

음료 system에서 수크랄로스의 상대당도 및 수크랄로스를 함유한 저열량 음료의 관능적 특성

김미영 · 조해영 · 박재연 · 이소민 · 서동순 · 정서진 · 김희섭¹ · 김광옥^{*}
이화여자대학교 식품영양학과, ¹수원대학교 식품영양학과

Relative Sweetness of Sucralose in Beverage Systems and Sensory Properties of Low Calorie Beverages Containing Sucralose

Mi-Young Kim, Hea-Young Cho, Jae-Yeon Park, Soh-Min Lee, Dong-Soon Suh,
Seo-Jin Chung, Hee-Sup Kim¹, and Kwang-Ok Kim*

Department of Food & Nutritional Sciences, Ewha Womans University

¹Department of Food & Nutrition, University of Suwon

Relative sweetness of sucralose, an intensive sweetener, to sucrose or fructose in binary model solution and beverage systems was examined. Sensory properties of sucralose solution, orange flavored beverage and sports drink containing sucralose were evaluated at the equi-sweetness to sucrose or fructose. Consumer acceptability tests were performed on orange flavored beverage. Relative sweetness of sucralose to sucrose was 350 and 500 in binary model solution and orange flavored beverage, respectively, while that of sucralose to fructose in sports drink was 550. All the sensory properties, except astringency, of sucralose solution examined were similar to those of sucrose solution. The sensory properties of orange flavored beverage, in which 50% sucrose was replaced with sucralose, were very close, and showed comparable or higher overall acceptability to that containing sucrose only. When fructose was replaced with sucralose in sports drink, sour, salty and bitter tastes, metallic flavor, and astringency slightly increased.

Key words: sucralose, relative sweetness, beverage, sensory properties, consumer acceptability

서 론

당은 자체로 이용되거나 많은 식품의 재료로 사용되고 있으며, 최근 산업 사회의 변화와 함께 그 생산량이 크기 증가하고 있다. 특히 설탕은 다양한 식품에서 널리 사용되고 있는 당으로 오래전부터 애용되어 왔다. 그러나 최근 들어 성인병의 증가로 열량감소에 대한 관심이 크게 증가함에 따라, 설탕을 비롯한 당의 사용수준을 제한하는 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다. 특히 설탕은 체내에서 단순당으로 쉽게 전환되어 혈액 내에 포도당의 수준을 증가시키므로 당뇨병 환자에게는 그 섭취량을 제한하고 있다(1). 이밖에 충치예방과 열량 소비 감소라는 차원에서 다양한 종류의 대체감미료가 개발되었으며, 그 사용량도 크게 증가하고 있다. 대체 감미료는 단맛을 지니면서 열량을 전혀 제공하지 않거나 감소시켜 체중 감소에 도움이 되고, 충치나 당뇨병 등의 병을 예방하는데 이용된다(1,2).

대체 감미료에 대한 연구는 1878년 사카린이 개발되면서 본격화되었고, 대체 감미료의 특성은 설탕의 물리적 및 관능적 특성을 기준으로 평가되었다(3). 최근에 흔히 사용되는 대체 감미료에는 사카린, 아스파탐 및 아세설팜 칼륨 등이 있다. 그러나 이러한 대체 감미료는 쓴맛과 금속성의 후미가 있고, pH나 열에 대해 불안정한 경우가 발생하여 사용이 제한되기도 한다(4-10). 대체 감미료 중 하나인 수크랄로스는 설탕의 수산화기를 염소원자로 치환시켜 제조한 것으로, 단맛 자체에는 변화가 없고 단맛의 강도와 안정성이 증대된 무칼로리 감미료로서, 설탕의 400-800배의 상대당도를 갖는다고 알려져 있다(10). 수크랄로스는 단맛이 설탕보다 약간 지속되는 경향이 있으나, 다른 감미료에 비해 단맛 발현 시간이 빨라 설탕과 거의 유사하다(11). 또한 수크랄로스는 일반적인 대체 감미료의 단점인 쓴 뒷맛이 적고 설탕과 유사한 감미 특성을 나타내므로, 식품에 적용될 경우 설탕의 부분적 또는 전체적인 대체가 가능하다는 보고(7)도 있다. 이밖에 수크랄로스는 열에 안정하여 초고온살균, 저온살균 및 베이킹과 같은 고온의 가공을 필요로 하는 식품에서도 감미가 그대로 유지되며(12), 낮은 pH의 식품에서도 높은 안정성을 나타낸다고 알려져 있다(13).

