전자코를 이용한 다양한 유형의 치즈 제품 풍미성분 분석

홍은정 · 김기화 · 박인선 · 박승용¹ · 김상기² · 양해동² · 노봉수*

서울여자대학교 식품공학과, ¹천안연암대학 축산계열, ²임실치즈농협

Analysis of Flavor Pattern from Different Categories of Cheeses using Electronic Nose

Eun Jung Hong, Ki Hwa Kim, In Seon Park, Seung Yong Park¹, Sang Gee Kim²,
Hae Dong Yang², and Bong Soo Noh*

Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

¹Department of Animal Science, Cheonan Yonam College, Cheonan, 330-802, Korea

²Imsil Cheese Cooperative, Cheonbuk, 566-200, Korea

Abstract

The objective of this study was to analyze the flavor pattern of different varieties of cheeses. Four of the each following cheese varieties such as shred type pizza cheese, Cheddar cheese, Mozzarella block cheese, and white mold-ripened cheeses, stored at 4°C during 2 wks were examined before and after cooking at 70°C and 160°C. Flavor patterns of these cheeses were analyzed using an electronic nose system based on mass spectrometer. All data were treated by multivariate data processing based on discriminant function analysis (DFA). The results showed the discriminant model by DFA method. Data revealed that flavor patterns of pizza cheeses were well separated as storage prolonged and obviously discriminated as the higher the cooking temperature. The result of pattern recognition analysis based on discriminant function analysis showed that new brand of pizza cheese produced by Imsil Cheese Cooperative was located at middle between the flavors of the imported brands of pizza cheese and those of domestic brand of pizza cheeses. Imsil cheese has a unique flavor pattern among other variety of cheeses. Application of pattern recognition analysis by electronic nose might be useful and advanced technology for characterizing in flavor pattern of cheese products from different origins and different categories of cheeses.

Key words: pattern recognition analysis, electronic nose, mass spectrometer, pizza cheese

서 론

최근 외식업의 성장과 서구화된 식습관으로 인하여 국내에서 치즈의 소비량이 증가되고 있으며 피자치즈를 비롯한 다양한 유형의 치즈 시장이 계속해서 성장하는 추세이다. 치즈의 품질을 결정하는 요소는 맛, 향, 조직감 및 색상 등 여러 가지가 있지만 그 중에서도 풍미는 치즈의 선호도 및 품질결정에 중요한 역할을 한다. 치즈의 풍미 성분은 화학적으로 매우 복잡하나 체다 치즈의 경우 180종 이상의 풍미성분이 규명되었고 스위스 치즈의 경우 125종 이상의 풍미성분이 보고되고 있으며(Mannig and Nursten, 1985) 이들 풍미성분의 대부분은 두 종류 이상

중복되고 그 외 다른 치즈의 풍미성분에도 대부분 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Jeon and Han, 2003). 이러한 치즈의 풍미는 치즈의 주요성분들이 효소의 작용을 받거나 미생물에 의해 또는 치즈의 숙성 과정 동안 지방질의 분해나 다른 화학반응들의 결과로서 유리 지방산, esters, aldehydes, alcohols, ketones, 함황 화합물 등을 생성하게 되어 치즈의 풍미를 결정하는데 복합적으로 관여한다. 또한, 다른 유제품에서도 발견되는 방향물질인 diacetyl, acetoin, acetaldehyde, lactone, 방향족 탄화수소류, α -keto acids, 함황 화합물(sulphides, mercaptans), alcohols과 ester 등은 치즈의 방향에 관여하는 것으로 알려져 있지만(Kim, 2005), 펩타이드류와 유리 아미노산류와 같은 단백질 분해 산물은 치즈의 방향에 기여하지 않으며(Frantisek, 2004) 유지방의 저급지방산(C_4 - C_{10})이 풍미에 주된 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(Aston and Dullely, 1982; Ney, 1981; Woo, 1984). 특히, 치즈의 전형적인 풍미를 좌우하는 주

*Corresponding author: Bong Soo Noh, Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea. Tel: 82-2-970-5636, Fax: 82-2-970-5977, E-mail: bsnoh@swu.ac.kr

요 방향성분은 Blue 치즈는 methyl ketone, Camembert 치즈는 함황 화합물류와 α -keto acids, Emmentaler 치즈는 pyrazines, Alpine 치즈는 sesqui-terpenes, Pamesan 치즈는 acetyl methyl carbinol과 ethyl ester로 알려져 있다. 이렇게 치즈가 갖는 고유의 향기성분은 이미 많은 연구가 수행되어 밝혀진 바 있지만 저장 및 가열이나 조리에 따른 상대적 비교를 통한 치즈의 풍미변화 패턴은 연구 진행된 바 없는 실정이다.

