

## 포장방법 차이에 따른 신선편이 더덕의 저장 중 향기패턴 분석

박인선<sup>1</sup> · 윤예리<sup>2</sup> · 최덕주<sup>2</sup> · 이윤정<sup>1</sup> · 김윤경<sup>1</sup> · 김문호<sup>2</sup> · 최소례<sup>2</sup> · 김기화 · 노봉수\*

<sup>1</sup>인천재능대학교 호텔외식조리학과, <sup>2</sup>인천재능대학교 한식명품조리학과, 서울여자대학교 식품공학과

### Effect of Different Packing Methods in *Codonopsis lanceolata* for Fresh-Cut Product on the Patterns Recognition of Flavor Analysis during Storage

In-Seon Park<sup>1</sup>, Aye-Ree Youn<sup>2</sup>, Duck-Joo Choi<sup>2</sup>, Youn-Jung Lee<sup>1</sup>, Youn-Kyeong Kim<sup>1</sup>, Mun-Ho Kim<sup>2</sup>, So-Rye Choi<sup>2</sup>, Ki-Hwa Kim, and Bong-Soo Noh\*

<sup>1</sup>Department of Hotel Food Service and Culinary Arts, JEI University

<sup>2</sup>Department of Korean Master Work and Culinary Arts, JEI University

Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University

#### Abstract

Flavor patterns of the samples (the fresh-cut *Codonopsis lanceolata*) that stored by different packing methods were analyzed using an electronic nose system based on mass-spectrometer. The samples such as PE (polyethylene), PP (polypropylene film) and vacuum-packed were stored at 7°C for two weeks. The data were analyzed by a discriminant function analysis. Volatile components in the fresh-cut *Codonopsis lanceolata* increased with storage time, and discriminant function first score (DF1) was moved a positive position to a negative position as the storage period increased. In the case of packed with PP, the amount of volatile components were increased until 14 days. Meanwhile, it was not until the flavor pattern of vacuum-packed sample was shown after 4 days and increased until 14 days. The vacuum-packed method was effective for fresh-cut product. The flavor patterns were more influenced upon by storage time and packing method. Application of pattern recognition of flavor analysis by electronic nose might be useful on keeping quality characteristics of *Codonopsis lanceolata*.

**Key words:** fresh-cut *Codonopsis lanceolata*, micro-bubbling, different packing methods, flavor analysis, pattern recognition, electronic nose

## 서 론

더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 한국, 중국 및 일본의 산간지방에서 야생하는 다년생 초본으로 독특한 향과 맛으로 인하여 도라지와 함께 일반식용으로 널리 이용되는 산채식품일 뿐만 아니라 한방에서 폐 기운을 돋워주고 가래를 없애주는 약재로 사용되어져 왔던 건강 기능성이 우수한 식품이다(Chang & Yu, 1981; Cha & Cho, 2001; Hong et al., 2006). 최근 식생활 수준의 향상과 관심의 증가로 건강식품 선택 시 풍미와 질감이 중요한 결정요인이 되고 있는데, 더덕의 향기는 매우 독특할 뿐만 아니라 씹는 질감이 우수하고 식욕을 촉진할 수 있는 기호품으로 호평을 받고 있으며

특히 더덕의 향기는 상품가치를 높일 수 있는 중요한 관능적 요소가 될 수 있다 하겠다.

그러나 더덕은 그 수요가 증가하고 있는 추세임에도 불구하고 출하시기가 한정적이고 저장성이 낮아 생산량에 비해 소비량이 적은 실정으로서 그의 활용가치에 대한 정보 및 이용범위가 극히 제한적인 편이다. 또한 더덕의 성분은 장기간 저장 중 자가 변화 혹은 토양 유래 미생물에 의한 변패가 일어날 수 있으며 뿐만 아니라 조리 시 표피를 일일이 벗겨 내야하는 번거로움과 물 세척만으로는 충분한 세척효과가 나타나지 않아 간편성, 편의성을 추구하는 소비자의 기대에 부응하지 못하고 있는 실정이다(Yoon, 1995). 그리하여 소비자의 편리성을 위해 최소 가공수준인 박피더덕이 유통되고 있으나 박피더덕의 경우 유통기간의 문제점이나 바로 양념처리를 해야 하는 번거로움이 남아 있는 실정이다.