음료와 젤라틴 및 요구르트 등의 식품에서 설탕을 사카린, 아스파탐 및 아세설팜 칼륨 등과 같은 대체 감미료로 대체하

*Corresponding author: Kwang-Ok Kim, Department of Food & Nutritional Sciences, Ewha Womans University, 11-1 Daehyundong, Seodaemun-gu, Seoul 120-750, Korea
Tel: 82-2-3277-3095
Fax: 82-2-3277-3095
E-mail: kokim@ewha.ac.kr

여 그 특성을 연구한 경우(6-18)는 많으나, 수크랄로스에 대한 연구로 음료와 초코렛 등의 배합비(11), 제과와 제빵류의 배합비(13) 및 그 안정성에 관한 보고(19)만 있을 뿐 수크랄로스가 적용된 제품의 관능적 특성을 조사한 연구는 보고된 바 없다.

향미 특성을 간의 상호작용에 대한 연구는 최근 들어 활발히 진행되고 있다. 맛을 내는 물질과 향을 내는 물질들의 상호작용은 많은 연구자들의 관심사가 되고 있다(20-23). 음료나 식품 systems에서의 향미들 간의 상호작용에 관한 연구는 소비자 기호도와 밀접한 관련이 있어서 식품제조업자에게 중요한 정보를 제공해 줄 수 있다. 감미료는 단맛 뿐 아니라 기타 바람직하지 못한 특성들도 나타내기 때문에 식품에 들어간 다른 향미 물질들의 특성강도 및 품질에 영향을 줄 수 있다.

이 연구는 수크랄로스를 이용한 저열량 음료의 관능적 특성을 평가하기 위하여 수행되었다. 이를 위하여 수용액 상태에서 수크랄로스의 상대당도를 조사하고, 동일한 당도를 나타내는 설탕용액과 수크랄로스의 관능적 특성을 조사하였다. 이때 비교를 위해 아스파탐 용액을 함께 평가하였다. 또한 오렌지향 음료 및 스포츠 음료 system에서 각각 설탕과 과당에 대한 수크랄로스의 상대당도를 조사하고, 이들 음료 system에서 설탕이나 과당의 일부 또는 전부를 대체한 후 관능적 특성을 평가하였다. 더 나아가 수크랄로스 첨가 음료의 기호도를 조사하기 위하여 수크랄로스로 설탕을 대체한 오렌지 향 음료에 대한 기호도를 평가하였다.

재료 및 방법

재료

이 실험에 사용된 설탕은 가는 정백당으로 (주)CJ의 것이었고, 과당은 분말 과당의 형태로 (주)덕산 약품 공업의 것이었으며, 수크랄로스는 Tate & Lyle 사(London, UK)의 것으로 삼양사(주)에서 공급받았다. 또한 아스파탐은 (주)대상에서 제공받아 사용하였다.

수크랄로스 및 아스파탐 수용액의 상대당도 평가

음료에 사용되는 설탕농도를 기준으로 수용액상태에서 수크랄로스의 상대당도를 결정하기 위하여 10% 설탕용액과 비교할 5가지 농도의 수크랄로스 수용액을 준비하였다. 즉, 수크랄로스가 설탕의 150, 250, 350, 450 또는 550배 단맛이 강하다고 가정하여, 수크랄로스의 수준을 설탕 수준의 각각 1/150, 1/250, 1/350, 1/450 및 1/550의 수준이 되도록 수크랄로스 수용액을 준비하였다.

또한 아스파탐의 상대 당도 평가를 위한 용액은 수크랄로스의 경우와 마찬가지로 5가지 수준의 농도로 준비하였다. 아스파탐의 단맛 강도가 설탕의 50, 80, 110, 140 또는 170배에 해당하도록 아스파탐의 수준을 설탕의 1/50, 1/80, 1/110, 1/140 및 1/170이 되도록 아스파탐용액을 준비하였다. 시료준비에 사용된 물은 3차 중류수였다.

