

우유와 커피 모델 시스템에 적용된 저열량 감미 소재의 감미도와 감미질

최지혜 · 김광표¹ · 정서진*

이화여자대학교 건강과학대학 식품영양학과, ¹전북대학교 농업생명과학대학 식품공학과

Relative Sweetness and Sweetness Quality of Low Calorie Sweeteners in Milk and Coffee Model System

Ji-Hye Choi, Kwang-Pyo Kim¹, and Seo-Jin Chung*

Department of Nutritional Science & Food Management, Ewha Womans University

¹Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

Abstract This study investigated the relative sweetness of various sweeteners (tagatose, xylose, erythritol, sucralose, and enzyme treated stevia) in milk and instant coffee systems. Additionally, the effects of interactions with other ingredients on the sensory characteristics of milk and coffee were explored. In the case of a banana-flavored milk system, sucrose was added to a concentration of 5%, and the five types of sweetener were added to a concentration of equal sweetness to a 5% concentration of sucrose. For coffee systems, 5.9% sucrose level and sweeteners' concentration equivalent to this level was added. A generic descriptive analysis was performed using ten trained panelists. The results showed that the relative sweetness of all the sweeteners was identical to that identified in the aqueous system, except for stevia in the milk system and in the coffee system with added vegetable cream. For the black coffee system, the relative sweetness decreased for tagatose, erythritol and for stevia. Fat and vegetable cream significantly affected the sensory qualities of milk and coffee, respectively.

Keywords: low calorie sweetener, relative sweetness, sensory characteristics, milk, coffee

서 론

단당류나 이당류에서 발현되는 단맛과 이에 대한 사람의 본능적인 선호도는 인류 진화의 견지에서 보면 생존을 위해 섭취해야 하는 열량원(식품)의 지표성분에 대한 반응이라 하겠다. 그러나 그 어느 때보다 먹거리가 풍요로워진 현대사회에 들어서면서 지방과 더불어 설탕, 과당 등의 소화성 소당류는 비만과 대사증후군, 그리고 각종 성인병 질환의 주요한 원인으로 꼽히고 있다. 서구사회에서는 영양과잉의 식이섭취가 사회적인 건강문제로 대두된 1960년대 이후부터 설탕의 단맛품질은 유지하되 열량은 최소화하는 대체 감미료에 대한 연구가 매우 활발히 진행되어 다양한 대체 감미료가 개발, 상용화되었으나 설탕이나 과당을 심리학, 생리학, 영양학적 후유증 없이 완벽하게 대체할 재료 칼로리 소재에 대한 탐색은 여전히 진행 중이다.

단맛을 내는 물질은 크게 당류(sucrose, fructose, glucose 등), 폴리올류 (xylitol, sorbitol, erythritol 등), 아미노산류(glycine, alanine), 고강도 감미료류 (aspartame, acesulfame-K, stevioside, sucralose 등)로 나눌 수 있다. 감미소재의 분류 기준에 따라 천

연유래 감미소재와 인공합성 감미소재로 나누기도 하고 단맛 발현 정도에 따라 bulk sweetener와 고감미소재(intense sweetener)로 나누기도 한다. 최근 많은 관심을 받는 저열량 감미소재를 살펴보면 tagatose는 galactose의 이성질체로 설탕과 유사한 물리적, 화학적 성질을 지니며 상대당도는 설탕의 0.85배로 보고되었다(1). 체내에서 거의 대사되지 않아 저열량 감미료로 사용가능하며 열에 안정적이고 설탕과 유사한 식감과 맛을 부여하여 효과적인 저열량 감미료라 할 수 있다(2,3). Xylose 역시 비소화성 당류로 거의 열량을 내지 않으면서 단맛을 발현하지만 현재까지는 자일리톨을 만들기 위한 소재로 주로 사용이 되었으며 자일로스가 자체가 식품에 적용된 경우는 상대적으로 미미한 수준이다. Sorbitol, xylitol, erythritol은 당 알코올로 공통적으로 깔끔한 단맛과 함께 용해 시 흡열 반응을 일으켜 청량감을 부여한다. Erythritol은 4탄 당 당알코올로 자연에 존재하며 설탕 대비 상대감미도는 0.6-0.7이다. 저열량 감미료로 충치 예방 및 삼투압이 설탕에 비해 높은 특성이 있다(4,5).

현재까지 개발된 고강도 감미료 소재 중 수크랄로스(sucralose)는 저열량 고강도 감미료 중 설탕과 가장 가까운 관능적 특성을 지니는 것으로 각광 받는 소재이다. 수크랄로스는 설탕의 수산화기를 염소원자로 치환한 성분으로 단맛의 강도 및 안정성을 증대시킨 소재이다. 다른 감미료에 비해 단맛발현 시간이 빠른 것이 이 소재의 장점 중 하나이다(6). *Stevia rebaudiana* Bertoni의 잎에서 추출한 stevia는 천연소재이면서 다른 인공감미료와 같이 고감미기능을 가진다. 더불어 열량을 내지 않고 혈중 포도당과 인슐린 수준에 긍정적(7)이며 인체에 부작용이 없는 것으로 보고되어(8) 대체 감미료로서의 잠재력이 매우 크다. 그러나 stevia는

*Corresponding author: Seo-Jin Chung, Department of Nutritional Science & Food Management, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea
Tel.: 82-2-3277-3454
Fax: 82-2-3277-2862
Email: sc79d@ewha.ac.kr
Received September 5, 2013; revised October 16, 2013;
accepted October 16, 2013

상대감미도가 설탕의 150-300배로 알려져 있지만 쓴맛이 특히 강하게 발현되는 단점이 있어 다른 감미료와 혼합하여 사용하는 것을 권장하고 있다(9,10).

이상적인 감미료는 깔끔한 단맛을 내면서 발현시간이 빠르고 맛의 지속성이 짧아야 한다(11). 고강도 감미료의 경우 농도가 증가함에 따라 단맛 뿐 아니라 쓴맛, 금속성, 떫은감촉/수렴성 등의 이미(異味) 강도가 증가한다. 묘사분석을 이용하여 다양한 종류의 감미료에 대해 관능적 특성 용어를 개발한 결과 단맛 외에 신맛, 쓴맛, 설탕 탄 향미, 캐러멜, liquorices, 단맛, 멘톨, 무게감, 화한 느낌, 떫은맛, 부드러움, 자극적인, 금속성, 단맛 지속성 등이 도출 되었다(12).

감미소재의 상대감미도는 적용되는 식품시스템 (액상, 고형, 상온, 냉장, 고온 등), 설탕을 대체하고자 하는 농도 수준, 식품 내 다른 맛과의 상호작용 등 에 따라 달라질 수 있다. 그럼에도 불구하고 저열량 감미소재의 식품 내 적용 연구 중 많은 연구가 상대 감미수준에 대한 검증 없이 기존 문헌에서 보고된 상대감미도를 그대로 적용하는 경우가 빈번하다.