그러므로 고품질의 더덕을 출하하기 위해서는 품질변화가 적으면서 유통기간의 연장이 가능한 저장조건을 탐색하

\*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

Received October 9, 2012; revised November 7, 2012; accepted November 8, 2012

여 더덕의 저장성을 향상시킬 방안 마련이 필요하여 저장성 연구로서 저장온도와 품질변화에 관한 보고 및 침지액을 이용한 전처리방법의 효과가 보고되었다(Park & Lee, 2000; Choi et al., 2006). 그리하여 최근 소비자들의 요구를 충족시킬만한 최소 가공 편의식품으로서 신선편이 더덕을 제조함에 있어서 저장성을 향상시킬 수 있는 포장법 또한 중요한 요소가 될 것으로 사료된다.

한편 더덕의 향기성분은 생더덕의 관능적 품질을 평가할 수 있는 요인으로서 더덕의 주요 향기성분으로는 1-hexanol, cis-3-hexanol, trans-2-hexanol 등 지방족 알코올류와 trans-2-hexenol, cis-3-hexen-1-ol, 1-octen-3-ol 등 32 개 성분과 trans-2-hexen-1-ol, trans-2-hexenal, cis-3-hexen-1-ol, n-hexanol, n-hexane, hexadecanoic acid 등의 C<sub>6</sub>계 화합물들, pentacyclic triterpene류, alcohol류, 저분자 탄화수소화합물 및 polyacetylene계 화합물과 squalene, cycloartenol 등이 보고(Lee et al., 1995; Lee et al., 1998; Kim et al., 1999; Oh et al., 2005; Oh et al., 2006)되었는데 더덕에서 확인된 향기성분의 종류는 16 종에서 66 종까지 연구자마다 크게 차이가 나는 실정이다.

향기성분 분석 결과 나타난 이러한 차이는 더덕의 종류나 재배지의 환경 외에 식품체 내에서 생합성되는 정유성분 중 더덕 특유의 향기 특성에 포함시키는 범위의 차이 등에 기인하는 이유도 있겠지만 gas chromatography, GC-mass spectrometry와 같은 분석법을 이용할 경우 전처리방법과 분석조건의 차이에 기인하는 것으로 보고 있다(Park et al., 1989; Kim et al., 1992). 이것은 위 분석법을 이용하는 경우 분석과정 중 추출장치와 용매의 종류 및 시간 등과 같은 시료 전처리방법의 어려움 및 칼럼 선택과 기기의 오븐 온도에 대한 isothermal program과 final time 등의 분석조건 등을 확립해야하는 어려움이 있을 뿐만 아니라 분석시간도 오래 걸리는 문제점이 나타나고 있다(Hodgins & Simmonds, 1995). 또한 특정한 향에만 반응하기도 하여 다양한 화합물에 의한 복합적인 식품의 향 전체를 나타내기에는 부족한 것으로 여겨진다. 또한 향기 분석 시 사람의 후각을 이용한 관능검사의 경우에는 쉽게 후각이 피로하게 되는 문제점도 있어 더 정확한 측정을 위해서는 감응도가 높으며 시료 전체의 향을 감지할 수 있는 기술이 요구되어지고 있는 실정이다. 이러한 문제점 등을 해결하기 위한 방법 중 하나로 객관적이고 자동화된 기기에 대한 필요 욕구가 커지고 있어 신속한 분석법이 이루어질 수 있으면서 사람의 후각 인지체계를 모방한 전자코를 활용할 수 있겠다(Vincent, 1999).

전자코는 전처리 과정이 없거나 극히 간단할 뿐만 아니라 짧은 시간 내에 분석이 가능한 비파괴적인 분석법으로 GC 또는 GC/MS 분석을 위한 전처리 과정에서 파괴되거나 변질되어 감지하지 못한 부분까지도 검출 가능하여 시료의 변질을 최소화하여 최대한 사람이 맡는 향기와 유사하게 감

지할 수 있다는 특징이 있다(Bartlett et al., 1997; Biswas et al., 2004). 또한 전자코는 특정 향기에만 반응하는 것이 아니라 시료의 전체 향을 감지하여 그것을 향기 패턴으로 나타내어 이것을 분석함으로써 품질의 변화를 확인할 수 있다(Hong et al., 2009; Lim et al., 2011). 지금까지 더덕의 향기 성분에 대한 분석이나 보고는 GC나 GC/MS를 이용한 경우가 대부분이었으나 전자코를 이용한 경우는 없는 실정이다.

