

# 청량음료용 고강도 감미료의 혼용 비율에 따른 관능적 특성 및 저장기간 산정

최선영 · 장은경<sup>1</sup> · 황인경  
서울대학교 식품영양학과, 생활과학연구소, 대상(주) 중앙 연구소<sup>1</sup>

## The Sensory Characteristics and Estimation of Shelf-life by Q<sub>10</sub> Values with Mixtures of High-Intensity Sweeteners for Beverage during Storage

Sun-Young Choi, Eun-Gyung Jang<sup>1</sup>, In-Kyeong Hwang  
Department of Food and Nutrition, Research Institute of Human Ecology, Seoul National University,  
<sup>1</sup>R & D Center, Dae-Sang Corporation

### Abstract

This study investigated the sensory characteristics of mixtures of high-intensity sweeteners for beverage and estimated the shelf life during storage. Sensory characteristics of mixtures of sweeteners (Aspartame/Acesulfame-K, Aspartame/Sucralose and Acesulfame-K/Stevioside) were evaluated in aqueous (ranging from 90:10 to 50:50) and citrate buffer (ranging from 90:10 to 50:50) solutions. Significant synergistic effects were found in Aspartame/Acesulfame-K and Aspartame/Sucralose mixtures. No significant differences were found in other taste attributes (astringency, bitterness, metallic taste etc.). Aspartame/Acesulfame-K 5:5 solution showed the most acceptable sensory attributes. Q<sub>10</sub> values of Aspartame and Acesulfame-K mixture in citrate buffer (ranging from 90:10 to 50:50) solution were calculated from the temperature data (between 40°C and 50°C) determined by HPLC. Q<sub>10</sub> values were in the range of 2.01-2.25. Their shelf lives were calculated to be lengthened with increasing Acesulfame-K mixture ratio. Their shelf lives in Aspartame/Acesulfame-K 5:5 citrate buffer solution estimated at 20°C and 30°C were 178 days and 88 days, respectively.

Key words: high-intensity sweetener, sensory evaluation, mixture ratio, Q<sub>10</sub> value, shelf-life

## 1. 서 론

일상의 식생활에서 동서양을 막론하고 현재까지 가장 널리 사용되고 있는 천연 감미료는 설탕이다. 설탕은 깨끗한 단맛을 지닌 감미료이지만, 실제 식품, 음료, 의약품 등에 감미를 목적으로 첨가하기 위해서는 상당한 양이 요구되며, 과량 섭취시 치아 우식증을 유발할 수 있다(박동찬과 이용현 1997). 탄수화물인 설탕

과 포도당의 과량 사용은 열량 이외의 다른 영양소를 제공하지 못하므로 고 칼로리의 섭취로 인한 비만 문제뿐만 아니라 이와 관련해서 야기될 수 있는 영양학적 불균형 문제도 초래할 수 있다. 따라서, 고감미를 지니면서 칼로리 섭취의 문제가 없고 치아 우식증을 유발하지 않는 새로운 감미료 개발이 절실히 요청되고 있는 실정이다. 이중 아스파탐(aspartame)과 아세설팜칼륨(acesulfame-K)은 가장 주목받고 있는 감미료이며, 특히 아스파탐은 여러 식품에서 널리 사용되고 있다.

아스파탐의 감미도는 설탕의 180~200배로 열량은 설탕과 같은 4 kcal/g이나 감미도를 고려하면 설탕의 1/150~1/200인 저칼로리계 감미료이다(Judie DD 1986).

Corresponding author: In-Kyeong Hwang, Seoul National University, Seoul 151-742, South Korea  
Tel : +82-2-880-6837  
Fax : +82-2-884-0305  
E-mail : ikhwang@snu.ac.kr

아세설팜칼륨은 설탕용액보다 200배 정도 강한 단맛을 가지며, 고강도 감미료가 사용되는 분야에 많이 응용되며 사용이 간단하여 단일 감미료로도 사용된다. 스테비오사이드(stevioside)는 쓴 뒷맛이 있고, 사용 가능성이 제한되며, 스테비아(stevia)의 스테비오사이드(stevioside)와 rebaudioside의 함량 비율과 순도에 따라 단맛이 달라진다(박동찬과 이용현 1997). 수크랄로스(sucralose)는 설탕과 유사한 깨끗한 단맛이 나며, 대부분 고강도 감미료에서 공통된 결과인 뒷맛이 오래 가지만 이미(off-taste)는 아닌 것으로 알려져 있다(오성훈과 최희숙 2002). 감미료를 혼용 사용할 경우, 단맛의 상승작용(synergism)이 있으며, 맛(taste)을 향상시킬 수 있고, 품질 기간을 연장시키며, 생산원가를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

