

## 스테비오사이드 함유 감미료 첨가 김치의 품질특성

배효주 · 이주연\*  
덕성여자대학교 식품영양학과

### Quality Characteristics of Kimchi with Added Stevioside-containing Sweetener

Bae Hyo Ju, Lee Ju Youn\*  
Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

#### Abstract

The effects of stevioside-containing sweetener (SCS) on kimchi quality were evaluated by investigating acid production, growth of lactic acid bacteria, sensory properties, and several volatile odor component (VOC)s of SCS-added kimchi. The concentrations of SCS added to kimchi instead of 1% white sugar were 0.165, 0.33, 0.66, and 1.32% (w/w). The pH of kimchi with higher amounts of added SCS generally increased, and the acidity of kimchi with higher amounts of added SCS generally decreased. Addition of higher amounts of SCS generally inhibited the growth of lactic acid bacteria in kimchi. Scores of overall acceptability for 0.33 or 0.66% SCS-added kimchi were significantly higher than those for other samples ( $p < 0.05$ ), whereas those for 1.32% SCS-added kimchi were significantly lower than those for other samples ( $p < 0.05$ ). The optimum concentration of SCS added to kimchi appears to be 0.33%. Among major VOCs identified in kimchi, the concentrations of seven components including ethanol generally decreased with addition of higher amounts of SCS, whereas that of diallyl disulfide was not changed markedly. The major VOCs contributing to desirable sensory properties of kimchi were likely dimethyl disulfide and diallyl sulfide.

Key Words: Kimchi, stevioside, sensory properties, volatile odor components

### 1. 서 론

김치는 우리나라의 대표적인 전통 발효식품으로 최근에는 외국에도 널리 알려져 있으며 앞으로 국제적인 건강식품으로 발전시키기 위하여 많은 연구와 개발이 필요하다. 김치의 기호성을 증진시키기 위하여 첨가하는 감미료는 일반적으로 백설탕이지만, 백설탕을 대신하여 김치에 감초를 첨가하여 김치의 맛을 증진시키고자하는 연구가 이루어졌으며(Ko 2005; Ko & Lee 2006a; Ko & Lee 2006b), 감미료는 아니지만 녹차(Ko & Lee 2007) 또는 허브(Kim 등 2004)와 같은 천연물질을 첨가하여 외국인들이 좋아하지 않는 김치의 독특한 냄새를 억제하고 기호성을 증진시키고자하는 연구도 이루어졌다. 대표적인 기능성 감미료인 올리고당류를 김치에 첨가하여 젖산균의 생육과 김치의 기능성 향상에 미치는 영향을 관찰한 연구가 있으며(Yun 등 1996; Chae & Jhon 2007), 김치 이외에도 단무지에 스테비아 잎 분말을 첨가하여 짙은단무지의 절임 중 품질특성의 변화를 조사한 연구도 있었다(Kim 등 2007).

김치에 백설탕 대신에 감초를 첨가한 연구를 보면, 감초분말을 0.1% 또는 0.2% 첨가하여 1~3일 숙성한 김치시료의 관능성은 표준시료(백설탕 1% 첨가시료)와 같거나 다소 우수하였으나 감초분말 0.5% 첨가한 김치시료의 관능성은 표준시료보다 저조하였으며(Ko & Lee 2006a), 감초추출물(glycyrrhizinate 12.4% 함유)을 0.05% 또는 0.1%를 첨가하여 1~3일 숙성한 김치시료의 관능성은 표준시료나 감초추출물 0.2% 첨가시료보다 우수하였다(Ko 2005). 한편, 감초정제물(glycyrrhizinate 65~67.7% 함유)을 0.005% 또는 0.01%를 첨가하여 2~3일 숙성한 김치시료의 관능성은 표준시료나 감초정제물 0.02% 첨가시료보다 우수하였다(Ko & Lee 2006b).

Kim 등(2007)은 기능성은 강화되고 냄새는 억제된 수출용 김치를 제조하기 위하여 딜(dill)-열수추출물과 스테비아(stevia)-열수추출물을 이용하여 배추를 절이고, 이 배추로 김치를 담아 15에서 저장하면서 품질 및 관능검사를 실시하였는데, 딜과 스테비아와 같은 허브의 소취작용으로 인해 김치의 풋내, 딜 익은 맛, 군덕내 및 군덕맛 등의 잡냄새가 유의

\*Corresponding author: Lee Ju Youn, Department of Foods and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea  
Tel: 82-2-901-8374 Fax: 82-2-901-8372 E-mail: jy0107@duksung.ac.kr

적으로 줄었으며( $p < 0.05$ ), 그 결과 김치의 향미 부분에서 더욱 좋은 점수를 얻었다고 보고하였다. 관능검사 결과를 종합하여 판단하면, 관능적으로 가장 우수한 김치는 스테비아-열수추출물시료이었고, 그 다음이 표준시료, 딜-열수추출물시료이었다. TBARS(Thiobarbituric acid reactive substances)는 대체적으로 표준시료에 비해 딜-열수추출물시료, 스테비아-열수추출물시료의 TBARS값이 전반적으로 낮았는데, 딜-열수추출물이 스테비아-열수추출물보다 TBARS생성억제 효과가 높았다. TBA수치(Thiobarbituric acid value)는 지방의 산화를 평가하는데 널리 사용하는 방법인데 TBARS가 높은 경우에는 일반적으로 식품의 향미가 저하되며, 김치의 경우에도 TBARS가 높으면 관능성이 낮다는 것을 간접적으로 시사한다.

스테비오사이드(stevioside)는 남미 파라과이 국화과 다년 생목초인 스테비아(*Stevia rebaudiana* Bertoni)잎에서 얻어지는 성분으로 스테비오사이드를 주성분으로 하여 isosteviol을 골격으로 하는 수종의 감미성분을 함유한다. 백색 또는 회백색의 분말 또는 결정성 분말로써 설탕의 약 200배의 단맛을 갖는다. 감미역치는 약 0.002%이고 감미질은 설탕과 비슷하고 청량감을 가진다. 스테비오사이드는 비발효성, 저칼로리, 비착색성 등의 특성이 있어서 다이어트식품, 충치 등의 우려가 있는 식품, 채소절임, 전병류, 튀김, 음료, 빙과 등에 사용하면 효과적이다. 현재 소주의 감미료로 널리 쓰이고 있으나 그 유해성에 대한 논란도 일고 있다(KSPPS 2005; Song 등 2009).