본 연구에서는 신선편이 더덕을 제조하여 포장방법 및 저장조건을 달리하여 14 일간 저장하면서 더덕의 주요한 품질지표의 하나인 휘발성 향기 성분의 패턴변화를 전자코를 이용하여 분석하여 더덕의 품질관리의 이용 가능성을 보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 더덕은 가락동 시장에서 2012년 1월에 구입한 후 외관 상태와 굵기가 전체적으로 상급 제품으로 균일한 것을 선별하여 시료로 사용하였다. 세척박피 한 후 절단기(Stainless sweden, 5/32.4, Halld Co. Ltd., Skalholtsgatan, Sweden)를 이용하여 약 1 cm 굵기로 일정하게 잘라 사용하였다.

### 세척 및 포장

더덕의 표면세척을 목적으로 슬라이스한 더덕에 마이크로 버블기(신선채소용 세정 및 탈수 시스템, 한국식품연구원, 2008)를 이용하여 세척조에 버블의 크기가 10-30 μm로 생성되게 한 후 시료를 담가 3분 동안 세척하였다. 각각의 처리구를 3분간 세척한 후 압축공기를 이용하여 1분 동안 탈수하여 건조하였다. 세척한 슬라이스 더덕은 건조 후 두께 100 μm의 polyethylene(PE)과 100 μm의 polypropylene(PP) film bag(15×25 cm)에 각각 50 g씩 담아서 포장기를 이용하여 포장(seal 0.9 초, 냉각 5 초)하였다. 그리고 100 μm Nylon-PE(polyethylene) film bag(15×25 cm)에 슬라이스 더덕 50 g 씩을 담아 진공포장기(magic seal S-400, Daehae co. Ltd., Korea)를 이용하여 진공포장(vacuum 20 초, gas 0 초, seal 0.9 초, 냉각 5 초) 한 후, 7°C(7±1°C, 97% RH)에서 각각 14 일 동안 저장하였다.

### 전자코 분석

슬라이스 더덕 50 g에 증류수 50 mL을 가하고 vortex mixer(VXR B, Janko & Kunkel, RJ, Brasil)로 2분간 교반 후 원심분리(1000×3 rpm, 15분)한 후 상층액을 여과(Whatman No.2)하여 전자코 분석의 시료로 사용하였다. 본 연구에서는 자동시료채취기가 연결되어 있는 전자코(SMart Nose300, SMart Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)를 이용하였고, 이 때 시료 주입구의 온도는 130°C인 상태를 유지하면서