음료시장과 유가공 시장 규모는 전체 식품시장에서 상위를 차지하며 이중 커피를 포함한 차 제품과 가공유 제품은 전체 매출에 큰 비중을 차지하고 있다. 가공유와 커피음료의 경우 웰빙 열풍과 저열량 제품에 대한 소비자 요구도와 맞물려 설탕이나 고과당이 대체된 대체 감미료 적용제품에 대한 수요가 그 어느 때보다 큰 실정이다. 우유와 커피는 일반적으로 각각 저온과 고온에서 음용되기 때문에 우유와 커피에서 기인하는 성분 차이와 더불어 음용 온도 영역에 따라 다양한 감미료가 발현하는 감미도 및 감미질을 연구하기에 적합한 시스템이라고 판단된다. 본 연구에서는 우유와 커피를 복합식품 모델시스템으로 선정하여 다양한 저칼로리 감미료가 각 복합식품에 적용되었을 때의 상대감미도 및 발현되는 관능적 특성을 분석하고자 하였다. 더불어 우유와 커피 모델시스템에서 지방이나 식물성크림 등의 주성분 함량을 변화하였을 때 감미소재와의 맛 상호작용을 연구하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

우유 복합시스템에 적용된 저열량 감미소재에 대한 실험에서는 전지우유(Seoul Milk Co., Seoul, Korea)와 무지우유(Seoul Milk Co.), Banana flavor (Seoul Flavor Co., Seoul, Korea)에 감미료 sucrose (CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), xylose (CJ Cheiljedang Co.), tagatose (CJ Cheiljedang Co.), erythritol (CJ Cheiljedang Co.), sucralose (Shinwon, Seoul, Korea), 효소 처리 stevia (CJ Cheiljedang Co.)를 사용하여 시료를 제조하여 실험을 진행하였다.

커피 복합시스템에 적용된 저열량 감미소재에 대한 실험에서는 커피분말(Dongsuh Food Co., Seoul, Korea)과 식물성크림(프리마, Dongsuh Food Co.)을 사용하여 실험을 진행하였다. 적용된 감미료의 종류는 우유 시스템과 동일하였다.

패널

맛에 대한 정상적인 예민도와 맛평가의 재현성이 검증된 20대 여성 10명을 선발하였으며 이들 패널 구성원은 감미료 평가에 대한 약 6주간의 훈련과정을 거쳐 본 실험의 패널로 참여하였다.

시료 준비

예비실험을 통해 시중에 판매되고 있는 바나나향 우유와 커피

Table 1. Concentration and relative sweetness of 6 types of sweetener using descriptive analysis in milk and coffee system

Sample	Relative sweetness	Concentration applied in milk system	Concentration applied in coffee system
Sucrose	1.00	5.000%	5.900%
Xylose	0.63	8.000%	9.300%
Tagatose	0.85	5.900%	6.900%
Erythritol	0.60	8.300%	9.800%
Sucralose	556.00	0.009%	0.010%
Stevia	64.00	0.078%	0.088%

의 단맛 강도가 각각 설탕 5%와 5.9% 수준에 상응한다고 도출되어 이에 상응하는 단맛 수준으로 감미료를 첨가하였다. 우유 복합 시스템에 적용된 저열량 감미소재에 대한 실험에서 모든 샘플은 평가 4시간 전에 제조하여 사용하였다. 일반적으로 백색시유 자체에서 기인하는 당(주로 젓당)이 약 5% 정도 되며 가공유 중 시중 판매되고 있는 바나나향 우유의 당 함량은 젓당 포함 약 7-11%로 제조사에 의해 추가적으로 첨가하는 당이 약 2-6% 정도이다. 본 실험에서는 이를 감안하여 백색시유에 설탕 5% 수준을 더 첨가하는 것으로 단맛 수준을 정하였다. 본 실험에서 평가한 5종 감미료의 감미도는 이전 실험에서 수용액상 도출된 상대감미도 결과를 적용하였다(1). 총 5가지 감미료(xylose, tagatose, erythritol, sucralose, stevia)를 설탕 5% 수용액의 단맛 강도에 상응하는 농도로 준비하였다(Table 1). 바나나향 우유는 banana flavor A (Seoul Flavor Co.)를 0.3%가 되도록 우유에 첨가하였다. 시료는 2가지 우유시스템(바나나향 첨가 전지유, 바나나향 첨가 무지유)에 적용하여 각각 4반복으로 평가되었다. 시료 제조에서 오는 오차효과를 최소화하기 위해 반복실험마다 따로 시료를 제조하였으며 40 mL씩 용기에 담아 15±5로 제공하였다.

커피 복합시스템에 적용된 저열량 감미소재에 대한 실험에서는 모든 샘플을 평가 2시간 전에 제조하여 사용하였다. 총 5가지 감미료(xylose, tagatose, erythritol, sucralose, stevia)를 설탕 5.9% 수용액의 단맛 강도에 상응하는 농도로 준비하였다(Table 1). 시료는 설탕 5.9% 및 설탕 5.9%에 상응하는 각 감미료와 커피 5.9%를 혼합하여 2가지 커피시스템(커피+식물성크림+감미료 수용액, 커피+감미료 수용액)에 적용하였다. 식물성크림 커피시스템은 기존 블랙커피시스템에 5.9%에 해당하는 식물성크림을 첨가하여 제조하였다. 온도 유지를 위해 모든 시료는 2L 보온병에 제조 후 보관하고 평가마다 텀블러에 150 mL 이상 담아 패널들에게 제공하였으며 시료 온도는 80±5°C가 되도록 하였다.

묘사분석 진행 절차

묘사분석은 훈련과 본 실험 두 세션으로 나누어 진행하였다. 훈련세션에서 선발된 패널은 우유와 커피에 첨가된 감미소재의 관능적 특성에 대한 용어도출 및 정의 그리고 표준시료를 확립하였다(Table 2, 3). 본 실험에서는 단맛 강도를 포함한 훈련과정에서 도출된 관능적 특성에 대해 15점 항목 척도(0=느껴지지 않음/7=보통/14=매우 강함을 표시하였음)를 사용하여 묘사분석을 실시하였다. 특성 평가는 색의 차이에서 오는 편견을 막기 위해 관능검사 부스에서 적색등을 켜고 평가를 진행하였다. 본 실험은 기존 제시된 여러 감미료의 설탕 대비 감미도가 우유나 커피 등의 복합시스템에서도 적용되는지 확인하는 실험이 일부 포함되었다. 묘사분석 결과에서 특정 감미료의 단맛 강도가 설탕 첨가 시료의 단맛 강도와 유의적인 차이가 있는 경우 상대감미도를 재

Table 2. Sensory descriptors, definitions, reference materials, and reference scores of the descriptive attributes developed for the milk system

Categories	Descriptors	Definitions	Reference	Reference score
Odor/ Aroma attributes	Grassy/ <i>birim</i> odor	Complex aromatic associated with raw milk, cut grass and fishy	Milk	7
	Banana aroma	Aromatic associated with Banana flavor A	Banana flavor A	12
	Sweet aroma	Aromatic associated with sucrose	-	-
Flavor/ Taste attributes	Overall intensity	Intensity of overall flavor	-	-
	Sweetness	Fundamental taste sensation of which sucrose is typical	Sugar solution 5%	7
			Sugar solution 7%	10
			Sugar solution 10%	14
	Bitterness	Fundamental taste sensation of which caffeine is typical	Caffeine solution 0.05%	7
	Banana flavor	Flavor associated with Banana flavor A	Banana flavor A	-
	Milk flavor	Flavor associated with typical milk	Milk	9
	Cooked milk flavor	Flavor associated with cooked milk	Cooked milk	8
	<i>Goso</i> flavor	Complex flavor associated with mixture of dairy, fatty, nutty, and roasted carbohydrate flavor	-	-
	Artificial sweetness	Flavor associated with low calorie beverage's	Cokacola zero (Cokacola Co., Atlanta, USA)	12
Freshcream flavor	Flavor associated with whipped cream	Whipped cream (Mail Dairy Co., Seoul, Korea)	10	
Texture/ Mouth feel attributes	Menthol flavor	Flavor associated with mint candy	Mint candy	10
	Smooth/Mild	Smooth texture sensation	-	-
	Viscosity	Degree of thickness of the fluid	-	-
Residual flavor	Residual sweetness	Aftertaste associated with sucrose	Sugar solution	-
	Residual fatty	Aftertaste associated with fat flavor in milk	-	-
	Residual astringent	Aftertaste associated with astringent	-	-

조정하여 설탕 첨가 시료와 단맛 강도가 유의적인 차이가 없을 때까지 실험을 진행하였다. 상대감미도의 재조정은 기존 농도에서 10%를 증가하거나 감하여 계산한 새로운 농도에 대해 설탕 첨가 시료 대비 단맛 강도를 평가하여 유의성을 검증하였다. 예를 들어 X라는 감미료를 8% 수준에서 평가하였는데 설탕 첨가 시료에 대해 단맛이 유의적으로 약하게 평가되었다면 다음실험에서 X 시료의 농도를 8.8%로 증가시켜 다시 평가하였다.

