

## 21세기의 식품관리기술: 전자 코

### Recent Technology for Food Control: Electronic Noses

김윤숙 | 신소재연구단

Yoonsook Kim | Neo Food Resources Research Group

#### 서 문

전자 코(e-nose)는 후각을 모방하는 계측기이다. 이러한 기기는 일반적으로 복잡한 샘플의 냄새를 저렴한 비용으로 정밀하게 검출하고 구별하기 위해 사용되는 복합센서이다. 이러한 특성 때문에 전자 코는 식품, 화장품, 의약품 산업은 물론 환경 제어와 임상 진단과 같은 다양한 용도에 매우 유용하게 사용할 수 있다. 실제로 과거 10년 동안 특히 식품관리 분야에 있어 전자 코의 사용을 설명하는 많은 논문이 있다. 여기서는 식품 산업의 품질관리와 공정관리에 있어서 전자 코의 사용을 다루고, 또한 기기 설계 배경 원리와 식품관리에 있어 가장 중요한 기기의 기능도 다루기로 한다.

#### 왜 식품 관리에 전자 코를 사용하는가?

대부분 식품 냄새는 복잡하기 때문에 gas chromatography나 gas chromatography olfactometry와

같은 기존 향미 분석 기법으로는 쉽게 특성을 파악할 수 없다. 전문가 집단에 의한 관능검사는 상대적으로 짧은 시간만 업무를 수행할 수 있는 잘 훈련 받은 사람들이 필요하기 때문에 비용이 많이 소요되는 과정이다. 사람마다 냄새에 대한 반응의 주관성, 개체 다양성과 같은 문제도 고려해야 한다. 따라서 몇몇 특정 식품관리 용도에 있어서는 전문가 집단에서 도출한 데이터와 상관관계가 높고 민감도가 높은 것을 장점으로 가지는 전자 코와 같은 계측기의 필요성이 대두된다. 전자 코는 제작이 쉽고 비용이 효율적이며, 짧은 시간 안에 분석을 수행할 수 있기 때문에 식품 향미 특성 파악을 위한 객관적이며 자동화 가능한 비파괴 측정기술로서 점점 주목을 받고 있다. 그러나 센서 기술, 데이터 처리, 결과의 해석 및 검증 연구와 관련하여 아직 많은 연구가 필요한 실정이다.

#### 전자 코의 구조

전자 코는 센서 array를 사용해 복잡한 냄새를

검출하고 구별하도록 설계된 기기이다. 센서 arrays는 냄새에 민감한 다양한 생물학적 또는 화학적 물질로 취급되는, 광범위하게 튜닝된(비 특이성) 센서로 구성된다. 냄새 자극은 센서 array 배열에서 특징적 지문(또는 후문(嗅紋))을 생성한다. 확인된 냄새의 패턴이나 지문을 사용해 데이터베이스를 구축하고 패턴 인식 시스템을 사용함으로써 확인되지 않은 냄새를 분류하고 식별할 수 있다. 이것이 전자 코의 고전적 개념이지만 전자 코에 사용한 고전적 센서 유형이 강화되었고 이 분야에 도입된 다른 기술에 의해 보완되었다. 전자 코 장비는 광범위한 개념에서 다음과 같은 세 개의 요소로 구성된다. 즉 (i) 시료처리 시스템, (ii) 검출 시스템, (iii) 데이터 처리 시스템이 그것이다.

### 시료처리 시스템

시료처리는 전자 코에 의한 분석에 영향을 주는 중요한 단계이지만 그 중요도가 무시되는 경우가 많다. 적절한 샘플링 기법을 채택하면 분석의 품질을 크게 개선할 수 있다. 샘플 상부공간(headspace, HS)에 있는 휘발성 물질을 전자 코 검출 시스템에 주입하기 위해 다음과 같은 몇 가지 샘플링 기법을 사용한다.