본 연구의 목적은 김치에 설탕 대신에 스테비오사이드 함유 감미료(SCS: stevioside-containing sweetener)를 첨가하고, 스테비오사이드 함유 감미료가 젖산균의 산생성과 생육, 관능적 특성 및 몇 가지 휘발성 냄새성분에 미치는 영향을 조사하는 것이다. 김치 제조 원료에 백설탕 1%(표준시료), SCS를 0.165, 0.33, 0.66, 1.32%(w/w)의 농도로 첨가하고 pH, 산도, 젖산균수를 측정하고, 표준시료와 비교하여 관능검사를 실시하였으며 김치의 몇 가지 휘발성 냄새성분의 농도변화를 측정하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

배추, 고춧가루(김치용, E-Mart 태양초고춧가루, 전북 고창), 생강(가나유통, 충남 서산 및 전남 완주), 마늘(가나유통, 전남 해남), 설탕(제일제당, 국내산), 소금(청정원, 신안섬 천일염바다소금, 전남 신안), 멸치액젓(청정원, 멸치액젓 100%, 제주모슬포 멸치액젓, 제주 모슬포)은 서울 창동에 소재한 대형 할인마트에서 일괄 구매 하였다. 스테비오사이드 함유 감미료(SCS)는 대평(경북 상주)의 제품이며 상품명은 “참감미”이다.

Gas Chromatograph의 내부표준물질과 표준시료로는 1-pentanol(99+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI,

USA), Ethanol(GC-grade, Merck, Darmstadt, Germany), Allyl mercaptan(GC-grade, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA), Methyl allyl sulfide(98+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA), Dimethyl disulfide(GC-grade, Fluka Chemical, Steinheim, Switzerland), Diallyl sulfide(Sigma-grade, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), Methyl propyl disulfide(90+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA), Methyl trisulfide(98+%, Acros Organics, New Jersey, USA), Diallyl disulfide(GC-grade, Fluka Chemical, Steinheim, Switzerland)를 사용하였다.

### 2. 김치의 제조

배추는 가을에 생산된 결구배추를 사용하였다. 먼저 배추를 잘 다듬은 후, 4 cm×4 cm 크기로 썰어 배추무게의 두 배에 상당하는 20%(w/w)의 소금물에 넣어 2시간 동안 절였다. 절인 배추를 수돗물로 3회 헹구고 10분간 탈수시킨 후 양념을 혼합하여 <Table 1>과 같은 조성으로 김치를 제조하였다(Ko & Lee 2006a). 마늘과 생강은 다져진 상태로 사용하였다. SCS(참감미)의 제조사인 (주)대평의 자료에 의하면, SCS는 효소처리 스테비아 5%를 함유하고 있으며(에리스리톨 94%, 시클로덱스트린 1%도 함유), SCS의 감미도가 설탕의 3배이므로 설탕 대신 사용하는 경우에는 설탕사용량의 1/3정도 사용을 권장하고 있다. 따라서 본 실험에서는 백설탕 1% 첨가시료를 표준시료로 하고, 설탕 대신에 SCS 0.165, 0.33, 0.66, 1.32%를 김치재료에 각각 첨가하였다. 숙성시료는 용기에 405 g씩 넣은 후, 공기를 빼기위하여 잘 누른 다음, 20의 향온기(JISICO, Model J-IBO2, Korea)에서 숙성시키면서 1, 2, 3일마다 하나씩 꺼내어 분석하였다. 비숙성시료(숙성 0일 시료)는 김치를 제조한 즉시 0의 냉장고(FC-B53CM, LG 전자, 경남 창원)에 보관하였다. 김치숙성용기는 1 L의 플라ستيك용기(Nalgene, Rochester, NY, USA)를 사용하였다.

### 3. 젖산균수, pH 및 산도 측정

젖산균수, pH 및 산도는 비숙성시료 또는 숙성시료(1, 2, 3일)의 국물부분을 취하여 분석하였다. 젖산균수는 시료를 펌프수에 의한 10배 희석법으로 희석하고 MRS 한천배지

<Table 1> Formula of kimchi<sup>1)</sup> (% , w/w)

	(%, w/w)
Kimchi cabbage	100
Red pepper powder	2
Salt-fermented anchovy extract	2
Garlic	2
White Sugar	1 (or SCS) <sup>2)</sup>
Ginger	0.5

<sup>1)</sup>Salt content was adjusted to approximately 1.5% of final product. Salt content was measured by digital-salinometer (Sekisui Co., Model SS-31A, Japan).

<sup>2)</sup>SCS (stevioside-containing sweetener) contains enzyme-treated stevia of 5%, erythritol of 94% and cyclodextrin of 1%.

(Difco Lab., USA)에서 35°C, 48시간 배양한 후 colony수가 30~300개인 평판을 선택하여 산출하였고, pH는 pH meter (Istek, Model 720P)로 측정하였다. 산도는 증류수 10 g에 김칫국물 5 g을 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정하여 얻은 수치를 다음 식에 따라 젖산으로 환산하였다(Hong 등 1994; Ko & Lee 2004).

$$\text{Total acidity (\%, as lactic acid)} \\ = \frac{0.009 \times 0.1 \text{ N NaOH (mL)} \times F \times 100}{\text{Sample (g)}}$$

F: factor of 0.1 N NaOH

#### 4. 관능검사

비숙성시료와 숙성시료를 5°C에서 충분히 방냉한 후 종이 접시에 20 g씩 넣어 검사원에게 나누어주었다. 관능검사방법(기호도검사)은 플라스틱용기에서 1~3일간 숙성한 시료 중 표준시료(Reference)를 검사원에게 미리 알려주고 실시하는 multiple comparisons test에 준하였으며(Larmond 1977), 10 명의 검사원을 대상으로 매일 같은 시간에 6일에 걸쳐 전반적인 기호도, 맛, 냄새, 조직감 및 색상을 측정하였다. 관능검사의 척도기준은 9점법으로 표준시료(Reference)를 5점으로 하고, 이것보다 좋으면 6점에서 9점(최고점수)까지 부여하고 표준시료보다 싫으면 4점에서 1점(최하점수)까지 부여하도록 하였다.

