

고감미도 감미료(High Intensity Sweeteners)를 이용한 당류저감화

Reducing sugar content in processed foods using high intensity sweeteners

한태철*, 서일, 임혜진, 기민지

Tae-Chul Han*, Il-Seo, Hye-Jin Lim, and Min-Ji Kih

㈜삼양사 식품연구소

Samyang Corp. Food R&D Center

Abstract

Recently, due to the cognition that obesity is the cause of adult diseases, interests of consumers in low-sugar and low-calorie foods are growing more and more. While various policies are being implemented to reduce sugar contents in processed foods, the reduced sweetness caused by lesser sugar content is complemented by using high-intensity sweeteners. Some of the typical high-intensity sweeteners are sucralose, aspartame, acesulfame potassium and stevia, etc. Since the relative sweetness degree, sweetness profile, and physical properties of these sweeteners should be different from one another, it is important that all these characteristics are well-understood before applying them. Thus, the objective of this study is to introduce the properties

and applications of high-intensity sweeteners in order to reduce sugar content of processed foods.

Key words : high intensity sweeteners, sugars reduction, sucralose, aspartame, acesulfame potassium, stevia

서론

최근 비만이 여러 성인병의 근원이라는 사회적 인식이 대두되면서 당류 저감 식품, 저칼로리 식품에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있으며 이러한 식품을 제조하기에 적합한 식품소재의 개발도 활발히 이루어지고 있다.

특히, 사용량 및 열량의 매우 많은 부분을 차지하고 있는 일반 당류들이 고감미도 감미료 소재로

* Corresponding Author: Tae-Chul Han
Samyang Corp. 295 Pangyo-ro, Bundang-gu,
Seongnam-si, Gyenggi-do 13488, Korea
Tel: +82-2-2157-9729
Fax: +82-2-2157-9069
E-mail: taechul.han@samyang.com

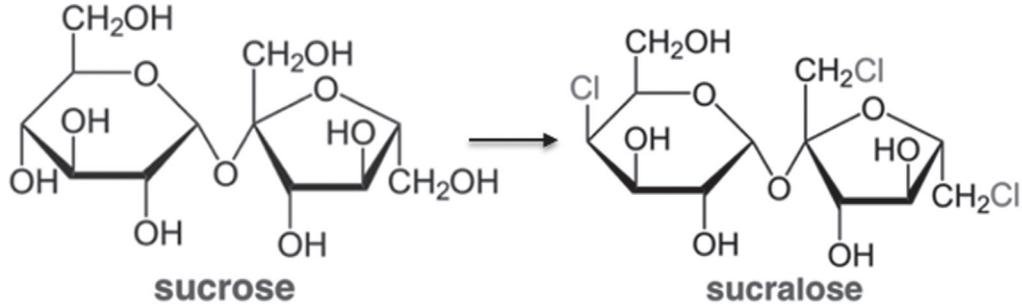


그림 1. 설탕으로부터 수크랄로스의 전환

대체되면서 그 수요가 증가하고 있는 추세이다.

우리나라에서는 식품의약품안전처에서 '07년 주요식품으로 음료, 커피, 아이스크림에 당류 영양표시를 의무화 했고, '11년 어린이기호식품에 당류 함량 색상 및 모양 표시를 권고하였다. 또한 당류 함량 기준 초과 시 어린이 기호식품 판매 및 TV 광고를 제한하는 등 당류함량을 낮추기 위한 정책을 추진하였으며, 이에 제조업체에서는 당류함량을 낮추기 위해 고감미도 감미료를 선택 사용함으로써 그 수요가 증가하고 있다.

식품의약품안전처에서 발표한 제1차('16~'20) 당류저감 종합계획에서 당류 과잉섭취는 국민 건강을 위협하고 과도한 사회비용을 야기하며 국민의 당류 섭취량이 증가하고 있다는 점을 우려하고 있다(1). 이에 선제적인 관리가 필요하여 가공식품 등에 첨가된 당(첨가당)의 섭취량을 총 섭취열량 대비 10% 이내로 관리하는 것을 목표로 하고 있다. 이에 따라 제조업체에서는 당류 함량이 낮아짐에 따라 부족한 감미를 맞추기 위해 고감미도 감미료 선택이 불가피할 것으로 보이며 그 수요가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

본론

1. 고감미도 감미료의 개요

전 세계적으로 사용되고 있는 주요 고감미도

감미료는 아스파르트산(aspartic acid)과 페닐알라닌(L-phenylalanine)의 디펩타이드(dipeptide)인 아스파탐(aspartame), 국화과에 속하는 다년초인 스테비아(*Stevia rebaudiana*)로부터 추출된 스테비오사이드(stevioside), 설탕으로부터 제조된 수크랄로스(sucralose), 삭카린(saccharin) 그리고 케톤류, β-디케톤류 등으로부터 합성된 아세설팜칼륨(acesulfame potassium) 등이 있다.