- 정적 상부공간(static headspace, SHS) 기법은 샘플을 밀봉 용기에 넣은 후 매트릭스와 기체 상태 사이에 평형이 확립되면 HS를 샘플링하는 작업으로 구성된다. 수동 HS 주입 시 반복 정밀도가 낮기 때문에 자동 HS 샘플러 사용이 권장된다.
- 퍼지 앤 트랩(purge and trap, P&T) 및 동적

상부공간(dynamic headspace, DHS) 기법은 휘발성 물질의 예비 농축을 가능하게 하기 때문에 감도를 높일 수 있다. 이러한 시스템에서는 휘발성 성분은 불활성 기체의 흐름에 의해 퍼지되어 흡수제 안에 갇힌다. 갇힌 물질은 열에 의해 탈착되어 검출 시스템 안으로 들어가게 된다.

- 고체상 미세추출(solid-phase microextraction, SPME)법은 사용하기 쉬운 예비 농축 방법이다. 원리는 시료의 HS 안에 얇은 흡수제 막으로 덮인 실리카 섬유를 노출시켜 휘발성 성분을 섬유 위에 흡착한다. 흡착된 분자는 열에 의해 탈착되어 검출 시스템 안으로 들어가게 된다.
- 흡착 추출 교반 막대(stir bar sorptive extraction, SBSE)법은 샘플링을 위해 HS 안에 고정할 수 있는, 폴리머로 코팅한 자석 막대를 사용한다. 교반 막대의 부하 용량은 SPME보다 훨씬 높다. 최근 개발되었지만 SBSE는 매우 높은 민감도가 필요할 때 사용할 수 있는 우수한 추출 기법이다.
- 침관 내 동적추출(inside-needle dynamic extraction, INDEX)법 또한 예비 농축 기법이다. INDEX 침에는 고정 베드와 매우 흡사한 흡수 폴리머를 포함하고 있다. 휘발성 물질은 주사기 플런저의 반복된 흡기와 분출 움직임에 의해 바늘 안으로 들어가게 된다.
- 막 도입 질량분석법(membrane introduction mass spectrometry, MIMS)은 질량분석법(mass spectrometry, MS)에 기초한 전자 코에서 사용되는 시료처리 시스템이다. 이 기법을 사용하면 액체나 기체 시료의 특정 성분을 질량분석기에 직접 주입할 수 있다. 시료와 질량분석기의

이온 발생원 사이에 얇은 막이 설치되어 일부 물질은 막에서 용해되어 막을 통해 확산되고, 마지막으로 이온 발생원 안으로 기화되어 들어간다.

## 검출 시스템

검출 시스템으로는 기체 센서의 array로 구성된 기존의 전자 코가 가장 보편적인 접근방식이며, 최근 이 분야에 MS 및 이온 이동성 분광법(ion mobility spectrometry, IMS)과 같은 신기술이 도입되고 있다. 화학 센서는 화학적 양을 원자, 분자 같은 특정 입자의 농도 또는 기체나 액체 속의 이온 농도에 관련되는 전기 신호로 변환할 수 있는 장치이다. 전자 코에 사용할 수 있는 센서의 유형은 일반적으로 서로 다른 분자량을 가지는 휘발성 유기화합물(volatile organic compound, VOC)인 기체상태의 분자에 반응해야 한다. 몇 가지 주요한 부류의 센서 array들이 전자 코의 개발과 관련된다.

- 다층 구조에서 압전 소자(즉 석영이나  $\text{LiNbO}_3$ )에서 발생하는 음파의 전달에 기초한 압전(비중 또는 청각) 센서. 표면 음파 방식(surface acoustic wave, SAW)과 벌크 탄성파(bulk acoustic wave, BAW)는 가장 보편적인 음파 센서이다. BAW는 일반적으로 thickness shear mode(TSM) 센서 또는 수정 진동자 마이크로밸런스(quartz crystal microbalances, QCM 또는 QMB)라고도 한다.
- 전류계, 전위차계 및 화학저항 또는 전도저항 센서를 포함하는 전기화학 센서. 그 중에서도 금속 산화물 전도체(metal oxide semiconduc-

tors, MOS, Taguchi라고도 함) 및 전도성 폴리머(conducting polymer, CP)와 같은 화학 저항성 센서가 기체 및 냄새 측정을 위한 array를 만드는데 광범위하게 사용된다. 금속 산화물 반도체 필드 트랜지스터(metal oxide semiconductor field effect transistors, MOSFET)를 사용하는 몇 가지 전위차계 기체 센서가 개발되어 전자 코 기술에 사용되고 있다.