상대당도는 이점 비교법(paired comparison test)을 사용하여 조사하였다. 즉, 검사원에게 동일한 수준(10%)의 설탕이 첨가된 시료와 위에서 언급한 5 수준의 수크랄로스 또는 아스파탐이 첨가된 수용액을 짹을 지어 각각 5쌍씩 제시하고, 각각의 쌍에서 단맛이 더 강한 용액을 선택하도록 하였다. 시료는 분배기(Labmax bottle-top dispensers, Witeg Scientific, Berlin, Germany)로 30 mL씩 파이렉스 비이커(50 mL)에 담아 실온(20 ± 3°C)에서 검사원에게 제시하였다. 각 시료에는 난수표에서 추

출한 세자리 숫자를 표시하고, 검사원들에게 설탕 용액과 수크랄로스 용액 또는 설탕 용액과 아스파탐 용액의 순서와 각 쌍의 순서를 랜덤하게 제시하였다. 평가에는 식품영양학을 전공하고 있는 대학원생 16명이 참여하였다. 검사원들에게는 평가 시 각 시료를 한 번씩만 맛보게 하였고, 맛을 본 후에는 입에 남아있는 맛을 제거하기 위하여 시료 제조 시에 사용한 물과 동일한 물로 입을 가시도록 하였다. 시료의 평가 전과 매 시료를 맛본 후에는 5번씩 입을 가시도록 하였으며, 한 쌍을 끝낸 후 다음 시료들을 평가하기 전에 5분의 시간 간격을 두었다. 평가 결과에서 한 쌍 내에서 두 시료 간에 유의적인 차이가 없는 수크랄로스나 아스파탐 사용수준의 역수를 취하여 각각의 상대당도로 환산하였다.

감미료 수용액의 관능적 특성 평가

수크랄로스와 아스파탐용액의 관능적 특성 평가 시에 사용된 이들 감미료의 수준은 위의 실험에서의 상대당도 평가 결과를 고려하여 설탕 용액과 동일한 단맛을 나타내는 수준으로 하였다. 시료의 제조방법 및 표시 방법은 위에서 언급한 감미료 수용액의 상대당도 평가 시와 동일하였다.

관능검사원으로는 식품영양학을 전공하고 있는 대학원생 8명이 참여하였다. 관능검사원은 평가 특성의 개념과 강도에 대한 안정된 판단 기준이 확립되어 조사할 각 특성 강도에 대한 측정 능력에 재현성이 나타날 때까지 훈련을 받았다.

평가 특성은 단맛, 쓴맛, 금속성 향미 및 수렴성으로 15점 척도(1점 = weak; 15점 = strong)를 사용하여 평가하였다. 평가 시 필요에 따라 이미 평가했던 시료를 다시 맛보거나 점수를 고칠 수 있게 하였다(24). 검사원들은 한번에 무작위로 배치한 3 가지 시료를 평가하였으며 평가는 개인 칸막이 검사대가 설치된 관능검사실에서 형광등하에서 수행되었다. 또한 평가는 오전 11시 또는 오후 2시에 수행되었으며 시료의 제조에서 평가 까지 모두 4회 반복되었다.

오렌지 향 음료에서 수크랄로스의 상대당도 평가

향과 산이 첨가된 오렌지 향 음료에서 설탕에 대한 수크랄로스의 상대당도를 결정하기 위하여 설탕 10%, 오렌지 향(Orange Essence S, 보락 향료) 0.2% 및 구연산(덕산 약품 공업 주식회사) 0.1%를 사용하여 오렌지 향 음료를 제조하였고, 수크랄로스의 당도가 설탕 10% 용액에 비해 300, 400, 500, 600 또는 700배(설탕 수준의 1/300, 1/400, 1/500, 1/600 및 1/700)에 해당하도록 수크랄로스 수용액을 준비하였다. 기타 검사원과 평가 방법 등은 감미료 수용액의 상대당도 평가 시와 동일하였다.

오렌지 향 음료의 관능적 특성 평가

오렌지 향 음료는 위의 상대당도 평가 시와 동일한 방법으로 제조하였으며, 첨가된 수크랄로스의 수준은 위의 오렌지 향 음료에서의 상대당도 평가 결과 및 설탕 대체율(0, 50, 100%)을 고려하여 결정하였다. 평가된 특성은 오렌지 향, 단맛, 신맛, 쓴맛, 금속성 향미 및 수렴성이었다. 검사원 및 시료의 제조와 사용된 평가 척도 등 기타 평가 절차는 감미료 수용액의 관능적 특성 평가 실험과 동일하였다.

오렌지 향 음료의 소비자 기호도 검사

특성 평가 시와 동일한 방법으로 제조한 음료에 대해 여자 대학생 40명을 대상으로 기호도 검사를 실시하였다. 평가 항목

은 전반적인 기호도와 의관, 향미 및 텍스처에 대한 기호도로 총 4가지였으며, 평가 척도로는 9점 기호 척도(1=대단히 많이 싫어한다; 9=대단히 많이 좋아한다)가 사용되었다.