고감미도 감미료는 각각의 특성, 특히 안정성(stability), 감미도(sweetness), 향프로파일(flavor profile), 용해도(solubility) 등 물리적·화학적 그리고 관능적 특성에 의하여 선택적으로 사용되어야 하는데 현재 국내에서 허가되어 있는 소재만으로는 날로 다양해져가는 소비자의 욕구를 만족시킬 수 있는 제품 개발에 한계가 있다.

2. 고감미도 감미료의 특징

2.1 수크랄로스

수크랄로스(그림 1)는 영국 “테이트 앤 라일(Tate & Lyle)”사에서 1976년 개발한 고품질의 저칼로리 감미료로서 탄산음료에서 베이커리 제품까지 광범위한 식품에 적용 가능한 감미료이다.

2.1.1 수크랄로스의 특징

수크랄로스는 설탕으로부터 만들어지며 설탕



에 비해 약 600배의 감미도와 설탕과 유사한 감미 특성을 갖는다(2).

수크랄로스에는 열에 매우 안정적이므로 초고온 살균, 저온살균, 베이킹과 같은 고온처리 식품의 가공에서도 감미가 그대로 유지된다. 또한 낮은 pH에서 장기 보관되는 식품에서도 높은 안정성을 나타내며 무 칼로리(non-caloric)이고 충치를 발생시키지 않는다(3).

수크랄로스는 15년에 걸쳐 엄격하고 광범위한 안정성 평가 프로그램을 거쳤다. 약 100여 개에 이르는 안정성 관련 자료는 수크랄로스가 인체에 매우 안전하다는 것을 입증한다. 환경 관련 연구에서도 수크랄로스가 수질오염 등 생물계에서 비독성이라는 것이 입증되었다.

수크랄로스는 결정성 분말 형태로 판매되며 저온에서도 물에 매우 잘 녹으며 대부분의 식품류에서 빠르게 혼입된다. 수크랄로스는 펄핑이나 혼합의 공정에서 과도한 거품을 발생시키지 않는다.

또한 우수한 안정성과 고품질의 단맛을 가지고 있어 탄산음료, 알코올음료, 유음료, 유가공품, 제과, 과일 및 야채통조림, 시리얼, 피클과 소스, 잼류, 츄잉껌 등 다양한 분야에 적용이 가능하다.

2.1.2 ADI(1일섭취허용량) 및 대사과정

수크랄로스의 1일섭취허용량(ADI)은 5 mg/kg이며 적당한 양의 섭취는 안전하나 과잉 섭취 시에는 설사나 위장장애의 우려가 있다. 하지만 수크랄로스는 극소량으로도 감미를 부여하기 때문에 1일섭취허용량을 초과하려면 수십여 개의 음료를 마셔야 한다.

수크랄로스는 체내에서 설탕처럼 대사되지 않고 바로 배출되기 때문에 열량이 없다. 섭취된 수크랄로스는 대부분 체외로 배출되나 2% 가량은 흡수되어 혈관을 통과한 뒤 최종적으로 소변으로 배출된다.

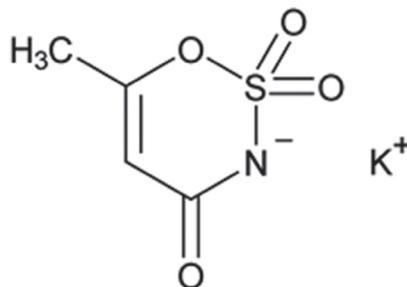


그림 2. 아세설팜칼륨

2.2 아세설팜칼륨

아세설팜칼륨은 1967년 독일 Hoechst사의 연구원인 Karl Claus에 의해 아세설팜칼륨이라는 새로운 화합물이 있다는 것을 우연히 발견함으로써 탄생하였다(그림 2). 오랜 기간에 걸쳐 조사 연구한 결과, 아세설팜칼륨이 높은 감미도와 산뜻한 감미질 뿐만 아니라 인체에 안전하여 식품에 사용하기에 아주 적합함 감미료라고 확신하였지만 1980년 이전에는 명확하지 않았다.

이를 위해 수년 동안 안정성 평가가 여러 국제 기관에 의해 이루어졌으며 한국에서는 2000년 7월 식품의약품안전처에 의해 신규 식품첨가물로써 지정 받은 바 있다.

무칼로리이며, 온도나 pH, 보존안정성 또한 취급하기 용이한 점의 특성을 지녀 오늘날의 대표적인 감미료가 되었다.

세계 100개 국 이상의 나라에서 인정되어 4,000개 이상의 제품에 단독으로 혹은 타 감미료와 혼합하여 사용되고 있으며 우수한 맛을 지닌 감미를 시장에 제공하고 있다.