#### 5. 김치의 휘발성 냄새성분 분석

##### 1) 휘발성 냄새성분 분석시료의 제조

Ko & Lee(2004)의 방법을 참조하여 다음과 같이 준비하였다. 김치건더기와 국물을 별도로 준비한 후에 분석 전에 혼합하여 시료로 사용하였다. 김칫국물은 김치를 숙성시킨 플라스틱용기(김치 540 g씩 숙성)에서 180 g을 취하였다. 본 연구에서는 GC에 주입한 headspace gas를 발생시키기 위해 김치가 함유된 액체상태의 시료를 pair stirrer(Eyela, PS-100, Kyoto, Japan)로 교반했다. 따라서 김치건더기를 pair stirrer에서 교반이 가능한 작은 절편으로 만들기 위하여(김치 540 g에서 국물 180 g을 분리한) 건더기 360 g을 2-3 mm 두께의 절편으로 썰었다. 분석 직전에 김치건더기와 국물을 2:1의 비율로 혼합하였다. 125 mL의 삼각플라스크에 김치건더기 20 g, 김칫국물 10 g, 증류수 25 g, sodium sulfate anhydrous (Crown Guaranteed Reagents, Yakuri Pure Chemicals Co., Kyoto, Japan) 25 g 및 내부표준물질로 100 ppm의 1-pentanol을 넣고 rubber septum(24 mm, Sigma Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)으로 밀봉한 후, 35°C의 pair stirrer(Eyela, PS-100, Kyoto, Japan)에서 20분간 교반하였다. 발생한 headspace gas를 5 mL gas tight syringe(Hamilton Co., Reno, Nevada, USA)로 2 mL취하여 gas chromatograph로 분석하였다.

##### 2) 휘발성 냄새성분 분석

준비된 시료의 휘발성 냄새성분은 HP 6890 Series gas chromatograph(Hewlett Packard Co., Wilmington, DE, USA)를 사용하여 다음과 같이 분석하였다(Ko & Lee 2004).

표준물질과 머무름 시간을 비교하여 피크를 확인하고(정성분석), HP ChemStation(Revision A.05.01, 1997)으로 계산된 표준시료와 실험시료의 해당 냄새성분의 피크면적을 비교하여 정량분석 하였다. 내부표준물질로 사용한 1-pentanol(99+%, Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI, USA)은 동일한 실험조건하에서 본 연구에서 사용된 칼럼의 담체에 대한 반응성이 김치의 주요한 휘발성 냄새성분들과 유사하였으므로 표준물질과 시료 중의 1-pentanol의 함량 비를 정량분석의 보정계수(factor)로 사용하였다.

표준시료는 50 mL의 증류수, 25 g의 sodium sulfate anhydrous 및 1-pentanol, Ethanol(이상 두 표준물질은 100 ppm수용액을 사용), Allyl mercaptan, Methyl allyl sulfide, Dimethyl disulfide, Diallyl sulfide, Methyl propyl disulfide, Methyl trisulfide, Diallyl disulfide(이상 7개의 표준물질은 20 ppm 수용액을 사용)를 각각 첨가하여 만든 후, 시료와 동일한 조건으로 분석하였다. 표준시료로부터 발생한 headspace gas를 1 mL 주입시켜 얻어진 피크의 면적과 시료의 해당 휘발성 냄새성분의 피크면적을 비교하여 계산하고, 여기에 표준시료중의 1-pentanol의 면적과 시료중의 1-pentanol의 면적 비인 회수율의 역수를 곱하여 정량하였다. 각 휘발성 냄새성분의 함량계산식은 다음과 같다.

$$\text{Amount of each component (ppm)} = 100 \text{ ppm} \times (\text{Area of each component in sample} \div \text{Area of same component in standard sample}) \times (\text{Area of 1-pentanol in standard sample} \div \text{Area of 1-pentanol in sample})$$

실험은 4회 반복 실시하고 매회 7회 이상 주입하였으며 gas chromatograph의 분석조건은 <Table 2>와 같다.

#### 6. 통계분석

전체적인 실험은 3~9회에 걸쳐 반복 실시하였으며, 각 항목별 실험반복 횟수는 Table 하단에 명기하였다. 실험결과는 Window용 SigmaStat software(SYSTAT Software Inc. 2004)를 사용하여 F-test (ANOVA와 최소유의차검정)와 Linear Regression으로 통계 처리하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. SCS(스테비오사이드 함유 감미료) 첨가 김치에서 젖산균의 산생성과 생육

<Table 3>은 표준시료(백설탕 1% 첨가시료) 또는 SCS 0.165, 0.33, 0.66, 1.32%를 각각 첨가하여 만든 김치의 비숙

<Table 2> Conditions of gas chromatographic analysis

Column	HP-5 (5% diphenyl and 95% dimethyl-polysiloxane Length 30 m×I.D. 0.32 mm×Film thickness 0.25 μm)
Carrier gas	Nitrogen (Flow rate 3.2 mL/min) (Pressure 12.0 psi, Average velocity 47 cm/sec)
Air & Hydrogen flow rate	350 mL & 35 mL/min
Injector temp.	120°C
Detector	FID
Detector temp.	230
Oven temp.	35°C/3 min hold, 3°C/min to 220°C
Injection volume	Headspace gas 1-2 mL
Split ratio	5.0:1
Integration Events	Slope sensitivity (5), Peak width (0.02), Area reject (0.5), Height reject (0.5)

