3. Appearance of dacquoise made of various palatinose contents.

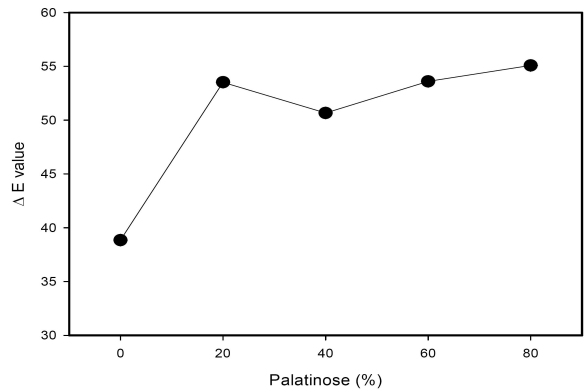


Fig. 4. Color differences of dacquoise with various contents of palatinose replaced sugar.

다쿠아즈로 선택한 이유이다. 따라서 팔라티노오스를 제과, 제빵에 적용할 경우 이에 대한 신중한 고려가 필요하다. 이는 팔라티노스는 설탕(glucose(a1→2) fructose)의 구조와는 달리 glucose와 fructose 간에 a1→6 결합을 이루고 있어 fructose의 환원기가 노출되어 설탕보다는 화학반응에 적극적으로 참여해(7) caramelization 반응에 의한 갈색화의 정도가 설탕보다 매우 큰 것에 기인하는 것으로 보인다.

### 머랭의 밀도 및 다쿠아즈의 팽창도

설탕과 팔라티노스에 첨가량을 달리하여 첨가한 계란 흰자 머랭의 밀도를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 최저 0.0927(g/mL)에서 최고 0.1007(g/mL)의 수준으로 설탕을 팔라티노스로 대체할수록 밀도는 커지는 것을 볼 수 있었다. 설탕만을 첨가한 머랭보다 팔라티노스로 설탕의 첨가를 대체하였을 때 밀도가 높아지는 것은 팔라티노스가 첨가된 머랭이 단위 부피당 더 많은 양의 머랭이 들어가는 것을 의미하며 따라서 팔라티노스가 첨가된 머랭의 거품 내에 존재하는 air cell의 분포가 설탕이 첨가된 머랭보다 수적으로 더 적을 것이라는 추측을 할 수 있을

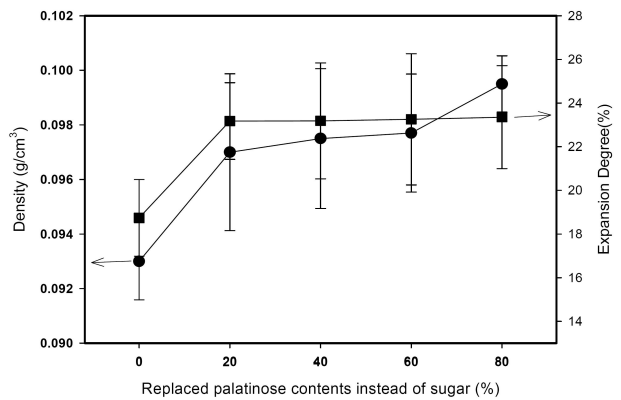


Fig. 5. Change of density of meringue and expansion degree of dacquoise according to contents of palatinose.