2.2.1 아세설팜칼륨 특징

아세설팜칼륨은 낮은 농도에서 높은 감미를 나타내는 무칼로리 감미료로서 설탕에 비해 약 200배의 감미도를 가지고 있다. 산, 알칼리, 고온에서 안정하여 음료에서부터 유제품, 츄잉껌 등의 광범위한 분야에 우수한 감미질과 용이하다는

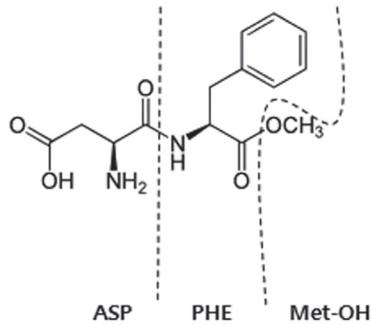


그림 3. 아스파탐의 화학구조

점에서도 세계 각국에서 호평을 받고 있다.

2.2.2 ADI(1일 섭취허용량) 및 대사과정

아세설팜칼륨의 1일섭취허용량(ADI)은 32.8 mg/kg이며 체내에서 대사되지 않고 바로 배출되어 안전한 감미료로 알려져 있으며 설탕 대비 매우 소량 사용되기 때문에 ADI보다 많은 양을 섭취하기는 어려워 과다복용에 따른 부작용 발생되기는 어려울 것으로 보인다.

2.3 아스파탐

아스파탐(그림 3)은 1965년 미국 화학자 J.M. 슐레터에 의해 우연히 분비 호르몬인 가스트린(gastrin)의 연구 중에 발견되었으며, 100개 이상의 과학적인 연구가 실시 검토 후에 1981년 FDA에서 승인하였고, 1983년 8월 일본 후생성(厚生省)의 식품첨가물 지정을 받아 일본 국내에서 판매되기 시작하여 현재 세계 120여 개국에서 식품·음료·제약 등 여러 분야의 첨가물로 사용되고 있다.

2.3.1 아스파탐의 특징

아스파탐의 가장 큰 특징은 쓴맛이 없고 깔끔한 감미질을 갖는다는 것이다. 설탕에 비해 약 180~220배의 단맛을 내고 칼로리는 설탕과 같이 4 Kcal/g이다. 적은 양의 사용으로도 단맛을 내기

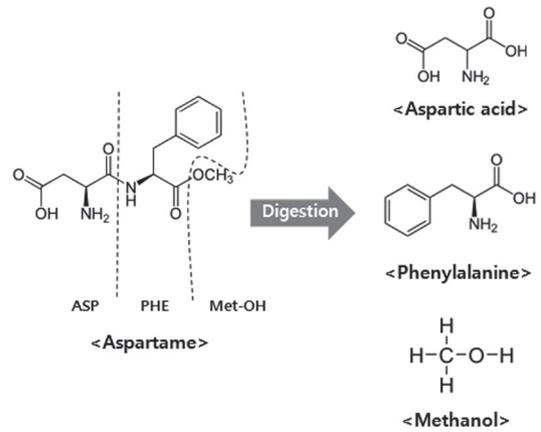


그림 4. 아스파탐의 분해과정

때문에 칼로리에 영향을 주지 않으며 다이어트 음료, 막걸리, 발효유 등에 사용하고 있다.

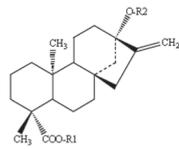
아스파탐은 pH 3.0 이하 또는 pH 6.0 이상에서 분해되어 diketopiperazine으로 변화하여 단맛을 잃게 된다. 70°C 이상에서 아미노산으로 분해되어 불안정하므로 고온에서 굽는 빵 등의 제품에는 부적합하다. 따라서 pH 3.0~5.0의 제품에 사용하는 것을 추천한다.

2.3.2 ADI(1일 섭취허용량) 및 대사과정

아스파탐의 1일섭취허용량(ADI)은 50 mg/kg이며, 체내에서 아미노산과 같이 소화, 흡수된다.

아스파탐이 분해되어 아스파르트산(Aspartic acid) 40%, 페닐알라닌(L-phenylalanine) 50%, 메탄올 10% 비율로 분해된다(그림 4). 저페닐알라닌 식이가 필요한 페닐케톤뇨증 환자에게 사용이 제한적이다. 페닐케톤뇨증은 아스파탐이 분해될 때 생기는 아미노산인 페닐알라닌을 대사시킬 수 없는 유전병으로 phenylalanine hydroxylase가 결손되어 페닐알라닌을 티로신(tyrosine)으로 전환하지 못하고 뇌에 축적되어 경련과 지능저하를 유발하기 때문에 혈중 페닐알라닌 농도를 3~15 mg/dL로 유지하는 저페닐알라닌 식이가 필요하다.