<Table 3> Effects of Stevioside-containing Sweetener added to kimchi on pH, acidity and viable cells of unripened and ripened kimchi<sup>1)</sup>

Ripening time	Concentration of SCS <sup>2)</sup>	pH <sup>4)</sup>	Acidity (%) <sup>5)</sup>	Lactic acid bacteria cell <sup>6)</sup>
0 day kimchi	0 <sup>3)</sup>	4.93	0.405	(×10 <sup>5</sup> CFU/mL) 7.5±4.28
	0	5.14	0.423 <sup>a</sup> ±0.056	(×10 <sup>7</sup> CFU/mL) 2.1 <sup>a</sup> ±1.14
1 day kimchi	0.165%	5.25	0.414 <sup>a</sup> ±0.071	2.0 <sup>ab</sup> ±1.05
	0.33%	5.26	0.412 <sup>a</sup> ±0.061	1.3 <sup>abc</sup> ±0.25
	0.66%	5.28	0.392 <sup>a</sup> ±0.011	1.0 <sup>bc</sup> ±0.37
	1.32%	5.29	0.383 <sup>a</sup> ±0.025	0.6 <sup>c</sup> ±0.32
2 day kimchi	0	4.26	0.889 <sup>a</sup> ±0.074	(×10 <sup>9</sup> CFU/mL) 2.0 <sup>a</sup> ±0.35
	0.165%	4.37	0.837 <sup>b</sup> ±0.067	2.0 <sup>a</sup> ±0.70
	0.33%	4.38	0.830 <sup>b</sup> ±0.053	2.0 <sup>ab</sup> ±0.47
	0.66%	4.37	0.808 <sup>b</sup> ±0.030	1.5 <sup>ab</sup> ±0.51
	1.32%	4.39	0.799 <sup>b</sup> ±0.026	1.3 <sup>b</sup> ±0.30
3 day kimchi	0	4.09	1.049 <sup>a</sup> ±0.055	(×10 <sup>9</sup> CFU/mL) 2.7 <sup>a</sup> ±0.21
	0.165%	4.16	1.032 <sup>a</sup> ±0.059	2.7 <sup>a</sup> ±0.23
	0.33%	4.17	1.018 <sup>ab</sup> ±0.052	2.1 <sup>b</sup> ±0.35
	0.66%	4.17	1.008 <sup>b</sup> ±0.020	2.1 <sup>b</sup> ±0.18
	1.32%	4.17	0.990 <sup>b</sup> ±0.013	1.5 <sup>c</sup> ±0.24

<sup>1)</sup>a-c: Any two means in a column not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.

<sup>2)</sup>SCS contains enzyme-treated stevia of 5%, erythritol of 94% and cyclodextrin of 1%.

<sup>3)</sup>0: 1% white sugar was added.

<sup>4)</sup>Median values of 9 or more replications.

<sup>5)</sup>Mean values and standard deviations of 9 or more replications.

<sup>6)</sup>Mean values and standard deviations of 9 or more replications.

CFU: Colony forming unit.

성시료와 1, 2, 3일 숙성시료의 pH, 산도 및 젖산균수의 측정 결과이다.

pH측정 결과 비숙성시료는 pH 4.93이었으나, 1일 시료는 pH 5.14~5.29로 다소 상승하였고, 2일 시료는 현저하게 저하하여 pH 4.26~4.39, 3일 시료는 pH 4.09~4.17을 나타냈다. SCS 첨가 효과를 보면, 숙성 1일에는 표준시료(백설탕 1% 첨가시료)에 비교하여 SCS 첨가로 pH가 다소 상승하였으며, 첨가농도가 증가함에 따라 pH가 다소 상승하는 경향을 보였으나 큰 차이는 없었다. 이러한 경향은 숙성 2일과 3일도 동일하였다.

산도를 보면 비숙성시료는 0.405%, 1일은 0.383~0.423%, 2일은 0.799~0.889%, 3일은 0.990~1.049%로 1일에는 다소 감소하였다가 2일부터 다시 현저하게 증가하였다. 표준시료와 SCS 첨가시료의 결과를 비교하여보면, 숙성 1일에는 SCS의 첨가농도가 증가함에 따라 산도가 감소하였으나 시료 사이에 유의적인 차이는 없었으며 숙성 2일과 3일에는 SCS의 첨가농도가 증가함에 따라 산도가 감소하고 표준시료 또는 낮은 농도의 SCS 첨가시료에 비하여 SCS 첨가농도가 높은 시료는 유의적인 차이를 보였다(p<0.05).

젖산균수 측정결과를 보면 0일은  $7.5 \times 10^5$ , 1일은  $0.6 \sim 2.1 \times 10^7$ , 2일은  $1.3 \sim 2.0 \times 10^9$ , 3일은  $1.5 \sim 2.7 \times 10^9$ 으로 2일까지는 현저하게 증가하였으나 그 후에는 변화가 없었다. 한편 SCS 첨가농도를 증가시키에 따라 대체적으로 젖산균수가 다소 감소하는 경향을 보였으며, 높은 농도의 SCS 첨가시료는 표준시료 또는 낮은 농도의 SCS 첨가시료와 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. SCS 첨가농도를 증가시키에 따라 pH는 증가하는 경향을 보였으며, 산도는 감소하는 경향을 보였다. 한편 젖산균수는 SCS 첨가농도의 증가에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 김치에 첨가된 SCS가 (특히 높은 농도에서는) 젖산균의 생육과 산 생성을 억제하는 것을 의미한다. SCS 첨가로 pH가 상승하고, 산도가 감소하며, 생균수가 다소 감소하는 경향을 나타내는 것은 pH, 산도, 생균수의 결과와 서로 일치하는 결과이다.

산도와 생균수의 결과로 판단했을 때, 김치에 첨가된 SCS는 젖산균이 아직 활발하게 생육하지 않은 숙성 1일에는 젖산균의 생육과 산생성에 큰 영향을 미치지 않았으나, 젖산균의 생육이 활발한 2일과 3일에는 젖산균의 생육과 산 생성을 억제하는 경향이 비교적 명확하였다.