스포츠 음료에서 수크랄로스의 상대당도 평가

스포츠 음료에서 과당에 대한 수크랄로스의 상대당도를 결정하기 위해 과당 8%, 구연산(덕산 약품 공업 주식회사) 0.3%, 레몬향(Lemon Ess, C-940330, 보락 향료) 0.2%, 염화칼륨(덕산 약품 공업 주식회사) 0.1% 및 염화칼슘(덕산 약품 공업 주식회사) 0.02%를 사용하여 스포츠 음료를 제조하였다. 스포츠 음료 system에서 수크랄로스의 당도가 과당의 250, 300, 350, 450, 550배 또는 650배라고 가정하고 위에서와 마찬가지로 역수를 사용하여 사용수준을 결정하였다. 평가 방법 및 절차 그리고 상대당도 결정방법은 오렌지음료의 경우와 동일하였다.

스포츠 음료의 관능적 특성 평가

스포츠 음료는 위의 상대당도 평가 시와 동일한 첨가물을 사용하여 제조하였으며, 첨가된 수크랄로스의 수준은 위의 스포츠 음료의 상대당도 평가 결과 및 과당을 수크랄로스로 대체하는 비율(0, 50, 100%)에 따라 달리 첨가하였다. 평가된 특성은 단맛, 신맛, 짠맛, 쓴맛, 레몬향, 금속성 향미 및 수렴성이었다. 평가방법 및 절차는 오렌지향 음료의 평가시와 동일하였다.

통계분석

수용액상태에서 수크랄로스 및 아스파탐의 상대당도 평가, 오렌지 향 음료 및 스포츠 음료에서 수크랄로스의 상대당도 평가 결과는 binomial test를 사용하여 분석하였다. 감미료 수용액, 오렌지 향 음료 및 스포츠 음료의 관능적 특성 평가, 그리고 오렌지 향 음료의 소비자 기호도 검사 결과는 시료의 종류에 따른 유의적인 차이를 조사하기 위해 검사원들을 개개의 블록으로 취급한 랜덤화 완전 블록 계획(randomized complete block design, RCBD)에 따라 분석하였다. 또한 시료간의 유의적 차이의 검증을 하기 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다($\alpha=0.05$). 모든 통계 분석에는 통계패키지 SPSS를 사용하였다.

결과 및 고찰

감미료 수용액의 상대당도

수용액에서 설탕(10%)과 동일한 단맛을 가지는 감미료의 상대당도를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 수크랄로스의 상대당도 평가 결과, 설탕수준의 150배인 경우에는 수크랄로스 용액을 유의적으로 더 달다고 평가하였고($p<0.001$), 550배 수준에서는 설탕 용액을 유의적으로 더 달다고 응답하였다($p<0.01$). 설탕 수준이 250, 350 및 450배일 경우에 감미도의 차이를 나타내지 않아, 설탕 용액에 대한 수크랄로스의 상대당도를 감미료 간에 유의적 차이를 나타내지 않는 수준 중 감미료의 차이를 가장 적게 나타낸 350배로 결정하였다.

아스파탐의 상대당도 평가 결과(Table 2) 80배와 110배 수준에서 설탕 용액과 감미도가 유의적으로 다르지 않게 나타나 설탕 용액에 대한 아스파탐의 감미도를 가운데 수준인 90배로 결정하였다. 이는 크기 추정법(magnitude estimation)을 이용하여 10%의 설탕 용액과 동일한 감미도를 나타내는 아스파탐의 농도를 조사하였을 때, 아스파탐이 설탕의 96배에 해당한 감미도를 나타낸다고 한 보고(25)와 거의 일치하는 경향이었다. 또한 이 연구에서 나타난 수크랄로스 및 아스파탐의 상대당도는 낮

Table 1. Number of answers for greater sweetness of sucralose solution with various levels of sucralose, compared with 10% sucrose solution in paired comparison tests (N=16)

Sucralose/sucrose	Number of answers
1/150	15***
1/250	12
1/350	6
1/450	4
1/550	2**

, *Significant at $p < 0.01$ and $p < 0.001$, respectively.

Table 2. Number of answers for greater sweetness of aspartame solution with various levels of aspartame, compared with 10% sucrose solution in paired comparison tests (N=16)

Sucralose/sucrose	Number of answers
1/50	13*
1/80	7
1/110	6
1/140	3*
1/170	0***

*, ***Significant at $p < 0.05$ and $p < 0.001$, respectively.