우유복합시스템과 커피복합시스템의 실험은 독립적으로 진행되었다. 모든 실험에서 시료평가 사이에는 따뜻한 물(55±5°C)과 무염 크래커로 입을 헹구도록 하였고 한 시료 평가 후 5분의 쉬는 시간을 주어 미각의 둔화 현상을 줄이고자 하였다. 한 세션은 6개 시료로 구성되었고 모든 시료는 3자리 숫자로 코딩되었다. 시료의 제공순서는 Williams Latin Square design을 이용하여 정하였고 이에 따라 시료를 제공하였다.

통계분석

우유 및 커피 시스템 별 감미소재의 관능적 특성 강도 간의 유의차를 검증하기 위해 일반선형모형을 이용하여 분산분석을 실시하였다. 이 때 독립변수는 감미소재종류, 패널, 감미소재종류×패널이었고 이들 변수가 관능적 특성 강도에 끼치는 영향을 95% 신뢰수준에서 판별하였다. 감미소재 간 관능적 특성이 유의적인 차이를 나타낸 경우 Duncan's Multiple Range Test를 실시하였다. 또한 각 시료의 특성강도 평균값에 대해 주성분 분석(Principal

Component Analysis)을 실시하여 관능적 특성간의 상관성 및 시료와 관능적 특성간의 상관성을 요약, 분석하였다. 분산분석 및 Duncan's Multiple Range Test는 SPSS ver. 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였고 주성분 분석의 도표화는 XLSTAT (Paris, France)를 이용하였다.

우유의 지방함량 및 커피의 식물성크림 첨가 여부에 따른 감미소재의 관능적 특성 차이를 비교하고자 일반선형모형을 이용하여 분산분석으로 분석하였다. 이 때 독립변수는 우유(혹은 커피)종류, 감미료종류, 패널, 우유(커피)종류×감미료종류, 우유(커피)종류×패널이었고 이들 변수가 관능적 특성 강도에 끼치는 영향을 95% 신뢰수준에서 판별하였으며 SPSS ver. 18 (SPSS Inc.)을 이용하였다.

결과 및 고찰

복합 시스템에 적용된 감미 소재의 관능적 특성 분석 및 감미도 검증

우유 복합 시스템에서는 향/냄새 3가지 특성, 생우유 비린내, 달콤한 향, 바나나향, 향미/맛 9가지 특성, 전반적 강도, 단맛, 쓴맛, 생우유향미, 분유향미, 고소한 향미, 인공적인 단맛, 생크림향미, 바나나향미, 입안감촉 3가지 특성, 청량감, 부드러움, 입안에서 퍼지는 감촉, 후미 3가지 특성, 후미 단맛, 후미 느끼한 맛, 후미 짙은맛 등의 관능적 특성이 도출되었다. 총 18개의 묘사 용

Table 3. Sensory descriptors, definitions, reference materials, and reference scores of the descriptive attributes developed for the coffee system

Categories	Descriptors	Definitions	Reference	Reference score
Flavor/ Taste attributes	Overall intensity	Intensity of overall flavor	-	
			Sugar solution 3%	4
			Sugar solution 5%	7
	Sweetness	Fundamental taste sensation of which sucrose is typical	Sugar solution 7%	10
			Sugar solution 10%	14
	Bitterness	Fundamental taste sensation of which caffeine is typical	Caffeine solution 0.05%	7
	Sourness	Fundamental taste sensation of which citric acid is typical	Citric acid solution 0.07%	7
	Coffee flavor	Flavor associated with coffee	Coffee	10
	Vegetable cream flavor	Flavor associated with vegetable cream	Vegetable cream	9
	Roasted grain flavor	Flavor associated with roasted grain	Roasted grain	8
	Caramel flavor	Flavor associated with milk caramel	Milk caramel (Orion Co., Seoul, Korea)	8
Texture/ Mouth feel attributes	Mouth coating	Mouth feel when thin oil layer covers the tongue	-	-
	Astringent/ <i>tuptup</i>	Complex mouth feel associated with dry, roughness, and lingering residuals after swallowing in mouth	-	-
	Viscosity	Degree of thickness of the fluid	-	-
Residual flavor	Residual sweetness	Aftertaste associated with sucrose	Sugar solution	
	Residual bitterness	Aftertaste associated with sucrose	Caffeine solution 0.05%	7
	Residual sourness	Aftertaste associated with sucrose	Citric acid solution 0.07%	7

어가 도출되었으며 각 특성에 대한 정의 및 표준 시료가 확립되었고 일부 특성에 대하여 표준 강도가 설정되었다(Table 2).

커피 복합 시스템에서는 향미/맛 7가지 특성, 전반 맛 강도, 단맛, 쓴맛, 신맛, 커피향미, 보리차향미, 카라멜향미, 입안감촉 3가지 특성, 입안 코팅감, 텁텁한 질감, 점도, 후미 3가지 특성, 후미 단맛, 후미 쓴맛, 후미 신맛 등의 관능적 특성이 도출되었으며, 식물성크립 첨가 커피시스템에서는 식물성크립향미가 추가되었다. 총 14개의 묘사용어가 도출되었으며 커피시스템과 마찬가지로 각 특성에 대한 정의 및 표준시료가 확립되었고 일부 특성에 대하여 표준 강도가 설정되었다(Table 3).

우유 복합 시스템에 적용된 감미 소재의 관능적 특성 분석 및 주성분 분석

설탕 및 5종 감미소재를 각각 첨가한 바나나향 전지우유시스템에 대해 묘사분석을 실시한 결과 단맛, 쓴맛, 생우유향미, 인공적인 단맛, 입안퍼짐, 후미 단맛, 후미 뚝은맛 특성 강도가 감미소재 종류에 따라 유의적인 차이($p<0.05$)가 있는 것으로 분석되었다. 유의적인 차이를 보이는 7가지 특성에 대해 시료 종류별 강도 평균값은 Table 4에 정리하였다. 수용액에서 도출된 설탕 및 5종 감미소재의 상대감미도를 이용하여 바나나향료 첨가 전지우유 복합시스템에서 설탕 5%에 상응하는 농도로 감미소재를 묘사분석 하였을 때, xylose, tagatose, erythritol, sucralose 첨가 시료는 설탕 첨가 시료와 비교하여 단맛에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 stevia 첨가 시료의 단맛강도는 이들 시료에 비해 유의적으로 낮게 발현되는 것으로 분석되었다. 쓴맛과 후미 뚝은맛의 경우 xylose, erythritol, stevia 첨가 시료가 설탕에 비해 높은 강도를 보였다. 인공적인 단맛에서는 당 알코올류인 erythritol과 고감미료인 sucralose, stevia 첨가 시료가 높은 강도를 나타냈다.