또한, 이러한 치즈의 향기성분 측정은 주로 gas chromatography를 이용하여 분석하는 방법(Arora *et al.*, 1995; Bosset and Grauch, 1993; Chin *et al.*, 1996)이 연구 발전되어 왔으나 시료의 전처리 과정이 복잡하고 화학조성 분석이나 구조결정 및 반응기전 등을 규명해야 하는 등 정성적이나 정량적 분석기법으로 확립되지 못하고 있는 실정이다. 전자코 분석은 시료의 전처리 과정이 필요 없이 신속하고 간편한 방법으로 저장 중의 미세한 변화까지도 감지할 수 있고 전자코에 의한 판별함수 분석기법은 시료의 휘발성분의 패턴을 인지함으로써 차이의 여부를 보다 확실히 보여 주는 효과적인 분석기법이다. 특히 전자코 분석은 시료간의 품질변화 정도를 예측할 수 있는 방법으로 GC, GC-MS와 달리 구체적인 성분으로 동정하지 않은 상태에서도 전체적인 패턴분석으로 판별이 가능한 패턴인식 방법이라 할 수 있다. Beneditti 등(2005)이 이탈리아 크레센차 치즈의 숙성도를 구별하고, Park(2009)은 우유와 치즈 등의 유가공품의 유통기한을 결정하는 품질지표로서 전자코를 이용하였다. 또한 Drake 등(2003)은 묘사분석과 전자코 분석으로 치즈의 숙성정도에 따라 같은 군집에 속하여 관능평가의 척도로 전자코 분석의 응용 가능성을 보여주었다.

한편, 국내 치즈산업은 1967년부터 시작하여 1986년에 697 M/T이었던 생산량(자연치즈와 가공치즈)이 1990년에는 6,815 M/T, 2001년에는 20,160 M/T, 2010년에는 27,403 M/T으로 꾸준히 증가하였으며, 이러한 치즈의 생산 증가 현상은 우리나라의 낙농산업의 활성화를 가져왔다. 그러나 1995년부터 우리나라 치즈시장이 전면 개방된 이래 98년부터 치즈의 수입량(13,262 M/T)은 국내생산량(10,148 M/T)을 추월하기 시작하여 2010년 수입량(60,967 M/T)은 국내생산량(27,403 M/T)의 2배 이상 증가하는 추세를 보였지만, 치즈의 소비량은 1990년 6,731 M/T이었던 것이 2010년에는 88,685 M/T으로 13배 이상 증가하였다(Korean Dairy Committee, 2010). 이에 치즈 수입량이 국내 생산량을 추월하고 있는 상황에서 현실적으로 수입산 치즈의 품질에 대한 국산 치즈의 품질 경쟁력 확보와 한국형 치즈 개발의 필요성이 대두되고 있는 실정이다(Lee *et al.*, 2005; Park *et al.*, 2011). 이러한 흐름에 맞추어 최근에 국내 치즈산업의 경쟁력을 높이기 위해서 우리나라 소비자의 선호도를 고려하고 건강 기능성을 부각시킨 치즈의 개발이

이루어지고 있는 가운데 국내의 임실치즈 농협에서는 서양 식품인 치즈를 우리 입맛에 맞게 독특한 맛과 향을 갖는 제품을 개발하고자 하였다. 그리하여 개발된 새로운 치즈제품이 기존제품과의 풍미 차이 여부를 알아보고 시판되고 있는 국내산 및 수입산 치즈제품으로서 수입 후 단순가공포장한 슈레드 제품과 직수입 제품의 풍미에 근접한지에 관한 비교 연구가 필요하다 하겠다.

본 연구에서는 치즈마다 독특하게 풍미에 관여하고 화학적으로 규명하기 어려운 향기성분의 풍미패턴을 전자코를 이용하여 치즈 유형별로 분류하여 분석하고, 국내에서 개발한 임실 피자치즈의 향기패턴을 분석하여 국내 및 수입 시판제품의 풍미와의 차이 여부를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

국내 매장에서 판매되고 있는 피자용 모짜렐라 치즈 슈레드 제품 5종과 슈레드 제품의 혼합용으로 사용하는 원료 치즈인 모짜렐라 치즈 블록제품 4종, 체다 치즈 3종, 흰 곰팡이 숙성 치즈(White mold ripened 치즈) 3종 등 총 15종의 치즈 제품 중 13종을 대형마트(Seoul, Korea)에서 각 회사별로 구입하였으며, 국내산 우유로 제조한 모짜렐라 치즈 블록제품 중 2종은 임실치즈 농협에서 제공받아 4°C에서 냉장 보관(VS-1203PF-CN, Manhattan, USA)하였다. 구입 당일과 단기간 저장에 따른 풍미변화를 알아보기 위하여 2주간 4°C에서 저장한 후 분석하였다. 시료는 각각 1 g을 채취하여 10 mL vial(Pharma Fix, Chemmea, Slovakia)에 넣은 후 PTFE/silicone 뚜껑으로 밀봉하여 분석하였다.