Table 3. Sensory scores¹⁾ for sweetener solutions²⁾

Sweeteners	Sweet taste	Bitter taste	Metallic flavor	Astringency
Sucrose	9.00 ^a	5.22 ^b	6.03 ^b	4.16 ^c
Sucralose	8.84 ^a	5.53 ^b	6.16 ^b	5.19 ^b
Aspartame	9.13 ^a	7.75 ^a	8.94 ^a	7.34 ^a

¹⁾Means of four replicates. Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

²⁾Equi-sweetness to 10% sucrose solution: concentrations of sucralose and aspartame solutions were 0.029 and 0.111%, respectively.

은 농도(2%)의 설탕 용액과 비교하였을 때 나타난 600배 및 250배(10)에 비해 매우 낮은 값임을 알 수 있다.

감미료 수용액의 관능적 특성

설탕 10% 용액에 대한 수크랄로스 및 아스파탐의 상대당도를 기준으로 제조한 수크랄로스 및 아스파탐 수용액과 설탕 용액의 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 3과 같다. 단맛에서는 기대한 바와 같이, 설탕 용액과 수크랄로스 및 아스파탐 용액에 있어서 유의적인 차이가 없었다. 단맛 이외의 모든 특성에서, 아스파탐 용액이 설탕 용액이나 수크랄로스 용액보다 그 강도가 유의적으로 높게 나타났다. 아스파탐 용액에서 쓴맛과 수렴성이 설탕 용액보다 높게 인지된 결과는 4% 설탕 용액과 동일한 당도 수준을 갖는 아스파탐 용액의 특성 평가(18)에서도 찾아볼 수 있으며, 아스파탐의 높은 금속성 향미는 딸기향 젤라틴 젤에서도 관찰되었다(15). 수크랄로스 용액은 설탕 용액과 비교하여 쓴맛과 금속성 향미가 약간 강한 경향이 있었으나 유의적인 차이는 없었으며, 수렴성의 경우에는 설탕에 비해 유의적으로 강도가 높게 나타났다. 수크랄로스의 수렴성이 설탕에 비해 높은 것은 Jenner(11)의 연구에서도 보고되었다. 이와 같은 결과에서 볼 때 수크랄로스는 아스파탐에 비해 쓴맛, 금속성 향미 및 수렴성이 현저히 낮은 것을 알 수 있다.

Table 4. Number of answers¹⁾ for greater sweetness of orange flavored beverage with various levels of sucralose, compared with the beverage containing 10% sucrose in paired comparison tests (N=16)

Sucrlaose/sucrose	Number of answers
1/300	15***
1/400	14**
1/500	7
1/600	3*
1/700	1***

* , ** , ***Significant at $p < 0.05$, $p < 0.01$, and $p < 0.001$, respectively.

오렌지 향 음료에서 수크랄로스의 상대당도

오렌지 향 음료에 10%의 설탕을 첨가한 경우 동일한 단맛을 가지는 수크랄로스의 상대당도를 평가한 결과는 Table 4와 같다. 수크랄로스를 설탕의 1/300과 1/400 수준으로 참가한 경우 수크랄로스 첨가시료가 설탕 첨가시료에 비해 유의적으로 단맛이 강하였으나, 1/600배, 1/700배 수준이 되도록 첨가한 경우에는 설탕첨가시료가 유의적으로 더 달다고 평가되었다. 반면 1/500배 수준에서는 설탕시료와 수크랄로스 시료간에 유의적인 차이가 나타나지 않아, 오렌지 향 음료에서 수크랄로스의 상대당도를 500배로 결정하였다. 이러한 결과는 위의 수용액에서 수크랄로스의 상대당도가 350배로 나타난 것에 비해 높게 나타나, 향이 첨가될 경우 감미료의 감미가 높게 인지된다는 Prescott(26)의 연구 결과와 일치한다. 또한 다양한 pH의 설탕용액에 대한 수크랄로스의 상대당도 평가 결과, pH가 낮은 용액이 pH가 높은 용액보다 상대당도가 높게 인지되었다는 Jenner(11)의 보고에 의해서도 뒷받침된다. 이러한 현상은 산이 첨가될 경우 설탕의 감미가 낮게 인지되어(27), 위에서 언급한 바와 같이 낮은 농도의 설탕용액과 비교한 상대당도의 경우와 마찬가지로 수크랄로스의 상대당도가 높게 평가된 것으로 볼 수 있다.