후미 단맛은 다른 감미소재에 비하여 erythritol 첨가 시료는 강하게 stevia 첨가 시료는 낮게 평가되었다. 이상적인 저열량 감미료는 설탕이나 과당보다 칼로리는 더 낮으면서 감미질은 유사한 감미료이다. 현재까지도 대체감미료의 연구가 활발히 이루어지는 것은 칼로리가 낮은 감미료는 많으나 설탕이나 과당이 발현하는 감미질과 유사한 특성을 보이는 감미료를 찾지 못하는 반증일 것이다. 고감미료가 단맛을 강하게 발현하는 장점이 있는 반면에 쓴맛, 뚝은맛 등의 부정적인 특성을 동반하는 것은 이전의 여러 연구에서도 보고된바 있다(9,13-15). 본 연구에서는 자연당인 xylose와 당알코올인 erythritol 첨가 시료 또한 설탕 첨가 시료와는 다른 쓴맛이나 뚝은맛을 동반하는 것으로 나타났다. Tagatose 첨가 시료의 경우 우유향미가 상대적으로 강한 것을 제외하고는 설탕 첨가 시료와 관능적 특성이 가장 유사한 것으로 분석되었다.

바나나향 무지우유시스템에서는 단맛, 쓴맛, 분유향미, 부드러움, 후미 뚝은맛에서 감미소재 간에 유의적 차이($p<0.05$)가 있는 것으로 분석되었다. 유의적인 차이를 보이는 5가지 특성의 강도는 Table 5에 정리하였다. 앞서 바나나향 전지우유시스템에서와 마찬가지로 stevia 첨가 시료의 경우 단맛은 낮게, 쓴맛은 높게 평가되었다. 또한 바나나향 첨가 무지우유시스템에서는 xylose, erythritol, sucralose, stevia 첨가 시료의 쓴맛강도가 설탕 첨가 시료에 비해 유의적으로 높았다. Sucralose 첨가 시료의 경우 전지우유에서는 쓴맛이나 후미 뚝은맛의 강도가 설탕 첨가 시료에 비해 유의적으로 다르지 않았으나 무지우유에서는 설탕 첨가 시료에 비해 유의적으로 강하게 발현되는 것으로 나타났다. 즉, 지방함량에 따라 감미료에 의한 우유시스템의 관능적 특성이 달라지는 것으로 분석되었다. 분유향미는 xylose, tagatose, stevia 첨가 시료가 설탕을 포함한 다른 감미소재 첨가 시료에 비해 낮게 분석되었고, 부드러움은 stevia 첨가 시료가 낮은 강도로 유의적 차이를 보였다. 후미 뚝은

Table 4. The mean¹⁾ intensity values of attributes that showed significant sample effects for 6 types of sweeteners in full fat banana flavored milk

Sample	Sweet	Bitter	Milk F	Artificial sweet	Viscosity	Residual sweet	Residual astringent
Sucrose 5%	9.9±1.8 ^b	0.7±1.0 ^a	4.4±2.5 ^{ab}	2.9±2.3 ^a	8.4±2.0 ^c	4.9±2.5 ^b	1.0±1.2 ^a
Xylose 8%	9.7±1.9 ^b	1.6±1.2 ^c	4.5±2.2 ^{abc}	3.4±2.9 ^{abc}	7.4±2.0 ^a	5.0±3.0 ^b	1.6±1.5 ^b
Tagatose 5.9%	9.8±1.3 ^b	0.8±0.9 ^a	5.2±2.0 ^c	3.0±2.7 ^{ab}	8.2±1.8 ^{bc}	4.9±2.7 ^b	1.0±1.4 ^a
Erythritol 8.3%	10.4±1.7 ^b	1.5±1.3 ^{bc}	4.0±2.3 ^a	4.1±3.4 ^d	7.6±2.0 ^{ab}	5.6±3.7 ^c	2.0±1.6 ^b
Sucralose 0.009%	10.2±1.4 ^b	1.1±1.0 ^{ab}	4.9±2.3 ^{bc}	3.6±2.4 ^{bcd}	7.8±2.0 ^{abc}	4.7±2.5 ^b	1.1±1.3 ^a
Stevia 0.078%	8.7±1.8 ^a	3.4±1.7 ^d	5.2±2.5 ^{bc}	3.7±2.1 ^{cd}	7.3±2.0 ^a	4.0±2.4 ^a	1.7±1.6 ^b

¹⁾Mean values within the same column sharing different alphabet superscripts differ significantly ($p<0.05$)

Table 5. The mean¹⁾ intensity values of attributes that showed significant sample effects for 6 types of sweeteners in non fat banana flavored milk

Sample	Sweet	Bitter	Cooked milk F	Mild	Residual astringent
Sucrose 5%	9.8±1.8 ^b	0.9±1.0 ^a	3.8±3.7 ^b	6.4±2.2 ^b	1.1±1.7 ^a
Xylose 8%	9.9±1.6 ^b	1.6±1.1 ^b	3.1±3.7 ^a	6.2±2.4 ^b	1.5±1.8 ^{ab}
Tagatose 5.9%	9.6±1.6 ^{ab}	1.2±1.3 ^{ab}	3.2±3.7 ^a	5.9±2.3 ^{ab}	1.3±2.1 ^a
Erythritol 8.3%	9.8±1.7 ^b	1.4±1.0 ^b	3.5±3.7 ^{ab}	5.7±2.3 ^{ab}	2.1±2.2 ^c
Sucralose 0.009%	9.4±1.8 ^{ab}	1.4±1.5 ^b	3.7±3.7 ^b	6.4±2.6 ^b	1.1±2.0 ^a
Stevia 0.078%	8.9±1.8 ^a	2.3±1.7 ^c	3.2±3.7 ^a	5.4±2.2 ^a	2.0±2.2 ^{bc}

¹⁾Mean values within the same column sharing different alphabet superscripts differ significantly ($p<0.05$)

맛의 경우 erythritol과 stevia 첨가 시료가 상대적으로 높게 발현되는 것으로 분석되었다. 식품내의 지방함량 수준은 그 식품의 향미 성분과 상호작용하여 관능적 특성에 큰 영향을 끼친다(16). 특히 전지유와 무지유의 관능적 특성 차이는 지방에서 오는 입안감촉 뿐 아니라 향기성분과 지방의 상호작용 변화에 따른 차이가 매우 크다. 향기성분과 지방의 상호작용에 대한 연구는 매우 활발한 반면 감미물질과 지방의 상호작용연구는 상대적으로 적다. 기존 연구에 따르면 지방함량이 증가하면 단맛 강도는 감소한다는 보고가 일반적이지만 이는 연구되는 식품 유형에 따라 달라진다(17,18). 더불어 본 연구에서 실험한 바와 같이 다른 종류의 감미소재가 지방함량에 따라 나타나는 상호작용에 대한 연구는 aspartame과 sucralose등에 대한 연구로 제한적이다(19,20).

바나나향료 첨가 전지유유 복합시스템에서의 sucrose 및 5종 감미소재의 관능적 특성을 시각적으로 요약하기 위해 소재 간 유의적 차이가 있는 특성에 대하여 주성분분석을 실시하였으며 주성분 분석 도표는 Fig. 1와 같다. 분석 결과 총 분산의 65.28%를 제 1주성분이 설명하였고 28.03%를 제 2주성분이 설명하는 것으로 나타났다. 제 1주성분에서 양의 방향으로서는 쓴맛이 강한 시료와 그렇지 않은 시료로 구분되었는데 stevia가 이러한 특성이 강한 것으로 나타났다. 음의 방향으로서는 단맛과 점도 등의 특성에 의해 구분되었는데 설탕을 비롯하여 tagatose, sucralose, erythritol 등의 감미소재 첨가 시료가 이러한 특성이 강하게 발현되는 것으로 나타났다. 바나나향료 첨가 전지유유시스템에서 설탕 5% 첨가 시료와 감미질 및 관능적 특성이 유사한 시료들로는 tagatose 5.9%, sucralose 0.009% 첨가 시료 등이 있는 것으로 분석되었다. 바나나향 첨가 무지유의 경우에도 전지유와 유사한 주성분 도표가 도출되어 추가적인 설명은 생략하였다.