Kim 등(2004)은 딜(dill)-열수추출물(DK)과 스테비아(stevia)-열수추출물(SK)을 이용하여 배추를 절이고, 이 배추로 김치를 담아 15°C에서 저장하면서 품질 및 관능검사를 실시하였는데, 산도에 미치는 영향을 보면, 발효초기에서 적숙기에 이르는 기간 동안 DK, SK로 만든 김치의 젖산함량이 표준시료에 비해 같거나 높았으며, 발효 후기에는 이들의 산도가 오히려 표준시료에 비해 낮아졌다. 따라서 Kim 등(2004)은 DK, SK가 발효초기에는 젖산균의 발효를 촉진시키고 발효 후기에는 젖산균의 발효를 억제하여 허브추출물 첨가로 김치의 저장성을 연장시킬 수 있는 가능성이 있다고 보고하였다.

본 실험에서는 SCS 첨가로 김치의 숙성 1일부터 젖산균의 생육과 산생성이 억제되는 현상을 나타냈는데, 그 이유는

SCS에 함유된 스테비오사이드의 농도가 스테비아열수추출물에 함유된 스테비오사이드 농도보다 높기 때문이라고 생각된다. Kim 등(2004)의 실험에서 발효 후기에 스테비아열수추출물로 산도가 감소하는 것은 본 실험과 경향이 일치하는 것이다.

한편 비숙성시료에 비하여 1일 숙성시료의 pH가 높고 산도가 다소 낮은 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다. 즉, 김치숙성 초기에는 김치에서 산을 생성하는 젖산균들은 본격적으로 활동하지 않고 오히려 산생성과 무관한 호기성 미생물들이 활동할 뿐만 아니라 배추로부터 물이 배어나와 산도가 쉽게 증가하지 않는다. 따라서 pH의 경우는 비숙성시료에 비하여 숙성 초기 시료의 pH가 다소 높고, 산도는 숙성 전보다 숙성 초기가 오히려 다소 낮게 된다. 그러나 그 기간은 길지 않고 곧 이어서 젖산균이 본격적으로 자라면서 산도는 급격히 증가한다고 한다고 알려져 있다 (Jo 2000).

2. SCS 첨가 김치의 관능적 특성

<Table 4>는 숙성 기간 중에 김치의 관능적 특성의 변화를 보여주는 것이다. 이 실험에서는 백설탕 1% 첨가시료를 표준시료로 사용하였다.

전반적인 기호도와 맛의 수치는 동일하였는데, 그 결과를 보면 숙성일에 따라 다소 차이가 있으나 SCS 0.33% 또는 0.66% 첨가시료의 수치가 다른 시료의 수치보다 유의적으로 높게 평가되었으며( $p < 0.05$ ), SCS 1.32% 첨가시료의 수치가 다른 시료의 수치보다 유의적으로 낮은 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). <Table 4>에 기재되지는 않았으나 냄새(odor), 조직감(texture) 및 색상(color)의 경우에는 SCS 첨가로 표준시료와 차이가 없었다. SCS의 첨가농도가 0.165%인 경우에는 표준시료와 맛이 거의 차이가 없었으며, 0.33% 또는 0.66% 첨가한 경우에는 김치의 상큼한 맛을 증진시키고 청량감을 높여주었으나, 1.32% 첨가한 경우에는 쓴맛(苦味)을 나타내어 관능성을 저하시켰다.

Kim 등(2004)의 딜(dill)-열수추출물과 스테비아(stevia)-열

<Table 4> Overall acceptability and taste of unripened and ripened kimchi added with white sugar or Stevioside-containing Sweetener<sup>1)</sup>

Concentration of sweetener	Ripening period of kimchi		
	1-day	2-day	3-day
White sugar 1% (Reference) <sup>2)</sup>	5.000 <sup>b4)</sup> ±0.000	5.000 <sup>b</sup> ±0.000	5.00 <sup>b</sup> ±0.000
SCS <sup>3)</sup> 0.165%	5.150 <sup>b</sup> ±0.366	5.000 <sup>b</sup> ±0.000	5.100 <sup>b</sup> ±0.308
SCS 0.33%	5.750 <sup>a</sup> ±0.444	5.500 <sup>a</sup> ±0.513	6.000 <sup>a</sup> ±0.000
SCS 0.66%	5.799 <sup>a</sup> ±0.571	4.850 <sup>b</sup> ±1.040	6.200 <sup>a</sup> ±0.410
SCS 1.32%	4.500 <sup>c</sup> ±0.513	4.000 <sup>c</sup> ±0.973	5.100 <sup>b</sup> ±0.641

<sup>1)</sup>Overall acceptability and taste was repeated six times using 10 panelists.

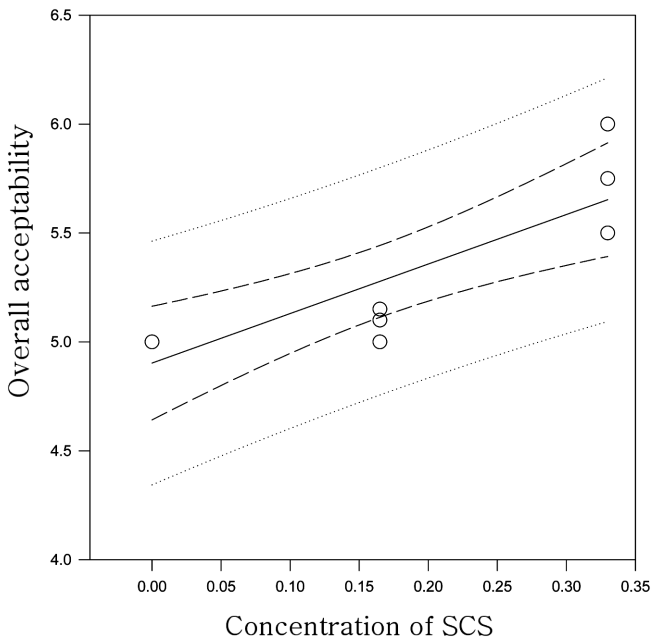
All values are Mean±SD of 60 replications.