아스파탐의 안정성은 온도 뿐 아니라, 수분 활성도, pH, 완충액 종류, 완충액 농도에 영향을 받는다. 아스파탐은 고온에서 가열하면 분해되어 diketopiperazine과 aspartylphenylalanine이 생성되며(Homler BE 1984), pH 3~5에서 비교적 안정하나, 그 이상이나 이하에서는 안정성이 감소한다고 하였다(Kim WJ과 Chung NY, 1996). 아세설팜칼륨은 분말 상태에서 매우 안정하며 수용액상에서도 넓은 범위의 온도와 pH에서도 안정한 것으로 알려져 있다(Nelson AL 2000).

음료의 당 대체물로서 발효과정을 통하여 저렴하게 생산되는 아스파탐을 기본으로 하여 아세설팜칼륨을 혼용하면 단맛의 상승작용으로 인하여 감미료 양을 적게 사용할 수 있고(Beukema C와 Jelen P 1990), 오랜 저장 기간 동안 수반되는 단맛의 손실률을 감소시킬 것으로 기대된다.

고강도 감미료를 첨가한 청량음료는 유통, 소비단계에서 단맛이 감소되며, 관능적 특성의 변화가 일어나서 품질이 저하될 수 있다. 식품의 품질이 유통기한 동안 적정 수준으로 유지되기 위해서는 합리적인 품질 지표가 설정되어야 하며, 올바른 저장기간(shelf-life) 예측을 위한 다양한 실험적 데이터가 필요하다. 그중 가장 중요한 지표는 단맛의 경시적 변화로 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 수용액상과 청량음료와 유사한 시스템인 구연산 완충액상에서 고강도 감미료의 혼용 비율에 따른 관능적 특성을 연구하였으며, 아스파탐과 아세설팜칼륨의 혼용 비율을 달리하여

제조한 산성 용액을 저장하면서 저장 온도에 따른 관능적 특성 변화와 아스파탐과 아세설팜칼륨의 잔존량을 측정하여, 혼용비율에 따른 각각의 Q<sub>10</sub>값(저장 온도 10°C 상승에 따른 적정 저장기간 비율)을 산출하고 이를 이용하여 적절한 저장기간을 예측해 보고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 감미료 용액을 제조하기 위하여, 아스파탐(L-aspartic-L-phenylalanine, (주)대상, Korea), 설탕(㈜제일제당, Korea), 아세설팜칼륨(Sunett, Hoechst, Germany), 스테비오사이드(㈜대평, 스테비텐라이트), Sucralose(주)삼양사, Korea), Citric acid(Kanto Chemical Co., Japan), Sodium citrate(Yakuri Pure Chemicals Co., Japan)을 사용하였고, 그 외 분석용 시약은 모두 특급을 사용하였다. 관능검사에 사용된 모든 물은 정수기로 정수된 물을 받아 사용하였다.

### 2. 패널 선정

본 실험의 목적을 설명하고, 삼점법의 테스트를 거쳐, 실험에 흥미를 갖고 있으면서, 참여도가 높은 식품영양학과 대학원생 9명을 검사원으로 선정하였다. 성별 비율은 여자 9명이었으며, 연령층은 26세에서 28세까지 20대 후반이었다.

### 3. 고강도 감미료의 수용액 시료 제조

예비 실험과 문헌(Chung NY와 Kim WJ 1996)을 토대로 하여 4% 설탕 용액과 동일한 단맛 강도를 주는 것으로 결정된 0.02% 아스파탐 수용액을 기준 용액으로 사용하였다. 아스파탐과 아세설팜칼륨, 아스파탐과 수크랄로스, 아세설팜칼륨과 스테비오사이드를 증량비율로 5:5, 7:3, 9:1이 되도록 하여 0.02% 용액을 각각 제조하였다(Table 1).

### 4. 고강도 감미료의 구연산 완충액 시료 제조

탄산이 포함된 청량음료의 당함량은 일반적으로 8% 이상이므로, 8% 설탕 농도를 갖는 구연산 완충용액(pH 3.2)을 제조하였다.

사전 검사 및 문헌 조사를 토대로 하여 설탕 8% 구

연산 완충용액과 동일한 단맛 강도를 주는 것으로 결정된 아스파탐 0.057% 용액을 기준 시료로 하였다. 또한 이 설탕 용액과 동일한 단맛 강도를 주도록 아스파탐과 아세설팜칼륨, 아스파탐과 수크랄로스, 아세설팜칼륨과 스테비오사이드를 Table 2와 같이 10:0, 9:1, 7:3, 5:5로 달리하여 구연산 완충액(pH 3.2)에 용해시켰다.