또한 아스파탐에서 만들어지는 메탄올은 체내



Compound name	C.A.S. No.	R1	R2
1 Steviol	471-80-7	H	H
2 Steviolbioside	41093-60-1	H	β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)
3 Stevioside	57817-89-7	β -Glc	β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)
4 Rebaudioside A	58543-16-1	β -Glc	β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)
5 Rebaudioside B	58543-17-2	H	β -Glc(3 \rightarrow 1) β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)
6 Rebaudioside C (dulcoside B)	63550-99-2	β -Glc	β -Glc(3 \rightarrow 1) β -Glc- α -Rha(2 \rightarrow 1)
7 Rebaudioside D	63279-13-0	β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)	β -Glc(3 \rightarrow 1) β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)
8 Rebaudioside E	63279-14-1	β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)	β -Glc(3 \rightarrow 1) β -Glc- β -Glc(2 \rightarrow 1)
9 Rebaudioside F	438045-89-7	β -Glc	β -Glc- β Xyl(2 \rightarrow 1) β -Glc(3 \rightarrow 1)
10 Rubusoside	63849-39-4	β -Glc	β -Glc
11 dulcoside A	64432-06-0	β -Glc	β -Glc- α -Rha(2 \rightarrow 1)

그림 5. 스테비아의 감미성분 (6)

흡수하여 포름알데히드로 바뀌어 유해성의 논란이 있다. 하지만 대다수의 과학자들은 이것이 인체에 무해하다고 생각하는데, 아스파탐의 섭취로 인해 체내에 생산될 수 있는 메탄올의 양은 일부 술에 포함된 양보다도 적을 정도로 미량이기 때문이다.

2.4 스테비아

스테비아는 국화과에 속하는 다년생 초본이며 분류의 경위에 대해서는 파라과이의 자연과학자 Dr.Moises Santiago Bertoni가 1887년에 파라과이 동부 지방을 답사 했을 때, 인디오의 이야기로부터 감미 식품 스테비아에 주목해 활용했던 것이 최초로 되어 있다.

스테비아는 2004년 6월 JECFA 회의에서 안정성이 확인된 이래, 2008년 6월 JECFA 회의에서 1회 섭취허용량(ADI)이 확정되었다(6). 또한 2008년 말 미국 FDA는 스테비아 감미료를 GRAS(Generally Recognized As Safe)로 인증하였다. 이를 계기로 스테비아 감미료는 식품으로서의 세계 각국의 오랜 사용과 국제인증(JECFA, FDA, EFSA)으로 세

계적인 감미료가 되었다. 주요 소비국으로는 미국(30%), 중국(30%), 한국(15%), 일본(15%), 기타(10%)이며 미주, 유럽에서 급격하게 수요가 증가하는 중이다. 주요 재배국은 중국 80%, 남미 10%, 기타 10% 이다.

2.4.1 스테비아 감미료의 종류

스테비아 감미료의 종류는 천연물이라는 특징으로 여러 가지 제품이 판매되고 있으나 크게는 재래종의 정제품, 품종 개량에 의해 감미질을 개선한 Rebaudioside-A 고함유제품, 효소에 의해 포도당을 부가해 감미질을 개선한 효소처리스테비아 제품이 있다(그림 5). 재래종 정제품의 감미도는 설탕대비 약 200배 정도이다. Rebaudioside-A는 스테비아 감미료의 감미성분 중 가장 감미질이 좋고 순품의 감미도는 설탕대비 250~300배이다.

효소처리스테비아는 스테비아추출물을 수용체로 하여 텍스트린을 기질로써 당전이 효소를 작용시키면 글루코실기가 각종 스테비올배당체에 전이되어 만들어진다. 감미도는 사용된 원료(Stevioside, Rebaudioside-A)와 함량에 따라 다르나 설탕대비 약 100~180배 정도이다(7).

2.4.2 스테비아의 특징

수크랄로스, 아스파탐, 아세실팜칼륨은 합성 감미료이나 스테비아(Stevioside, Rebaudioside-A, 효소처리스테비아)의 가장 큰 특징은 천연감미료라는 것이다. 열과 산에 안정성이 있으며 Maillard 반응을 일으키지 않고 갈변되지 않으며 영양원이 되지 않는 특징이 있어 음료, 유가공품, 제과, 주류 등에 널리 사용되고 있다.

스테비아 감미료는 뒷맛이 짧고 쓴맛이 잔존하기 때문에 타감미료, 타기능성소재와 혼합사용하여 뒷맛을 개선함으로써 제품의 맛을 증가시킬 수 있다.

2.4.3 ADI(1일섭취허용량)

스테비아 감미료의 1일섭취허용량(ADI)은 4

표 1. 고감미도 감미료의 상대감미도

Sweetener	Relative Sweetness
설탕	1
수크랄로스	600
아세설팜칼륨	200
아스파탐	180~220
삭카린	300
스테비오사이드	200
Rebaudioside-A	250~300
효소처리스테비아	100~180

mg/kg이다.

3. 고감미도 감미료의 비교

3.1 상대감미도

고감미도 감미료의 상대감미도는 설탕 “1”을 기준으로 비교한 결과, 100~600배 정도이다(표 1). 특히 효소처리스테비아는 총스테비올의 함량, 사용된 원료(steviside, Rebaudioside-A)의 함량에 따라 감미도의 차이가 있다.