<sup>2)</sup>Reference sample was added with 1% white sugar.

<sup>3)</sup>SCS contains enzyme-treated stevia of 5%, erythritol of 94% and cyclodextrin of 1%.

<sup>4)</sup>The scores were assigned numerical values 1 to 9 with “no difference between sample and reference” equaling 5, “extremely better than reference” equaling 9 and “extremely inferior to reference” equaling 1.

a-c: Any two means in a column not followed by the same letter are significantly different at the 5% level.



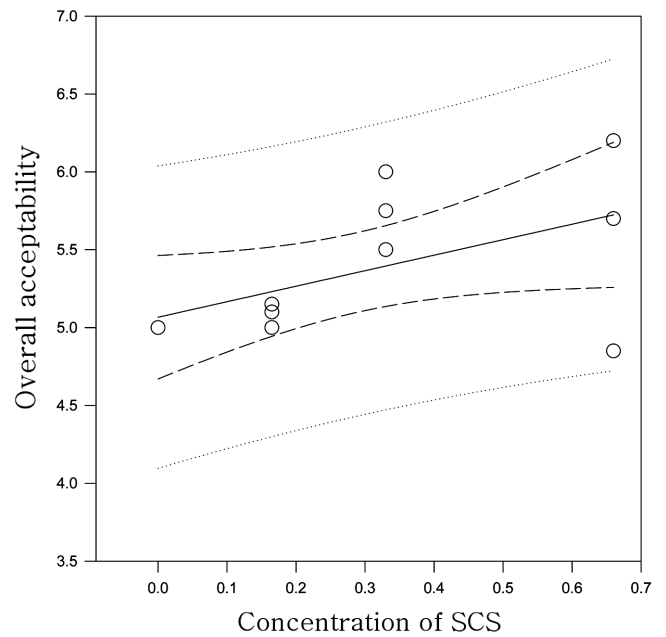
<Figure 1> Linear regression between three different concentrations of Stevioside-containing Sweetener and overall acceptability of 2 day ripened Kimchi <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Concentration of SCS (stevioside-containing sweetener): 0, 0.165, 0.33%

Linear regression:  $y=2.273x+4.903$

Coefficient of determination:  $R^2=0.733$

Straight line: Least squares regression line, Inner dashed lines: Confidence interval, Outer dashed lines: Predicted values.



<Figure 2> Linear regression between four different concentrations of Stevioside-containing Sweetener and overall acceptability of 2 day ripened Kimchi <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Concentration of SCS (stevioside-containing sweetener): 0, 0.165, 0.33, 0.66%

Linear regression:  $y=0.996x+5.607$

Coefficient of determination:  $R^2=0.398$

Straight line: Least squares regression line, Inner dashed lines: Confidence interval, Outer dashed lines: Predicted values.

수추출물을 이용한 연구에서는 덜과 스테비아와 같은 허브의 소취 작용으로 인해 김치의 풋내, 덜 익은 맛, 군덕내 및 군덕맛 등의 잡냄새가 유의적으로 줄었으며( $p<0.05$ ), 그 결과 김치의 향미부분에서 더욱 좋은 점수를 얻었다. 관능검사 결과를 종합해보면, 가장 우수한 김치는 스테비아-열수추출물 시료이었으며, 그 다음이 표준시료, 덜-열수추출물 시료이었다.

스테비아열수추출물을 사용한 Kim 등(2004)의 실험과는 달리 본 실험에서는 효소처리 스테비아를 사용하였으므로 두 실험의 결과를 직접 비교하기는 다소 적합하지 않지만, Kim 등(2004)의 실험과 본 실험에서 김치의 관능성이 개선된 것은 두 실험의 경향이 전반적으로 일치하는 것이다.

### 3. SCS 첨가농도와 김치의 관능적 특성 사이의 상관관계

<Figure 1>은 SCS 첨가농도와 김치의 전반적인 기호도 사이의 상관관계를 나타낸 것이다. X축은 SCS의 농도를 의미하고, Y축은 전반적인 기호도를 의미한다.

SCS의 첨가농도는 젓산균의 생육과 산생성이 어느 정도 억제되는 농도인 SCS 0.66%와 관능성에 역효과(쓴맛)가 나타나는 SCS 1.32%를 제외하고, SCS 0% (설탕 1% 첨가한 표준시료), 0.165%, 0.33%의 농도 3개를 X축으로 하고, 전

반적인 기호도를 Y축으로 한 것이다. SCS 첨가농도와 전반적인 기호도사이의 상관관계( $R^2$ )는 0.733으로 높은 관계를 보였다. <Figure 2>는 관능성에 역효과(쓴맛)가 나타나는 SCS 1.32%를 제외하고, SCS 0, 0.165, 0.33, 0.66%의 농도 4개를 X축으로 하고, 전반적인 기호도를 Y축으로 한 것이다. SCS 첨가농도와 전반적인 기호도 사이의 상관관계( $R^2$ )는 0.398로 비교적 낮았다. 이러한 결과는 김치에 설탕 대신에 첨가되는 SCS 농도는 0.165%나 0.66%보다는 0.33%가 적합하다는 것을 의미한다. 그림에서 중심에 위치한 실선(○)은 배열된 수치의 X축과 Y축 사이의 상관성을 나타내는 선(line)으로서 이 선의 기울기가 높을수록 SCS와 전반적인 기호도 사이의 상관성은 높아진다. 실선 상하의 긴 점선(--)은 실선의 신뢰구간을 의미하고, 상단 및 하단의 짧은 점선(...)은 실선의 예측치를 의미하는 것이다(SYSTAT Software Inc.).