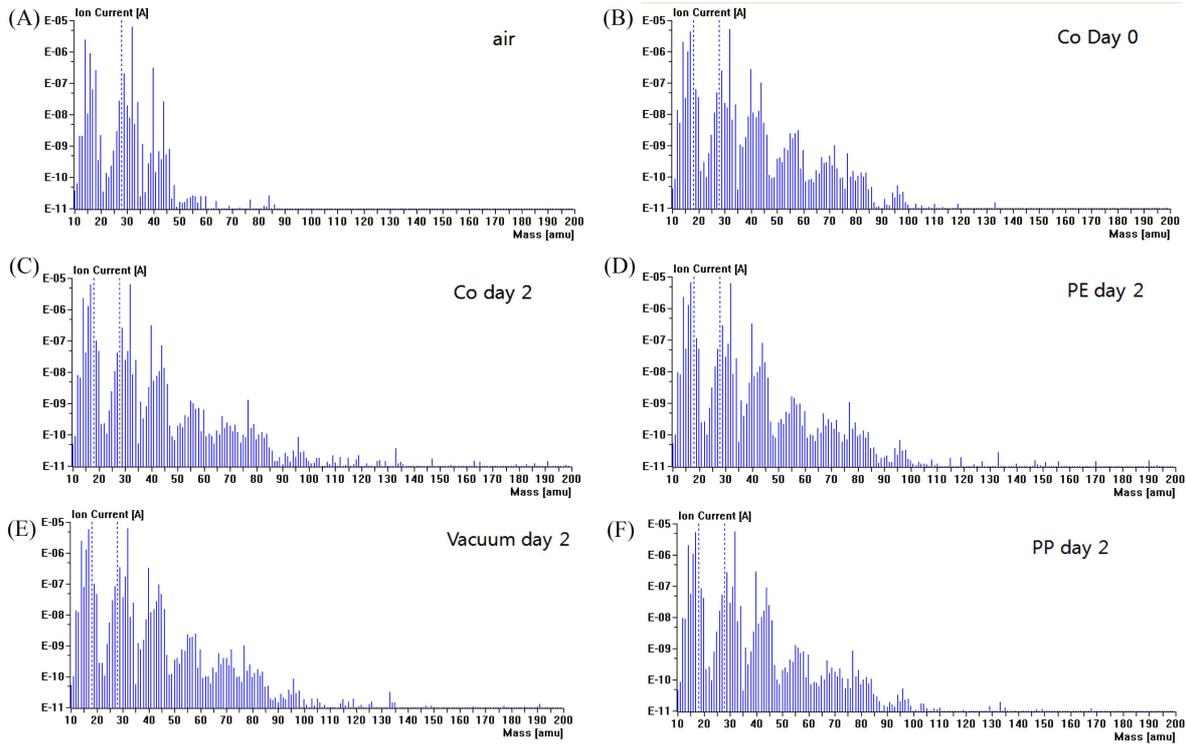


Fig. 1. Mass spectrum of volatile compounds from samples analyzed by an electronic nose based on MS during 2 days storage (Co; control, PE; polyethylene, PP; polypropylene, Vacuum-packed).

질소(99.999%)가스를 230 mL/min의 유속으로 흘려보냈으며, syringe purge는 3 초를 유지한 후 thermostatted tray holder에 놓은 후 head space syringe를 사용하여 2.5 mL 취하여 시료를 주입하였다. 이 때 데이터 수집시간은 3 분이었으며 분석 후 purge는 3분간 지속하였다.

분석에 사용된 전자코는 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometer, Balzers Instruments, Marin-Epagniger, Switzerland)가 연결하였고 시료의 휘발성 물질들을 70 eV에서 이온화시켜 180 초 동안 생성된 이온물질을 사중극자(quadrupole) 질량 필터링을 거친 후 특정 질량범위(10-200 atomic mass unit; amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정하여 channel 수로 사용한 후 각각의 시료의 분석은 3 회 반복을 실시하였다.