상대감미도는 순수 설탕을 기준으로 관능평가를 실시하며, 감미의 측정은 전문 교육을 받은 패널이 평가를 하지만 개인차가 있기 때문에 주관적인 경향이 있다. 관능평가에 영향을 주는 요소로는 온도, 농도, pH, 색상, 다른 원료, 패널의 민감도 차이 및 기분에 따라 다를 수 있다.

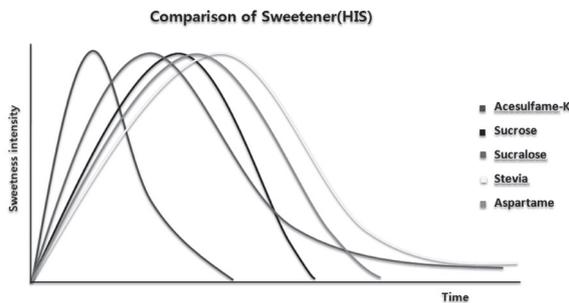


그림 6. 고감미도 감미료의 감미 프로파일

3.2 감미 프로파일

고감미도 감미료로 동일한 감미 강도를 갖도록 조정된 후 시간경과에 따른 감미의 특성을 비교한 결과, 대부분의 고감미도 감미료는 설탕과 비교시 후미에서 단맛이 지속되거나 쓴맛이 발생하는 경향이 있다(그림 6).

설탕에 비해 고감미도 감미료의 후미에서 지속되는 단맛은 음료, 유가공품, 아이스크림류, 제과, 제빵 등에서 맛의 품질저하 요인이 되기 때문에 제조업체, 소재업체에서는 이를 개선하기 위해 지속적인 연구를 진행하고 있다.

3.3 감미의 시너지효과

고감미도 감미료는 단독으로 사용하여도 설탕 대비 수십~수백배의 감미를 갖지만 단독으로 사용하기 보다는 2가지 이상을 혼용하여 사용하게 되면 감미에 시너지 효과를 부여할 수 있으며 경우에 따라 단점을 상호보완할 수 있는 특징을 가진다(그림 7).

모든 고감미도 감미료가 감미의 시너지 효과가 있는 것은 아니며 아스파탐에 아세설팜칼륨, 삭카린 그리고 수크랄로스에 아세설팜칼륨, 삭카린

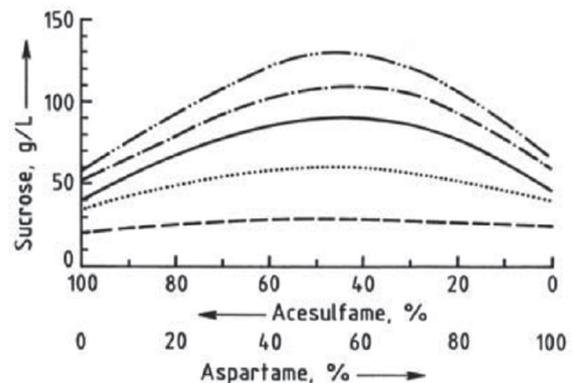


그림 7. 아세설팜칼륨과 아스파탐 혼합에 의한 감미의 시너지 효과
Sweetner blend, mg/L : (---)100:(····)200:(-)300:(-·-·)400:(-·-·-)500 (8)



표 2. 고감미도 감미료의 물리적특성

항목	아스파탐	아세실팜칼륨	수크랄로스
감미도(설탕대비)	180~220	200	600
칼로리(Kcal/g)	4	0	0
감미질	단 뒷맛	초기 단맛	단 뒷맛
용해도(20℃)	1 g/100 mL	27 g/100 mL	28.2 g/100 mL
pH안정성	pH 3.0~4.0에서 안정 pH 6.5 이상에서 매우 불안정	매우 안정	매우 안정
열안정성	보통	매우 안정	매우 안정
첨가표시 의무	의무표시 (페닐알라닌함유 까지)	의무표시	의무표시

등을 혼용하는 것은 감미의 시너지 효과가 있어 단독 사용하는 것보다 첨가량을 줄일 수 있다(8).

3.4 고감미도 감미료의 물리적특성

가공식품의 개발 및 생산에 있어 고감미도 감미료의 물리적 특성을 이해하고 적용 하게 되면 실험오차 감소 및 생산 시 발생될 수 있는 문제를 사전에 예방할 수 있다.

수크랄로스, 아세실팜칼륨은 용해성이 좋고, 넓은 pH범위, 고온에서도 매우 안정하여 사용하는데 어려움이 없으나 아스파탐의 경우에는 pH 안정성, 열안정성에서 비교적 불안정하기 때문에 사용시 주의가 필요하다. 아스파탐은 pH 6.5 이상, 고온장시간 가열공정을 할 경우, 잔존율은 7.5%로 급격히 감소한다. 이는 pH 6.5 이상에서 아스파탐은 분해생성물로 디케토피페라진(Diketopiperazine)을 형성하기 때문이다. 따라서 아스파탐의 경우 pH 3.0~4.0의 제품에 사용하기를 권장하고 있다(표 2).