커피 복합 시스템에 적용된 감미 소재의 관능적 특성 분석 및 주성분 분석

블랙커피 시스템에서 설탕과 5종 감미소재 첨가 시료의 경우 단맛을 제외한 관능적 특성은 크게 다르지 않은 것으로 나타났

다. 다만 stevia 첨가 시료는 쓴맛과 커피 향미가 높게 발현되는 것으로 분석된다(Table 6). 수용액에서 도출된 5종 감미소재의 상대감미도를 이용하여 블랙커피 시스템에서 설탕 5.9%에 상응하는 농도로 5종 감미소재를 묘사분석 하였을 때, tagatose, erythritol, stevia 첨가 시료의 경우 상대감미도가 단순 수용액에 적용하였을 때에 비해 낮아지는 것으로 나타났다. Stevia 첨가 시료의 경우 본래 가지고 있는 쓴맛 특성이 커피의 쓴맛과 결합하여 쓴맛이 더 강하게 평가된 것으로 사료되며 커피시스템에서는 커피 향미와 쓴맛이 늘 함께 동반되기 때문에 커피향미 또한 상승한 것으로 판단된다. 이와 유사하게 고감미료인 sucralose나 ace-sulfame-K를 첨가한 커피실험에서도 쓴맛, 커피향미, 탄향미 등이 설탕 첨가 커피에 비해 강하게 평가되는 것으로 나타나(14) 고감미료가 지닌 특유의 쓴맛 특성 커피향미와 어울려 쓴맛을 더 강하게 발현하는 것으로 사료된다. 향미와 향미간 상호작용은 관능적 성질이 유사하거나 서로 어울릴(congruent)때 상승작용으로 나타나며(21) stevia가 커피에 첨가될 때 본인의 쓴맛과 커피향이 상승작용을 일으켜 커피향 강도가 유의적으로 더 강하게 발현된 것으로 보인다.

식물성크림 첨가 커피시스템에서 설탕과 xylose, tagatose, erythritol 첨가 시료의 관능적 특성은 크게 다르지 않았으나, 고감미료인 sucralose와 stevia는 쓴맛, 커피향미, 후미 쓴맛이 높게 평가되었다. 특히 stevia의 경우 다른 감미소재에 비해 단맛, 프림향미, 카라멜향미, 점도, 후미단맛 등이 약하게 평가되었다(Table 7).

식물성크림 첨가 커피에서 설탕 및 5종 감미소재의 관능적 특성을 시각적으로 요약하기 위해 소재 간 유의적 차이가 없는 전 반맛강도, 신맛, 보리차향미, 입안코팅감, 땀은맛/땀탑함, 후미 신맛 등을 제외한 모든 관능적 특성 강도 평균값에 대해 주성분 분석을 실시하였다(Fig. 2). 식물성크림 첨가 커피의 주성분 분석 결과 총 분산의 86.15%를 제 1주성분이 설명하였고, 11.00%를 제 2주성분이 설명하였다. 제 1주성분은 양의 방향으로 커피향미, 후미 쓴맛, 쓴맛, 등의 특성이 강한 시료와 그렇지 않은 시료로 분리되었는데 stevia 첨가 시료는 이러한 특성이 상대적으로 강하

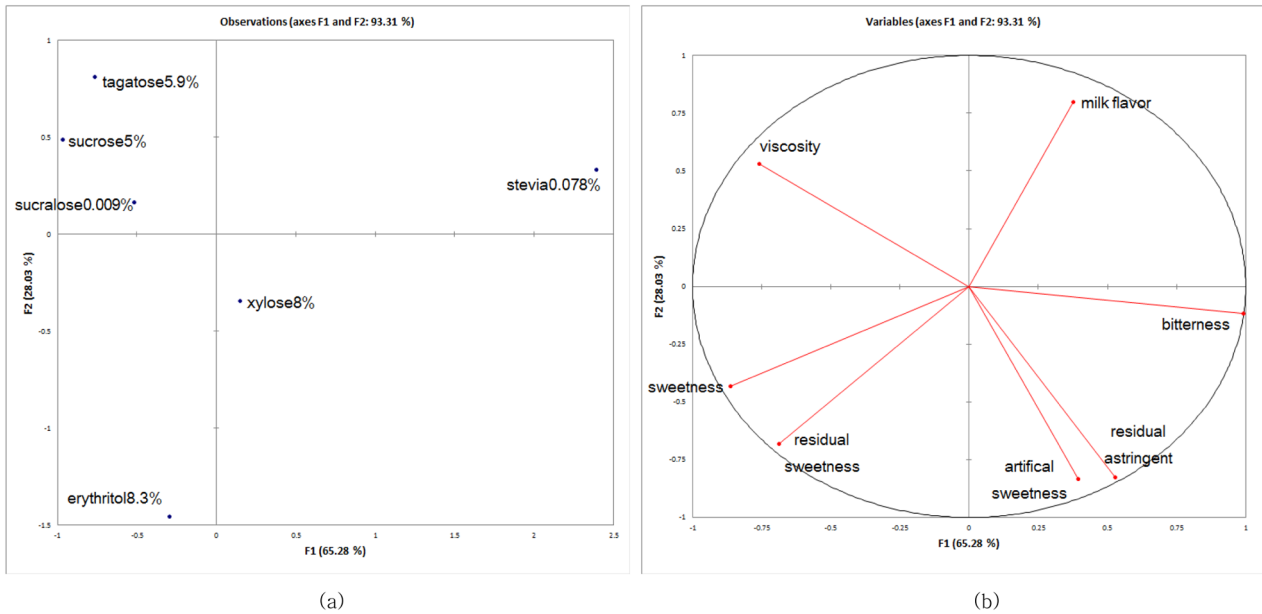


Fig. 1. Principal component plot of 6 sweeteners (a) and their sensory characteristics (b) at 5% equi-sweetness level of sucrose in banana flavored full fat milk system

Table 6. The mean¹⁾ intensity values of attributes that showed significant sample effects for 6 types of sweeteners in black coffee

Sample	Sweet	Bitter	Coffee F
Sucrose 5.9%	6.9±2.6 ^c	7.0±3.5 ^a	8.0±2.3 ^a
Xylose 9.3%	6.7±2.6 ^{bc}	6.8±3.0 ^a	8.0±2.0 ^a
Tagatose 6.9%	5.7±2.1 ^a	6.7±3.5 ^a	7.9±2.4 ^a
Erythritol 9.8%	6.0±2.3 ^{ab}	7.0±3.6 ^a	8.2±2.4 ^a
Sucralose 0.01%	7.2±2.7 ^c	7.2±3.3 ^{ab}	8.3±2.5 ^{ab}
Stevia 0.088%	5.9±3.8 ^{ab}	8.0±4.2 ^b	8.9±2.5 ^b

¹⁾Mean values within the same column sharing different alphabet superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

였다. 제 1주성분의 음의 방향으로는 프림향미, 카라멜향미, 점도, 단맛, 후미 단맛이 강한 시료와 그렇지 않은 시료로 분리되었는데 설탕을 포함하여 tagatose, erythritol 등을 첨가한 시료들이 이에 해당되었으며 설탕 5.9%와 가장 유사한 감미질을 나타내는 것은 tagatose 6.9%, erythritol 9.8%인 것으로 분석된다. 바나나향 첨가 우유의 경우 sucralose 첨가 시료가 설탕 첨가 시료와 상대적으로 유사한 감미질을 보인 것과 다르게 커피의 경우 자연당이나 당알코올 첨가 시료가 설탕 첨가 커피와 더 유사한 감미질을 갖는 것으로 나타나 차이를 보였다.