- 전통적인 흡수, 반사, 휘도와 표면 플라즈마 공명(surface plasmon resonance, SPR) 기법은 물론 광섬유와 같은 광학센서가 사용된다.
- 분석대상물과 관련된 화학반응의 열을 thermistor와 같은 transducer로 모니터링하는 열량 센서나 열 센서

이 센서 그룹의 이차 분류로 바이오센서가 있다. 바이오센서는 분석대상물에 대하여 특이적인 시약이 필요 없는 감지 시스템의 제공을 위해 transducer에 근접하게 배치된 생물학적 감지 요소를 사용한다. 이로서 대상이 되는 물질의 종류에 대한 생물학적 분자 특이성이 보장된다.

MS 기반 전자 코를 질량 센서 또는 신세대 전자 코라고 한다. 이 새로운 장비는 휘발성 화합물을 사전 크로마토그래프의 분리 없이 MS 기기(주로 사중 극자 질량 분석계)의 이온화 챔버에 주입한다. 얻어진 질량 스펙트럼의 각 fragment 이온( $m/z$  비)은 ‘센서’의 기능을 가지고 fragment 이온의 양은 센서 신호와 동일한 값을 가진다. 따라서 MS 기반 전자 코 내 센서의 수는 가변이며, 대부분의 경우 높은 값으로 쉽게 변경할 수 있다. 또한 이러한 ‘센서’는 샘플에 관한 화학적 정보를 제공한다. 따라서 어떤 화합물이 샘플 사이에 차이의 원인이 되는

가에 관한 정보를 이온 fragmentation 패턴에서 구할 수 있다. 최근 대부분의 MS 기반 전자 코의 용도는 정성적 분석에 집중되어 있다.

IMS 또한 전자 코 기술에서 새로운 접근 방식으로 부상하고 있다. 이 기술을 사용해 분자의 이온화와 이에 따른 전자장을 통한 기화물질의 이동에 관련된 공기 내 유기성 기화물질을 검출하고 특성을 파악할 수 있다. 분석은 이온 질량이 아닌 이온 이동성에서 발생하는 분석대상물의 분리에 기초한다. MS와는 달리 가상 센서 배열은 별개의 질량/전하 비율로 파악할 수 없지만 정의 가능한 시간 간격에서 신호의 통합으로 파악할 수 있다. IMS는 대기압에서 이온 종류별로 분리하는 것이 가능하다. 따라서 IMS의 주요 장점은 작은 분석 단위가 가능하고 낮은 전력을 요구하며 가볍고 사용이 용이하다는 것이다.

### 데이터 처리 시스템

패턴 인식(pattern recognition, PR) 기법은 각 센서에서 발생한 반응의 데이터 처리에 사용된다. PR 방법은 감시되는 방법과 감시되지 않는 방법으로 분류되지만 두 방법이 조합되어 사용되기도 한다. 감시되지 않는 주요한 기법은 주성분 분석(principal component analysis, PCA)이며, 감시되는 기법 중 가장 잘 알려진 기법은 인공신경망(artificial neural network, ANN)이다. PCA는 정보의 손실을 최소화 하며 데이터의 디멘전을 감소시키는 선형 추출 기법이다. 이 기법을 사용하면 샘플 사이의 유사성과 차이를 더 잘 평가할 수 있다. 한편, ANN은 뇌의 단순화 모델에 기초하는 컴퓨터 프로그램이다. 이 기법은 데이터 처리의 수행을 위해 네트워크를 형성하는 뉴런과 같은 실체의 수집을 사용해 논리적

연산을 재생한다. ANN 프로그램은 다목적 프로그램이며, 적절한 교육을 받은 경우 단일 프로그램으로 여러 문제를 해결할 수 있다.