4. 고감미도 감미료의 응용

식품의약품안전처에서 '16년 4월에 제1차 당류저감 종합계획을 발표하였다(1). 이는 당류의 과잉섭취로 인해 비만, 고혈압 등 만성질환의 발생률이 높아지고 매년 당류 섭취량이 증가하여 식

습관 개선, 식품의 당류 함량 저감 등 우리 국민의 당류 적정 섭취를 유도하기 위해서이다.

총 당류(total sugar)라 함은 식품내에 존재하는 모든 단당류와 이당류를 총칭하며 당알콜류는 제외한다. 당류는 단당류(glucose, fructose), 이당류(sucrose, maltose, lactose)의 함량을 모두 합한 값이다.

이에 가공식품 제조업체는 당류 함량이 감소함에 따라 기존 제품과의 맛, 물성의 차이를 보완하기 위한 노력을 기울이고 있다.

단맛의 경우, 고감미도 감미료를 사용하여 감미를 부여하는 것이 일반적이나 설탕이나 액상과당이 가지고 있는 물성을 보완할 방법이 필요하다.

삼양사에서는 당류함량 저감을 위한 방안으로 울리고당, 당알콜류, 식이섬유원(난소화성말토덱스트린, 폴리덱스트로스) 및 고감미도 감미료(수크랄로스, 아스파탐, 아세실팜칼륨)까지 제품 포트폴리오를 구축하여 가공식품의 제품유형에 맞도록 당류저감방안을 제시하고 있다.

또한, '16년 7월 식품의약품안전처 인허가 승인을 받은 알룰로스(Allulose)까지 대량생산 체제에 돌입하여 설탕을 상당 부분 대체할 수 있을 것으로 내다보고 있다.

4.1 무칼로리 탄산음료

무칼로리 탄산음료에 사용한 고감미도 감미료

표 3. 무칼로리 탄산음료에서의 고감미도 감미료의 응용

구분	무칼로리 탄산음료 #1	무칼로리 탄산음료 #2	무칼로리 탄산음료 #3	무칼로리 탄산음료 #4	무칼로리 탄산음료 #5	무칼로리 탄산음료 #6
원재료명	정제수, 탄산가스, 구연산, 합성착향료(레몬라임향), 합성감미료					
첨가량	수크랄로스	0.0175%	0.0140%	0.0105%	0.0070%	0.0035%
	아세설팜칼륨		0.0105%	0.0210%	0.0315%	0.0420%
수크랄로스 : 아세설팜K 감미도에 따른 혼합비율	100 : 0	80 : 20	60 : 40	40 : 60	20 : 80	0 : 100
당류 함량 (g/250 mL)	0g	0g	0g	0g	0g	0g

로 수크랄로스는 Splenda® (미국, 삼양사 수입), 아세설팜칼륨은 Sunnett® (독일, 삼양사 수입)으로 적용하였다.

고감미도 감미료의 첨가량 비율은 수크랄로스는 감미도 600배, 아세설팜칼륨 200배로 계산하였으며 단독 및 혼용 사용하였고 비율에 따른 단맛의 정도, 감미질 및 기호도를 비교하였다.

관능평가는 삼양사 식품연구소 전문패널 19명을 대상으로 실시하였으며 비교평가(5점척도)를 실시하였다(표 3).

감미도 기준으로 수크랄로스와 아세설팜칼륨의 혼합비율 중 60:40 비율에서 단맛의 정도, 감미질 및 기호도가 가장 좋게 평가되었다(그림 8).

수크랄로스 단독으로 사용할 경우 후미에 단맛이 끌리고, 아세설팜칼륨 단독 사용시에는 단맛의 균형이 좋지 않았다. 수크랄로스, 아세설팜칼륨은 혼용 사용함으로써 단맛의 시너지효과가 있고 수크랄로스의 후미의 끌리는 단맛은 아세설팜칼륨이 완화시켜 주었다(그림 8).

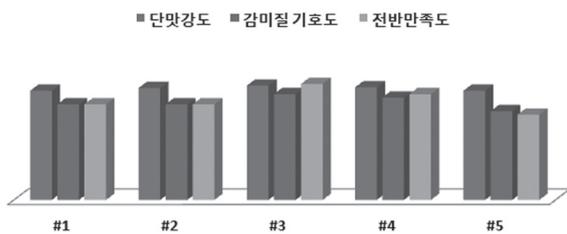


그림 8. 무칼로리 탄산음료 관능평가결과

4.2 과채음료

오렌지 과채음료에 사용한 백설탕, 이소말토올리고당M200, 구연산, 구연산삼나트륨, 비타민C, 수크랄로스(Splenda®, 미국)는 삼양사 생산 및 수입상품이며 오렌지농축과즙은 월드쥬스 공급, 젓산칼슘과 아라비아검은 남영상사 공급, 베타카로틴에멀전은 영은산업 공급, 천연오렌지향은 아로마에프아이에서 공급받아 사용하였다(표 4).