우유 복합시스템에서 설탕 및 5종 감미 소재의 상대감미도

표시분석을 이용하여 각 감미소재별 단순수용액에서의 설탕대비 상대감미도를 복합식품인 우유에 적용하였을 때 상대감미도가 동일한지 분석하였다. 그 결과 우유 복합시스템에서는 Table 4,5에 나타난 바와 같이 xylose, tagatose, erythritol, sucralose의 상대감미도는 설탕 5%의 단맛강도와 다르지 않은 것으로 나타났으나 stevia의 경우 우유시스템에서는 상대감미도가 더 낮은 것으로 분석되었다. stevia는 우유시스템에서 상대감미도가 순수 수용액의 값보다 낮게 발현되었다. stevia의 상대감미도를 재조정하여 실험한 결과 단순수용액에서는 설탕의 64배이었으나 우유시

스템에서는 25배로 낮아지는 것을 확인할 수 있었다(Table 8). 맛과 맛 간의 상호작용에 영향을 주는 인자는 크게 1) 식품 내의 맛성분과 다른 식품성분과의 물리화학적 상호작용, 2) 맛/향성분의 미각/후각 수용체와의 경쟁적 결합 형태, 3) 뇌 인지적 수준에서의 상호작용으로 나눌 수 있다(21-23). 앞서 언급한 바와 같이 감미료의 종류에 따라 첨가 식품군에서 발현되는 감미도를 중점적으로 연구한 논문은 aspartame, sucralose, stevia 등으로 제한적이며 감미도를 수치화한 경우는 극히 드물다. Aspartame의 경우 적용되는 식품에 따라 오렌지향 첨가 음료에서는 감미도가 상승하지만(24) 지방함량이 증가된 식품에서는 sucralose와 함께 상대감미도가 감소하는 것으로 보고되었다(18). de Melo 등(20)의 연구에 의하면 sucralose와 stevia의 상대감미도가 초콜릿시스템에서는 감소하는 것으로 나타났으나 이러한 이유가 식품내 성분간 상호작용인지 심리적 상호요인인지에 대한 구체적 기전은 밝혀진 바가 없어 향후 더 연구되어야 하는 부분이라고 생각된다.

커피 복합시스템에서 설탕 및 5종 감미 소재의 상대감미도

표시분석을 이용하여 각 감미소재별 단순수용액에서의 설탕대비 상대감미도를 복합식품인 커피시스템에 적용 시 상대감미도가 동일한지 분석한 결과 식물성크림 첨가에 따라 다른 것으로 나타났다. 블랙커피 시스템의 경우 tagatose, erythritol, stevia의 경우 상대감미도가 단순수용액에 적용했을 때에 비해 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 식물성크림 첨가 커피의 경우 stevia만이 상대감미도가 유의적으로 낮아졌다. 블랙커피시스템의 상대감미도 재조정 실험결과 tagatose, erythritol, stevia 상대감미도가 각각 0.77, 0.55, 49배로 수정되었다. 식물성크림 첨가 커피시스템에서 stevia의 상대감미도를 재조정하여 실험한 결과 단순수용액에서는 설탕의 64배이었으나 식물성크림 첨가 커피시스템에서는 25배로 낮아지는 것을 확인할 수 있었다(Table 9). 적용되는 식품시스템 종류에 따라 다양한 감미료의 설탕대비 상대감미도가 달라지는 것은 다른 연구에서도 보고된 바 있으며 특히 커피의 경우 인스턴트 커피에 비해 원두커피시스템에서 sucralose, stevia 등의 상대감미도가 감소하는 것으로 보고되었다(25).

Table 7. The mean¹⁾ intensity values of attributes that showed significant sample effects for 6 types of sweeteners in vegetable cream added coffee

Sample	Sweet	Bitter	Vegetable cream F	Caramel F
Sucrose 5.9%	6.6±1.8 ^c	5.3±2.5 ^a	7.2±2.2 ^{bc}	4.3±2.8 ^b
Xylose 9.3%	6.0±2.3 ^b	5.2±2.9 ^a	7.2±2.3 ^{bc}	3.9±2.8 ^b
Tagatose 6.9%	6.2±2.1 ^{bc}	5.8±2.4 ^{ab}	7.2±2.1 ^{bc}	4.1±2.9 ^b
Erythritol 9.8%	6.6±1.9 ^{bc}	5.4±2.3 ^a	7.4±2.1 ^c	4.1±2.7 ^b
Sucralose 0.01%	6.5±2.2 ^{bc}	6.3±2.9 ^b	6.7±2.1 ^b	3.7±2.6 ^b
Stevia 0.088%	5.1±3.0 ^a	7.0±2.6 ^c	6.1±2.7 ^a	3.1±2.4 ^a

Sample	Coffee F	Viscosity	Residual sweet	Residual bitter
Sucrose 5.9%	6.4±1.4 ^{ab}	4.5±2.1 ^b	5.1±1.8 ^b	3.9±2.4 ^a
Xylose 9.3%	6.3±1.3 ^a	4.6±2.3 ^b	4.8±1.9 ^b	3.7±2.8 ^a
Tagatose 6.9%	6.6±1.4 ^{ab}	4.5±2.0 ^b	4.7±1.6 ^b	4.3±2.5 ^{ab}
Erythritol 9.8%	6.4±1.5 ^{ab}	4.8±2.0 ^b	4.9±2.0 ^b	3.9±2.2 ^a
Sucralose 0.01%	6.9±1.3 ^b	4.6±2.2 ^b	4.8±1.9 ^b	4.5±2.3 ^{bc}
Stevia 0.088%	6.9±1.6 ^b	3.9±1.9 ^a	3.7±2.3 ^a	4.9±2.4 ^c

¹⁾Mean values within the same column sharing different alphabet superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

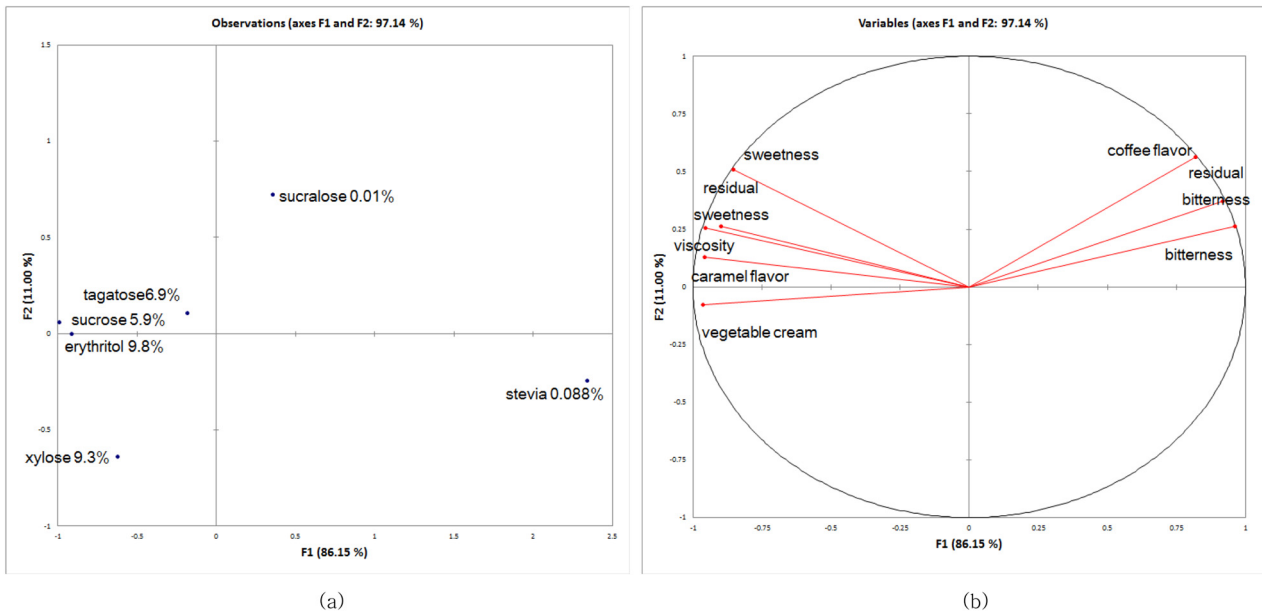


Fig. 2. Principal component plot of 6 sweeteners (a) and their sensory characteristics (b) at 5.9% equi-sweetness level of sucrose in vegetable cream added coffee system