치즈 조리가열

치즈가 들어 있는 vial을 70°C에서 15분간 열을 가하면서 300 rpm으로 교반하였고 조리가열 후의 치즈의 향기성분 측정을 위하여 160°C에서 15분간 열을 가하면서 300 rpm으로 교반하였다. 이 후 vial의 head space에서 휘발성분을 채취하였다.

전자코 분석

전자코 시스템의 주입구 온도는 130°C인 상태를 유지하면서 질소(99.999%)가스를 230 mL/min의 유속으로 흘려보냈다. Syringe purge는 3초를 유지한 후 thermostatted tray holder에 놓은 후 head space syringe를 사용하여 2.5 mL 취하여 시료를 주입하였다. 이 때 데이터 수집시간은 3분이었으며 분석 후 purge는 3분간 지속되었고 자동시료채취기가 연결된 전자코(SMart Nose300, SMart Nose, Switzerland)로 분석하였다. 본 연구에 사용된 전자코는 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometer, Balzers Instruments,

Switzerland)가 연결되어 있으며, 휘발성 물질들은 70 eV 에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온물질을 사중극자 (quadrupole) 질량 필터링을 거친 후 특정 질량범위(10-200 atomic mass unit; amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정 하여 channel수로 사용하였다. 각각의 시료의 분석은 3회 반복을 실시하였다.

판별함수분석(Discriminant function analysis; DFA)

휘발성 성분으로부터 생성된 ion fragment 중 각 시료 간에 차별성이 높은 fragment(m/z)들의 해당 감응도 값을 이용하여 판별함수분석(DFA)을 실시하였다. 판별함수 분석을 위해 150여 개의 ion fragment 중 이온화되어 얻어진 분자들의 질량별 검출량을 기준으로 각 시료 간에 차별성이 높은 20-30여 개의 fragments(m/z)그룹을 독립변수로 선택하였다. 선택된 독립변수에 해당하는 감응도를 이용하여 다음의 식에 따라서 판별함수분석을 실시하였으며 종속변수에 영향을 주는 독립변수를 검정하였다.

$$DFA = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 \cdots \cdots + B_nX_n$$

DFA는 판별함수 값, B_0 는 판별상수, B_1 는 판별함수계수, X 는 각 fragment의 amu값에서의 감응도를 나타낸다. 이들 독립변수 중에서 종속변수를 예측할 수 있는 판별함수 값은 DF1(discriminant function first score), DF2(discriminant function second score), DF3 DF n 으로 나타내었다. 여러 독립변수들 중에서 종속변수에 영향력을 주는 순서를 기준으로 DF1과 DF2를 정하였고, 주로 이 2가지의 종속변수를 이용하여 각 유형간의 치즈의 풍미패턴을 해석하였다.

통계분석

차별성이 높은 분자량(m/z)을 갖는 variables 그룹을 20-

30여 개 정도 선정하여 판별함수 분석을 실시하였다. 이때 사용된 소프트웨어는 SMart Nose statistical analysis software의 통계프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

다양한 치즈제품과 가열에 따른 향기패턴 분석

유형이 다른 치즈들을 일정한 비율(25%, 50%, 및 75% 등)로 혼합하여 제조한 피자용 치즈 제품들을 구입한 후 이 때 나타나는 향기성분의 차이를 알아보기 위하여 전자코에 연결된 질량분석기로 10-200 amu 범위에서 mass spectrum을 측정하였다. 수십 개의 ion fragment(m/z) 중에서 40-100 amu 사이에서 치즈 종류별로 나타난 감응도 값의 차이를 DF1과 DF2에 의한 2차원 그래프로 표현하여 시료간의 차이를 구별하였다. 일반적으로 시료 분석 시 고유의 향이 없는 공기(air)를 기준으로 하여 분석하고자 하는 시료의 향기성분의 생성 여부 및 그 정도를 비교하게 된다.

