

식품업체 동향

알룰로스의 당류 저감 효과 및 응용

홍세라¹ · 이영은^{1*} · 이현화²¹삼양사 소재마케팅팀²삼양사 식품바이오연구소

Allulose, 차세대를 선도하는 건강한 감미료

인구 고령화 및 의학 기술의 발전으로 기대 수명이 늘면서 건강에 대한 관심이 지속 증가해 오고 있다. 특히 코로나19 확산 이후 건강에 대한 관심은 더더욱 증가하였다.

우크라이나 사태 및 인플레이션으로 인한 경기침체에도 불구하고 건강기능식품 시장은 매년 지속 성장하고 있으며, 특히 2020년 말 일반식품에도 건강 기능성을 표시할 수 있는 일반식품 기능성 표시제가 시행됨에 따라서 많은 식품회사가 관련 제품 출시를 준비하고 있다.

이러한 건강 트렌드와 더불어 포스트 코로나 시대로 접어들면서 외모와 다이어트에 관한 관심은 증가하고 있으며 관련해서 당류 저감화 트렌드는 더욱 강화되고 있다. 기존에 당류 저감과 관련된 소재들에는 고감미료나 당알코올 등이 있었지만 최근에는 알룰로스가 당류 저감 최적 소재로서 주목받고 있다. 알룰로스는 국내에서 제로 칼로리로 인정받았고 미국식품의약국(FDA) 2019년 발표에서 기존 당류 대체품 중 최초로 총설탕량(Total sugars) 및 첨가당(Added sugars) 의무 표기에서 제외된 바 있다. 특히 칼로리 제로 수준의 여러 감미료가 모두 식품첨가물인 반면에 알룰로스는 유일한 일반식품 원료이고 여러 식품 카테고리에서 당류 저감 최적 소재로 사용될 수 있음이 밝혀지고 있다. 본 과에서는 이러한 알룰로스의 당류 저감 효과 및 식품 카테고리별 활용 방안에 대해 소개하고자 한다.

알룰로스

알룰로스는 무화과, 포도 등에 들어 있는 단맛 성분으로 설탕과 비슷한 단맛을 내면서 칼로리는 '제로' 수준이어서 최적의 차세대 감미료로 불린다. 자연계에 극히 적은 양이 존재하는 희소당이지만 효소기술을 이용하면 대량 생산이 가능하다. 분자 구조는 과당의 3번째 탄소의 OH기 위치가 바뀐 과당의 에피머이고, 구조는 과당과 유사해 가공식품에 알룰로스를 적용하면 과당과 유사한 특성을 보인다(그림 1).

삼양사는 독자적으로 개발한 효소 기술을 활용해 알룰로스 상업화에 성공했고, 국내 알룰로스 시장에서 높은 점유율을 보인다. 식품의약품안전처에서 알룰로스는 조건 없이 사용할 수 있는 '식품원료'로 분류하고 있어 '식품첨가물'인 에리스리톨, 스테비올 배당체, 수크랄로스 등 타 제로 칼로리 수준 감미료와 비교해 알룰로스는 보다 자유롭게 사용할 수 있다.



그림 1. 알룰로스의 구조적 특징.

당류 저감 트렌드(국내/해외)

‘당류 저감화’는 국내외 트렌드에 빠지지 않고 언급되며 정부 부처, 소비자, 제조업체 등 전 분야에서 관심을 가진다.

글로벌 트렌드를 보면 설탕세(Sugar Tax)가 여러 국가에서 시행되고 있다. 설탕세는 당류 섭취를 제한하기 위해서 국가가 도입하는 세금으로, 이를 통해 국민 건강을 증진시켜 사회적 비용 감소를 목적으로 시행하고 있다. 결과적으로 설탕세가 부과되면 제품 가격이 상승하게 되고, 이 제도는 현재 기준으로 미국의 8개 주·멕시코·영국·프랑스·스페인·포르투갈·인도·태국 등 전 세계 50여 개국에서 도입되어 운영되고 있다. 또한 세금 이외에 식품의 라벨 내 설탕 함량을 강조하기 위한 표시를 도입하는 국가도 늘어나고 있다. 영국, 아일랜드, 싱가포르 등은 단순 표시가 아닌 신호등 같은 색상, ABCD 같은 등급으로 소비자가 식별하기 쉽게 표시하고 있고, 칠레에서는 경고 문구를 마크(Front of package Warning label)로 만들어 사용하고 있다(그림 2).