**5. 고강도·감미료 용액의 정량적 묘사분석**

각 특성에 대한 평가를 위하여, 15cm (6 inch) 선척도를 이용한 검사지를 사용하였다. 3자리 숫자를 붙인 플라스틱 컵에 아스파탐 0.02%와 고강도 감미

**Table 1. Concentration of high-intensity sweeteners in aqueous solution (unit : %)**

Sweetness	Ratio of sweeteners mixture			
	100:0 <sup>a</sup>	90:10	70:30	50:50
Aspartame & Acesulfame-K				
Aspartame	0.02	0.018	0.014	0.01
Acesulfame-K	0	0.002	0.006	0.01
Sucralose & Acesulfame-K				
Aspartame	0.02	0.018	0.014	0.01
Sucralose	0	0.002	0.006	0.01
Acesulfame-K & Stevioside				
Acesulfame-K	0.02 <sup>b</sup>	0.018	0.014	0.01
Stevioside	0	0.002	0.006	0.01

<sup>a</sup> 0.02% Aspartame aqueous solution has been decided as equivalent sweetness of 4% sucrose aqueous solution.  
<sup>b</sup> 0.02% aspartame solution instead of acesulfame-K used as reference.

**Table 2. Concentration of high-intensity sweeteners in citrate buffer solution (unit : %)**

Sweeteners	Ratio of sweeteners mixture			
	100:0 <sup>a</sup>	90:10	70:30	50:50
Aspartame & Acesulfame-K				
Aspartame	0.057	0.0513	0.0399	0.0285
Acesulfame-K	0	0.0057	0.0171	0.0285
Sucralose & Acesulfame-K				
Aspartame	0.057	0.0513	0.0399	0.0285
Sucralose	0	0.0057	0.0171	0.0285
Acesulfame-K & Stevioside				
Acesulfame-K	0.057 <sup>b</sup>	0.0513	0.0399	0.0285
Stevioside	0	0.0057	0.0171	0.0285

<sup>a</sup> 0.057% aspartame citrate buffer solution has been decided as equivalent sweetness of 8% sucrose citrate buffer solution.  
<sup>b</sup> 0.057% aspartame citrate buffer solution instead of acesulfame-K used as reference.

료 용액들을 30 mL씩 제공하였으며, 각 검사는 3번 반복하였다.

본 실험을 통해 얻은 결과의 통계 처리는 SAS (statistical analysis system) program을 사용하여, 분산분석(ANOVA)과 5% 수준에서 던컨의 다중범위 시험법 (Duncan's multiple range test)을 실시하여 시료간 평균값의 유의차를 검정하였다.

**6. 저장 기간에 따른 아스파탐과 아세설팜칼륨의 잔존율**

저장 기간 동안 온도가 감미료의 분해에 주는 영향을 조사하기 위하여 아스파탐과 아세설팜칼륨의 혼용 비율을 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 5:5로 달리하여 0.04% (w/v) 농도로 구연산 완충액(pH 3.5)에 녹인 후, 40℃와 50℃에 저장하였다. 저장 기간별로 시료를 0.45µm membrane filter(Millipore Co., U.S.A.)로 여과한 후 여과액 20 µL를 HPLC에 주입하여 Table 3과 같은 조건으로 분석하였다. 분석에 사용된 표준물질로 aspartame은 Sigma Co.(U.S.A.), acesulfame-K은 Fluka Co.(Germany)에서 구입하여 사용하였고, 각각의 함량은 표준검량 곡선을 작성하여 산출하였다.

**7. Q10값의 계산 및 shelf-life의 예측**

가속 저장 온도인 40℃와 50℃에서 저장하면서 각 시료 중의 감미료 잔존 농도를 HPLC로 분석하여, 감미료의 80%가 남는 0.032%에 이르는 기간까지 도달하는데 요하는 저장기간으로 Q10값을 구하였다. 감미료의 80% 잔존 농도는 단맛의 변화를 감지할 수 있는 한계치(Homler BE 1984)로 이용되고 있다. 이 Q10 대표값을 이용하여 청량음료의 상온 유통 예상 조건인 20℃, 30℃에서의 저장기간 (shelf-life)을 예측하였다.