오렌지 향 음료의 관능적 특성

설탕을 수크랄로스로 일부 또는 전부 대체하여(이하 대체군이라 칭함) 제조한 오렌지 향 음료에 대한 관능적 특성 평가 결과는 Table 5와 같다. 단맛은 기대한 바와 같이 설탕을 수크랄로스로 전혀 대체하지 않은 시료(이하 대조군이라 칭함)와 대체군 음료간에 유의적인 차이가 없었다. 신맛의 경우 대조군 음료에서 유의적으로 낮았고, 대체율이 높아짐에 따라 신맛이 증가하는 경향이 있었으나, 이들 대체군 음료 간에는 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 딸기 향 음료와 레몬 향 음료에서 설탕을 아스파탐이나 사카린으로 대체했을 때 신맛이 높게 나타난 결과(15)와 유사하다. 따라서 이 현상은 고감미 감미료에서 공통적으로 나타나는 현상으로 짐작할 수 있으며, 앞으로

Table 6. Acceptability scores¹⁾ for overall and flavor acceptability of orange flavored beverages²⁾ of different levels of sucrose replacement with sucralose

Level of replacement (%)	Overall acceptability	Flavor
0	5.43 ^a	5.37 ^a
50	5.45 ^a	5.40 ^a
100	4.70 ^a	4.90 ^a

¹⁾Mean scores of 40 panelists. ($p > 0.05$, Duncan's multiple range test). Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

²⁾Equi-sweetness to the beverage containing 10% sucrose: concentrations of sucralose for 50 and 100% sucrose replacement were 0.01 and 0.02%, respectively.

그 기전을 밝히기 위하여 계속적인 연구가 필요하다고 본다. 쓴맛에 있어서는 대조군 음료와 50% 대체군 음료사이에 유의적인 차이가 없었으나, 100%군은 이들에 비해 약간 그러나 유의적으로 쓴맛이 강하게 평가되었다. 위에서 오렌지 향의 강도에서는 대조군 음료와 50% 대체군 사이에 유의적인 차이가 없었으나 100% 대체군은 이들에 비해 약하게 평가되었다. 금속성 향미 및 수렴성이 대조군 음료와 50% 대체군 음료 간에 유의적으로 나타나지 않았으나 100% 대체군 음료에서는 유의적으로 약간 높게 나타났다. 설탕을 수크랄로스로 전부 대체한 100% 대체군 음료가 대조군 음료에 비해 쓴맛, 금속성 향미 및 수렴성이 높게 평가된 결과는 위의 감미료 수용액의 평가 시 수크랄로스 용액이 설탕 용액보다 쓴맛, 금속성 향미 및 수렴성에 있어서 약간 높게 나타난 경향을 확인하는 것이라 볼 수 있다. 또한 수크랄로스의 쓴맛 및 금속성 향미가 설탕에 비해 비교적 강하게 평가된 결과는 오렌지 향미에서 100% 대체군 음료가 대조군 음료에 비해 약하게 평가된 이유를 부분적으로 설명할 수 있을 것으로 본다.

오렌지 향 음료의 소비자 기호도

Table 6에서 보는 바와 같이 쓴맛, 금속성 향미 및 수렴성 등의 이미와 이취가 대체군에서 높은 경향(Table 6)을 나타냈음에도 불구하고, 대조군 음료와 대체군 음료들 사이에는 전체적인 기호도 및 향미의 기호도에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 특히 대조군과 50% 대체군의 경우에는 거의 동일한 기호도를 나타내었다. 그러나 설탕을 100% 대체한 경우에는 기호도가 약간 낮아지는 경향이 있었다.

스포츠 음료에서 수크랄로스의 상대당도

과당(8%)을 함유한 스포츠 음료 system에서 수크랄로스의 상대당도를 조사한 결과는 Table 7과 같다. 수크랄로스가 과당의 250배와 650배의 당도를 나타내는 수준이 되도록 수크랄로스

Table 5. Sensory scores¹⁾ for orange flavored beverages²⁾ of different levels of sucrose replacement with sucralose

Level of replacement (%)	Orange flavor	Sweet taste	Sour taste	Bitter taste	Metallic flavor	Astringency
0	9.75 ^a	8.78 ^a	7.88 ^b	4.69 ^b	4.97 ^b	6.72 ^b
50	9.25 ^a	8.72 ^a	8.91 ^a	4.66 ^b	5.41 ^{ab}	7.50 ^b
100	8.44 ^b	8.69 ^a	9.47 ^a	5.34 ^a	5.84 ^a	9.00 ^a

¹⁾Means of four replicates. Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

²⁾Equi-sweetness to the beverage containing 10% sucrose: concentrations of sucralose for 50 and 100% sucrose replacement were 0.01 and 0.02%, respectively.

