

다채널 맛 평가시스템에 의한 시판음료의 판별분석

박경림 · 배영민¹ · 박인선 · 조용진 · 김남수*

한국식품개발연구원, ¹서강대학교

(2004년 2월 20일 접수, 2004년 7월 23일 수리)

양이온 및 음이온 반응성의 고분자막 8종을 casting 법에 의하여 제조한 후 이온전극에 장착하여 다채널 맛 평가시스템의 비선택성 센서 어레이를 구성하였다. 맛 센서 어레이에 의한 전기화학계측은 전위법에 의하여 행하였으며, 이 때 센서 어레이를 구성하는 각각의 맛 센서로 측정된 전위값을 막 전위 증폭기를 거쳐 증폭한 후 다채널 A/D converter를 통하여 PC에 접속하였다. 식혜, 수정과, 감귤주스 등 6종 24점의 시판음료를 다채널 맛 평가시스템으로 분석한 후 각 센서의 계측신호에 대한 정규화를 행하고 주성분 분석을 행하였을 때 5종 음료군의 조합에서는 제1 주성분 및 제2 주성분의 합이 전체 데이터 변이의 70.73~85.32%를 설명하는 것으로 나타났으며 6종 음료군의 경우에는 제1 주성분 및 제2 주성분의 합과 제1 주성분, 제2 주성분 및 제3 주성분의 합이 전체 데이터 변이의 81.46%와 89.56%를 각각 설명하는 것으로 나타났다. 3차원 공간상에 6종 음료군에 대한 계측결과를 맵핑하였을 때 이들의 구분이 가능하였으며, 5종 음료군의 조합에서는 2가지 경우에 있어 2차원 평면상에서 구분되었다.

Key words: 고분자막, 맛 평가시스템, 시판음료, 주성분 분석

서 론

맛 인식의 기본적 메커니즘은 혀 세포막의 맛 수용기가 맛 성분과 수소결합, 정전기적 결합, 친유성 결합 등의 고유한 반응을 나타내기 때문으로 이해되고 있다.¹⁾ 혀 세포막의 주성분은 인지질을 포함하는 지질성분과 단백질이므로²⁾ 이들과 맛 성분이 반응할 때 발생하는 신호를 전극에 의하여 측정할 수 있고, 그 신호를 적절히 해석할 수 있다면 맛 성분의 기기적인 측정이 가능하므로 미각을 객관적, 정량적으로 평가하는 방법으로서 센서기술을 이용하는 연구개발이 시급히 요구되고 있다.³⁾ 이 때, 음료, 주류 등의 식품 매트릭스에는 다양한 성분이 혼합되어 있어 각 성분의 복합적인 영향에 의해서 품질판별을 하게 되므로 이를 위한 비선택성 센서 어레이의 개발이 매우 필요하다.⁴⁾

식품의 맛을 판별할 수 있는 맛 평가시스템은 사람의 혀에 해당되는 센서 어레이 부분과 데이터 처리부로 이루어져 있으며 이 때 센서 어레이는 시료의 각 성분들에 대해 비선택적으로 반응하는 감응소자들로 구성된다. 최근 앞서 기술한 맛 성분의 인식 메커니즘에 근거하여 맛 센서의 개발에 대한 관심이 이어져 오고 있다. 그리하여, 고분자막에 여러 종류의 지질물질을 도핑한 유리전극 어레이에 의한 단맛 및 쓴맛 물질에 대한 감응특성 연구가 보고되었으며,⁵⁾ Iiyama 등⁶⁾은 octadecyl mercaptan 지방 단분자막을 금 전극 위에 화학흡착법에 의하여 고정화 후 이를 사용하여 quinone, caffeine 등 맛 성분들에 대한 cyclic voltammogram 특성을 비교하였을 때 최고전류의 강도와

위치가 맛 성분에 따라 다르게 나타난다고 보고하였다. Hayashi 등⁷⁾은 화학조성이 다른 여러 종류의 지질막을 은 전극에 장착하여 다채널 맛 센서를 구성한 후 기본 맛 성분에 대한 반응을 전위법으로 측정하여 맛 성분을 효율적으로 구분할 수 있었고 Bae와 Cho⁴⁾는 고분자막에 여러가지 전기활성물질을 도핑한 고분자막 전극을 구성하여 이들 전기활성물질과 시료용액 중의 전해질 물질간의 전기화학적 반응을 통해 막 전위의 변화가 신맛과 짠맛 물질에 대하여 각기 다르게 나타남을 확인하였다.