**Table 3. Operating conditions of HPLC for aspartame and acesulfame-K**

Instrument	Waters associate(U.S.A.)
Column	ODS-80T (4.6×250mm) TOSH Co., Japan
Eluent	25% AcCN containing 0.06M 1-Pentane sulfonic acid and 0.13M Phosphoric acid
Detector	UV detector, 254nm
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 µL

## 8. 크기 추정법을 이용한 단맛 변화의 측정

고강도 감미료 중 가장 적절한 단맛을 가지는 것으로 선정된 아스파탐과 아세설팜칼륨을 혼용비율을 9:1, 7:3, 5:5로 달리하여 구연산 완충액(pH 3.2)에 용해시켰다. 이들 시료를, 20, 40, 60°C의 항온기에서 저장하면서, 20일까지 2일 간격으로 단맛 강도 변화를 크기 추정법으로 측정하였다. 시료를 살균처리하지 않았으므로, 그 이후의 시료에서는 부패 현상이 나타났다. 8% 설탕용액과 동일 단맛을 가진 것으로 결정된 아스파탐 0.057% 구연산 완충액(pH 3.2) 용액을 매 관능 검사마다 제조하여 기준시료로 제공하였다.

3자리 숫자를 붙인 플라스틱 컵에 상온의 시료를 30 mL씩 제공하여 크기 추정법(magnitude estimation method)(Meilgaard M 등 1991)을 실시하였다. 패널들은 기준 시료의 단맛 강도를 100점으로 정하고 시료의 단맛 강도는 기준 시료와 비교하여 비율적으로 나타내도록 하였다. 결과는 자료의 표준화(normalization)과정을 거쳐 분석되었다(Chung HJ 1997).

## III. 결과 및 고찰

### 1. 수용액상에서 고강도 감미료의 정량적 묘사분석

아스파탐과 아세설팜칼륨, 아스파탐과 수크랄로스, 아세설팜칼륨과 스테비오사이드 혼합 수용액의 각 특

성을 살펴보면 Table 4와 같다. 아스파탐과 아세설팜칼륨 혼합 수용액의 경우, 단맛은 아세설팜칼륨을 더 많이 혼합할수록 유의적으로 강하여졌으며, 삼킨 뒤에 일정 시간 후에 느끼는 단맛의 강도도 아스파탐 단독 수용액에 비하여 아세설팜칼륨을 혼합하였을 때, 더 강하다고 평가되었으나 다중 범위 시험 결과 아세설팜칼륨을 혼합한 감미료 수용액들 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 단맛의 상승 작용이 크게 일어나서 평가자들이 삼킨 후 느끼는 단맛도 크게 감지한 것으로 생각된다. 그러나, 뽀얀맛, 쓴맛, 깨끗한 맛, 금속맛, 삼킨 후의 이미 등의 강도에서는 아스파탐 단독 수용액과 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았다. 따라서, 같은 농도를 사용하여 단맛을 강하게 하려면 아스파탐에 아세설팜칼륨을 일정량 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

아스파탐과 수크랄로스 혼합 수용액의 각 특성도 대체적으로 아스파탐과 아세설팜칼륨 혼합 수용액의 특성과 비슷하게 나타났다. 단 삼킨 후 단맛을 제외한 이미의 강도는 수크랄로스를 첨가할수록 약하다고 평가되었다. 따라서, 단맛을 강하게 하려면 수크랄로스도 아스파탐에 일정량 혼합 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

아세설팜칼륨과 스테비오사이드 혼합 수용액의 각 특성을 살펴보면 이들 혼합 감미료 수용액들은 0.02% 아스파탐 단독 수용액과 비교하여 평가된 각각의 모든

Table 4. Sensory scores of QDA for aqueous solutions of high intensity sweetener mixtures

	Sweetness	Astringency	Bitterness	Cleanness	Metallic taste	Aftertaste (sweet)	Aftertaste (nonsweet)
Reference	7.50 <sup>d</sup>	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50 <sup>p</sup>	7.50
I 9:1	9.93 <sup>c</sup>	8.59	9.17	9.43	7.40	10.85 <sup>a</sup>	7.51
I 7:3	12.64 <sup>b</sup>	8.25	10.32	7.84	7.34	12.06 <sup>a</sup>	6.57
I 5:5	14.40 <sup>a</sup>	7.59	9.13	8.73	7.19	13.56 <sup>a</sup>	6.60
Reference	7.50 <sup>d</sup>	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50 <sup>p</sup>	7.50 <sup>a</sup>
II 9:1	10.01 <sup>c</sup>	7.44	6.33	12.31	6.98	9.88 <sup>a</sup>	7.10 <sup>a</sup>
II 7:3	12.30 <sup>b</sup>	5.88	6.96	9.37	6.80	10.38 <sup>a</sup>	7.12 <sup>a</sup>
II 5:5	14.87 <sup>a</sup>	5.67	5.67	9.68	6.37	11.82 <sup>a</sup>	5.23 <sup>b</sup>
Reference	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
III 9:1	7.53	11.90	10.77	10.66	8.34	7.62	8.08
III 7:3	8.86	11.44	9.59	10.24	7.69	8.65	7.44
III 5:5	7.26	9.61	11.27	10.99	6.21	6.90	6.61

Means within columns followed by the same letter are not significantly different(p<0.05).