것이다. 김 등(8)은 야콘 농축액을 이용한 식빵의 제조 시에 측정된 빵의 부피 및 비용적의 결과에서 설탕만을 이용하여 제조한 식빵에서 비교적 적은 값을 나타낸 바 있다. 빵의 밀도가 증가한다는 것은 제품의 수율이 높아질 수 있는 가능성이 있으므로(9) 팔라티노스를 사용한 것은 제빵에 적용할 경우에도 바람직한 현상이 될 수 있을 것으로 판단된다. 머랭에서 낮은 밀도를 보이는 본 실험의 결과는 반죽에서 오히려 팽창도를 떨어뜨릴 수 있을 것이라 예상할 수 있었다. 보통 제과에서의 밀도는 반죽의 팽창 정도를 나타내고 완성된 쿠키의 향과 색깔에 영향을 미칠 수 있다(10). 제과에서의 밀도는 낮은 경우 쿠키가 딱딱하게 되고 높으면 쉽게 부서지는 성질을 나타낸다고 알려져 있는데 이런 특성은 밀가루의 종류, 흡수율, 지방의 종류와 사용량, 반죽의 혼합 방법, 휴지시간, 팽창제의 종류 등에 다양한 영향을 미치게 되지만(6), 머랭의 경우는 계란 흰자와 감미료만을 혼합하여 보통 제과에서 사용되는 반죽의 밀도와 완성된 제품 간의 상관성을 연결짓는 것은 어려울 수 있으나 다쿠아즈는 특별한 팽창제가 첨가되지 않고 머랭의 거품성만을 의존하여 제품의 물성을 조절하므로 머랭의 밀도를 팽창제와 연관하여 평가하여 보았다. Fig. 5의 팽창도를 보면 오히려 팔라티노스가 첨가된 다쿠아즈의 팽창도는 설탕에 비하여 증가하였다. 이는 머랭의 밀도와 다쿠아즈의 팽창과는 관계가 없을 수 있다고 할 수 있으나 한편, 설탕을 이용한 머랭의 거품은 나머지 재료를 섞고 진행되는 반죽 과정에서 팽창에 영향을 미칠 만큼의 단단한 거품의 유지에 큰 효과가 없었다고 볼 수 있으며, 이에 비해 팔라티노스는 머랭의 거품을 후반죽 동안에도 지속적으로 유지시켜주는 능력이 있는 것으로 판단된다. 팽창도는 설탕만을 첨가한 경우 18.7%의 용적 팽창도를 보였으나 설탕의 80%를 팔라티노스로 대체한 경우 5%정도 증가된 23.4%의 팽창도를 보였다.

## 물성 측정

설탕과 팔라티노스의 첨가량을 달리하여 제조한 다쿠아즈의 물성을 측정된 결과는 Fig. 6에 나타낸 바와 같다. Fig. 6에 보여주는 그래프는 각 시료의 대표적인 프로파일을 나타낸 것으로 대체적으로 원추의 probe가 관통하면서 점차적으로 증가되는 shear stress가 누적된 값으로 나타나 후반의 값들은 크게 의미가 없는 것으로 보이며 모든 그래프에서 두 개의 피크가 나타나는데, 첫 번째에 보이는 피크는 다쿠아즈의 표면을 관통하면서 표면의 경화도를 나타내는 것이며 후반의 피크는 probe가 관통되면서 누적된 하중 값을 나타내고 있는 것으로 보인다. 다쿠아즈의 반죽이 매우 고르거나 틀에 분포된 반죽이 균일하지 않아 표면을 침투한 이후 후반으로 갈수록 보이는 피크의 높이는 같은 시료에서도 매우 편차가 유의적으로 발생하고 있어 이를 이용한 물성의 평가를 논하기는

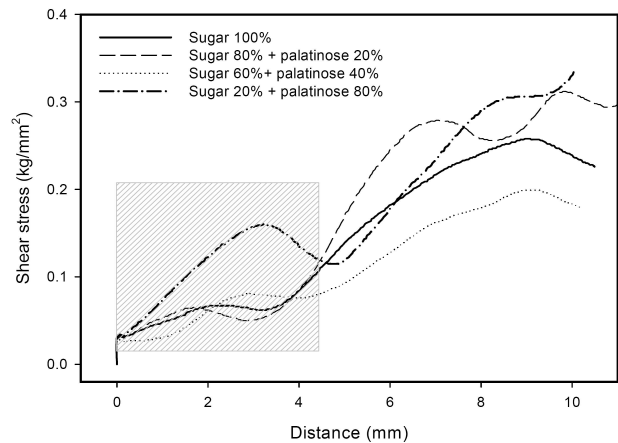


Fig. 6. Shear stress of dacquoise made with various contents of palatinose; gray box, first peak area of each profile.