Table 7. Number of answers for greater sweetness of sports drink with various levels of sucralose, compared with the drink containing 8% fructose in paired comparison tests (N=20)

Sucralose/fructose	Number of answers
1/250	18***
1/350	14
1/450	9
1/550	8
1/650	2***

***Significant at $p < 0.001$.

를 첨가한 스포츠 음료들의 단맛과 설탕을 첨가한 음료의 단맛 간에는 유의적인 차이가 있었다. 그러나 350, 450 및 550배의 단맛을 나타내는 수준에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 유의적인 차이가 없는 수준에서 가능하면 이미 및 이취가 적게 나타나고 적은 수준을 사용할 수 있도록, 가장 높은 배수인 550배를 스포츠 음료에서 수크랄로스의 상대당도로 정하였다.

스포츠 음료의 관능적 특성

스포츠 음료에 대한 관능적 특성은 Table 8에 나타난 바와 같다. 단맛과 레몬향에 있어서는 수크랄로스로 과당을 대체한 비율과 무관하게 모두 대조군 음료와 유의적인 차이가 없었다. 신맛의 경우에는 위의 오렌지 향 음료에서와 마찬가지로 대조군 음료가 유의적으로 가장 낮고, 100% 대체군 음료가 유의적으로 높게 나타났다. 짠맛은 대체군 음료가 대조군 음료에 비해 유의적으로 강하였으나, 대체군 음료 간에는 유의적인 차이가 없었다. 짠맛은 스포츠음료에 사용된 염에 의해 나타나는 것으로 생각되며, 짠맛이 수크랄로스에 의해 증가하는 이유를 밝히기 위해서는 앞으로 연구가 수행되어야 할 것이다. 쓴맛과 금속성 향미는 오렌지 향 음료에서와 마찬가지로 50% 대체군 음료는 대조군 음료와 유의적인 차이가 없었으나 100% 대체군 음료는 유의적으로 강한 것을 알 수 있다. 또한 수렴성이 경우 대조군 음료가 유의적으로 낮았으며, 수크랄로스로 대체한 비율이 높을수록 유의적으로 수렴성이 강하게 나타났다.

요 약

본 연구는 수크랄로스를 이용한 저열량 음료의 관능적 특성을 평가하기 위하여 수행되었다. 이를 위해 수용액 및 음료 system에서 설탕이나 과당에 대한 수크랄로스 및 아스파탐의 상대당도를 조사하였고, 감미료를 함유한 수용액과 수크랄로스로 설탕이나 과당의 일부 또는 전부를 대체한 오렌지 향 음료 및 스포츠 음료의 관능적 특성을 평가하였다. 또한 대체율에 따른 오렌지 향 음료의 소비자 기호도를 조사하였다. 그 결과

를 요약하면 다음과 같다. 수용액 상태에서 설탕(10%) 용액에 대한 수크랄로스의 상대당도는 350배였고, 아스파탐의 상대당도는 90배였다. 설탕 용액과 동일한 당도를 나타내는 수크랄로스 및 아스파탐 용액의 관능적 특성 평가 결과, 수렴성을 제외한 모든 특성에서 수크랄로스 용액과 설탕 용액 간에 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 아스파탐 용액은 쓴맛, 금속성 향미 및 수렴성이 강하게 나타났다. 오렌지 향 음료(설탕 10% 함유)에서 수크랄로스의 상대당도는 500배였으며, 설탕의 50%를 수크랄로스로 대체한 경우, 신맛을 제외한 모든 특성에서 설탕만을 첨가한 오렌지 향 음료와 유의적인 차이가 없었다. 설탕을 수크랄로스로 대체하여 제조한 오렌지향 음료에 대해 소비자 기호도 검사를 실시한 결과, 설탕의 50%를 수크랄로스로 대체한 음료는 설탕만 첨가한 음료와 동일한 기호도를 나타냈다.