### 식품 분석에서 전자 코의 적용

최근의 관련 문헌을 살펴본 결과 식품 관리에 있어 전자 코 사용에는 다섯 개 주요 범주가 있음을 알 수 있다. 그러한 범주는 (i) 공정 모니터링, (ii) 유효기간 조사, (iii) 신선도 평가, (iv) 진정성 평가, (v) 기타 품질관리 연구가 그것이다. 최근 이러한 분야에서의 가장 중요한 장점을 설명하기로 한다.

#### 공정 모니터링

식품 생산 공정에서 발생하는 향미 및/또는 냄새 구성요소 모니터링을 위한 전자 코의 몇 가지 성공적인 적용 사례가 발표된 바 있다. 그러한 적용의 주요 특징은 Table 1에 요약 설명되어 있다.

#### 유효기간 조사

문헌에 발표된 전자 코 용도(Table 2) 중 많은 부분이 유효기간(수확부터 소비까지) 중 과일과 채소의 숙성 과정의 감시에 관한 것이다. 숙성도의 모니터링과 제어는 과일과 채소의 숙성도가 소비자에게 매우 중요한 품질 지표이기 때문에 중요한 이슈이다. 과일 숙성도 모니터링을 위한 많은 방법이 제시되었지만 포장회사에서는 유용하지 않았으며, 대부분의 방법이 분석에 사용할 경우 사용한 시료를 파괴해야 한다. 따라서 유효기간 중 숙성도 상

태의 예측은 주로 실제적 경험에 의존해 왔다. 이러한 중요한 의사결정을 주관적인 해석에 맡긴다는 것은 많은 양의 과일과 채소가 불량한 상태에서 소비자에게 판매될 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 구조에서 전자 코는 과일 성숙도 평가에 유망한 수단으로 입증되었다.

때문에 다양한 식품 원재료와 제품의 신선도와 부패의 예측에 있어 전자 코가 가능성을 보여왔다. 특히 생선이나 굴, 새우, 계란, 두부 및 육류처럼 세균작용에 의한 급속한 변질에 의하여 저장 중 휘발성 물질이 상당히 발생하는 식품의 경우 더욱 그러하다(Table 3).

### 신선도 평가

신선도는 식품 산업에서 또 다른 중요한 품질 특성이다. 식품 보관 중 많은 다양한 VOC가 발생하기

### 진정성 평가

식별의 관점에서 본다면 알코올 음료는 전자 코의 가장 잘 알려진 실례를 보여준다. 그러나 식별

**Table 1.** Main applications of e-noses in food process monitoring

Sample	Type of study	Sample handling system	Detection system	Data processing algorithm
Wine-must	Discrimination between fermentation stages	SHS-pervaporation	A32S AromaScan: 32 CP	PCA
Iberian hams ('Montanera')	Spoiling during the curing process	SHS	16 Tin-oxide thin films	PCA, PNN
Milk fermented with <i>Lactobacillus casei</i> strains used in Gruyere cheese	Discrimination between genotype strains	INDEX	Smart Nose <sup>®</sup> : MS	PCA
Milk fermented with <i>Lactococcus lactis</i> strains	Discrimination between odor intensity scores	SHS	FOX 3000: 12 MOS	PCA
Australian red wines	Spoilage caused by <i>Brettanomyces</i> yeast	SHS	HP4440: MS	PCA, PLS, SLDA
Australian red wines	Spoilage caused by <i>Brettanomyces</i> yeast	SPME(for MOS) SHS(for MS)	FOX 3000: 12 MOS HP4440: MS	PLS
Tomato cv. Cencara	Dehydration processes of tomato slices	SHS	Air Sense: 10 MOS	PCA
Mangoes( <i>Mangifera indica</i> L.)	Discrimination between harvest maturities within a ripening stage Discrimination between ripening stages within a maturity stage Discrimination between fruit varieties	SHS	FOX 4000: 18 MOS	DFA
Black tea	Estimation of optimum fermentation time	SHS	8MOS	TDNN, SOM