본 연구에서는 식품의 맛 차이를 인식할 수 있는 맛 평가시스템의 개발 및 식품응용의 일환으로서 식품에 포함되는 여러 가지 전해질 물질 등에 대하여 서로 다른 패턴으로 반응하는 감응소자들로 구성된 비선택성 맛 센서 어레이를 구성하여 식혜, 수정과, 감귤주스 등의 시판음료 측정에 적용한 후 얻어진 계측결과에 대하여 주성분 분석을 행한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

고분자막 제조. 각종 지질성분이나 이온담체를 전기활성물질(electroactive material)로 사용하는 고분자막을 casting 법에 의해서 제조하였으며, 이 때 고분자막의 균일성을 유지하고 취급을 손쉽게 하기 위하여 지지체로서 Sigma사(USA)의 고분자량 polyvinyl chloride, 가소제(plasticizer)로서 동사의 Bis(2-ethylhexyl)sebacate 및 전기활성물질을 각각 66:33:1의 비율로 배합한 후 Aldrich사(USA)의 tetrahydrofuran 1 ml에 녹여서 각 테일 용액을 제조하였다. 이들 용액을 각각 직경 2.5 cm의 링 타입 틀에 붓고 링의 윗 부분을 여과지로 막은 상태로 상온에서 24시간 이상 유기용매를 증발시킴으로써 틀 안에 균일한 표면의 고분자막을 형성하였다. 제작된 막의 두께는 대략 300 μm이었으며 이를 유리병에 담아 저장 보관하면서 필요할 때 절취

*연락처

Phone: 82-31-780-9131; Fax: 82-31-709-9876

E-mail: k9130sen@hanmail.net

Table 1. List of electroactive materials doped in the polymer membranes

No.	Electroactive material	Manufacturer
1	<i>meso</i> -Tetraphenylporphyrin manganese (III) chloride (Mn-porphyrin)	Fluka Chemie AG
2	Tridodecylmethylammonium chloride (TDMA)	"
3	Tri- <i>n</i> -octylmethylammonium chloride (TOMA)	"
4	4- <i>tert</i> -Butylcalix[4]arene-tetraacetic acid tetraethyl ester (calix[4]arene)	"
5	Valinomycin	Sigma Chemical Co.
6	Nonactin	Fluka Chemie AG
7	Monensin decyl ester (MDE)	"
8	Tridodecylamine (TDDA)	"

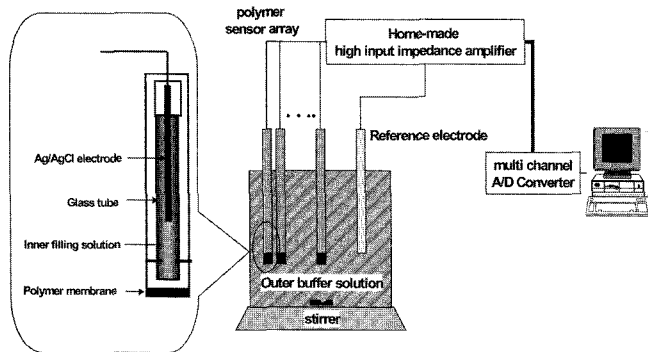


Fig. 1. Measurement system for the membrane potential of electrodes.

하여 사용하였다. 이 때, 이온성 물질에 대한 농도의존성 등을 고려하여 모두 8종의 전기활성물질을 Table 1에서와 같이 선정하였다.

다채널 맛 평가시스템 구성. 고분자막의 막 전위를 측정하기 위하여 Phillips사(Switzerland)의 이온전극체(model IS-561)를 사용하였으며, 고분자막의 종류에 따라 전극의 내부 전해질 용액(inner filling solution)을 달리하여 넣어주었다. 이 때 사용된 내부 전해질 용액으로는 0.1 M NaCl, 0.1 M KCl, 0.195 M sodium phosphate dibasic-0.0305 M sodium phosphate monobasic-0.015 M NaCl 등이 있다. 고분자막을 전극의 크기에 맞도록 직경 5 mm로 절단하여 전극체의 감응부에 부착하였으며, 고분자막이 부착된 8개의 맛 센서를 원형의 아크릴 프레임에 고정하여 어레이화 하였다. 맛 센서 어레이와 Orion사(USA)의 double-junction Ag/AgCl 기준전극(model 900-200)을 고압력 막 전위 증폭기에 연결하여 시료에 대하여 맛 센서 어레이가 나타내는 감응신호를 증폭하였으며 증폭된 신호를 컴퓨터에 저장하기 위한 A/D converter로서 National Instruments사(USA)의 SCXI 시리즈를 사용하였고 동사의 Labview를 이용하여 A/D converter 제어 소프트웨어를 개발하였다. 이와 같이 구성한 맛 평가시스템은 Fig. 1과 같으며 이를 사용한 시료의 맛 패턴 분석을 위하여 먼저 프로그램 실행 전에 기준전극을 막 전위 증폭기의 개별 port에 연결하면서 8개 채널의 전위값을 영값으로 조정하였다. 이후 각각의 port에 맛 센서 어레이의 개별전극을 연결한 후 채널에서 나타나는 전위값을 전송받았다.