문 헌

- Nelson AL. Special topics pp. 91-95. In: Sweetners: Alternative. Eagan Press, St. Paul, MN, USA (2000)
- Kim SY, Oh DK, Kim SS, Kim CJ. New sweeteners used in sucrose-free cookies: Sugar alcohols and new sugar sweeteners. Food Sci. Ind. 29: 53-61 (1996)
- Nabors OL, Gelardi RC. Introduction. pp. 1-14. In: Alternative Sweeteners. Nabors OL, Gelardi RC (ed). Marcel Dekker, Inc., NY, USA (1985)
- Walter GJ, Mitchell ML. Saccharin. pp. 15-41. In: Alternative Sweeteners. Nabors LO, Gelardi RC (ed). Marcel Dekker, Inc., NY, USA (1985)
- Homler BE. Properties and stability of aspartame. Food Technol. 38: 50-55 (1984)
- Nam SJ, Kim KO. Characteristics of sikhye (Korean traditional drink) made with different amount of cooked rice and malt and with different sweeteners. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 197-202 (1989)
- Wells AG. The use of intense sweeteners in soft drinks. pp. 169-214. In: Progress in Sweeteners. Grenby TH (ed). Elsevier Applied Science, NY, USA (1989)
- Pong L, Johnson JM, Barbeau WE, Stewart DL. Evaluation of alternative fat and sweetener systems in cupcakes. Cereal Chem. 68: 552-555 (1991)
- Park SM, Lee SR. Estimation of the total dietary intake of saccharin by Korean population. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 563-567 (1992)
- Nelson AL. Properties of high intensity sweeteners pp. 17-29. In: Sweeteners Alternative. Eagan Press, St. Paul, MN, USA (2000)
- Jenner MR. Sucralose: unveiling its properties application. pp. 121-142. In: Progress in Sweeteners. Grenby TH (ed). Elsevier Applied Science, NY, USA (1989)
- Ellis JW. Overview of sweeteners. J. Food Sci. 72: 671-675 (1995)
- Hood LL, Campbell A. Developing reduced calorie bakery products with sucralose. Cereal Foods World 35: 1171-1182 (1990)
- Kim YH, Ahn JH, Baek SC, Yu JH. Studies on the characteristics of non fat plain liquid yoghurt with low calorie sweeteners. Korean J. Dairy Sci. 16: 376-384 (1994)

Table 8. Sensory scores¹⁾ for sports drink of different levels of sucrose replacement with sucralose

Level of replacement (%)	Sweet taste	Sour taste	Salty taste	Bitter taste	Lemon flavor	Metallic flavor	Astringency
0	9.81 ^a	6.97 ^c	2.19 ^b	2.53 ^b	7.43 ^a	1.56 ^b	7.25 ^c
50	9.03 ^a	8.31 ^b	3.16 ^a	3.28 ^b	7.53 ^a	2.00 ^b	8.91 ^b
100	8.78 ^a	10.00 ^a	4.00 ^a	4.44 ^a	6.72 ^a	3.75 ^a	10.13 ^a

¹⁾Means of four replicates. Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

²⁾Equi-sweetness to the drink containing 8% fructose: concentrations of sucralose for 50 and 100% sucrose replacement were 0.0073 and 0.0145%, respectively.

15. Powers NL, Pangborn RM. Descriptive analysis of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. *J. Food Sci.* 43: 47-51 (1978)
16. Hess DA, Setser CS. Alternative systems for sweetening layer cakes using aspartame with and without fructose. *Cereal Chem.* 60: 337-400 (1983)
17. Redlinger PA, Setser CS. Sensory quality of selected sweeteners: Aqueous and lipid model systems. *J. Food Sci.* 52: 451-454 (1987)
18. Hanger LY, Lotz A, Lepeniotis S. Descriptive profiles of selected high intensity sweeteners (HIS), HIS blends, and sucrose. *J. Food Sci.* 61: 456-464 (1996)
19. Richard LB, Graham J. Stability of sucralose in baked goods. *Food Technol.* 44: 62-66 (1990)
20. Burdach KJ, Kroese JHA, Koster EP. Nasal, retronasal, and gustatory perception: an experimental comparison. *Percep. Psychophys.* 36: 205-208 (1984)
21. Frank RA, Byram J. Taste-smell interactions are tastant and odorant dependent. *Chem. Senses* 13: 445-455 (1988)
22. Dalton P, Doolittle N, Nagata H, Breslin PAS. The merging of the senses: integration of subthreshold taste and smell. *Nature Neurosci.* 3: 431-432 (2000)
23. Prescott J, Johnstone V, Francis J. Odor-taste interactions: effects of attentional strategies during exposure. *Chem. Senses* 29: 331-340 (2004)
24. Kim KO, O'Mahony MA. New approach to category scales of intensity I: traditional versus rank-rating. *J. Sensory Studies* 13: 241-249 (1998)
25. Cardello HMAB, Dasilva MAPA, Damasio MH. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods Human Nutri.* 54: 119-130 (1990)
26. Prescott J. Flavours as a psychological construct: implications for perceiving and measuring the sensory qualities of foods. *Food Qual. Pref.* 10: 349-356 (1999)
27. Klaauw NJ, Frank RA. Scaling component intensities of complex stimuli: The influence of response alternatives. *Environ. Int'l.* 22: 21-31 (1996)

(2005년 1월 14일 접수; 2005년 5월 9일 채택)