Reference : 0.02% Aspartame aqueous solution

I : Aspartame and acesulfame-K mixture

II : Aspartame and sucralose mixture

III : Acesulfame-K and stevioside mixture

관능적 특성에 대해 통계적으로 유의하게 다르다고 평가되지 않았다. 그러나, 짠맛, 쓴맛 등 바람직하지 않은 특성이 통계적으로는 유의하게 다르지는 않아도 아스파탐 단독 수용액보다 더 강하게 평가되었다. 또한, 아세설팜칼륨과 스테비오사이드 혼합 수용액은 단맛의 상승효과도 없으므로 이 혼합 감미료 수용액을 아스파탐 단독 수용액이나 다른 감미료를 아스파탐에 혼합한 혼합 감미료 수용액 대신에 사용할 경우 얻을 수 있는 장점이 거의 없다고 생각된다.

## 2. 구연산 완충액상에서 고강도 감미료의 정량적 묘사분석

기준 시료로 제공된 아스파탐 0.057% 구연산 완충액 용액에 대한 아스파탐과 아세설팜칼륨, 아스파탐과 수크랄로스, 아세설팜칼륨과 스테비오사이드 혼합 구연산 완충액 용액의 각 특성을 살펴보면 Table 5와 같다. 아스파탐과 아세설팜칼륨 혼합 구연산 용액의 경우, 단맛은 아세설팜칼륨을 더 많이 혼합할수록 유의하게 강하여 졌다. 그리고, 삼킨 뒤에 일정 시간 후에 느끼는 단맛의 강도도 아스파탐 단독 구연산 완충액용액에 비하여 아세설팜칼륨을 혼합하였을 때 더 강하다고 평가되었다. 그러나, 짠맛, 쓴맛, 깨끗한 맛, 금속맛, 삼킨 후의 이미 등은 아스파탐 단독 구연산 완충액 용액의 강도와 통계적으로 유의한 차이가 나지 않

았다. 단지 신맛의 강도는 아스파탐 단독 구연산 완충액 용액과 아스파탐과 아세설팜칼륨의 혼합 비율이 9:1인 시료는 같은 그룹에 속하였으나 혼합 비율이 7:3, 또는 5:5인 시료들은 아스파탐 단독 구연산 완충액 용액보다 유의하게 낮다고 평가되었다. 이는 단맛 또는 후미로서의 단맛이 강하게 느껴지기 때문인 것으로 생각된다. 따라서, 같은 농도를 사용하여 단맛을 강하게 하면서 신맛을 약하게 하려면 아스파탐에 아세설팜칼륨을 30%에서 50% 정도 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

아스파탐과 수크랄로스 혼합 구연산 완충액 용액의 각 특성은 대체로 아세설팜칼륨 혼합 용액과 비슷하였다. 단 아세설팜칼륨 혼합 구연산 완충액 용액에 비하여, 수크랄로스는 신맛에 영향을 주지 않았다. 따라서, 아스파탐에 수크랄로스를 일정량 혼합하여 사용하는 것이 바람직하나 아스파탐과 아세설팜칼륨 혼합 구연산 완충액보다 신맛 강도가 감소되지 않아 두 감미료를 상대적으로 비교한다면 아세설팜칼륨을 아스파탐에 1:1로 혼합하는 것이 가장 바람직하다고 사료된다.

아세설팜칼륨과 스테비오사이드 혼합 구연산 완충액 용액들은 아스파탐 단독 구연산 완충액 용액과 비교할 때 단맛이 유의하게 낮게 평가되었으며, 짠맛, 쓴맛, 금속맛, 이미 등은 강하게 평가되었다. 그러므로, 구연산 완충액 용액과 특성이 유사한 청량음료 등에

Table 5. Sensory scores of QDA for citrate buffer solutions of high intensity sweeteners