시료 분석. Fig. 1의 다채널 맛 평가시스템의 센서 어레이를 사용하여 성남시의 대형 양판점에서 판매되고 있는 식혜 4종, 수정과 2종, 감귤주스 3종, 이온음료 4종, 매실주스 6종, 녹

차 5종에 대한 맛 패턴 분석을 행하였다. 예비실험 결과 희석하지 않은 시료의 경우 고분자막 표면에 당분 등 시료의 매트릭스가 흡착되어 안정적인 전위반응을 방해하고 지속적인 전위의 drift를 야기하였으므로 증류수를 첨가하여 각각의 시료를 30%로 희석한 것을 분석용 시료로 하였으며 측정 전에 맛 센서 어레이를 증류수에 담가 두어 맛 센서의 고분자막을 수화시켰다. 이 때, 시료 분석용 고분자막 반응 기준물질로서 50 mM Tris buffer(pH 7.0)에 5 mM NaCl, 0.5 mM citric acid, 0.1 mM KCl을 혼합한 용액을 사용하였고 맛 센서 반응의 정도는 고분자막 반응 기준물질에 분석용 시료를 가할 때 맛 센서 어레이가 나타내는 개별 전위값에서 고분자막 반응 기준물질 자체에서 맛 센서 어레이가 나타내는 개별 전위값을 뺀 값으로 하였으며 시료당 반응시간은 2분으로 하였고 1회 분석 후에는 증류수에 5분간 담그면서 고분자막을 세척하였다.

맛 센서 반응의 유의성 검증. 식혜, 수정과, 감귤주스, 이온음료, 매실주스, 녹차의 6종 음료군에 대하여 맛 센서 어레이의 개별전극이 나타내는 전위반응을 Statistical Analysis System (SAS, 2000)으로 95% 신뢰구간에서 analysis of variance (ANOVA), Student-Newman-Keuls test 통계처리를 행하여 음료군에 따른 각각의 맛 센서 반응의 유의성을 검증하였다.

맛 센서 반응에 대한 주성분 분석. 센서 어레이를 구성하는 개별 맛 센서는 비선택적 센서이므로 교차감응이 존재하여 발생신호는 채널 사이에 다중공선성(multi-colinearity)을 야기할 수 있다. 따라서, 각 채널의 신호를 주성분(principal component)으로 전환하여 관별분석할 수 있도록 알고리즘을 설계하였다. 맛 센서 어레이의 출력 데이터는 짧은 시간에 많은 양의 데이터를 발생시키는 경우가 많으므로 2차원 또는 3차원의 데이터로 차원을 낮추는 방법으로 Matlab 5.0(Mathwork Co., USA)을 사용한 주성분 분석(principal component analysis)을 행하였다. 주성분 분석 시 센서 어레이의 신호를 데이터 행렬 X로 구성해야 하며 M개의 센서로부터 N개의 시료에 대한 데이터를 획득하였을 때 X는 M×N의 행렬로 표시할 수 있고 열의 기준으로 정규화한 후에 X의 공분산 행렬을 계산하였다. X의 공분산 행렬은 M×M의 XX^T 로 나타내며 공분산 행렬의 고유치(eigen value)와 고유벡터(eigen vector)를 계산하여 주성분 분석을 수행하였다. 이 때, 각 고유벡터와 센서 어레이 신호의 내적(inner product) 값들을 주성분이라 부르며 고유치가 가장 큰 고유벡터에 내적인 주성분의 값을 제1 주성분(1st principal component), 다음으로 큰 고유치의 고유벡터에 대한 주성분의 값을 제2 주성분(2nd principal component)이라 부른다. 각 고유벡터의 방향