Control의 경우 200 mL 기준 당류함량은 24 g이며 당류 함량을 16 g으로 조정하기 위해 실시예#1은 설탕 함량을 약 35% 감소하고 단맛은 수크랄로스로 보정하였다. 실시예#2는 실시예#1에 물성을 보완하기 위해 이소말토올리고당M200(75 brix 기준 당류 13% 이하)을 적용하였다.

Control, 실시예#1, 실시예#2 3가지 시료에 대해 단맛강도, body감(light-heavy), 후미 단맛의 끌림, 목넘김 및 전반만족도를 비교하였다.

관능평가는 삼양사 식품연구소 전문패널 20명을 대상으로 실시하였으며 비교평가(5점척도)를 실시하였다(그림 9).

Control 대비 실시예#1은 단맛 강도는 유사하나 body감, 전반만족도는 매우 떨어지며, 후미의 단맛이 오래 남게 된다. 실시예#2의 경우 이를 보완하기 위해 당류함량(75 brix기준 13%이하)이 낮고 점도 높은 이소말토올리고당M200을 적용하여 물성을 보완한 결과 control과 body감, 목넘김, 전반만족도가 유사하게 평가되었다(9).

표 4. 오렌지 과채음료에서의 고감미도 감미료의 응용

구분	오렌지음료 Control	오렌지음료 실시에 #1	오렌지음료 실시에 #2
원재료명 및 함량	오렌지농축과즙(오렌지과즙으로 12%, 미국산)1.67%, 정제수, 백설탕, 구연산, 젖산칼슘, 구연산삼나트륨, 아라비아검, 베타카로틴에멀전, 비타민C, 천연오렌지향	오렌지농축과즙(오렌지과즙으로 12%, 미국산)1.67%, 정제수, 백설탕, 구연산, 젖산칼슘, 구연산삼나트륨, 아라비아검, 베타카로틴에멀전, 비타민C, 천연오렌지향, 수크랄로스	오렌지농축과즙(오렌지과즙으로 12%, 미국산)1.67%, 정제수, 백설탕, 이소말토올리고당, 구연산, 젖산칼슘, 구연산삼나트륨, 아라비아검, 베타카로틴에멀전, 비타민C, 천연오렌지향, 수크랄로스
감미료	백설탕 10.5%	백설탕 6.8% 수크랄로스 0.0058%	백설탕 6.8% 이소말토올리고당 M200 1.5% 수크랄로스 0.0058%
당류 함량 (g/20 0mL)	24 g	16 g	16 g
당류저감	-	Control 대비 당류 33% 저감	Control 대비 당류 33% 저감

이소말토올리고당M200은 물성개선 뿐 아니라 고감미도 감미료의 후미 단맛 끌림을 일부 개선해 주는 효과가 있었다. 이는 이소말토올리고당 M200이 고감미도 감미료의 후미를 마스킹한다기 보다는 물성개선 특히, body감을 증가시킴에 따른 효과라고 판단된다.

음료에 당류함량을 저감할 경우, 단맛은 고감미도 감미료로 보정하고 Body감 등 물성을 이소말토올리고당M200으로 개선한다면 기존 제품과

유사한 품질을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

4.3 발효유

발효유에 사용한 액상과당, 프락토올리고당, 이소말토올리고당M200, 분말결정포도당은 삼양사 생산제품이며, 아스파탐은 Hyet Aspartame (프랑스), 수크랄로스는 Splenda®(미국), 아세실팜칼륨은 Sunnett®(독일)사의 제품을 삼양사에서 수입하여 사용하였다. 효소처리스테비아 대평에서 공급받았다. 그 외 유산균은 삼익유가공, 요구르트향은 삼화에프엔에프에서 공급받아 사용하였다(표 5).

실시에#1, #2, #3는 1회 제공량당(80 mL) 당류 함량을 기존 대비 50% 감소하여 6 g으로 조정하였고 고감미도 감미료를 다르게 적용하여 단맛 강도, body감(light-heavy), 후미 쓴맛, 후미 단맛 끌림, 전반만족도를 비교하였다(9).

관능평가는 삼양사 식품연구소 전문패널 15명을 대상으로 2회 반복하여 비교평가(5점척도)를 실시하였다(그림 10).