어려우나 경화된 표면을 침투하는 첫 번째의 피크는 Fig. 6의 gray box 시험구의 시료 간에 편차가 다소 존재하더라도 대체적으로 일관된 프로파일을 보였다. 설탕만을 첨가하여 제조한 다쿠아즈와 설탕의 60%까지 팔라티노스로 대체한 다쿠아즈의 초기 피크는 시료 간 차이가 크지 않았으나 다쿠아즈 제조 시에 팔라티노스를 설탕의 80%까지 대체한 경우 유의적으로 표면의 경화도가 더욱 단단해져 있음을 알 수 있었다. 또한 초기 피크가 나타나는 거리 또한 증가하는 것으로 보아 팔라티노스를 첨가할수록 표면의 경도도 증가하며 단단한 표면의 두께도 증가하고 있는 것을 알 수 있었다. 이는 팔라티노스를 이용하여 다쿠아즈를 제조할 경우 연한 물성보다는 바삭거리는 물성을 소비자에게 느끼게 하여 관능적인 측면에서 씹힘성에 영향을 미치게 되는 것으로 보인다. 방 등(3)의 연구에서는 설탕과 감미료의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 경도를 측정하였으며 단단한 물성은 설탕만으로 제조된 쿠키가 가장 높았다는 본 연구와 상반된 결과를 보인바 있다. 물론 사용된 감미료는 수크랄로스를 사용하여 직접적인 비교는 힘들으나 결론적으로 방 등(3)의 연구에서는 감미료보다는 한천의 효과가 더 큰 것으로 결론지었다.

## 관능검사

10명의 훈련된 관능검사원을 설정하여 실험의 목적과 평가방법을 설명한 후 관능검사를 실시하였다. 시료는 가로, 세로 2 cm 크기로 잘라서 관능검사원에게 제시하였으며 강도실험으로서 단맛에 대한 맛을 강하다와 약하다로서 10점 스케일로 표시하고 조직감, 색, 맛을 기호도로 표시하게 한 항목과 총 기호도를 표시하게 한 항목을 추가하였다.

관능검사의 결과는 Fig. 7과 같이 총기호도는 팔라티노스를 설탕의 40% 대체한 시료에서 가장 높은 점수를 받았으며 오히려 설탕만으로 제조된 다쿠아즈는 다른 시료에 비해 높은 점수를 받지 못하였다. 흥미 있는 사실은

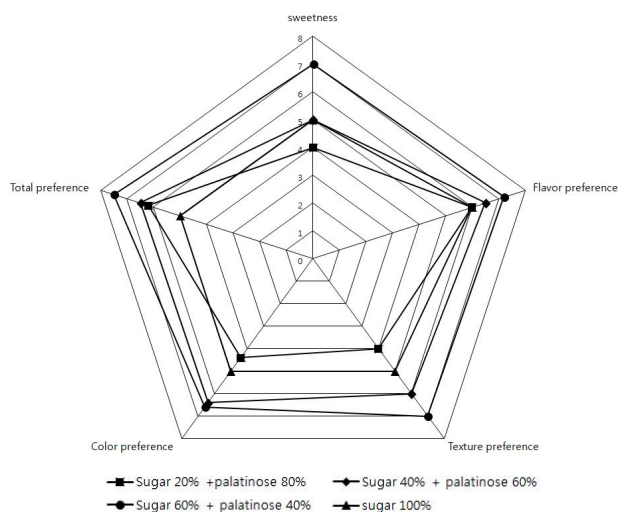


Fig. 7. Sensory test results of dacquoise produced with various contents of palatinose that replaced sugar.