유로모니터에서 조사한 2021년 가공식품, 신선식품, 음료 카테고리에 적용된 health claim top 5 자료에 따르면 No sugar, No added sugar claim이 상위 순위를 차지하고 있고, 당류 저감 제품에 대한 수요가 계속 증가할 것을 예상할 수 있다(그림 3).

이러한 당류 저감화와 관련한 변화는 국내에서도 확인할 수 있다. 식품의약품안전처에서 2021년 11월 설탕 무첨가/무가당 기준을 개정했고, 2020년 12월부터 시행된 일반식품의 기능성 표시제도에서도 일부 기능성 소재는 저당



〈설탕세 도입 국가 현황〉

그림 2. 당류 저감화를 위한 글로벌 정부의 노력. 출처: rabobank, 각국 FDA.

Top 5 Health Claims in the World by Industry in 2021

% of Total SKU Count

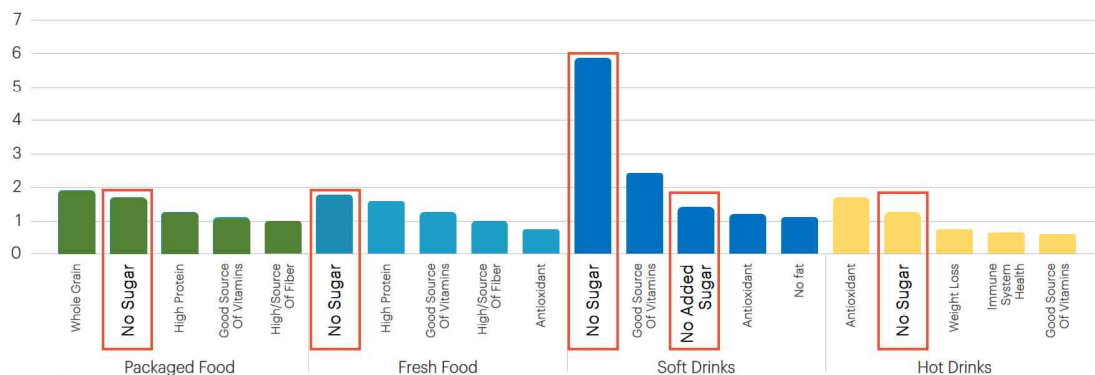


그림 3. 2021 글로벌 식품업체의 Health 관련 클레임 표기 SKU 비율. 출처: Euromonitor database.

기준을 충족해야 하는 기준을 설정하는 등 당류 저감화와 관련된 정책이 발표되고 있다.

식품의약품안전처의 2021년 소비자(2,147명) 인식 조사 결과 응답자의 85.7%는 당류가 많은 식품의 섭취나 구매 횟수를 줄일 의향이 있고, 응답자 89.9%는 당류 저감 제품의 구매 의향이 있다고 답변했음을 통해 당류 저감 제품을 찾는 국내 소비자가 증가 추세임을 확인할 수 있다.

정책 변화와 소비자 수요에 발맞추어 식품업계도 당류 저감화 신제품의 출시가 지속 증가 및 다양화되고 있다. Innova Database, Innova Market Insights 자료에 따르면 2017년에는 유제품이 국내 당류 저감 제품 시장의 50% 이상을 차지했지만, 2021년의 주요 카테고리는 음료, 당과류, 유제품 순으로 높은 비중을 차지하며 적용 제품의 영역이 확장되었고, 당류 저감화 트렌드는 더 확고하게 성장할 것으로 예상된다.

당류 저감화 제품 개발 시 고려할 점

당류 저감화 콘셉트로 제품을 개발하고자 할 때 다양한 부분을 함께 생각해야 한다. 여러 가지 요소 중 가장 중요하게 생각되는 4가지는 맛(감미도, 감미질 등), 텍스처(점도, 바디감, 마우스펠 등), 라벨 표기(칼로리, 당류 함량, 원재료명 표기 등), 단가이다.

특히 맛과 물성 부분은 소비자들이 익숙하게 느끼는 기존 제품의 맛과 물성에 대해 차이가 작으면서도 당류 함량은 줄일 수 있어야 한다. 그리고 라벨 내 표기도 중요한 요소인데, 제품 구매 시 라벨을 확인하는 소비자들이 늘어나고 있고, 사용된 원료에 대해서도 관심이 높아지기 때문에 표시사항도 중요한 요소로 고려해야 한다. 마지막으로 식품을 제조하는 사람은 앞선 세 가지 요소를 충족하더라도 원가가 높아지면 사용이 쉽지 않아 대체하는 원료의 가격 또한 고려해야 하는 중요한 사항이다. 또한 추가로 대체하는 원료가 식품 가공 시 다양한 조건에서 안정성을 가지는지, 품질 변화는 없는지, 사용이 편리한지 등도 고려해야 한다. 이에 기존 설탕, 액상과당을 대체할 수 있는 여러 당류 저감 소재들과 고려해야 할 중요한 요소 몇 가지를 소개하고자 한다.