Fig. 1은 모짜렐라 슈레드 치즈, 모짜렐라 치즈 블록, 체다 치즈, 흰 곰팡이 숙성 치즈 등 4종에 해당하는 각각의 치즈제품을 70°C에서 15분간 교반한 후 전자코 분석한 결과를 판별함수 분석하여 풍미패턴에 따라 그룹핑한 결과이다. 상대적인 대조구에 해당하는 공기는 일반적으로 DF1의 양의 방향에 위치하고 있는 반면, 피자용 모짜렐라 슈레드 치즈와 블록 치즈는 공기와는 구분되는 DF1의 양의 방향, 체다 치즈와 흰 곰팡이 숙성 치즈는 음의 방향에 위치하여 각각의 치즈 유형에 따라 다른 향기패턴을 보이며 구분됨을 알 수 있었고, DF1의 r^2 값이 0.9983($F=1333.70$), DF2의 r^2 값이 0.9807($F=559.40$)로서 모두 높은 결정계수를 보여 주었다. 이것은 모짜렐라 치즈는 비숙성 치즈인 반면, 체다 치즈와 흰 곰팡이 숙성 치즈는 숙성 치즈에 해

Table 1. Total 15 brands of domestic and imported cheeses with four different varieties

Types	Sample name	Abbreviation	Manufacturer	Packed by
Shred type Mozzarella	Golden shred pizza cheese	A	New Zealand	Korea
	Well-being pizza cheese	B	Australia	Korea
	Shred pizza cheese	C	Australia	Korea
	Wiselect save pizza cheese	D	Denmark	Korea
	Denmark mozzarella cheese	E	Denmark	Korea
Block type Mozzarella	Pizza cheese	F	Switzerland	Switzerland
	Pizza cheese	G	Korea	Korea
	Imsil block 1	H	Korea (Imsil)	Korea
	Imsil block 2	I	Korea (Imsil)	Korea
Cheddar cheese	Mild cheddar cheese	N	America	America
	Medium cheddar cheese	O	America	America
	Farmhouse mature cheddar	P	France	France
White mold- ripened cheese	Sang ha camembert cheese	Q	Korea	Korea
	Sang ha brie cheese	R	Korea	Korea
	Ile de France brie	S	France	France

Fig. 1. Discriminant function analysis of the electronic nose data for the flavor patterns of different types of cheeses at 70°C (DF1: $r^2=0.9918$, $F=1333.70$; DF2: $r^2=0.9807$, $F=559.40$).

당하므로 개봉하여 바로 측정하였다고 하더라도 숙성이 진행된 상태에 해당하기 때문에 더 많은 풍미성분이 생성되어 체다 치즈와 흰 곰팡이 숙성 치즈가 DF1의 음의 방향에 위치한 것으로 보인다. 이렇게 치즈 제품 간에 향기성분의 패턴차이를 나타내는 것은 원료치즈의 생산지나 배합비율과 같은 제조조건, 유통과정, 원료치즈의 형태(슈레드, 블록) 등 다양한 원인에 의한 것으로 사료된다.

피자치즈는 대개 고온의 열로 가열하여 조리되므로 이 때 나타나는 향기성분 패턴이 가열 조리하지 않았을 때와 차이가 있는지를 알아보고자 하였다. 그리하여 실제 피자를 구워내는 온도와 유사한 160°C 조건에서 피자치즈를 교반한 후 이 때 생성되는 향기성분에 관하여 패턴을 분석해 보았다. Fig. 2는 상기 치즈들을 160°C에서 가열한 후 분석한 결과로서 DF1과 DF2의 r^2 값은 각각 0.9889($F=1159.50$), 0.9689($F=404.46$)로서 높은 결정계수를 보여 주었고 체다 치즈, 모짜렐라 치즈, 흰 곰팡이 숙성 치즈 순으로 DF1에 의하여 구분되었다. 시료를 160°C 가열조리 시 모짜렐라 치즈는 슈레드 타입이나 블록타입과 같은 치즈유형에 따라 70°C에서 분석하였을 때보다 DF1에 의한 구분

Fig. 2. Discriminant function analysis of the electronic nose data for the flavor patterns of different types of cheeses at 160°C (DF1: $r^2=0.9889$, $F=1159.50$; DF2: $r^2=0.9689$, $F=404.46$).

은 크게 차이를 보이지 않았으나, 흰 곰팡이 숙성 치즈는 DF1의 음의 방향으로 뚜렷이 구분되었다. 체다 치즈의 경우 70°C에서는 DF1의 가장 음의 방향에 위치하였으나 오히려 160°C에서는 DF1의 양의 방향에 위치하고 있어 치즈의 가열 유무나 조리온도에 따라 생성되는 향기성분의 패턴에는 차이가 있음을 알 수 있었다.