### 4. SCS 첨가 김치의 휘발성 냄새성분

<Table 5>는 비숙성시료와 2일 숙성된 김치의 휘발성 냄새성분의 변화를 보여주는 것이다. 비숙성시료에서는 Ethanol, Allyl mercaptan, Methyl allyl sulfide, Dimethyl disulfide, Methyl propyl disulfide, Diallyl disulfide의 6개 성분이 탐

<Table 5> Effects of stevioside-containing sweetener added to kimchi on volatile odor components of unripened and 2 day ripened kimchi<sup>1)</sup>  
(Unit: ppm)

	0 day kimchi		2 day kimchi			
	White sugar 1%	0	Concentration of SCS <sup>2)</sup>			
			0.165%	0.33%	0.66%	1.32%
Ethanol	1982.26±313.88	7995.51±742.75	7789.95±1078.69	7351.31±1315.65	7302.38±603.97	6570.14±718.42
Allyl mercaptan	1.02±0.46	3.41±0.85	2.92±0.69	1.84±0.23	1.43±0.73	1.15±0.43
Methyl allyl sulfide	0.62±0.18	8.08±1.46	7.93±1.66	7.72±1.87	7.13±1.35	6.38±2.22
Dimethyl disulfide	3.60±1.29	13.86±2.60	13.82±3.11	13.72±2.41	12.95±2.65	11.62±4.03
Diallyl sulfide	<sup>3)</sup>	4.78±0.75	5.03±1.08	4.79±1.44	4.28±1.03	3.66±1.28
Methyl propyl disulfide	36.94±5.96	41.26±6.65	41.08±12.43	35.32±9.90	36.60±16.01	27.63±13.15
Methyl trisulfide	<sup>3)</sup>	12.30±1.71	12.33±3.51	10.69±4.29	10.08±2.69	9.01±4.37
Diallyl disulfide	42.17±6.71	21.15±2.36	24.27±5.80	22.73±5.71	22.95±8.58	20.43±5.16

<sup>1)</sup>Means and standard deviations of 20 or more replications.  
<sup>2)</sup>SCS contains enzyme-treated stevia of 5%, erythritol of 94% and cyclodextrin of 1%.  
<sup>3)</sup>-. Trace

지되었다. 2일 숙성 후에는 비숙성시료의 6개 성분 외에도 Diallyl sulfide, Methyl trisulfide가 새로이 탐지되었다. 2일 숙성에 의한 휘발성 냄새성분의 변화를 보면 다음과 같다.

Ethanol의 농도는 비숙성시료의 수치도 1982.26 ppm으로 비교적 높았는데, 숙성2일에는 7995.51 ppm으로 현저하게 증가하였다. Allyl mercaptan의 농도는 비숙성시료의 수치는 1.02 ppm에서 3.41 ppm으로 감소하였다. Methyl allyl sulfide의 농도는 0.62 ppm에서 8.08 ppm으로 현저하게 증가하였다. Dimethyl disulfide의 3.60 ppm에서 13.86 ppm으로 증가하였다. Methyl propyl disulfide의 농도는 36.94 ppm에서 41.26 ppm으로 다소 증가하였다. Diallyl disulfide의 농도는 42.17 ppm에서 21.15 ppm으로 감소하였다.

한편 SCS 첨가의 영향을 보면, Ethanol, Allyl mercaptan, Methyl allyl sulfide, Dimethyl disulfide, Diallyl sulfide, Methyl propyl disulfide, Methyl trisulfide의 7개 성분은 SCS 농도가 증가함에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 보였으며, Diallyl disulfide는 큰 차이를 보이지 않았다. 그 이유는 SCS 첨가농도가 증가함에 따라 젖산균의 생육이 다소 억제되어 젖산균 생육의 대사물질에 해당되는 휘발성 냄새 성분도 다소 감소한 것으로 생각된다. Diallyl disulfide는 젖산균의 대사물질이 아니라 원래 김치에 존재하던 물질이므로 SCS 첨가의 영향을 받지 않았으며, 비숙성시료에 비하여 숙성 2일 시료에서 증가한 이유는 숙성과정에서 일부가 휘발된 것으로 생각된다.

Ko 등(2004), Ko(2005), Ko & Lee(2007)는 젓갈, 감초 추출물, 분말녹차가 첨가된 김치의 품질특성을 조사하는 연구에서 GC를 이용하여 20°C에서 숙성한 김치에 함유된 8종의 주요한 휘발성 냄새성분의 함량변화를 관찰하였다. 비숙성시료에서는 Ethanol 등의 6개 성분이 검출되었으며, 1일 숙성 후에는 Diallyl sulfide와 Methyl trisulfide가 새로이 검출되었다. 김치의 숙성 기간 중에 일부 화합물은 계속 증가

<Table 6> Correlation between overall acceptability and volatile odor components of 2 day-ripened kimchi

Volatile odor component	Coefficient of determination (R <sup>2</sup> )	Contribution to sensory properties of kimchi
Ethanol	0.470	Medium
Allyl mercaptan	0.201	Low
Methyl allyl sulfide	0.679	Medium
Dimethyl disulfide	0.810	High
Diallyl sulfide	0.738	High
Methyl propyl disulfide	0.456	Medium
Methyl trisulfide	0.376	Low
Diallyl disulfide	0.358	Low

하고, 일부 화합물은 증가하다가 감소하고, 일부 화합물은 감소하였다가 다시 소폭 증가하였다. 이러한 결과는 본 연구의 결과와 전반적인 경향은 일치하지만, 김치 숙성 중에 일부 함량화합물의 변화는 다소 다르게 나타난 것이다. 그 이유는 실험시기가 다르면 김치의 재료가 농산물이기 때문에 품종, 산지, 계절, 가공조건 등에 의하여 성분이 동일하지는 않으며, 또한 김치의 숙성 중에 생성되는 냄새성분의 휘발성이 매우 강하기 때문에 실험시기(특히 계절)의 기온에 따라서 휘발성 냄새성분의 함량에 다소 차이가 발생하기 때문이라고 생각한다.