일반적인 당류 저감 소재로 쉽게 떠올릴 수 있는 고감미 감미료는 감미도가 보통 설탕의 수백 배(200~300배 이상)로서 희석해서 사용하기 때문에 설탕과 비교하면 바디감이 많이 떨어지고 단맛도 뒤에 끌리고 쓴맛이 느껴지는 특징을 보인다. 그에 비해 프락토올리고당, 알룰로스, 에리스리톨은 단맛 강도는 조금 떨어지지만, 바디감, 단맛 끌림, 쓴맛 끌림, 청량감 등은 비교적 유사한 것을 확인할 수 있다. 각 소재들의 관능적인 요소를 단편적으로도 비교했지만 실제로 섭취하였을 때 입안에서 느낄 수 있는 시간별 변화에 대해서도 실험을 진행해 보았다. 앞선 소재들의 농도 조건과 동일하게 실험을 진행하였고, 그 결과 설탕과 액상과당은 유사한 프로파일을 가졌고, 알룰로스는 섭취 초반에 강하게 치고 올라오는 단맛이 있지만 비교적 빨리 끊기는 단맛을 가지고 있고, 스테비올 배당체는 단맛이 천천히 상승하면서 후미에 끌리는 단맛을 가지고 있다.

이와 같은 실험에서 확인할 수 있듯이, 당류 저감 소재를 선정할 때 한 가지 소재만을 이용해서 기존에 사용하고 있는 당류를 대체하는 것에는 관능적으로 차이를 크게 느낄 수가 있기 때문에 여러 가지 소재들을 서로 조합해서 사용하는 것이 필요하고, 실제 조합 테스트 진행 시 알룰로스와 스테비올 배당체를 함께 사용하면 당류 함량도 낮고 칼로리도 낮아지면서, 설탕과 유사한 감미 프로파일도 구현이 가능하였다.

또한, 라벨 내의 표시사항에 대해서도 소비자들이 민감하고 관심이 높아, 식품제조업체들이 꼭 신경을 써야 하는 부분 중의 하나이다. 알룰로스는 식품 원료이기 때문에 원재료명 표기 시 제품명 또는 식품의 유형만 표기가 가능하다. 당알코올의 한 종류인 에리스리톨은 당알코올 주의 문구인 '당알코올을 함유하고 있어, 과량 섭취 시 설사를 일으킬 수 있습니다.'를 필수적으로 포함해야 하고, 합성 고감미 감미료인 수크랄로스는 그 용도인 '감미료'를 함께 표기해야 한다. 따라서 알룰로스는 식품 라벨상 이점으로 사용하기에 좋은 당류 저감화 소재이다.

설탕을 대체할 수 있는 각 소재들을 비교할 때, 알룰로스는 설탕 대비 단맛 강도는 약간 낮지만(70%), 라벨 표시에는 더 강점이 있다. 고감미 감미료는 맛과 물성 부분은 설탕과 차이가 크기 때문에 현저히 낮지만, 소량 써도 된다는 강점으로 인해 가격적인 이점은 더 있다. 이 같은 요소들을 종합적으로 평가하였을 때 알룰로스는 설탕을 대