저장한 모짜렐라 치즈의 가열에 따른 향기패턴 분석

해당 시료들을 2주간 저장한 후 각각의 조리온도에서 교반하여 향기성분 패턴을 분석하여 보았다. Fig. 3은 각 치즈들을 2주간 저장하고 70°C에서 분석한 결과로서 DF1의 r^2 는 0.9961($F=3478.80$), DF2의 r^2 는 0.9469($F=243.74$)로서 높은 결정계수를 나타내며 DF1에 의하여 요리온도가 구분됨을 보여 주었다. 이들 치즈 간에 DF1의 양의 방향에 위치하는 치즈들(흰 곰팡이 숙성 치즈, 블록 치즈 및 슈레드 치즈)은 서로 유사한 풍미를 갖거나 저장하지 않았을 때보다 서로간의 향기 차이가 크지 않았으나, 체다 치즈의 경우는 DF1의 음의 방향으로 뚜렷하게 위치할 뿐만 아니라 저장하지 않았던 70°C와 비교해 보더라도 다른 치즈들에 비해 DF2에서 음의 방향으로 나타나고 있음을 보여 주었다. 이는 체다 치즈가 주로 pizza cheese에 blend flavor(조향)의 향상을 위해 사용되며 체다 치즈의 강한 향은 숙성됨에 따라서 풍미향상에 도움을 준다고 보고된 바 있어 (Singh *et al.*, 2003) 체다 치즈의 저장에 따른 풍미의 증가는 본 실험의 결과와 같은 맥락임을 보여 주었다.

Fig. 4는 2주간 저장한 후 160°C에서 조리하여 교반한 것을 분석한 결과로서 DF1의 r^2 는 0.9921($F=1133.00$), DF2의 r^2 는 0.9221($F=106.59$)의 결정계수를 나타내었다. 저장하지 않았을 때인 Fig. 2와 풍미패턴을 비교하여 볼 때 체다 치즈는 저장여부와 관계없이 향기 패턴에 큰 변화를 보이지 않았으나 슈레드와 블록 치즈는 DF1값이 음의 방향으로 크게 감소하여 풍미변화가 크게 일어난 것을 알

Fig. 3. Discriminant function analysis of the electronic nose data for the flavor patterns of different types of cheeses stored during 2 wks. The analytical temperature for the electronic nose was 70°C (DF1: $r^2=0.9961$, $F=3478.80$; DF2: $r^2=0.9469$, $F=243.74$).

Fig. 4. Discriminant function analysis of the electronic nose data for the flavor patterns of different types of cheeses stored for 2 wks. The analytical temperature for the electronic nose was 160°C (DF1: $r^2=0.9921$, $F=1133.00$; DF2: $r^2=0.9221$, $F=106.59$).

수 있었다. 또한 저장여부에 따른 향기패턴을 70°C에서 분석하였을 때와 비교하였을 경우 160°C의 고온에서 조리한 경우 치즈 유형간의 향기패턴이 더 뚜렷하게 구분되고 있음을 알 수 있었다.

위의 결과를 종합하여 볼 때 치즈를 냉장온도에서 저장한다 하더라도 미세한 향기성분의 변화가 일어날 가능성이 있으며 시료의 가열유무 또는 조리온도에 따라서 향기 성분 패턴이 차이를 나타내는 것을 알 수 있었으며, 이것은 가열 온도에 따라 추출되어 나오는 휘발성 성분이나 함량이 차이를 보여 주는 것으로 사료된다. 치즈의 휘발성 성분함량 등에 관한 분석결과들은 많이 보고되었지만 치즈의 유형이나 조리온도 및 저장기간에 따라 풍미성분의 변화패턴이 구체적으로 어떠한 성분의 차이로 구분되는가에 대해서는 향후 추가적인 연구가 요구되는 바이다.

Fig. 5. Discriminant function analysis of the electronic nose for the flavor patterns of shred type pizza cheeses. The samples were incubated at 70°C and 160°C after storage for 2 wks at 4°C. Brand A (DF1: $r^2=0.9998$, $F=8262.90$; DF2: $r^2=0.9187$, $F=18.83$), Brand B (DF1: $r^2=0.9978$, $F=902.08$; DF2: $r^2=0.9937$, $F=313.80$), Brand C (DF1: $r^2=0.9997$, $F=6799.40$; DF2: $r^2=0.9911$, $F=222.57$), Brand D (DF1: $r^2=0.9998$, $F=8574.00$; DF2: $r^2=0.9993$, $F=3028.20$), and Brand E (DF1: $r^2=0.9967$, $F=695.01$; DF2: $r^2=0.9666$, $F=67.56$).

피자용 모짜렐라 치즈 수입 및 국내포장 제품들의 풍미패턴

피자 모짜렐라 슈레드, 블록, 체다 치즈, 흰 곰팡이 숙성 치즈를 4°C에서 2주 동안 저장한 후 각각 70°C와 160°C에서 가열 조리한 후 나타나는 풍미패턴을 분석하였으며 이 결과는 Fig. 5-8과 같다.