	Sweetness	Sourness	Astringency	Bitterness	Cleanness	Metallic taste	Aftertaste (sweet)	Aftertaste (nonsweet)
Reference	7.50 <sup>c</sup>	7.50 <sup>a</sup>	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50 <sup>b</sup>	7.50
I 9:1	9.93 <sup>b</sup>	6.86 <sup>a</sup>	5.56	6.12	9.63	6.51	9.35 <sup>ab</sup>	6.49
I 7:3	12.29 <sup>a</sup>	5.26 <sup>b</sup>	5.49	9.13	10.56	6.17	11.64 <sup>a</sup>	7.31
I 5:5	12.83 <sup>a</sup>	5.46 <sup>b</sup>	6.36	9.48	9.75	7.69	11.25 <sup>a</sup>	8.59
Reference	7.50 <sup>b</sup>	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50 <sup>b</sup>	7.50
II 9:1	9.28 <sup>b</sup>	8.27	8.99	10.86	7.97	7.31	9.09 <sup>b</sup>	7.59
II 7:3	12.77 <sup>a</sup>	6.88	7.21	9.33	9.16	8.54	12.75 <sup>a</sup>	6.76
II 5:5	12.81 <sup>a</sup>	7.37	6.77	7.74	9.42	6.71	13.58 <sup>a</sup>	7.85
Reference	7.50 <sup>a</sup>	7.50	7.50 <sup>b</sup>	7.50 <sup>c</sup>	7.50 <sup>a</sup>	7.50 <sup>b</sup>	7.50 <sup>a</sup>	7.50 <sup>b</sup>
III 9:1	4.64 <sup>b</sup>	9.96	12.95 <sup>a</sup>	14.97 <sup>a</sup>	3.54 <sup>b</sup>	12.66 <sup>a</sup>	4.97 <sup>b</sup>	12.26 <sup>a</sup>
III 7:3	5.47 <sup>b</sup>	8.74	12.81 <sup>a</sup>	12.14 <sup>b</sup>	3.98 <sup>b</sup>	10.62 <sup>a</sup>	6.02 <sup>ab</sup>	11.84 <sup>a</sup>
III 5:5	5.58 <sup>b</sup>	9.06	11.29 <sup>a</sup>	12.76 <sup>b</sup>	4.38 <sup>b</sup>	10.72 <sup>a</sup>	5.63 <sup>b</sup>	10.68 <sup>a</sup>

Means within columns followed by the same letter are not significantly different(p<0.05).

Reference : 0.057% Aspartame citrate buffer solution

I : Aspartame and acesulfame-K mixture

II: Aspartame and sucralose mixture

III: Acesulfame-K and stevioside mixture

이들 혼합 감미료를 아스파탐을 대체하여 사용하기에는 적절하지 않은 것으로 사료된다.

**3. 구연산 완충액에서 감미료의 혼용 비율과 저장 온도에 따른 저장 기간 예측**

고강도 감미료를 첨가한 구연산 완충용액의 저장기간(shelf-life)을 예측하기 위해, 저장 중 아스파탐과 아세설팜칼륨의 농도 변화를 조사하였다. 가속 실험 온도인 40℃와 50℃에서 구연산 완충용액의 감미료 잔존율이 80% 가 되는 지점까지 도달하는데 요하는 기간을 구하여 Q<sub>10</sub>값을 계산하였다. Q<sub>10</sub> 값은 2.01~2.25이었으며, 이 값을 적용하여 유통 예상 온도인 20℃, 30℃에서의 저장기간을 예측한 결과는 Table 6과 같다. 아스파탐 100% 용액의 경우 20℃에서는 96일, 30℃에서는 44일 이내의 저장기간이 예측되었으며, 아세설팜칼륨의 혼용 비율이 증가할수록 저장기간은 길어져서, 50%로 혼용하였을 때 가장 긴 저장기간이 산정되어 20℃에서는 178일, 30℃에서는 88일이 예측되었다.

이 결과는 청량음료에 고강도 감미료인 아스파탐 단독 또는 아세설팜칼륨을 혼용 사용하여 유통시킬 때, 적절한 저장기간을 예측하는 지표로 사용될 수 있을 것이다.

**4. 크기 추정법을 이용한 저장 기간 중 단맛 변화 측정**

아스파탐과 아세설팜칼륨의 혼용 비율을 세 가지로 달리하여 20일 동안 20℃, 40℃, 60℃에서 각각 저장하면서 이들 감미용액의 저장 기간에 따른 단맛 강도를 크기 추정법을 사용하여 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

크기 추정법은 표준시료가 없을 때는 평가원 각각의 숫자를 표준화시켜야 하며, 값의 범위를 정해주지 않으면 개개인의 범위 차가 너무 크게 생길 수 있다.