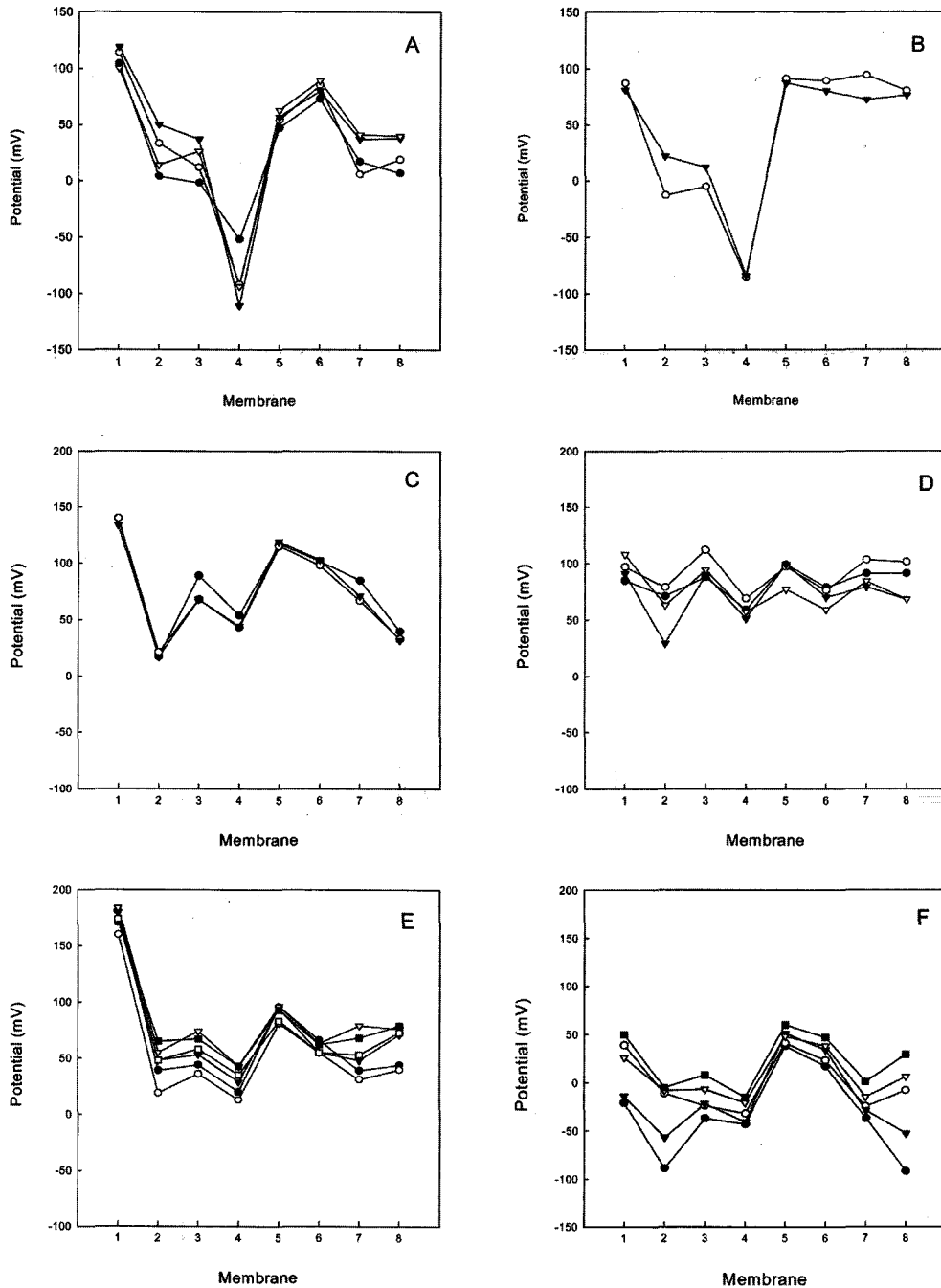


Fig. 2. Responses of the individual taste sensors in the sensor array to various beverage groups of *sikhye* (A), *sujunggwa* (B), tangerine juice (C), ionic drink (D), *ume* juice (E) and green tea (F). Electroactive materials: 1, Mn-porphyrin; 2, TDMA; 3, TOMA; 4, calix[4]arene; 5, valinomycin; 6, nonactin; 7, MDE; 8, TDDA. All symbols in each beverage group represent different commercial products.

은 데이터 행렬의 M 차원 공간상에서 변이를 각각 직교화된 방향으로 분해한 방향을 의미하며 데이터 행렬의 M 차원 공간상에서 변이 중 고유벡터의 방향에 의해서 설명할 수 있다. 주 성분 분석을 통해 센서 어레이의 각 센서별 데이터에 존재하는 공선성을 제거할 수 있으며 서로간에 독립적인 변동을 계산할 수 있다. 일반적으로 센서 어레이에서 발생하는 신호의 유의한 변이의 대부분을 제1 주성분, 제2 주성분 및 제3 주성분으로 설명할 수 있기 때문에 이들 주성분으로 이루어진 3차원 공간 혹은 2차원 평면상에서 시판음료에 대한 판별분석을 행하였다.

결과 및 고찰

시판음료의 맛 판별분석을 행하기 전에 먼저 본 연구에서 구성한 다채널 맛 평가시스템의 신호안정성 및 정밀도를 측정하였다. 이를 위하여 0.1M KCl 수용액에 대해 valinomycin 막을 감응시키고 전위값을 1000 Hz의 주파수 데이터로 입력받았을 때 잡음이 많이 포함되어 있었으나 이를 제거하기 위하여 디지털 필터링(digital filtering)의 대표적인 방법인 평균법을 수행하면 잡음이 제거됨을 확인할 수 있었다. 측정전위에 대하여 연

속된 1000개의 데이터 평균을 계산하고 신호대잡음비(signal to noise ratio, S/N ratio)를 계산하였을 때 데이터 평균의 표준편차와 신호대잡음비는 각각 0.81 mV와 55.47이었다. 각 채널의 정밀도를 Mettler-Toledo사(USA)의 electrode simulator를 사용하여 측정하였을 때 모든 채널에서 0.24 mV 이하의 표준편차를 보여 99.9% 이상의 정밀도를 보여주었다.