**Table 2.** Main applications of e-noses in food shelf-life investigation

Sample	Type of study	Sample handling system	Detection system	Data processing algorithm
Pinklady apples	Discrimination between ripening stages	SHS	21 MOS	PCA, ANN, PLS
Apples	Estimation of fruit quality parameters Post-harvest ripening	SHS	12 QMB	Radial plots
Tomatoes( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Both qualitative(type of apple) and quantitative identification	SHS	LibraNose: 5 QMBs	PCA
	Discrimination between ripening stages	(for Libra Nose)		
Jonagold apples	Discrimination between cultivars	SPME(for MS)	MS	
	Discrimination between shelf-life durations	SPME	LibraNose: 7 QMBs	PCA, PLS
	Discrimination between storage conditions	(for both e-noses)	MS	
Tomatoes ‘Heatwave’ ( <i>Lycopersicum esculentum</i> )	Prediction of firmness and days of shelf-life	SHS	PEN 2: 10 MOS	PCA, LDA, PLS
‘Zaojin Jiaogan’ mandarins	Discrimination between ripeness states	SHS	PEN 2: 10 MOS	PCA, LDA, PLS
	Discrimination between storage shelf-life			
	Discrimination between storage treatments			
Heatwave tomatoes ( <i>Lycopersicum esculentum</i> )	Prediction of fruit quality characteristics	SHS	PEN 2: 10 MOS	PCA, LDA, PLS
	Discrimination between storage shelf-life times during two storage treatments			
Peaches ( <i>Prunus persica</i> L.)	Prediction of fruit quality characteristics	SHS	PEN 2: 10 MOS	PCA, LDA, CART
	Discrimination between cultivars and between ripening states during shelf-life			
Crescenza cheese	Definition of the threshold of the shelf-life at different storage temperatures	SHS	Model 3320: 10 MOFSET + 12 MOS	PCA, CA, LDA
Milk	Determination of shelf-life	SHS	FOX 4000: 18 MOS	PCA, vectors norm analysis
	Correlation with bacteria growth			
Extra virgin olive oils	Evaluation of the oxidative status at different storage conditions	SHS	Model 3320: 10 MOFSET + 12 MOS	PCA, LDA
Refined raspeed oil	Evaluation of lipid autoxidation under different storage conditions	SHS	FOX 4000: 18 MOS	PCA, PLS

목적을 위해 분석된 다른 식품으로는 올리브 오일, 치즈, 꿀, 식물성 식용유, 과일주스 및 식초가 포함된다(Table 4).

### 기타 식품 품질관리 연구

앞의 내용에서 다룬 것 이외의 품질에 관련된 연구로는 extra virgin 올리브유의 품질 평가에 전자

코가 사용된 예가 많다. 치즈와 같은 낙농제품의 품질양상, 즉 치즈의 향미, 숙성의 평가 곱팡이 검출, 지방수준과 보존법에 의한 우유의 등급화, 우유의 이취정량, 열처리 공정 중의 Maillard 반응 평가 등에 사용되었으며 와인과 알코올 음료의 품질평가에 적용한 예가 있다. 이외의 품질문제는 다음과 같다(Table 5).