Table 8. Finalized relative sweetness of sweeteners in milk system

Sample	Relative sweetness	Concentration
Sucrose	1.00	5.000%
Xylose	0.63	8.000%
Tagatose	0.85	5.900%
Erythritol	0.60	8.300%
Sucralose	556	0.009%
Stevia	25	0.200%

바나나향료 첨가 전지우유와 무지우유시스템의 관능적 특성 비교
지방함량에 따른 바나나우유의 관능적 특성 영향을 분산분석으로 분석한 결과 모든 관능적 특성의 강도가 유의적으로 차이

가 있었다. 바나나향료 첨가 시스템에서 무지우유 시스템이 바나나향과 바나나향미, 분유향미가 전지우유시스템에 비해 상대적으로 높게 생우유향미는 유의적으로 낮게 평가 되었다. 반면 고소한 향미와 생크림 향미는 낮게 청량감, 후미 뚝은맛은 높게 발현 되는 등(Fig. 3) 우유의 지방함량에 따라서도 관능적 특성에 변화가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이 지방함량이 감소함에 따라 바나나향이 증가하는 것은 소수성인 바나나향 성분이 지방과 결합하지 못하고 초기에 강하게 발현되기 때문으로 사료된다.

블랙커피와 식물성크림 첨가 커피 시스템의 관능적 특성 비교
식물성크림 첨가 역시 커피의 모든 관능적인 특성에 유의적인 영향을 끼쳤다. 블랙커피와 식물성크림 첨가 커피 시스템을 비교 하였을 때 식물성크림 첨가 커피시스템에서 전만맛강도, 쓴맛, 신

Table 9. Finalized relative sweetness of sweeteners in coffee system

Sample	Coffee+sweetener		Coffee+sweetener + vegetable cream	
	Relative sweetness	Concentration	Relative sweetness	Concentration
Sucrose	1.00	5.900%	1.00	5.900%
Xylose	0.63	9.300%	0.63	9.300%
Tagatose	0.77	7.700%	0.85	6.900%
Erythritol	0.55	10.700%	0.60	9.800%
Sucralose	556.00	0.010%	556	0.010%
Stevia	49.00	0.120%	25	0.224%

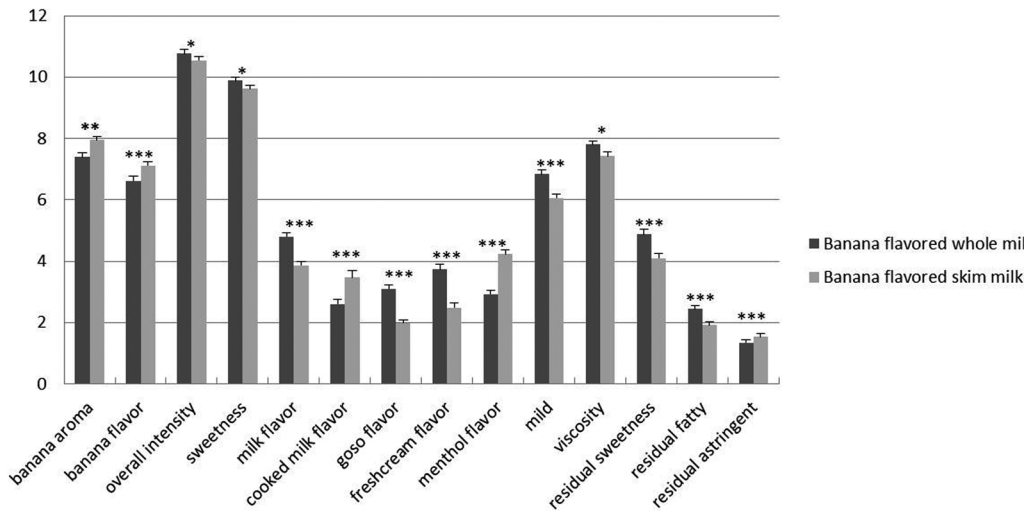


Fig. 3. Mean attribute intensities of banana flavored whole milk vs. banana flavored skim milk. Error bar denotes standard error. * denotes significance at $p < 0.05$, ** denotes significance at $p < 0.01$, *** denotes significance at $p < 0.001$

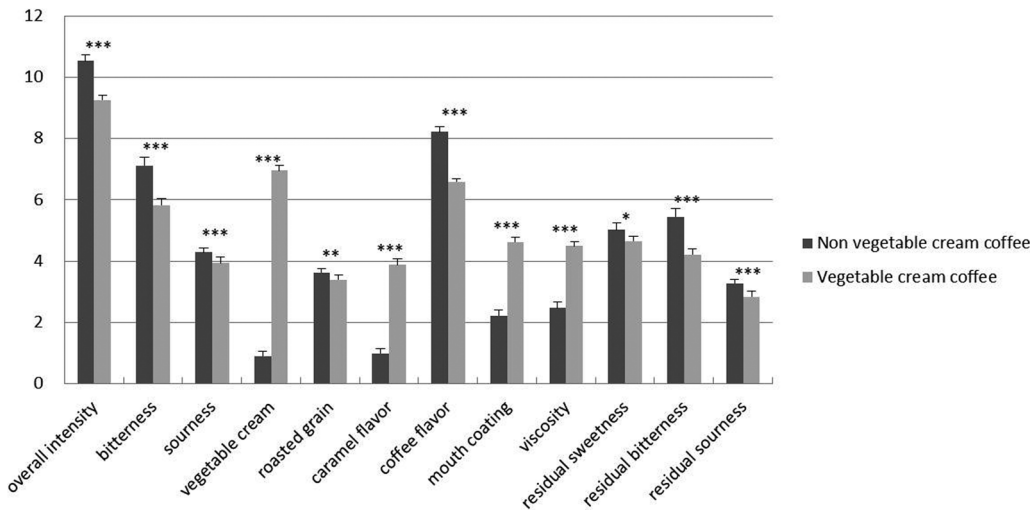


Fig. 4. Mean attribute intensities of non vegetable cream coffee vs. vegetable cream coffee. Error bar denotes standard error. * denotes significance at $p < 0.05$, ** denotes significance at $p < 0.01$, *** denotes significance at $p < 0.001$

맛, 보리차 향미 등 커피 고유에서 발견되는 향미가 감소하고, 프림향미, 카라멜향미가 증가하였다. 또한 커피향미, 후미 단맛, 후미 쓴맛, 후미 신맛 등이 감소하며, 입안 코팅감, 점도 등이 증가하였음을 확인할 수 있었다(Fig. 4). 일반적으로 커피의 향에 기여하는 향기 성분은 약 30종인 것으로 알려져 있다. 이들 향기 성분은 우유, 농축유, 식물성 크림 등 커피에 자주 첨가되는 첨가물이 첨가될 경우 커피로부터 방출되는 향기성분의 양이 줄어

커피향미가 감소되는 것으로 보고되었다(26). 특히 첨가물 중 식물성 크림 첨가시 향기 방출량이 가장 많이 감소하였는데 이는 식물성크림이 함유하고 있는 지방, 단백질과 향기 성분들이 상호 결합하였기 때문이다. 본 실험에서도 식물성크림 첨가시 커피 자체에서 발견되는 특유의 관능적인 특성이 감소하였는데 이는 식물성크림 첨가로 인한 향기성분과 크림 간의 상호작용 때문인 것으로 사료된다.