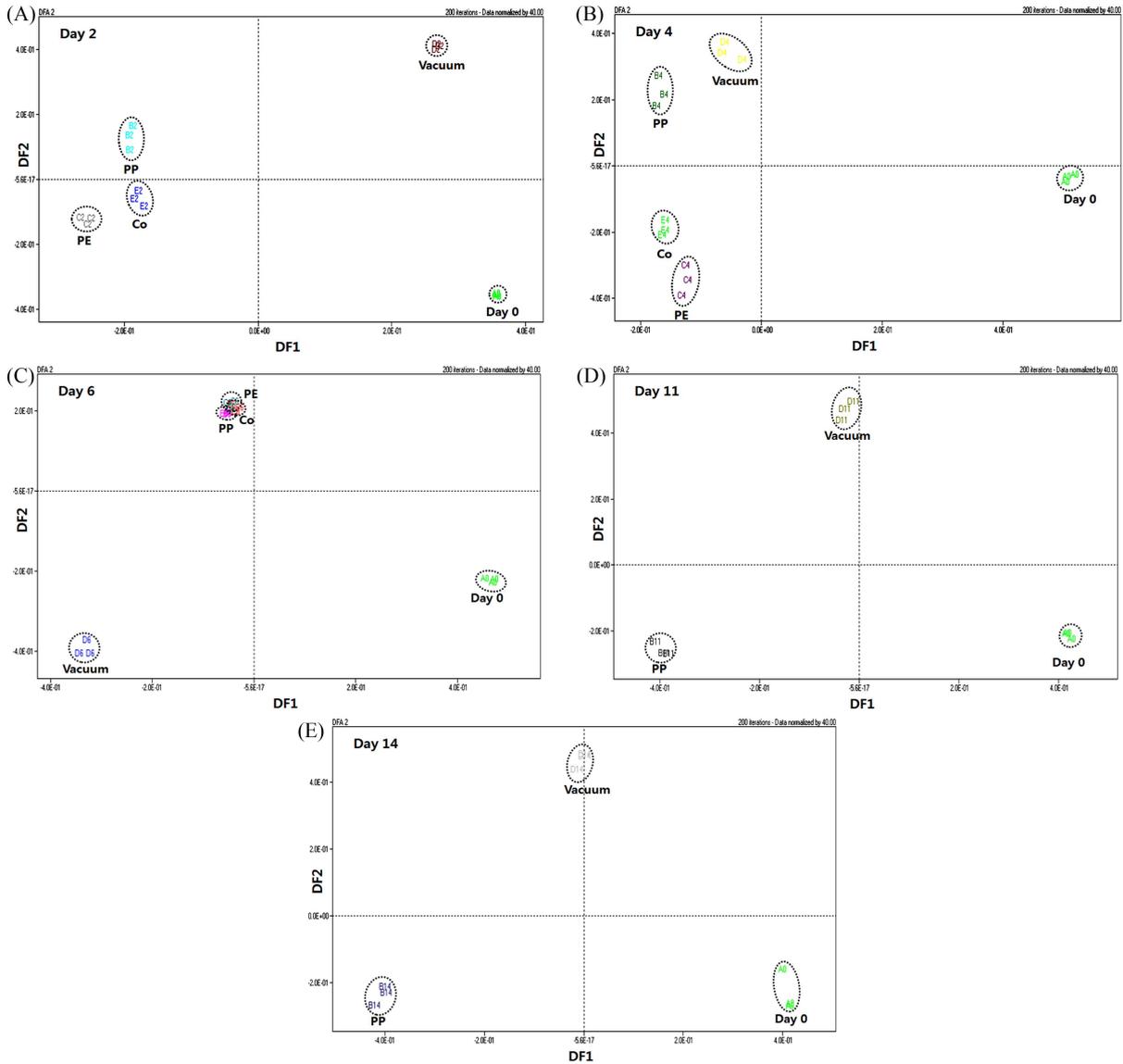
## 결과 및 고찰

버블수에 세척한 슬라이스 더덕을 polyethylene(PE) 필름과 polypropylene(PP) 필름으로 포장한 경우와 진공 포장(vacuum-packed)한 처리구를 포장재를 이용하지 않은 대조구(Co)를 기준으로 하여 저장기간에 따른 향기성분의 패턴 변화를 살펴보았다. 이 때 포장하지 않은 대조구의 경우와 PE 필름으로 포장한 경우에는 저장 7 일째가 되면 부패가 일어나 상품성이 이미 상실되는 것을 보여 주어 7 일 이후로 저장기간을 연장할 의미가 없었으며, PP 필름과 진공

포장한 경우에는 14 일까지 저장기간을 연장하면서 살펴보았다.

### 전자코를 이용한 fragment pattern

신선편이 더덕을 유통온도 7°C에서 저장하면서 전자코에 연결된 질량분석기로 10-200 amu 범위에서 mass spectrum을 측정하여 mass spectrum의 변화를  $10^{-15}$  이하의 Y-scale을 제외하고 나타낸 것이다(Fig. 1). 40 amu 이하인 fragment(m/z)는 주로 공기(air) 성분에 해당하는 것으로서 각각의 처리구를 40-160 amu에서의 intensity 구간에서 나타난 fragment를 비교분석하였다. 신선한 재배더덕을 채취한 후 GC/MS를 이용하여 향기 성분을 분석해 본 결과, 휘발성 향기성분의 종류는 167 개 정도가 확인되며 이 중 조성 비율이 높은 향기성분 10 종이 차지하는 비율은 절반 정도인 58% 정도에 불과한 것으로 신선한 더덕의 향기는 매우 다양한 성분들로 구성되어 있다고 보고되었는데(Oh et al., 2006), Fig. 1에서 보는 바와 같이 질량분석기 기반 전자코로 분석했을 때 저장 2 일째의 fragment는 공기(Fig. 1(A))에서 나타난 fragment에 비하여 더덕의 대조구(Fig. 2(B))의 50-100 amu에서 비교적 많은 fragment를 나타냈으며 100-150 amu에서도 fragment가 나타나는 것을 알 수 있었다. 이 후 저장기간 별로 각각의 포장방법에 따라 나타나는 fragment를 관별함수 분석하였다.