Fig. 5는 각기 다른 회사에서 생산된 국내포장 수입산 슈레드 피자 치즈제품 5종을 각각 구입하여 위와 동일한 조건에서 나타나는 풍미패턴을 분석한 것이다. 대부분의 치즈 제품은 70°C와 160°C의 조리온도에 따른 향기 패턴이 DF1에 의하여 구분되는 것을 보여 주었고, 160°C에서 가열하였을 때 저장기간에 따른 변화가 DF2에 의하여도 구분되는 것을 보여 주었다. 그러나, C치즈는 70°C에서 DF2에 의해, D치즈는 160°C에서 DF1에 의해서 구분되었다. 이러한 결과는 피자치즈 슈레드 제품 제조 시 주원료 치즈인 수입산 모짜렐라 치즈에 다른 유형의 치즈(체다, 고우다, 프로볼론, 까망베르 등)를 슈레드하여 일정비율로 혼합하게 되는데 혼합된 치즈종류에 따라 조리온도나 저장유무에 따라 향기성분이 다르게 나타나 향기성분의 패턴변화가 차이를 보여주는 것으로 사료된다.

체다 치즈의 숙성정도와 조리온도 및 저장에 따른 향기 패턴 분석

Fig. 6은 체다 치즈의 숙성정도에 따른 풍미패턴을 비교한 것이다. 숙성도에 따라서 mild, medium 및 old로 구분

Fig. 6. Discriminant function analysis of the electronic nose for the flavor patterns of ages of Cheddar cheeses.

하였으며 DF1은 각각 0.4, -0.2 및 -0.35에 위치하는 것으로 보아 숙성기간이 오래 될수록 DF1값은 양의 방향으로 이동한 것으로 나타났고 이로써 치즈의 숙성에 의한 풍미강도 차이를 확인할 수 있었다. 이것은 본 분석방법이 치즈의 숙성 정도를 구별하는데 응용 가능하다는 것을 보여 주는 것이며 Beneditti 등(2005)이 이탈리아에서 전통적으로 소비되고 있는 크레센차 치즈의 ‘신선’, ‘숙성’ 및 ‘매우 숙성’ 치즈를 전자코로 분석한 후 PCA (Principle component analysis) 분석, CA(cluster analysis) 분석 및 LDA(Linear discriminant analysis) 분석 등의 방식으로 통계처리 하였을 때 매우 명료한 결과를 보여 주

Fig. 7. Discriminant function analysis of the electronic nose for the flavor patterns of ages of Cheddar cheeses. The samples were incubated at 70°C or 160°C after storage for 2 wks at 4°C. Brand N was American mild cheese (DF1: $r^2=0.9997$, $F=7427.00$; DF2: $r^2=0.9459$, $F=40.79$), O was American medium cheese (DF1: $r^2=0.9945$, $F=422.79$; DF2: $r^2=0.9829$, $F=134.37$), and P was English old cheese (DF1: $r^2=0.9992$, $F=2406.90$; DF2: $r^2=0.9782$, $F=89.83$).

었다는 결과와 일치하는 것이다.

Fig. 7은 3종의 수입산 체다 치즈의 숙성에 따른 향미패턴을 분석한 결과이다. N은 미국산 mild 체다 치즈, O는 미국산 medium 체다 치즈, P는 영국산 old 체다 치즈를 시료로 분석하였다. 다른 유형의 치즈에서 보여주는 것보다 조리온도와 저장여부에 따라 DF1에 의해 뚜렷이 구분되고 있음을 알 수 있었다.

흰 곰팡이 치즈의 조리온도와 저장에 따른 향미패턴

Fig. 8은 국내에서 생산되거나 수입하여 판매되는 흰 곰팡이 숙성 치즈 3종을 분석한 결과이다. Q는 국내에서 신제품으로 판매되는 피자 제품에 특별한 향미를 가미하기 위하여 토평용으로 사용되고 있는 국내산 까망베르 치즈이며, 70°C에서는 구입 당시와 저장에 따른 풍미패턴의 차이가 거의 없는 것으로 나타났고 160°C 조리 시에는 DF2에 의해 구분되어짐을 보여 주었다. R과 S는 국내산 및 프랑스산 브리 치즈로서 160°C로 조리하였을 때보다 70°C에서 저장에 따른 풍미의 변화를 크게 보여 주어 브리 치즈에서 보여주는 향기성분은 다른 치즈에 비해 낮은 온도에서도 더 강한 풍미를 가지고 있음을 알 수 있었다.