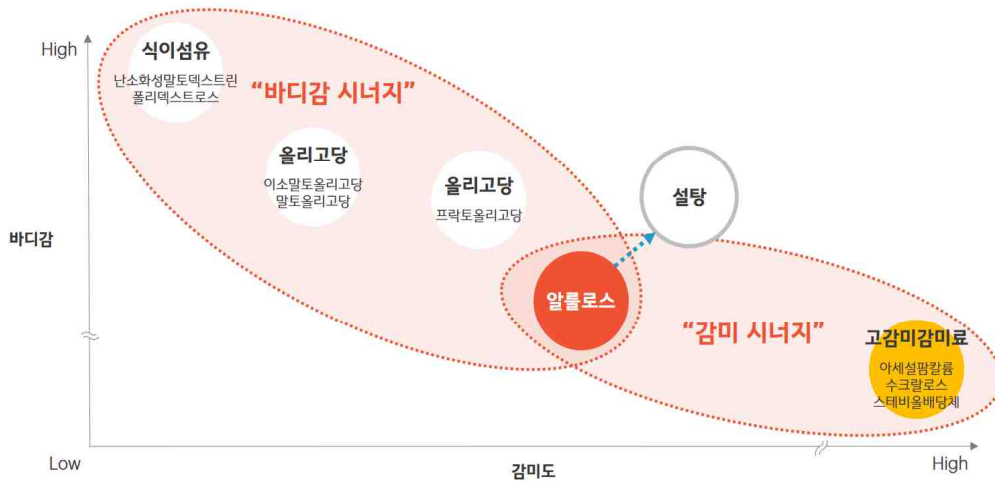


그림 4. 삼양사 당류 저감 시너지 소재.

채하기 좋은 소재 중 하나로 판단된다.

알룰로스를 중심으로 사용하면서도 시너지가 날 수 있는 삼양사의 소재에 대해서는 설탕 대비 당류 함량이 낮으면서 바디감을 줄 수 있는 이소말토올리고당, 말토올리고당류와 식이섬유인 난소화성말토덱스트린, 폴리덱스트로스가 있고, 설탕과 유사한 감미질을 가지면서 바디감을 보완할 수 있는 프락토올리고당이 있다.

또한 부족한 감미를 채우기 위해서는 고감미 감미료인 스테비를 배당체, 아세설팜 칼륨, 수크랄로스를 함께 사용하면 감미 시너지도 날 수 있다. 이렇게 알룰로스를 포함한 소재들을 잘 조합한다면, 설탕과 유사하지만, 당류 함량은 낮은 배합을 찾을 수 있게 된다(그림 4).

식품 카테고리별 알룰로스 적용 특성

알룰로스 함유 음료의 제조 및 물성

음료에서 당류의 사용 목적은 일차적으로 단맛을 부여하기 위함이며, 감미의 특성에 따라 적용하는 소재가 달라질 수 있다. 또한, 당류는 바디감을 부여하여 흐름성이나 목넘김감을 향상시켜준다. 그리고 음료는 유통기한 내에 품질 안정성을 확보하기 위해 고온에서 열처리하게 되므로 적용되는 소재는 열, 산 및 갈변 안정성 등이 요구된다.

탄산음료: 글로벌 탄산음료 시장에서 Low sugar · No sugar · No added sugar 제품의 시장 규모는 2016년 이후 꾸준히 성장하고 있고, 2022년 기준 전체 탄산음료 시장에서 약 20%의 비중을 차지한다(그림 5). Zero sugar · Zero calorie 탄산음료에 사용하는 감미 소재로 알룰로스를 사용하면 설탕과 액상과당을 적용한 대조구와 유사한 풍미를 가진 당류 0 g, 0 kcal 탄산음료를 제조할 수 있다. 이렇게 제조한 탄산음료는 설탕과 액상과당을 적용한 자체 제작 대조구 대비 가볍고 청량한 느낌으로 제조가 가

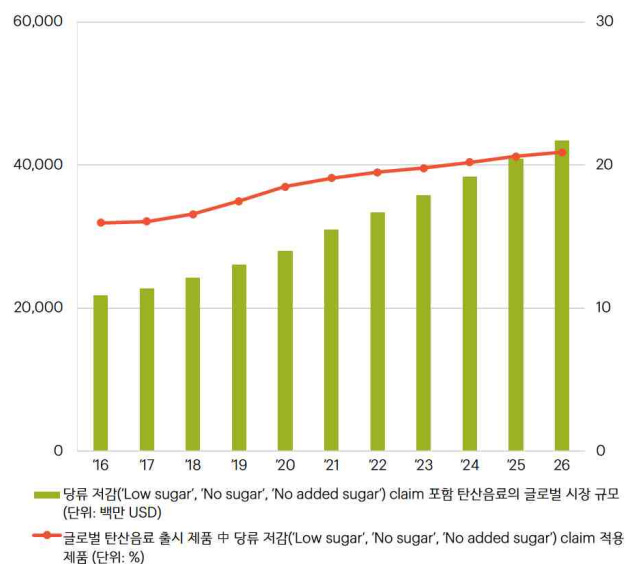


그림 5. 당류 저감 표기 적용 탄산음료의 글로벌 시장 현황.

출처: Euromonitor database.