**Fig. 2. Discriminant function analysis of the electronic nose data for the patterns recognition of flavor analysis for storages (a: 2 days, b: 4 days, c: 6 days, d: 11 days, e: 14 days, Co: control, PE: polyethylene, PP: polypropylene, Vacuum-packed).**

**저장기간에 따른 더덕의 포장재별 향기 패턴분석**

저장 중 더덕의 휘발성 향기성분으로부터 생성된 150 여 개의 ion fragment 중 이온화되어 얻어진 분자들의 질량별 검출량을 기준으로 각 시료 간에 차별성이 높은 20-30 여 개의 fragments(m/z)그룹을 독립변수로 선택하여 각 시료 간에 차별성이 높은 fragment(m/z)들의 해당 감응도 값을 이용하여 판별함수분석(DFA)을 실시하였다. 이들 독립변수 중에서 종속변수를 예측할 수 있는 판별함수 값을 종속변수에 영향력을 주는 순서를 기준으로 DF1(discriminant function first score)과 DF2(discriminant function second score)로 정하였다.

Fig. 2는 수십 개의 ion fragment(m/z)중에서 40-100 amu 사이에서 저장기간별로 포장재별 처리구에 따라 나타난 감응도 값의 차이를 DF1과 DF2의 2 가지의 종속변수를 이

용하여 저장기간에 따라 포장방법이 향기 패턴에 영향을 주는 여부를 살펴 본 결과로서 시료간의 차이를 그룹핑하여 2 차원 그래프로 나타낸 것이다. 저장 2 일 짜의 향기 패턴을 살펴보면 포장재별로 그룹핑이 되어 DF1의 양의 방향에서 음의 방향으로 향기패턴이 구별되는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2(A)). 진공포장 처리구가 대조구 0 일 짜와 가장 가까운 거리인 DF1의 양의 방향에 위치하였으며 PP 필름으로 처리한 것보다 PE 필름으로 처리한 것이 음의 방향으로 더 많이 이동되어 있음을 보여 주었다. 특히 Table 1에서 나타낸 바와 같이 DF1의 F값은 9194.1인데 반해 DF2의 F값은 556.37로 나타났는데 이것은 저장 2 일 짜의 DF1이 DF2보다 16 배 이상 감응도에 영향을 미치는 것으로서 저장 2 일 짜 향기 패턴은 DF1에 크게 영향을 받

**Table 1. Responses of discriminant function analysis of the electronic nose for the pattern recognition of flavor analysis during storage.**

Storage time (day)	DF1		DF2		DF1 / DF2 (effectiveness on DF1)
	F	r <sup>2</sup>	F	r <sup>2</sup>	
2	9194.10	0.9997	556.37	0.9955	16.525
4	2647.30	0.9991	219.97	0.9888	12.035
6	3526.9	0.9993	2200.60	0.9989	1.603
11	4068.40	0.9993	1141.30	0.9974	3.565
14	4018.30	0.9994	278.82	0.9894	14.412

는 것을 알 수 있었다. 또한 이것은 저장 2 일 짜 진공포장한 것이 저장 0 일 짜와 비교하였을 때 향기성분의 변화가 가장 적은 것을 알 수 있었고 PE 필름으로 처리한 것과는 매우 차별되는 향기 패턴을 보여 주는 것이라 하겠다.