국내산 임실 모짜렐라 치즈의 풍미패턴

국내 임실 농협에서 개발한 임실 모짜렐라 치즈의 향기

패턴을 전자코 분석하였다. 치즈 제조 시 치즈의 종류에 따른 영향을 제외하고자 국내에서 시판되는 모짜렐라 치즈 2종과 모짜렐라 치즈가 주로 혼합되어 시판되는 피자 치즈 5종을 대상으로 국내산과 수입산 치즈로 나누어 비교해 보았다(Fig. 9). 그 결과 DF1의 F값이 1673.70($r^2=0.9913$), DF2의 F값이 449.64($r^2=0.9684$)로 DF1의 F값이 DF2의 F값에 4배 정도로 차이 나는 것으로 보아 주로 DF1에 의하여 구분되었으며, 수입산 국내 포장치즈(DF1=0.2), 국내산 치즈(DF1=0), 수입산 치즈(DF1=-0.3)에 위치하는 것으로 나타났다. 따라서 임실 모짜렐라 치즈(DF1=-0.2)인 것

Fig. 9. Discriminant function analysis of the electronic nose data for different country of packer (DF1: $r^2=0.9975$, $F=1887.10$; DF2: $r^2=0.9773$, $F=204.35$).

Fig. 8. Discriminant function analysis of the electronic nose for the flavor patterns of white mold-ripened cheeses. The samples were incubated at 70°C or 160°C after storage for 2 wks at 4°C. Brand Q was the domestic of camembert cheese (DF1: $r^2=0.9997$, $F=9147.00$; DF2: $r^2=0.9991$, $F=2738.00$), R was the domestic Brie cheese (DF1: $r^2=0.9982$, $F=1292.00$; DF2: $r^2=0.9882$, $F=195.19$), and S was French Brie cheese (DF1: $r^2=0.9934$, $F=302.51$; DF2: $r^2=0.9708$, $F=66.47$).

Fig. 10. Discriminant function analysis of the electronic nose for the flavor patterns of block type mozzarella cheeses. The samples were incubated at 70°C or 160°C after storage for 2 wks at 4°C. Brand F was the imported pizza cheese (DF1: $r^2=0.9996$, $F=6111.20$; DF2: $r^2=0.9746$, $F=89.66$), Brand G was the domestic pizza cheese (DF1: $r^2=0.9996$, $F=4889.30$; DF2: $r^2=0.9806$, $F=100.87$), Brand H and I were the domestic Imsil pizza cheese (H; DF1: $r^2=0.9964$, $F=734.38$; DF2: $r^2=0.9180$, $F=29.84$, I; DF1: $r^2=0.9979$, $F=1285.9$; DF2: $r^2=0.9184$, $F=30.00$).

으로 보아 DF1에 의하여 임실치즈의 향기 패턴이 수입산 치즈에 더 가까운 것을 보여 주었다.

한편, 조리온도와 저장유무에 따른 패턴 차이가 있는지를 알아본 결과, Fig. 10에서 보는 바와 같이 70°C에서 대부분의 블록형 모짜렐라 치즈들은 DF1의 양의 방향에 위치하였고 수입산 블록 치즈의 경우 70°C에서는 저장여부에 따라 크게 차이가 구분되지 않았으며, 임실 치즈 I의 경우에는 국내산과 수입산 치즈보다 저장여부와 가열처리에 따라 모두 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