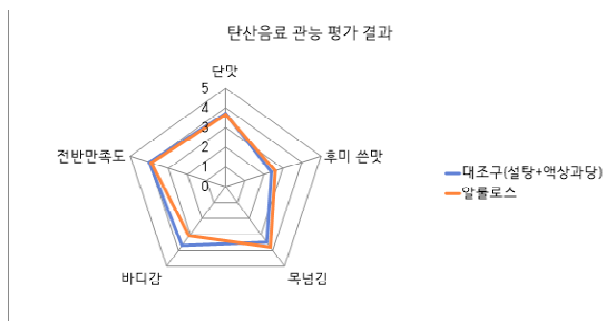


그림 6. 대조구(설탕+액상과당), 알룰로스 적용 시 탄산음료 관능평가 결과. 출처: 삼양사 Specialty 홈페이지, <https://www.samyangspecialty.com/kr/product/category/beverage-alcohol>

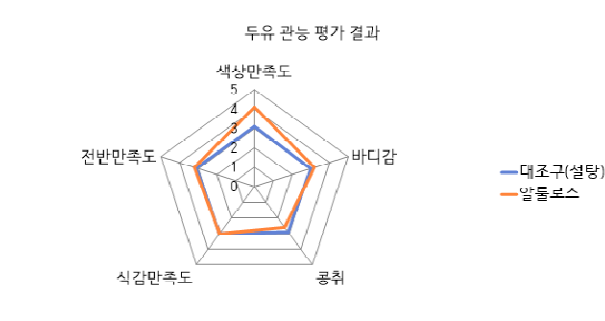


그림 7. 대조구(설탕), 알룰로스 적용 시 두유 관능평가 결과. 출처: 삼양사 Specialty 홈페이지, <https://www.samyangspecialty.com/kr/product/category/beverage-alcohol>

능하다(그림 6). 또한 알룰로스는 갈변 안정성을 가져 투명성을 요하는 탄산음료 제품을 장시간 유통 보관하여도 품질에 이상이 없다.

단백질 음료 및 두유: 최근 들어 식품업계 전반에 단백질을 적용한 제품이 활발하게 출시되고 있는데 단백질 식품 시장 규모의 대부분을 단백질 음료가 차지하고 있다. 단백질 음료와 두유는 원료 자체가 주는 향과 텁텁한 맛을 마스킹하고, 음료의 부드러운 목넘김감과 유통 안정성을 위해 원료가 안정적으로 유화되는 것이 중요하다. 알룰로스를 두유에 적용했을 때, 음료의 유화능을 높여주어 층 분리 현상이 거의 나타나지 않는 것을 확인할 수 있었다(그림 7, 8).

알룰로스 함유 소스/잼의 제조 및 물성

‘2021 가공식품 세분시장 현황-소스류’에 따르면 소스류 원료별 사용량 중 당류 함량은 주원료 133,455톤 기준 40,757톤으로 약 30.6%를 차지한다(표 1). 이에 따라 식품 제조업체들도 기존에 사용 중인 당류를 대체할 수 있는 다양한 저당 소재를 활용해 제품을 개발하고 있는데, Innova Database, Innova Market Insights에 따르면 당류, 칼로리 저감 표기를 포함한 소스류의 글로벌 신제품 출시 비중이 2017년도 3.2%에서 2021년도 3.9%로 증가했다.

소스 및 드레싱: 마요네즈의 당류 함량은 대부분 설탕으로부터 오는 것인데 알룰로스로 이를 대체해 마요네즈를 제조할 수 있다. 내부 관능 테스트 결과 알룰로스 적용 시 마요네즈의 풍미는 설탕 사용 시와 유사한 정도를 유지할 수 있었으며, 입안에서 느껴지는 부드러움은 증가했다. 또한, 유화안정성이 높아져 보관·유통 중에 보형성을 유지하고, 유분리 현상을 막을 수 있다(그림 9). 드레싱은 소스류 중에서 적지 않는 당류가 함유되어 있는

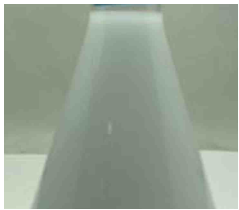
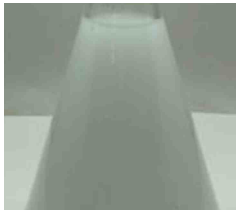
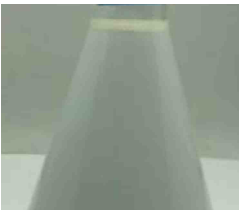
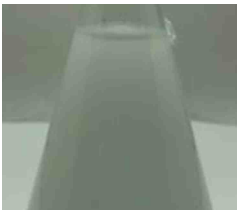
기간(일)	대조구(설탕)	알룰로스
0		
7		

그림 8. 두유에 대조구(설탕), 알룰로스 적용 시 유화안정성 결과. 출처: 등록특허공보(B1) 10-2326587-0000 (2021.11.09.) “공취가 감소된 저칼로리 두유”.