Fig. 2(B)는 저장 4 일 짜의 향기 패턴으로서 저장 2 일 짜에 비해 전반적으로 포장방법에 따라 DF1의 음의 방향으로 더 많이 이동되어진 것을 보여 주었는데 저장 초기에 비해 변화가 많이 일어날수록 음의 방향에 위치함을 알 수 있었다. 저장 4 일 짜의 DF1과 DF2의 F값은 각각 2647.3와 219.97로 나타났으며 이것은 저장 2 일 짜에 비해 DF2에 대한 DF1의 영향이 다소 감소한 것을 보여 주고 있을 뿐만 아니라, 저장 4 일 짜에는 DF1에서 뿐만 아니라 DF2의 음의 방향으로 이동하고 있음을 보여 주어 DF2로도 포장방법에 따른 향기패턴이 구분되어지는 것을 알 수 있었다. 저장 6 일 짜에는 DF1의 F값은 3526.9이고 DF2의 F값은 2200.6으로 나타났는데 이는 저장기간이 경과할수록 DF1에 의한 영향이 감소되어짐을 알 수 있었으며, PE 필름과 PP 필름으로 처리한 것은 DF2의 양의 방향에 위치하였으나 진공포장한 것은 DF2의 음의 방향에 위치하여 저장 6 일 짜에는 포장방법에 따라 DF2에 의한 구분이 되고 있음을 보여 주었다(Fig. 2(C)). 이것은 DF2의 음의 방향에 위치하고 있는 0 일 짜의 대조구와 비교해 볼 때 진공포장한 처리구의 경우 PE나 PP 필름 처리구와는 다른 향기 패턴을 갖는 것으로 보여지며, 저장 6 일이 경과하면 필름 처리구의 경우 대조구 0 일 짜와 다르게 DF2의 양의 방향에 위치하고 있어 대조구 0 일 짜와도 확실히 구분되는 향기 패턴을 나타내고 있는 것을 알 수 있었다. Table 1에서도 보여지는 바와 같이 저장 6 일 짜에 DF2에 대한 DF1의 영향이 가장 적게 나타난 것은 이 시기에 향기성분 패턴의 변화가 다양하게 일어나고 있음을 보여주는 것이다.

Fig. 2(D)와 Fig. 2(E)는 저장 11 일과 14 일 짜 PP 필름으로 처리한 것과 진공포장한 경우의 향기패턴을 분석한 것이다. 각각의 DF1의 F값이 4068.34, 4018.30으로 비슷하였으나 DF2의 F값은 1141.3과 278.8로 나타나 저장 11 일 짜보다 저장 14 일 짜에 DF2에 대한 DF1에 의한 영향이 더 큰 것을 알 수 있었다. 즉 저장 14 일 짜에 진공처리구가

PP 필름 처리구보다 DF1의 음의 방향으로 이동한 거리가 더 적게 나타난 것은 대조구 0 일 짜와 비교해 볼 때 PP 필름으로 처리한 경우보다 더덕 향기의 신선도가 유지되고 있는 것으로 사료된다. 포장 재질과 저장온도를 달리하여 30 일간 저장한 재배더덕의 경우에 수분 보유함량이나 일반성분의 함량이 저장온도 보다는 포장 재질에 더 크게 영향을 받는 것으로 보고 되었는데(Choi et al., 2005), 본 실험에서도 향기 패턴의 분석 결과 신선편이 더덕으로 유통되면서 저장하는 동안 포장방법에 따라 각기 다른 휘발성 향기성분이 나타나 더덕의 풍미에 차이를 보이는 것을 알 수 있었다.

### 저장기간에 따른 향기 패턴 분석

Fig. 3은 각각의 포장재질에 따른 저장기간별 DF1의 값을 그래프로 나타낸 것이다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 포장재질을 사용하지 않은 대조구(Co)는 저장 4 일 짜 급격하게 DF1의 음의 방향으로 이동하여 향기성분의 패턴변화가 심하게 일어나는 것을 보여주었고 PE 필름으로 저장한 것은 저장 2 일 짜부터 DF1의 값이 음의 방향으로 급격히 이동하는 것을 보여 주어 향기성분에 많은 변화가 일어나고 있음을 알 수 있었다. 또한 포장하지 않은 경우와 PE 필름 처리구의 경우 저장 일주일이 경과되면 부패가 일어나 저장기간을 연장할 의미가 없었는데, 저장 6 일 짜 대조구와 PE 필름처리구의 DF1의 값이 양의 방향에서 오히려 큰 값을 나타낸 것은 기존에 더덕이 가지고 있었던 향기성분과는 다른 부패와 관련된 새로운 휘발성 성분들이 대량 나타난 것으로 보여진다. 이것은 재배더덕의 저장 및 유통조건에 따른 향기 성분을 GC/MS로 분석한 결과 평균 포장한 후 냉장저장한 더덕에서는 신선더덕에 비해 휘발성성분의 수가 크게 감소하였으나 마대포장한 경우와 비교했을 때보다는 많았으며, 평균 포장한 경우라 하더라도 15 일간 실온에서 저장한 경우에는 휘발성 향기 성분이 크게 감소하였고 30 일 경과한 후에는 오히려 증가하는 경향을 보여 주었는데 저장하는 동안 새로운 휘발성 물질이 생성된 것으로 여겨진다고 보고한 것(Oh et al., 2006)과 유사한 결과라고 할 수 있었다. 이와 마찬가지로 본 실험에서도 저장 4 일 짜 DF1의 음의 방향으로 이동했던 것이 오히려 저장 6 일 짜 PE 필름 처리구와 포장하지 않은 처리구에서 다시 DF1의 양의 방향으로 이동되어진 것은 새로운 휘발성 물질이 다량 생성된 것으로 여겨진다.