**Table 3.** Main applications of e-noses in food freshness evaluation

Sample	Type of study	Sample handling system	Detection system	Data processing algorithm
Cod-fish fillets	Discrimination between storage periods	SHS	LibraNose: 8 TSM FreshSense: 5 EC	PLS-DA
Fresh Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> )	Spoilage classification of salmon fillets during storage at different temperatures	SHS	AromaScan™: 32 CPs	MDA
Cold smoked Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> )	Spoilage/freshness classification during storage at different temperatures	SHS	FishNose (GEMINI): 6 MOS	PLS, PCA
Alaska pink salmon ( <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> )	Spoilage classification under different storage conditions	SHS	Cyranose 320™: 32 thin-film carbon-black polymer sensors	PCA, FSGDA
Fresh tilapia fillets ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Discrimination between storage times of fillets under different treatments	SHS	e-Nose 4000: 12 CPs	DFA
Oysters ( <i>Cassostrea virginica</i> )	Prediction models for odor changes in shucked oysters	SHS	EEV model 4000: 12 CPs	DFA
Eggs	Establishment of freshness categories Prediction of the state of freshness	SHS	4 Tin-oxide sensors	PCA, FCM, SOM, ANN
Ground beef	Rancidity detection	SHS	FOX 3000: 12 MOS	QLSR
Beef and sheep meats	Spoilage classification and bacteriological parameters prediction	SHS	6 Tin-oxide sensors	PCA, SVM, PLS

**Table 4.** Main applications of e-nose in food authenticity assessment

Sample	Type of study	Sample handling system	Detection system	Data processing algorithm
Tequila, whisky, vodka and red wine	Discrimination between the four types of beverages Discrimination of wines from different regions	DHS	FOX 4000: 18 MOS	PCA
Italian wines	Recognition and quantitation of adulterations	SHS	4 Thin-film MOS	PCA, BP-ANN
Spanish wines	Classification of wines varieties	SHS, P&T, SPME	16 Tin-oxide sensors	PCA, PNN
Spanish wines	Classification of wines varieties	SHS	8 Tin-oxide sensors	PCA, PNN
Spanish wines	Classification of wines varieties	SHS	ZnO SAW	PCA, PNN
Spanish wines	Classification of wines varieties, origins and ageing	SHS	MS	PCA, SIMCA
Virgin olive oils	Detection of adulterations	SHS	FOX 3000: 12 MOS	LDA, QDA, ANN
Extra virgin olive oils	Discrimination between geographical origins	SHS	MS	PCA, SLDA, LDA
Extra virgin olive oils	Discrimination between geographical origins	SHS	Model 3320: 10 MOFSET + 12 MOS	PCA, CP-ANN
Orange juices	Discrimination between geographical origins	SHS	FOX 3000: 12 MOS	PCA, FDA
Emmental cheese	Discrimination between geographical origins	SHS	Smart Nose <sup>®</sup> : MS	PCA
Swiss unifloral honeys	Discrimination between botanical origin of honey	SHS, SPME, INDEX	Smart Nose <sup>®</sup> : MS	PCA, DFA
'Aceto Balsamico Tradizionale di Modena'	Classification of different aged products	SHS	MS	PARAFAC, PCA, SIMCA, WPTER