표 1. 소스류 원료별 사용량

식품 원료	주원료 사용량	
	총사용량(ton)	전체 대비 사용 비중(%)
백설탕	14,712	11.0
갈색설탕	1,575	1.2
포도당류	775	0.6
과당류	6,698	5.0
올리고당류	490	0.4
물엿	16,362	12.3
전분당	145	0.1
기타	92,698	69.4
전체	133,455	100.0

출처: 2021 가공식품 세분시장 현황-소스류, 식품의약품안전처, 2021.

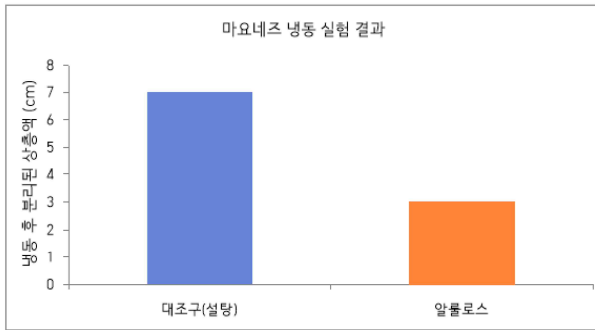


그림 9. 72시간 경과 시, 대조구(설탕), 알룰로스 적용 마요네즈 중 유지 분리(%). 출처: 삼양사 Specialty 홈페이지, <https://www.samyangspecialty.com/kr/product/category/sauce-syrup>.

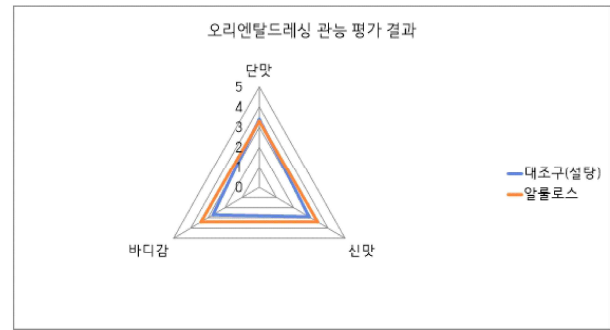


그림 10. 대조구(설탕), 알룰로스 적용 오리엔탈 드레싱 관능평가 결과. 출처: 삼양사 Specialty 홈페이지, <https://www.samyangspecialty.com/kr/product/category/sauce-syrup>.

데, 설탕을 대체해 알룰로스를 이용하면 Low sugar·Low calorie 표기가 가능한 오리엔탈 드레싱을 제조할 수 있을 뿐만 아니라 설탕을 사용해 만든 자체 제작한 대조구와 유사한 풍미 패턴의 구현이 가능했다(그림 10).

잼: 알룰로스와 에리스리톨을 적용하면 설탕을 대체해 잼을 제조할 수 있는데, 과일 원물에서 유래하는 당류가 있기 때문에 100 g 기준 4.8 g의 당류를 함유한 Low sugar·Low calorie 잼을 제조할 수 있다. 또한, 알룰로스를 사용한 잼은 설탕을 사용해 만든 대조구 대비 부드러운 식감을 가지고 과일의 풋내가 감소했다(그림 11). 내부 실험 결과 알룰로스는 대부분의 식음료에 사용되는 향료를 부스팅 하거나 마스킹하는 효과가 있었다. 과일이나 바닐라향에 적용 시에는 향을 강하게 만들어주는 부스팅 효과가 있는 반면, 커피에 적용했을 때는 커피의 이취를 마스킹하여 뒷맛이 깔끔해지고 전반적으로 조화로운 커피향을 느낄 수 있었다(표 2).