고분자막의 종류에 따른 음료군별 전위반응. 맛 평가시스템의 응용가능분야로는 액상식품의 맛 판별분석과 맛의 정량적 측정을 통한 식품공정의 제어 등을 들 수 있다.^{4,8,9)} 본 연구에서는 액상식품인 시판음료의 맛 판별분석을 위하여 먼저 양이온 반응성의 전기활성물질인 calix[4]arene, valinomycin, nonactin, MDE, TDDA와 음이온 반응성의 전기활성물질인 Mn-porphyrin, TDMA, TOMA를 각각 사용하여 제조한 고분자막이 장착된, 센서 어레이를 구성하는 개별 맛 센서가 식혜, 수정과, 감귤주스, 이온음료, 매실주스, 녹차의 6종 음료군 24종 시료에 대하여 나타내는 전류반응을 측정한 후(Fig. 2), SAS에 의하여 95% 신뢰구간에서 음료군에 따른 각각의 맛 센서 반응

의 유의성을 검증하였다(Table 2).

감귤주스, 매실주스, 이온음료의 경우 센서 어레이의 모든 고분자막에 대한 감응전위의 평균값이 양의 값을 보여준데 반하여 식혜의 경우 calix[4]arene 막, 수정과의 경우 TDMA, TOMA, calix[4]arene 막, 녹차의 경우 TDMA, TOMA, calix[4]arene, MDE, TDDA 막에 대한 감응전위의 평균값이 음의 값을 나타내었다. 한편, 각각의 음료군에 있어서 고분자막간 센서반응의 평균값의 차는 이온음료, 녹차, 감귤주스, 수정과, 매실주스, 식혜의 경우 각각 56.80, 81.60, 119.67, 142.67, 144.50, 196.50 mV의 순으로 높아지는 것으로 나타났다.

음료군에 따른 각각의 맛 센서 반응의 유의성을 검증한 결과, 감귤주스와 녹차, 매실주스와 녹차, 이온음료와 녹차의 경우 센서 어레이의 모든 고분자막에서 유의차를 보여 판별분석이 손쉬울 것으로 예상되었으나, 매실주스와 이온음료는 Mn-porphyrin 막의 경우에만 유의차를 나타내었고 식혜와 수정과는 Mn-porphyrin과 valinomycin 막에서만 유의차를 나타내어 clustering에 의한 그룹화가 상대적으로 어려울 것으로 예상되었다.¹⁰⁾

Table 2. Response of each taste sensor in the sensor array to various marketed beverages

Electroactive material	Response (mV)					
	<i>Sikhye</i>	<i>Sujunggwa</i>	Tangerine juice	<i>Ume</i> juice	Ionic drink	Green tea
Mn-porphyrin	109.25 ^c	73.67 ^d	138.00 ^b	175.00 ^a	97.80 ^c	16.00 ^e
TDMA	25.25 ^{ab}	-18.67 ^{ab}	18.33 ^{ab}	45.67 ^a	41.00 ^a	-34.00 ^b
TOMA	18.25 ^b	-16.67 ^b	75.00 ^a	55.33 ^a	86.00 ^a	-16.40 ^b
Calix[4]arene	-87.25 ^c	-65.67 ^c	47.00 ^a	30.50 ^a	48.20 ^a	-30.40 ^b
Valinomycin	55.25 ^c	77.00 ^b	117.00 ^a	90.50 ^b	92.80 ^b	47.60 ^c
Nonactin	81.75 ^b	73.00 ^b	101.00 ^a	59.33 ^b	67.00 ^b	31.80 ^c
MDE	25.25 ^a	45.67 ^a	74.33 ^a	53.00 ^a	76.80 ^a	-21.00 ^b
TDDA	26.00 ^{ab}	39.00 ^{ab}	35.00 ^{ab}	63.83 ^a	75.60 ^a	-23.60 ^b

^{a-e}Means within the same row with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by ANOVA.

Table 3. Proportion of each principal component calculated from the principal component analysis

Number of beverage group	Principal component number	Variance (%)				Accumulated variance (%)			
		A ^a	B ^a	C ^a	D ^a	A ^a	B ^a	C ^a	D ^a
6	1			68.77		68.77			
	2			12.69		81.46			
	3			8.09		89.56			
	4			5.51		95.06			
	5			3.00		98.07			
	6			0.87		98.94			
	7			0.60		99.54			
	8			0.46		100.00			
5	1	70.17	70.15	69.40	52.97	70.17	70.15	69.40	52.97
	2	14.10	14.02	15.92	17.76	84.27	84.17	85.32	70.73
	3	9.04	8.06	6.30	12.34	93.31	92.23	91.62	83.06
	4	3.58	4.27	4.70	9.28	96.88	96.50	96.32	92.34
	5	1.71	1.71	1.60	5.52	98.59	98.22	97.92	97.86
	6	0.80	0.95	0.95	1.12	99.39	99.17	98.87	98.98
	7	0.45	0.57	0.66	0.78	99.84	99.75	99.53	99.76
	8	0.16	0.25	0.47	0.24	100.00	100.00	100.00	100.00

^aRepresents the beverage groups analyzed in the five membered principal component analysis. A, *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, *ume* juice and green tea; B, *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, green tea and ionic drink; C, *sikhye*, *sujunggwa*, *ume* juice, green tea and ionic drink; D, *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, *ume* juice and ionic drink.