감미도에서 팔라티노스가 설탕의 40% 정도의 감미도 밖에 되지 않음에도 불구하고 설탕의 40%를 대체한 팔라티노스가 첨가된 다쿠아즈를 패넌들이 훨씬 달다고 느꼈으며 다른 시료구들은 이에 비해 감미도를 낮게 감지하였다. 이는 맛의 상승작용에 의하여 단맛이 증가되었다는 것보다는 다른 항목에 대한 상대적인 심리적인 효과가 있었다고 생각되는데, 팔라티노스를 첨가할수록 표면의 경화가 진행되어 더욱 바삭하다고 느껴짐과 동시에 약간의 갈색으로 외관이 변색되어 패넌들의 입맛을 돋우었다고 생각한다. 빵의 씹힘성은 경도, 탄력성 및 응집성 등의 혼합작용에 의해 생성되는 특성이며 물성에 가장 영향을 미치는 인자로는 경도로, 경도가 낮을수록 씹힘성에 대한 기호도도 낮아진다고 보고한 바 있다(10). 설탕의 80%를 대체한 다쿠아즈는 감미도, 향미, 물성 그리고 색에 전반적으로 낮은 점수를 받았으며 설탕의 60%를 대체한 다쿠아즈는 감미도, 향미에서 설탕과 비슷한 점수를 받았다. 결론적으로 관능적으로는 설탕 첨가량의 40%를 대체한 다쿠아즈가 우수한 관능적 결과로 나타났다.

### 결론

팔라티노스는 다양한 생체 활성적 기능성을 보유하고 있음에도 탁상용 감미료나 몇 가지의 가공식품의 첨가물 이외에는 응용이 많이 이루어져 있지 못하다. 그 이유는 팔라티노스가 열처리 이후 제품에 유도되는 색깔의 변화

가 주된 이유였다. 그러나 오히려 본 연구를 통하여 얻은 결과는 팽창제를 이용한 제과, 제빵이 아닌 경우라면 관능적 욕구를 자극할 수 있는 적당한 갈색으로 유도할 수 있으며 제품의 표면을 바삭하게 경화시킬 수도 있어 기존의 설탕만을 이용한 제품만큼이나 혹은 그 이상의 관능적인 향상을 볼 수 있었다. 또한 머랭과 같은 거품의 형성에서 좀 더 단단하고 견고한 거품을 형성하여 열처리 이후에도 팽창력이 증진될 수 있는 가능성도 볼 수 있었다. 이와 같은 결과는 그동안 고열로 가열 처리해야 하는 식품군에 적용되기 힘들었던 팔라티노스의 가공적 단점이 장점으로 전환될 수 있는 잠재력이 있다고 할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. Popkin BM, Adair LS, Ng SW. 2012. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev* 70: 3-21.
2. Stanhope KL. 2012. Role of fructose-containing sugars in the epidemics of obesity and metabolic syndrome. *Annu Rev Med* 63: 329-343.
3. Bang SK, Son EJ, Kim HJ, Park S. 2013. Quality characteristics and glycemic index of oatmeal cookies made with artificial sweeteners. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 877-884.
4. Kim HA, Lee KH. 2012. Quality characteristics of Yanggeng made with various sweeteners. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 818-825.
5. Lee KA, Lee YJ, Ly SY. 1999. Effects of oligosaccharides on physical, sensory and textural characteristics of sponge cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 547-553.
6. Bertran GL. 1953. Studies on crust color. The importance of browning reaction in determining the crust color of bread. *Cereal Chem* 30: 127-132.
7. Lina BA, Jonker D, Kozianowski G. 2002. Isomaltulose (Palatinose): A review of biological and toxicological studies. *Food Chem Toxicol* 40: 1375-1381.
8. Kim WM, Kim MK, Byun MW, Lee GH. 2012. Physical and sensory characteristics of bread prepared by substituting sugar with yacon concentrate. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1288-1293.
9. Roels SP, Cleemput G, Vandewalle X. 1993. Bread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. *Cereal Chem* 70: 318-323.
10. Koh WB, Nor WS. 1997. Effect of sugar particle size and level on cookie spread. *J East Asian Soc Dietary Life* 7: 159-165.