위와 같은 결과로 국내에서 제조한 임실 치즈가 다른 국내산 치즈와 외국산 치즈의 중간 향을 지닌 것을 알 수 있었으며 임실 모짜렐라 치즈는 국내산을 선호하거나 또는 외국산 치즈를 선호하는 소비자들 모두의 입맛을 동시에 충족시킬 수 있는 풍미를 가지고 있는 것으로 볼 수 있었다. 또한 치즈 제조 시 혼합하는 치즈의 종류와 배합비에 따라 향기패턴이 차이를 나타내므로 이러한 점을 감안하여 독특한 향미를 갖는 국내산 치즈를 제조할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 이러한 접근방법은 향후 치즈 뿐 아니라 새롭게 만들어진 다양한 제품을 대상으로 기존의 제품과 비교하는데 전자코 분석기술이 큰 기여를 할 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 전자코를 이용하여 한국에서 시판되는 피자용 모짜렐라 치즈 슈레드 제품과 슈레드 제품 혼합용 원료 치즈에 해당하는 모짜렐라 치즈 블록, 체다 치즈, 흰곰팡이 숙성 치즈 등 3종류의 국내산 및 수입산 치즈를 대상으로 단기간 저장 및 가열처리에 의한 풍미패턴의 변화를 분석하였고 국내 임실치즈농협에서 새로 개발한 임실 치즈 제품이 국내산 및 수입산 치즈의 향미패턴과의 차이 유무에 대해 접근하여 보고자 하였다. 치즈 종류뿐만 아니라 조리온도 및 저장유무에 따른 향기패턴을 판별 함수 분석을 이용하여 통계처리 후 비교 분석한 결과, 피자용 모짜렐라 슈레드 제품의 경우 저장유무보다는 조리온도에 따라 풍미패턴의 차이가 더 구분되었으며 피자용 모짜렐라 슈레드 제품에 혼합용으로 사용되는 치즈의 종류 및 원산지에 따라서 풍미패턴이 각각 다른 것으로 나타났다. 또한 새로 개발된 국내산 임실 치즈는 기타 국내산 치즈와 외국산 치즈와 비교하였을 때 이들의 중간 향에 해당하면서도 독특한 향미를 지니는 것으로 판별되었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 임실치즈농협 용역 연구사업에 의하여 지원된 사업비에 의하여 천안연암대학교와 공동으로 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Arora, G., Cormier, F., and Lee, B. H. (1995) Analysis of odor-active volatiles in cheddar cheese headspace by multi-dimensional GC/MS/sniffing. *J. Agri. Food Chem.* **43**, 748-752.
2. Aston, J. W. and Dulley, J. R. (1982) Cheddar cheese flavor. *Aust. J. Dairy Technol.* **37**, 59-64.
3. Bosset, J. O. and Grauch, R. (1993) Comparison of the volatile flavour compounds of six of European "AOC" cheeses by using a new dynamic headspace GC-MS method. *Int. Dairy J.* **3**, 359-377.
4. Beneditti, S., Sinelli, N., Buratti, S., and Riva, M. (2005) Shelf life of crescenza cheese as measured by electronic nose. *J. Dairy Sci.* **88**, 3044-3051.
5. Chin, H. W., Bernhard, R. A., and Rosenberg, M. (1996) Solid phase microextraction for cheese volatile compound analysis. *J. Food Sci.* **61**, 1118-1123.
6. Drake, M. A., Gerard, P. D., Kleinhenz, J. P. and Harper, W. J. (2003) Application of an electronic nose to correlate with descriptive sensory analysis of aged cheddar cheese. *LWU-Technol.* **36**, 13-20.
7. Frantisek, B. (2004) The effect of sterilization on amino acid contents in processed cheese. *J. Dairy Sci.* **14**, 829-831.
8. Jeon, W. M. and Han, K. S. (2003) Formation of cheese flavor and EMC technology. *J. Korean Dairy Technol. Sci.* **21**, 88-96.
9. Korea Dairy Committee (2010) 2010 Dairy Statistics and Yearbook. Pub. By Korea Dairy Committee(<http://www.dairy.or.kr>), Seoul, Korea.
10. Kim, P. J. (2005) Development of Korean dairy industry-market milk. *J. Korean Dairy Technol. Sci.* **23**, 143-148.
11. Lee, S. W., Kim, G. Y., Nam, M. S., Bae, I. H., Oh, S. J., and Ha, W. G. (2005) The latest dairy processing. Yu Han Sa, Korea, pp. 217-224 (in Korean).
12. Manning, D. J. and Nursten, H. E. (1985) Flavour of milk and milk products in developments in dairy chemistry III., Fox, P. F. Elsevier Applied Science, London & New York, p. 217.
13. Ney, K. H. (1981) Recent advances in cheese flavor research. In: The quality in food and beverages. Charalambous, G. and Inglett, H. (eds) Academic Press, London-New York, p. 389.
14. Park, S. Y. (2009) Studies on the preservation and distribution standards for the milk and milk products. pp.104-108. Korea Gov. Publication Code No. 11-1541002-000116-01, Animal Plant & Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Seoul, Korea. (in Korean).
15. Park, S. Y., Hong, E. J., Noh, B. S., and Jeong, S. J. (2011) Studies on the flavor of Pizza cheese by electronic nose system and descriptive organoleptic analysis. Imsil Cheese Cooperative. Imsil, Jeonbuk, Korea (in Korean).
16. Singh, T. K., Drake, M. A., and Cadwallader, K. R. (2003) Flavor of cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. *Compr. Rev. Food Sci. F.* **2**, 139-162.
17. Woo, A. H. (1984) Concentrations of major free fatty acids and flavor development in Italian cheese varieties. *J. Dairy Sci.* **67**, 960-968.

(Received 2012.7.4/Revised 1st 2012.8.28, 2nd 2012.9.6/
Accepted 2012.10.6)