전위반응에 대한 주성분 분석. 시판음료에 대한 맛 평가시스템의 감응전위 데이터를 5종 음료군의 4개의 조합과 6종 음료군으로 분류하여 정규화를 행한 후 주성분 분석을 수행하였다. Table 3에는 정규화된 데이터에 대한 주성분 분석결과 나타난 개별 주성분의 기여율(proportion)이 표시되어 있다. 5종 음료군의 조합에서 제1 주성분 및 제2 주성분의 합이 전체 데이터 변이의 70.73~85.32%를 설명하는 것으로 나타났으며, 6종 음료군의 경우 제1 주성분 및 제2 주성분의 합과 제1 주성분, 제2 주성분 및 제3 주성분의 합이 전체 데이터 변이의 81.46%와 89.56%를 각각 설명하는 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 제1-제3 주성분값을 사용한 평면 혹은 공간상에서의 맵핑(mapping)에 의하여 시판음료의 맛 판별이 가능할 것으로 생각되었다.¹¹⁾

5종 음료군의 4개의 조합에 대하여 데이터 변이에 대한 기여율이 상대적으로 높은 제1 주성분 및 제2 주성분값을 사용하여 2차원 평면상에서 맵핑하였다(Fig. 3). 그 결과, 식혜, 수정과, 감귤주스, 매실주스, 녹차로 구성된 5종 음료군 A와 식혜, 수정과, 감귤주스, 녹차, 이온음료로 구성된 5종 음료군 B의 경우 평면상에서 이들 5종 음료군의 구분이 가능하였으나 식혜, 수정과, 매실주스, 녹차, 이온음료로 구성된 5종 음료군 C와 식

혜, 수정과, 감귤주스, 매실주스, 이온음료로 구성된 5종 음료군 D에서는 매실주스와 이온음료의 주성분값의 유사성으로 인하여 평면상에서 이들 5종 음료군의 구분이 불가능하였는데, 이 결과는 앞에서 고찰한 음료군에 따른 각각의 맛 센서 반응의 유의성 검증결과와 일치함을 알 수 있었다.

식혜, 수정과, 감귤주스, 매실주스, 녹차, 이온음료로 구성된 6종 음료군을 주성분 분석에 의하여 구분하기 위하여 제1 주성분 및 제2 주성분값, 제1 주성분 및 제3 주성분값과 제2 주성분 및 제3 주성분값을 사용하여 2차원 평면상에서 맵핑하였으나 모든 경우에 있어서 구분이 불가능한 반면(Fig. 4), 이를 개선하기 위하여 제1 주성분, 제2 주성분 및 제3 주성분값을 사용하여 3차원 공간상에 맵핑하면 이들 6종 음료군을 구분할 수 있었다(Fig. 5).

Calix[4]arene, TOMA 막 등 이온 반응성 고분자막으로 구성된 본 연구의 다채널 맛 평가시스템 센서 어레이를 사용하여 식혜, 수정과, 감귤주스, 매실주스, 녹차, 이온음료의 6종 음료군에 대한 감응신호를 측정된 후 3차원 공간상에서 주성분 분석에 의하여 맵핑하면 이들 음료군의 그룹화가 가능하였으며 향후 새로운 이온 반응성 전기활성물질이나 생체내 맛 수용기의 구성물질로 생각되는 지질물질을, 맛 센서에 장착하는 고분