Table 5. Other applications of e-noses in food quality control studies

Sample	Type of study	Sample handling system	Detection system	Data processing algorithm
Olive oils				
Virgin olive oils	Discrimination between quality grades	SHS	FOX 3000: 12 MOS	PCA
Virgin olive oils	Discrimination between qualities grades	SHS	8 CPs	KSOM
Virgin olive oils	Qualitative and quantitative information about negative and positive sensory attributes	SHS	MS	SIMCA, PLS
Wines				
Italian dry red wines	Prediction of sensorial descriptors	DHS	PEN 2: 10 MOS	GA
Wines	Correlation with sensorial descriptors and GC/MS profiles	SHS and P&T	16 Thin film tin-oxide sensors	PLS
Fruits and vegetables				
Oranges and apples	Evaluation of post-harvest quality	SHS	LibraNose: 7 TSMs	PCA, PLS, PLS-DA
Peaches and nectarines from several cultivars	Evaluation of the sensorial features typical of each class		LibraNose: 7 TSMs	PCA, LVQ-NN
“Xueqing” pears	Quality indices prediction (firmness, soluble solids content and pH)	SHS	8 MOS	MLR, ANN
“Xueqing” pears	Quality indices prediction (firmness, soluble solids content and pH)	SHS	8 MOS	MLR, PCR, PLS
Apricots( <i>Prunus armeniaca</i> )	Discrimination between varieties	SHS-GC	FOX 4000: 18 MOS	PCA
Apples	Discrimination between cultivars	SHS	14 Tin-oxide gas sensors	PCA, PLS, BP-ANN
Longjing green teas	Discrimination between different quality grades	SHS	PEN 2: 10 MOS	LDA, PCA
Onions( <i>Allium cepa</i> )	Influence of edaphic factors on bulbs quality	Sample pretreatment-SHS	A32S AromaScan: 32 CPs	PCA
Other food quality studies				
Hams	Discrimination of different types of hams	SHS	16 Tin-oxide thin film	PCA, PNN
Chinese vinegars	Identification of several commercial vinegars	SHS	9 Doped nano-ZnO thick film sensors	BP-ANN with <i>k</i> -NN
Several kind of foods	Discrimination between foods, e-nose sensors selection	SHS	Moses II: 7 QMB, 8 MOS, 4 EC	PCA
Apples	Differentiation between kinds of apple	SPME	8 Micro-SAW oscillators	Radial plots and visual inspection of signals
Pineapples	Discrimination between ripe and unripe pineapples			
Sugar	Discrimination between sugar with off-flavors and pure sugar			

## 결론 및 향후 동향

위에서 식품 관리에 있어 전자 코의 가장 중요한 적용 용도를 검토하였다. 이 기술은 아직 개발되고 있는 중이지만 그 장점은 이미 확실하게 파악되어 있다. 전자 코의 장점에는 높은 민감도가 있으며 다수의 적용에 있어 관능 전문가에 의한 데이터와의 상호연관성이 높다는 것이 포함된다. 이동성, 가격 및 사용 용이성도 장점이 될 수 있다. 따라서 장비가 잘 갖춰진 화학 실험실과 기술이 뛰어난 전문가가 없어도 일상생활에 전자 코를 사용할 수 있다는 것이다. 전자 코 적용의 대부분은 사용가능성 연구에서 제한을 나타내는데 이는 재현성과 예측 능력 면에서의 검증이 어렵다는 의견을 같이하고 있다. 더욱이 전자 코가 성공적으로 사용되고 있어도 적용 특이적으로 사용에 한계가 있을 수 있다. 전자 코는 냄새와 관련된 거의 모든 문제를 해결할 수 있는 환상적인 기기로 소개되어 왔다. 그러나 실제로는 아직 많은 연구, 특히 결과의 해석에 있어 많은 연구가 계속 진행되어야 한다. 전자 코의 미래는 틈새 분야 분석을 수행할 수 있기 때문에 밝다고 할 수 있다. 전세계 많은 연구소에서 연구개발 활동이

빠른 속도로 진행되고 있기 때문이다. 초기에 개발된 기기조차도 일부 적용에서 성능을 훌륭히 발휘했으며, 새로운 프로토타입이 이 분야를 계속 발전시킬 것으로 확신된다. 이러한 놀라운 발전에는 공간 및 시간적 화학 감각 정보를 제공하는 포유동물 후각체계의 기본 구조를 복제하는 인공 후각 마이크로 시스템(e-점막)이 포함된다.

### ● 자료출처 ●

Peris M, Escuder-Gilabert L, A 21st century technique for food control: Electronic noses, Anal Chim Acta, **638**, 1-15, 2009

#### 김 윤 속 이학박사

소 속 : 한국식품연구원 신소재연구단

전문분야 : 식품의 가공 중 화학변화,  
소재가공기술 신소재 개발

E-mail : kimyus@kfri.re.kr

T E L : 031-780-9281

본 내용은 자료 출처의 원문을 번역 기술한 것입니다.