5. 김치의 관능적 특성과 휘발성 냄새성분 사이의 상관관계  
 본 실험에서는 SCS의 첨가 효과와는 별도로 김치의 관능적 특성에 영향을 미치는 휘발성 냄새성분의 효과를 관찰하였다. <Table 6>은 김치의 주요한 휘발성 냄새성분 8종과 2일 숙성된 김치의 전반적인 기호도 사이의 상관관계를 나타낸 것이다. 전반적인 기호도와 상관성이 높은 휘발성 냄새성분은 Dimethyl disulfide와 Diallyl sulfide의 2종으로 나타났

으며, Ethanol, Methyl allyl sulfide, Methyl propyl disulfide는 중간정도의 상관성을 보였고, 나머지 3종은 낮은 상관성을 보였다. 이러한 결과로부터 김치의 관능성을 증진시키는 주요한 휘발성 냄새성분은 Dimethyl disulfide와 Diallyl sulfide의 2종이라고 생각된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구의 목적은 김치에 설탕 대신에 스테비오사이드 함유 감미료(SCS)를 첨가하고, SCS가 젖산균의 산생성과 생육, 관능적 특성 및 몇 가지 휘발성 냄새성분에 미치는 영향을 조사하는 것이다. 김치 제조 원료에 백설탕 1%(표준시료), SCS를 0.165, 0.33, 0.66, 1.32%(w/w)의 농도로 첨가하고 pH, 산도, 젖산균수를 측정하고, 표준시료와 비교하여 관능검사를 실시하였으며, 김치의 몇 가지 휘발성 냄새성분의 농도변화를 측정하였다. SCS 첨가농도를 증가시키면 pH는 증가하는 경향을 보였으며, 산도는 감소하는 경향을 보였다. 한편 젖산균수는 SCS 첨가농도의 증가에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 김치에 첨가된 SCS가 (특히 높은 농도에서는) 젖산균의 생육과 산 생성을 억제하는 것을 의미한다. 관능검사의 결과를 보면, 전반적인 기호도의 수치는 숙성일에 따라 다소 차이가 있으나 SCS 0.33% 또는 0.66% 첨가시료의 수치가 다른 시료의 수치보다 유의적으로 높은 경향을 보였으며( $p < 0.05$ ), SCS 1.32% 첨가시료의 수치가 다른 시료의 수치보다 유의적으로 낮은 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). SCS의 첨가농도가 0.165%인 경우에는 표준시료와 맛이 거의 차이가 없었으며, 0.33% 또는 0.66% 첨가한 경우에는 김치의 상큼한 맛을 증진시키고 청량감을 높여주었으나, 1.32% 첨가한 경우에는 쓴맛(苦味)을 나타내어 관능성을 저하시켰다. 김치에 설탕 대신에 첨가한 SCS 농도는 0.165%나 0.66% 보다는 0.33%가 적합하다고 생각된다. SCS 첨가가 김치의 휘발성 냄새성분이 미치는 영향을 보면, Ethanol을 포함한 7개 성분은 SCS 농도가 증가함에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 보였으며, Diallyl disulfide는 큰 차이를 보이지 않았다. 김치의 관능성을 증진시키는 주요한 휘발성 냄새성분은 Dimethyl disulfide와 Diallyl sulfide의 2종이라고 생각된다.

#### 감사의 글

본 연구를 위하여 물심양면으로 도움을 주신 덕성여자대학교 식품영양학과 고영태 교수님께 깊이 감사드립니다.

#### ■ 참고문헌

Chae MH, Jhon DY. 2007. Effect of commercial fructooligosaccharides on bifidobacteria kimchi fermentation.

- Korean J. Food Sci. Technol., 39(1):61-65
- Hong SI, Park NH, Kim KH. 1994. Changes of quality of kimchi according to packing method. The Korean Society of Food Sci. and Technol. Intercontinental Hotel, Seoul, Korea. pp 384-399
- Jo JS. 2000. Studies on Kimchi. Yurim-munhwasa, Seoul, Korea. p 262
- Kim JH, Lee HG, Park JH, Ryu JD. 2004. Effect of dill and stevia hot-water extracts on quality and sensory characteristics of kimchi. Korean J. Food & Nutr., 17(1):25-31
- Kim YS, Lee SK, Jeong DY, Yang EJ, Shin DH. 2007. Effect of powder of stevia *rebaudiana* leaves against quality characteristics during salting of rice bran *danmooji*. Korean J. Food Preserv., 14(5):497-503
- Korea Society of Pharmaceutical Plant Study (KSPPS). 2005. General Pharmaceutical Plant, Seoul, Korea. p 300
- Ko YT. 2005. Effects of licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) extract added to kimchi on growth and acid formation by lactic acid bacteria and on quality of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 37(5):795-800
- Ko YT, Hwang JK, Baik IH. 2004. Effects of jeotkal addition on quality of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 36(1):123-128
- Ko YT, Lee JY. 2004. Quality characteristics of kimchi prepared with different part of Chinese cabbage and its quality change by freeze-drying. Korean J. Food Sci. Technol., 36(5):784-789
- Ko YT, Lee JY. 2006a. Quality of Licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) power added kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 38(1):143-146
- Ko YT, Lee SH. 2006b. Quality characteristics of kimchi with added purified Licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) extract. Korean J. Food Cookery Sci., 23(5):609-616
- Ko YT, Lee SH. 2007. Quality characteristics of kimchi added with green tea powder. J. Korean Soc. Appl. Bio. Chem., 50(4):281-286
- Larmond E. 1997. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada. pp 31-37
- Song HI, Chae KS, Kim YM, Lee WS, Lim YS, Ha SH. 2009. Food Sanitation. Jigu-munhwasa, Pajoo, Korea. p 354
- SYSTAT Software Inc. 2004. SigmaStat Version 3.01A. SYSTAT Software Inc., Richmond, CA, USA
- Yun JW, Ro TW, Kang SC. 1996. Stability of oligosaccharides during fermentation of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 28(1):203-206

2012년 10월 12일 신규논문접수, 2013년 1월 7일 수정논문접수, 1월 25일 수정논문접수, 1월 31일 채택