요 약

본 실험에서는 바나나향 우유와 커피시스템에 저칼로리 감미료를 첨가할 때 설탕 대비 상대감미도를 측정하고자 하였다. 아울러 바나나향 우유와 커피시스템에서 유지방과 식물성크림이 각 시스템의 관능적 특성에 끼치는 영향을 함께 보고자 하였다. 감미료의 종류는 설탕과 더불어 대체감미료로 tagatose, xylose, erythritol, sucralose, 그리고 효소처리 stevia를 분석하였다. 바나나향 우유의 경우 설탕 5% 첨가 수준을 기준으로 이전 연구에서 도출된 수용액상의 상대감미도를 적용하여 각 대체 감미료의 농도를 이에 맞게 첨가하였으며 커피시스템의 경우 설탕 5.9% 농도 수준으로 적용하여 실험을 진행하였다. 각 감미료 별 적용된 설탕 대비 상대감미도는 다음과 같다: Tagatose 0.83배, xylose 0.63배, erythritol 0.60배, sucralose 556배, 그리고 stevia 64배이다. 각 감미료가 바나나향 우유시스템과 커피시스템에서 발현되는 단맛강도와 기타 관능적인 특성을 이해하기 위해 묘사분석 전문 패널 10명을 활용하여 묘사분석을 실시하였다. 실험결과 바나나향 우유시스템의 경우 stevia를 제외하고는 일반수용액상의 상대감미도와 동일하였으며 stevia는 상대감미도가 감소하였다. 식물성크림 첨가 커피도 동일한 경향을 보였으나 블랙커피의 경우 stevia 외에 xylose와 tagatose의 상대감미도 또한 감소하였다. 바나나향 첨가 우유시스템의 경우 설탕 첨가 시료와 감미질이 유사한 시료는 tagatose와 sucralose 첨가 시료였던 반면 커피시스템의 경우 tagatose와 erythritol첨가 시료인 것으로 나타났다. 지방함량에 따라 바나나향 우유와 커피시스템의 관능적 특성은 매우 달라지는 것으로 분석되었다. 본 연구에서는 기존 수용액상 도출된 감미도가 적용되는 식품시스템에 따라 새롭게 조정되어야 하며 설탕을 대체할 최적 감미료는 적용되는 식품시스템에 따라 달라진다는 것을 보여 주었다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2-2011-2997-001-1).

References

- Gwak MJ, Chung SJ, Kim YJ, Lim CS. Relative sweetness and sensory characteristics of bulk and intense sweeteners. *Food Sci. Biotechnol.* 21: 889-894 (2012)
- Roh HJ, Kim SY, Kim SS, Oh DK, Han KY, Noh BS. Physicochemical properties of a low calorie sweetener, tagatose. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 24-29 (1999)
- Kim P. Current studies on biological tagatose production using L-arabinose isomerase: a review and future perspective. *Appl. Microbiol. Biot.* 65: 243-249 (2004)
- Noh BS, Kim SY. Properties and application of erythritol. *Food Sci. Indus.* 33: 87-95 (2000)
- Yoon J, Kim H. Effect of xylitol and erythritol on the quality of yuza tea. *Korean J. Soc. Cookery Sci.* 19: 737-744 (2003)
- Frank GKW, Oberndorfer TA, Simmons AN, Paulus MP, Fudge JL, Yang TT, Kaye WH. Sucrose activates human taste pathways differently from artificial sweetener. *Neuroimage* 39: 1559-1569 (2008)
- Gregersen S, Jeppesen PB, Holst JJ, Hermansen K. Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. *Metabolis.* 53: 73-76 (2004)
- Barriocanal LA, Palacios M, Benitez G, Benitez S, Jimenez JT, Jimenez N, Rojas V. Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners in humans. A pilot study of repeated exposures in some normotensive and hypotensive individuals and in Type 1 and Type 2 diabetics. *Regul. Toxicol. Pharm.* 51: 37-41(2008)
- Schiffman SS, Booth BJ, Carr BT, Losee ML, Sattely-Miller EA, Graham BG. Investigation of synergism in binary mixtures of sweeteners. *Brain Res. Bull.* 38: 105-120 (1995)
- Kwon DJ, Chang YS, Jo KS, Kang YH. Effect of sugars addition on physicochemical characteristics and sensory evaluation of kimchi. *Korean J. Food Nutr.* 12: 608-614 (1999)
- Portmann MO, Kilcast D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry. *Food Chem.* 56: 291-302 (1996)
- Portmann MO, Kilcast D. Descriptive profiles of synergistic mixtures of bulk and intense sweeteners. *Food Qual. Prefer.* 9: 221-229 (1998)
- Samundsen JA. Has aspartame an aftertaste? *J. Food Sci.* 50: 1510-1512 (1985)
- Redlinger PA, Setser CS. Sensory quality of selected sweeteners: aqueous and lipid model systems. *J. Food Sci.* 52: 451-454 (1987)
- Kim H, Lee HS, Shin JY, Kim KO. Sensory properties and consumer acceptability of coffee drinks contained sucralose and acesulfame-K. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 527-533 (2007)
- Chung SJ. Flavor release from ice cream during eating. *Food Sci. Biotechnol.* 16: 8-17 (2007)
- Drewnowski A, Shrager EE, Lipsky C, Stellar E, Greenwood MRC. Sugar and fat: Sensory and hedonic evaluation of liquid and solid foods. *Physiol. Behav.* 45: 177-183 (1989)
- Wiet SG, Ketelsen SM, Davis TR, Beyts PK. Fat concentration affects sweetness and sensory profiles of sucrose, sucralose, and aspartame. *J. Food Sci.* 58: 599-602 (1993)
- Yau NJN, McDaniel MR, Bodyfelt FW. Sensory evaluation of sweetened flavored carbonated milk beverages. *J. Dairy Sci.* 72: 367-377 (1989)
- de Melo LLMM, Bolini HMA, Efraim P. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. *Food Qual. Prefer.* 20: 138-143 (2009)
- Schifferstein HNJ, Verlegh PWJ. The role of congruency and pleasantness in odor-induced taste enhancement. *Acta Psychol.* 94: 87-105 (1996)
- Birch GG. Towards an improved understanding of sweetener synergy. *Trends Food Sci. Tech.* 7: 403-407 (1996)
- Nahon DF, Roozen JP, de Graaf C. Sweetness flavour interactions in soft drinks. *Food Chem.* 56: 283-289 (1996)
- Baldwin RE, Korschgen BM. Intensification of fruit-flavors by aspartame. *J. Food Sci.* 44: 938-939 (1979)
- Barbosa PC, Moraes HM, Bolini HMA. Different sweeteners in beverages prepared with instant and roasted ground coffee: Ideal and equivalent sweetness. *J. Sens. Stud.* 25: 215-225 (2010)
- Bücking M, Steinhart H. Headspace GC and sensory analysis characterization of the influence of different milk additives on the flavor release of coffee beverages. *J. Agr. Food Chem.* 50: 1529-1534 (2002)