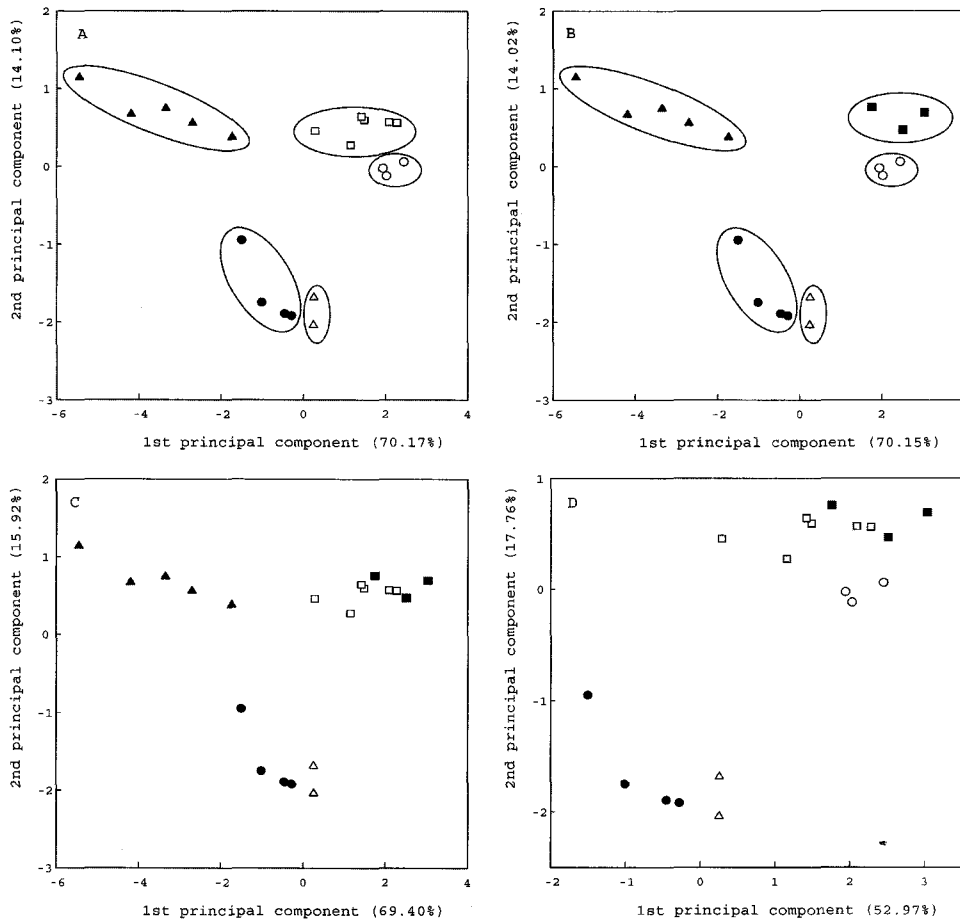


Fig. 3. Two dimensional principal component analysis for the signal data on the five membered beverage groups. Beverage groups: A, *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, *ume* juice and green tea; B, *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, green tea and ionic drink; C, *sikhye*, *sujunggwa*, *ume* juice, green tea and ionic drink; D, *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, *ume* juice and ionic drink. Symbols: ●, *sikhye*; ▲, *sujunggwa*; ○, tangerine juice; ■, ionic drink; □, *ume* juice; ▲, green tea.

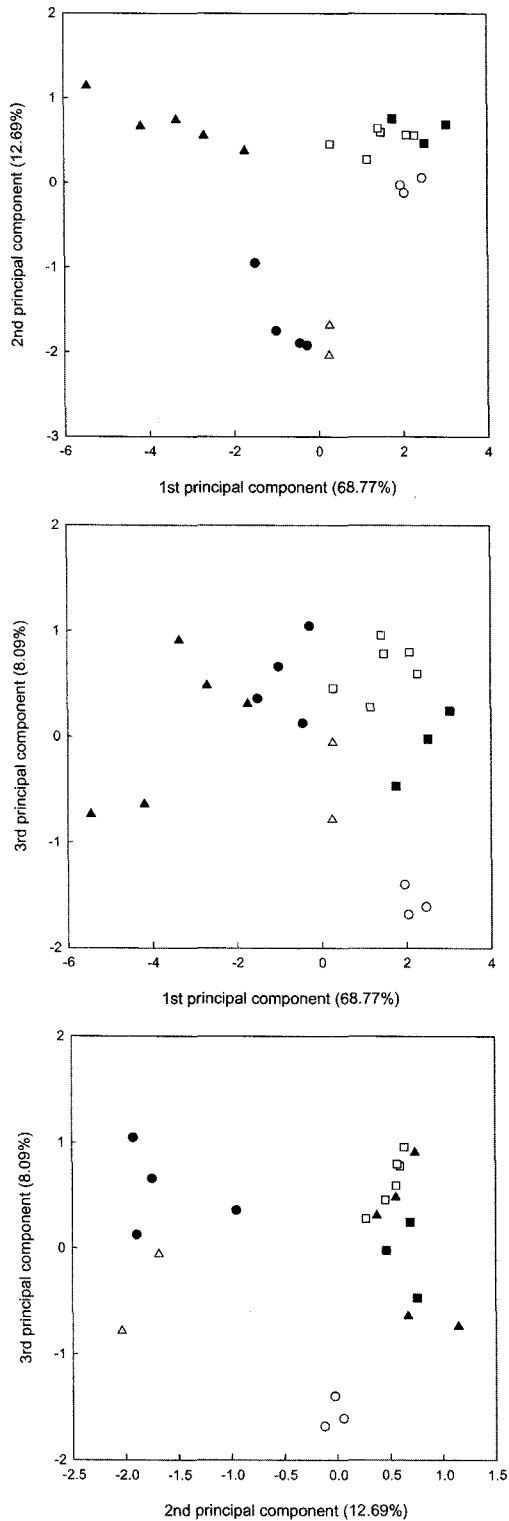


Fig. 4. Two dimensional principal component analysis for the signal data on the six membered beverage groups of *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, ionic drink, ume juice and green tea. Symbols: ●, *sikhye*; △, *sujunggwa*; ○, tangerine juice; ■, ionic drink; □, ume juice; ▲, green tea.