알룰로스 함유 당과/제과의 제조 및 물성

2021년 전 세계 식품 카테고리별 당류 사용량 데이터를 확인하면 탄산음료 다음으로 당과류(젤리), 제빵·제과류의 당류 사용량이 많은 것을 알 수 있다. 특히 당과류 시장에서 당류 저감 표기를 포함한 신제품의 출시 비율은 2019년도 5.9%에서 2021년도 8.1%로 증가하였다(그림 12). 당과 및 제과 분야는 간식, 디저트, 식사대용으로 섭취할 수 있는 시리얼 바, 소프트 쿠키, 컵케이크, 초콜릿, 젤리류 등이

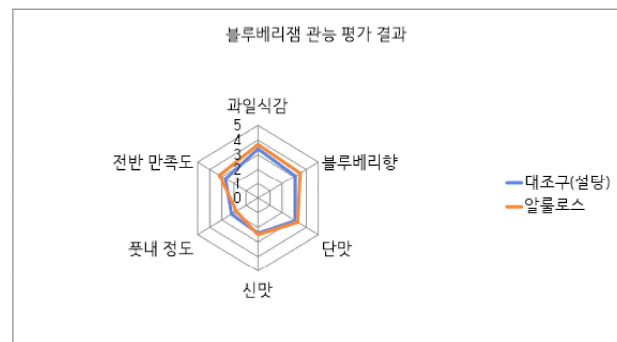


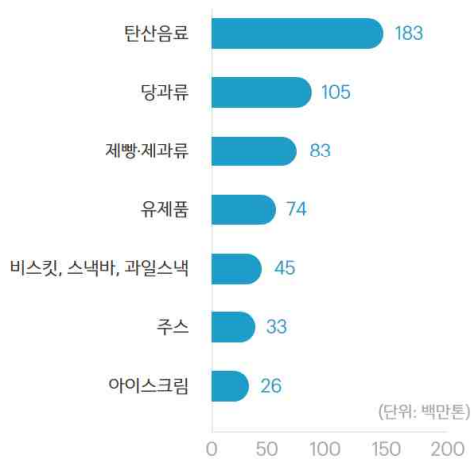
그림 11. 대조구(설탕), 알룰로스 적용 블루베리 잼의 관능평가 결과. 출처: 삼양사 Specialty 홈페이지, <https://www.samyangspecialty.com/kr/product/category/spread>.

표 2. 알룰로스 향료 부스팅/마스킹 결과

	구분 ¹⁾	정제수	1.0% ²⁾		1.5% ²⁾		비 고
			알룰로스	설탕	알룰로스	설탕	
Flavor ↑	오렌지(Orange)	++	+++	++	++++	+++	과일향 ↑ (Fruit flavor·Smooth flavor ↑)
	사과(Apple)	+	++	+	+++	++	
	바닐라크림 (Vanilla)	+	++	+	+++	++	바닐라향·깔끔한 후미 ↑ (Vanilla flavor·Clear/Clean residual flavor ↑)
Off-flavor ↓	커피(Malty)	+++	++	+++	+	++	커피 이취 ↓ 감미와 조화로운 커피향·깔끔한 후미 ↑ (Coffee off-flavor(Malty, Earthy) ↓, Harmony·Clear/Clean residual flavor ↑)
	커피(Earthy)	+	+	+	-	+	

¹⁾0.2% 향. ²⁾알룰로스 수용액 기준(동일한 감미 강도에 상응하는 설탕 수용액 사용).

< 전세계 카테고리 별 당류 사용량(2021) >



< 카테고리 별 무당/저당/무가당 신제품 비율(2021) >

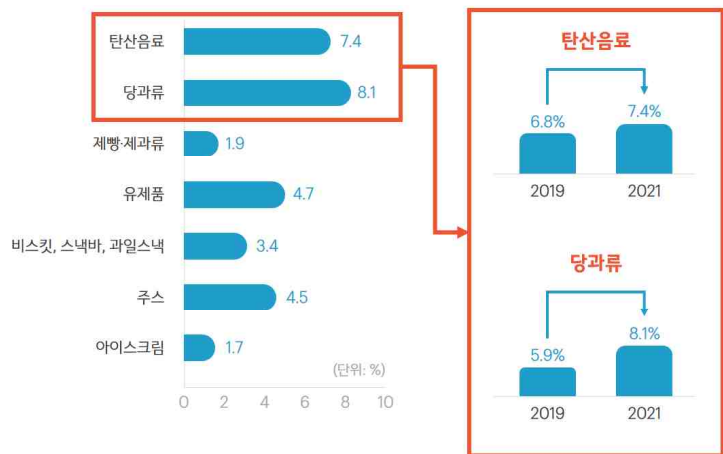
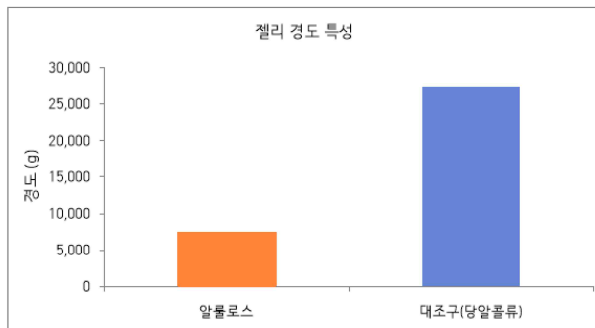
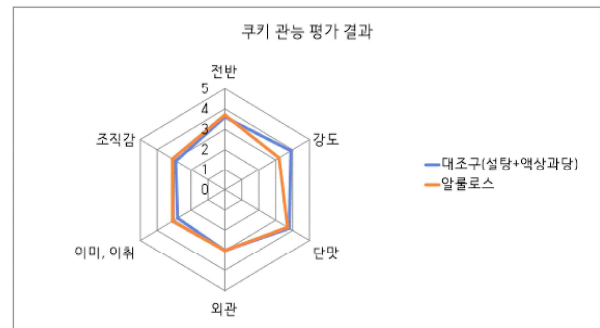