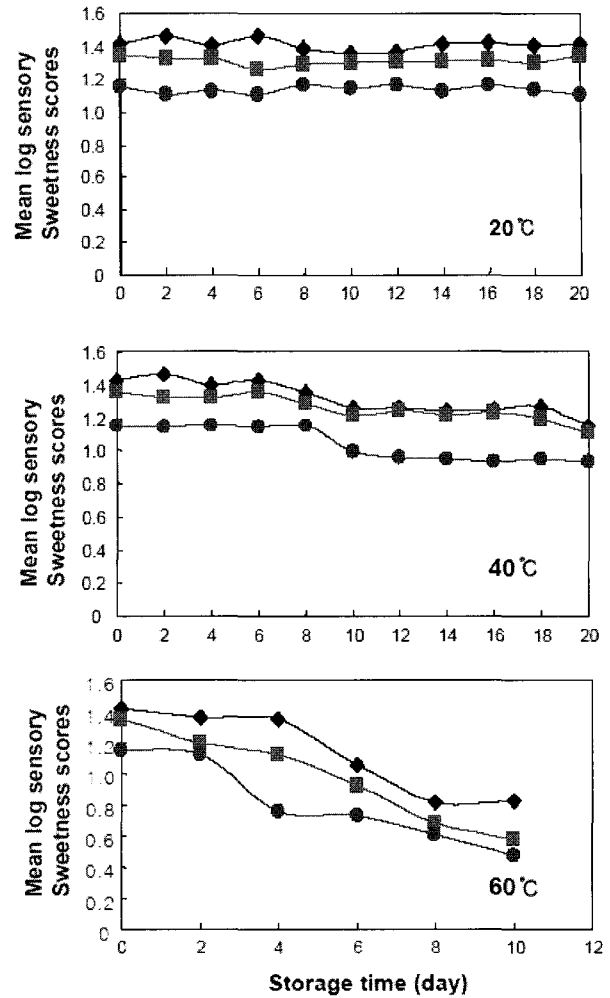


Fig. 1. Mean log sensory sweetness scores of magnitude estimation tests of Aspartame/Acesulfame-K mixtures in citrate buffer solution during storage. Sensory sweetness score of reference is 1.00

이런 단점들은 표준 시료를 설정하고, 표준시료에 일정한 값을 지정해 주면 극복될 수 있으므로(Chung HJ 1994), 매 관능 검사시 기준 시료로 0.057% 아스파탐

Table 6. Estimation of shelf-life (days) of aspartame/acesulfame-K citrate buffer solutions(pH 3.5) from Q<sub>10</sub> values at various storage temperatures

Aspartame/Acesulfame-K Mixture ratio	10/0	9/1	8/2	7/3	5/5
Calculated Q <sub>10</sub>	2.18	2.25	2.22	2.13	2.01
Shelf-life(day) by analysis					
50℃	9.27	10.61	12.45	13.79	22.00
40℃	20.24	23.92	27.60	29.44	44.16
Estimated shelf-life(day)					
30℃	44.12	53.82	61.27	62.71	88.76
20℃	96.19	121.09	136.02	133.57	178.41

shelf life : days reached to 80% residue of the sweeteners in the solution

용액을 제공하였다. 기준 시료의 단맛을 1.0을 기준으로 하여 0.8 미만으로 감미도가 평가되면 단맛의 품질이 저하된 것으로 판단하였다. 저장 10일 동안 60℃에서 저장했을 때 단맛 강도는 모두 0.8 밑으로 떨어지는 것으로 나타나서, 단맛이 많이 소실되는 것으로 나타났다. 저장 20일 동안 20℃, 40℃에서 저장했을 때 모두 기준시료보다 80% 이상의 단맛 강도를 가지는 것으로 나타났다. 20℃에서는 저장 기간에 따라 단맛의 변화가 거의 없었으며, 40℃에서는 저장 10일째 되는 날 아세설팜칼륨을 10%로 혼용한 용액의 경우 감미도가 1.26으로 다소 떨어졌으나, 저장 20일 동안 1.0 이상의 단맛을 유지하는 것으로 나타났다. 혼용 비율 면에서 아세설팜칼륨의 함량이 높아질수록 단맛이 잘 유지되는 것으로 나타났다.

이 결과는 앞에서 감미료 용액 중 감미료 잔존율을 기초로 하여 Q<sub>10</sub> 값으로 계산한 저장 기간과도 상당 부분 유사한 결과를 보였다. 따라서, 크기 추정법으로 단맛 강도의 80% 정도까지 유지하는 기간을 산정하여 저장 기간을 유추하는 방법도 고려할 수 있는 것으로 사료된다.