자막의 구성요소로 추가하거나 대체함에 의하여 보다 많은 음료군에의 적용과 맛 판별력의 향상이 기대된다.¹²⁾

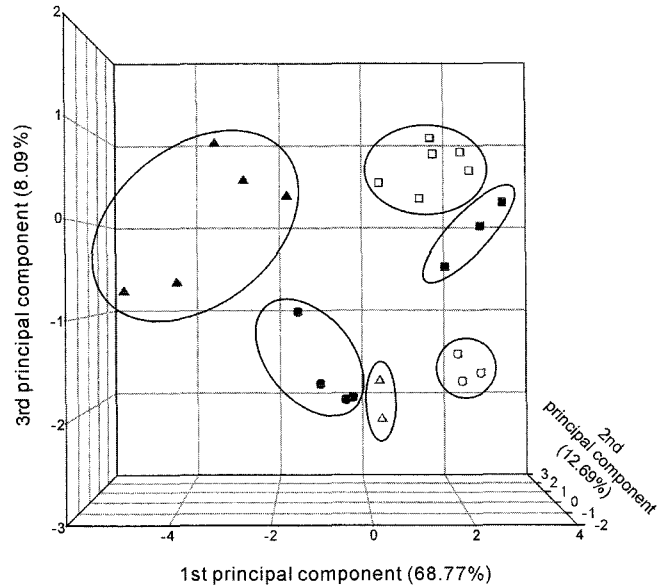


Fig. 5. Three dimensional principal component analysis for the signal data on the six membered beverage groups. Symbols: ●, *sikhye*; △, *sujunggwa*; ○, tangerine juice; ■, ionic drink; □, ume juice; ▲, green tea.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.

참고문헌

- Oohira, K. and Toko, K. (1996) Theory of electric characteristics of the lipid/PVC/DOPP membrane and PVC/DOPP membrane in response to taste stimuli. *Biophys. Chem.* **61**, 29-35.
- Shallenberger, R. S. (1996) The AH and B glycophores and general taste chemistry. *Food Chem.* **56**, 209-214.
- Van der Wel, H. (1993) Some thoughts about thaumatin binding. In *Sweet-taste Chemoreception*. European Chemireception Research Organization, pp. 365-372.
- Bae, Y. M. and Cho, S. I. (2002) Response of polymer membranes as sensing elements for an electronic tongue. *Transact. ASAE* **45**, 1511-1518.
- Toko, K. and Fukusaka, T. (1997) Measurement of hydrophobicity of amino acids using a multichannel taste sensor. *Sensors Mat.* **9**, 171-176.
- Iiyama, S., Miyazaki, Y., Hayashi, K., Toko, K., Yamafuji, K., Ikezaki, H. and Sato, K. (1992) Highly sensitive detection of taste substances using monolayer lipid membrane. *Sensors Mat.* **4**, 21-27.
- Hayashi, K., Yamamaka, M., Toko, K. and Yamafuji, K. (1990) Multichannel taste sensor using lipid membranes. *Sensors Actuat. B* **2**, 205-213.
- Toko, K. (1998) Electronic tongue. *Biosens. Bioelectron.* **13**, 701-709.
- Imamura, T., Toko, K., Yanagisawa, S. and Kume, T. (1996)

- Monitoring of fermentation process of *miso* (soybean paste) using multichannel taste sensor. *Sensors Actuat. B* **37**, 179-185.
10. Toko, K., Murata, T., Matsuno, T., Kikkawa, Y. and Yamafuji, K. (1992) Taste map of beer by a multichannel taste sensor. *Sensors Mat.* **4**, 145-151.
11. Toko, K. (1996) Taste sensor with global selectivity. *Mat. Sci. Eng. C* **4**, 69-82.
12. Cho, Y. J., Park, I. S. and Kim, N. (2002) Taste response of electrodes coated with polymeric lipid membrane. *J. Kor. Soc. Agric. Machin.* **27**, 249-258.

Discriminant Analysis of Marketed Beverages Using Multi-channel Taste Evaluation System

Kyung-rim Park, Young-Min Bae¹, In-Seon Park, Yong-Jin Cho and Namsu Kim* (*Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea; ¹Sogang University, Seoul 121-742, Korea*)

Abstract: Eight cation or anion-responsive polymer membranes were prepared by a casting procedure employing polyvinyl chloride, Bis (2-ethylhexyl)sebacate and each electroactive material in the ratio of 66 : 33 : 1. The resulting membranes were separately installed onto the sensitive area of the ionic electrodes to produce an 8-channel taste sensor array. The taste sensors of the array were connected to a high-input impedance amplifier and the amplified sensor signals were interfaced to a PC via an A/D converter. The taste evaluation system was applied to a discriminant analysis on six groups of marketed beverages like *sikhye*, *sujunggwa*, tangerine juice, *ume* juice, ionic drink and green tea. When the signal data from the sensor array were analyzed by principal component analysis after normalization, the 1st, 2nd and 3rd principal component explained most of the total data variance. The six groups of the analyzed beverages were discriminated well in the three dimensional principal component space. The half of the five groups of the analyzed beverages was also discriminated in the two dimensional principal component plane.

Key words: polymer membranes, taste evaluation system, marketed beverages, principal component analysis

*Corresponding author