그림 12. 전 세계 식품 카테고리별 당류 사용량(2021)과 당류 저감 표기 포함 신제품 출시 비율(2021). 출처: Euromonitor database.

그림 13. 대조구(당알코올류), 알룰로스 적용 젤리의 경도 특성. 출처: 삼양사 Specialty 홈페이지, <https://www.samyangspecialty.com/kr/product/category/confectionary>.그림 14. 대조구(설탕+액상과당), 알룰로스 적용 쿠키 관능평가 결과. 출처: 삼양사 Specialty 홈페이지, <https://www.samyangspecialty.com/kr/product/category/Snack-bakery>.

포함된다. 이 제품군은 주로 달콤한 맛이 많이 나기 때문에 일반적으로 소비자들이 당류 함량과 칼로리가 높다고 인식하고 있고, 최근 당류 저감 및 저칼로리 제품을 선호하는 소비자가 늘어나는 추세이다.

당과류(젤리): 젤리에는 특히 많은 양의 설탕과 물엿을 사용하는데 알룰로스와 당알코올(말티톨, 폴리글리시톨시럽)을 사용해 Zero sugar·Reduced calorie 젤리를 제조할 수 있다. 이렇게 제조한 젤리는 알룰로스로 인해 경도가 낮고 식감이 부드러운 특징을 보이며 또한 성형 공정 중 tailing 현상도 감소하는 이화학적 효과도 있다(그림 13).

제과: 주로 백설탕과 액상과당을 사용해 만드는 소프트 쿠키를 알룰로스와 말티톨로 대체해 제조하면 쿠키의 수분 함량이 증가해 식감이 부드러워지고, 미생물 안전성에 중요한 요소인 수분 활성도는 낮아진다. 쿠키의 보습성이 낮아지면 부스러짐이 나타날 수 있는데, 알룰로스는 경시에 따른 조직감의 변화가 거의 없고, 부스러기도 적은 우수한 품질의 쿠키를 제조할 수 있다(그림 14).

당류 저감 솔루션 방법 제안

삼양사에서 제안하는 당류 저감화 단계는 크게 세 단계로 나눌 수 있다.

첫 번째는 컨셉 설정이다. '당류 무, 저당, 칼로리 무, 저칼로리, 라이트 표시 등' 법적인 표시 기준에 맞게 설계

해야 하므로 어떠한 컨셉으로 제품을 만들지 결정해야 한다.

두 번째는 컨셉 설정에 맞게 소재를 선택하여 감미, 물성 등을 보정하는 단계이고, 이 단계에서 가장 많은 시간이 소요된다.

마지막 세 번째 단계에는 제품이 컨셉에 맞게 잘 개발되어 법적 기준에 적합한 지 영양성분을 확인하고, 시생산을 통해 저장성 테스트 및 규격 등을 설정한다.

삼양사 식품바이오연구소 솔루션센터에서는 당류 저감화 솔루션 제공을 위해 고객사와 세 단계를 모두 실질적으로 수행하고 있어, 다양한 식품 카테고리나 컨셉에 맞는 레시피 및 이화학적 특성 연구를 통한 솔루션 제공이 가능하다. 삼양사의 솔루션과 함께 소비자에게 ‘건강한 즐거움’을 주는 제품을 선보일 새로운 기회를 모색하길 기대한다.