고감미도 감미료에 따른 발효유 관능평가 결과

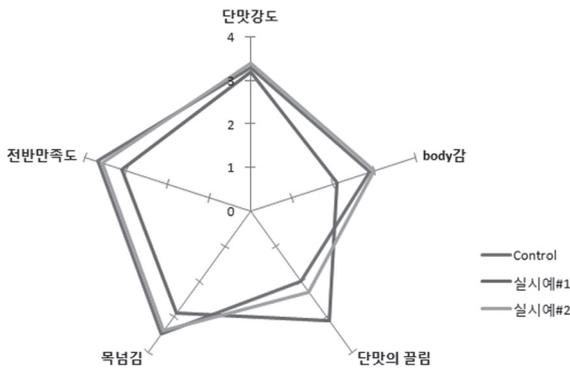


그림 9. 당류 저감에 따른 오렌지 과채음료의 관능평가

표 5. 발효유에서의 고감미도 감미료의 응용

구분	발효유 실시예#1	발효유 실시예#2	발효유 실시예#3
원재료명	정제수, 탈지분유(국산)3.5%, 액상과당, 프락토올리고당, 이소말토올리고당, 분말결정 포도당, 합성착향료(요구르트 향), 아스파탐(합성감미료, 페닐 알라닌함유), 유산균	정제수, 탈지분유(국산)3.5%, 액상과당, 프락토올리고당, 이소말토올리고당, 분말결정 포도당, 합성착향료(요구르트 향), 합성감미료(아세실팜칼륨, 수크랄로스), 유산균	정제수, 탈지분유(국산)3.5%, 액상과당, 프락토올리고당, 이소말토올리고당, 분말결정 포도당, 합성착향료(요구르트 향), 효소처리스테비아, 유산균
고감미감미도 사용량	아스파탐 0.032%	수크랄로스 0.006% 아세실팜칼륨 0.01%	효소처리스테비아 0.04%
당류 함량 (g/80 mL)	6 g	6 g	6 g

아스파탐을 적용한 발효유(실시예#1)이 전반적으로 양호하게 평가되었으며 다른 고감미도 감미료에 비해 맛이 깔끔하게 평가되었다. 하지만 수크랄로스, 아세실팜칼륨 혼용 적용한 발효유(실시예#2)는 후미 끌리는 단맛이 강했으며 효소처리스테비아를 적용한 발효유(실시예#3)는 후미에 쓴맛이 잔존하는 경향이 있었다.

고온, 장시간 열처리에 따른 가열취 및 발효취가 강한 발효유의 당류함량을 저감할 경우, 다른 고감미도 감미료에 비해 후미가 비교적 깔끔한 아스파탐을 적용함으로써 더욱 우수한 맛을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

결론

설탕이나 액상과당은 가공식품에서 단맛을 부여하는 것 외에 우리 몸속에서 소화흡수되어 에너지원으로 사용되는 중요한 소재이다. 그러나 이러한 당류의 과잉 섭취는 비만, 고혈압 등 만성질환의 원인이 된다. 적당한 당류의 섭취와 운동 및 식습관 개선은 이러한 만성질환을 해결할 수 있는 가장 최선의 방안이 될 것이다.

가공식품의 당류 함량을 저감할 경우, 부족한 단맛을 보완하기 위해서는 고감미도 감미료 사용은 불가피할 것이다.

따라서 고감미도 감미료의 상대감미도, 감미질 및 용해성, pH 안정성, 내열성 등 물리적특성 등을 이해하고 사용하는 것이 매우 중요하며 제조하고자 하는 식품유형에 따라 적합한 고감미도 감미료 선택이 필요할 것이다.

참고문헌

1. 식품의약품안전처. 제1차(‘16 ‘20) 당류저감 종합계획 (2016)
2. Fujimaru T, Park JH, Lim J. Sensory characteristics of sucralose and other high intensity sweeteners. J. Food Sci. 57: 1014-1019 (1992)
3. Knight I. The development and applications of sucralose, a new high-intensity sweetener. Can. J. Physiol. Pharmacol. 72: 435-439 (1994)
4. Ayya N, Lawless HT. Quantitative and qualityative evaluation of

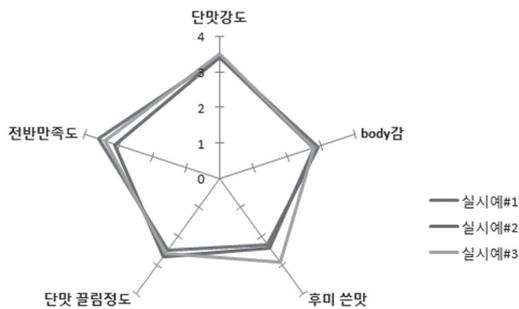


그림 10. 고감미도 감미료에 따른 발효유의 관능특성



- high-intensity sweeteners and sweetener mixtures. *Chemical Senses* 17: 245-259 (1992)
5. Hanger LY, Lotz A, Lepeniotis S. Descriptive profiles of selected high intensity sweeteners(HIS), HIS Blends, and Sucrose. *J. Food Sci.* 61: 456-459 (2006)
 6. Bahndorf, D., Huber C., and Kienle U., 2007. Report to JECFA: The Pharmacological effects of steviol glycosides, International Association for Stevia Research e.V., Hirschstrasse, Germany.
 7. Von Rymon Lipinski, G. W. Sweeteners. In *Ullman's Encyclopedia of industrial chemistry*, Wiley-VCH: Weinheim,2000. pp. 543-564
 8. 후지하라 히데키, 에노모토 도모히로. 고감미도 감미료에 대한 정미 개량 조성물 및 응용. 한국특허 10-2011-0098947 (2011)