#### IV. 요 약

본 실험에서는 설탕과 유사한 단맛 특성을 보이는 고강도 감미료의 혼용 비율을 결정하기 위해 기준 되는 설탕 용액과 동일 단맛 강도를 주는 아스파탐의 농도를 설정하여 이를 기준으로 아스파탐과 아세설팜칼륨, 아스파탐과 수크랄로스, 아세설팜칼륨과 스테비오사이드의 비율을 각각 5:5, 7:3, 9:1, 10:0으로 달리하여, 증류수와 pH 3.2인 구연산 완충액에 용해시킨 여러 감미료 용액을 제조하여 혼용 고강도 감미료의 단맛 및 기타 여러 관능적 특성을 조사하였다. 고강도 감미료를 혼용 사용함으로써 단맛과 삼킨 후 단맛은 유의적으로 강하게 평가되었으며, 깨끗한 맛, 짧은맛, 쓴맛, 금속맛, 뒷맛(단맛이외의 맛)은 기준용액과 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 아스파탐에 아세설팜칼륨을 5:5로 혼용 사용하는 것이 가장 바람직한 관능적 특성을 나타내었다. 저장 기간 동안 온도에 따른 구연산 완충액상에서 아스파탐과 아세설팜칼륨의 혼용 비율에 따른 저장 기간 및 단맛 강도의 변화를 조사해 보았다. 구연산 완충액(pH 3.5)에 감미료의 혼용 비율

을 달리하여, 40℃와 50℃에 저장하면서, HPLC로 감미료의 20%가 분해된 시점에 이른 시간을 계산하였으며, 이 결과로부터 Q<sub>10</sub> 값을 산출하였다. 이를 토대로 20, 30℃에서의 저장기간을 예측하였다. Q<sub>10</sub> 값은 2.01-2.25 이었으며, 이 값들을 토대로 저장기간을 계산하면, 아세설팜칼륨의 혼용 비율이 높아질수록 저장기간이 길어져서, 50%로 혼용하였을 때 가장 긴 저장기간이 산정되어 20℃에서는 178일, 30℃에서는 88일이 예측되었다. 아스파탐과 아세설팜칼륨의 혼용비율을 5:5, 7:3, 9:1로 달리하여 구연산 완충액 상에 녹인 후, 20, 40, 60℃에서 저장하였다. 크기 추정법을 이용하여 단맛을 측정할 결과 20일간의 저장 기간 동안 20℃와 40℃에서는 단맛이 유지되는 것으로 나타났다.

#### 감사의 글

이 연구 논문은 (주)대상의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

- 박동찬, 이용현. 1997. Stevioside의 생산, 당전이 반응 및 활용. 식품산업과 영양. 2(1): 31-41
- 오성훈, 최희숙. 2002. 감미료 핸드북. 도서출판 효일. 서울. pp 164-175
- 이남경, 윤재영, 이서래. 1995. 캔 및 병 오렌지 주스의 저장 온도에 따른 Q<sub>10</sub>값 및 품질수명의 산정. Korean J Food Sci Technol 27(5) : 748-752
- 기상청. Available from : 기후 정보.  
[http://www.kma.go.kr/kor/weather/climate/climate\\_06\\_01.jsp](http://www.kma.go.kr/kor/weather/climate/climate_06_01.jsp). Accessed March 15, 2005
- Beukema C. and Jelen P. 1990. High potency sweeteners in formulation of whey beverages. Milchwissenschaft. 45(9): 576-579
- Chung HJ. 1997. Measurement of synergistic effects of binary sweetener mixtures. J Food Sci Nutr 2(4): 291-295
- Chung HJ. 1994. An assessment of synergism in selected sweetener mixtures. Foods and Biotechnol 3(4) : 205-208
- Chung NY, Kim WJ. 1996. Organoleptic sweetness of aspartame as affected by temperature, pH, salt and quinine. Korean J Food Sci and Technol 28(1) : 162-168
- Hanger LY, Lotz A, Lepeniotis S. 1996. Descriptive profiles of selected high intensity sweeteners(HIS), HIS blends, and sucrose. J Food Sci 61(2) : 456-459
- Homler BE. 1984. Properties and stability of aspartame. Food

- Technol 38(7): 50-55
- Judie DD. 1986. Sweeteners and product development. Food Tech. 40(1) :112-130
- Kim WJ, Chung NY. 1996. Effect of temperature and pH on thermal stability of aspartame. Korean J Food Sci and Technol. 28(2) : 311-315
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd ed. CRC Press. NY. U.S.A. pp. 54-56
- Nelson AL. 2000. Sweeteners : Alternative. Eagan Press Handbook Series. St. Paul, MN. U.S.A. pp. 17-29
- 
- (2005년 3월 9일 접수, 2005년 3월 30일 채택)