한편 저장 6 일째로 경과하는 동안 진공포장 처리구의 경우에는 DF1의 양의 방향에 여전히 위치하고 있는데 반해 PP 필름 처리구의 경우에는 DF1의 음의 방향으로 급격히 이동하여 향기성분에 급격한 변화가 일어나고 있음을 알 수 있었다. 반면 진공포장의 경우에는 저장 6-11 일 짜 사이에 DF1의 값이 음의 방향으로 급격히 이동하는 것을 보여 주어 이 때 급격한 향기성분의 변화가 일어나는 것을

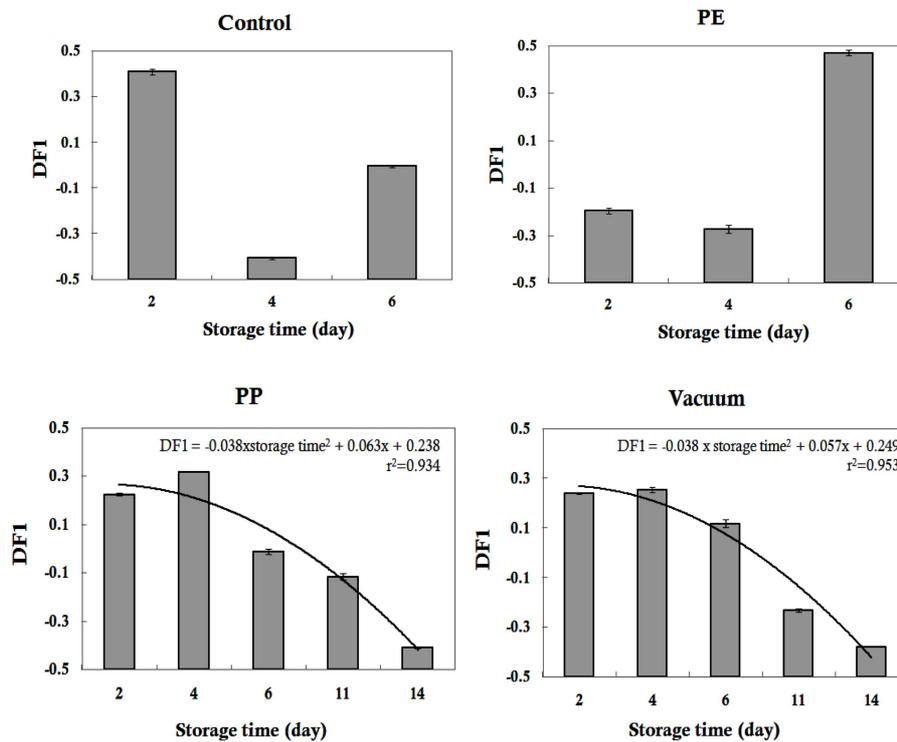


Fig. 3. Discriminant function analysis of the electronic nose data for the pattern recognition of flavor samples treated with PE, PP and vacuum-packed (Co: control, PE: polyethylene, PP: polypropylene, Vacuum-packed).

Table 2. Responses of discriminant function analysis of the electronic nose for the pattern recognition of flavor samples according to packaging methods.

Packing method	DF1		DF2		DF1 / DF2 (effectiveness on DF1)
	F	r <sup>2</sup>	F	r <sup>2</sup>	
Control	7723.50	0.9996	28.70	0.9054	269.11
PE	2416.80	0.9988	11.15	0.7880	216.75
PP	4248.70	0.9994	951.54	0.9974	4.465
Vacuum-packed	3172.10	0.9992	352.06	0.9929	9.01

알 수 있었다. 각각의 포장방법에 따른 판별함수 분석에 의한 DF1과 DF2의 감응도 값을 Table 2에서 나타내어 보았다. 포장재를 사용하지 않은 대조구와 PP 필름 처리구는 DF1의 값에 의해 크게 영향을 받았으나 저장기간에 따라 향기성분의 패턴 변화가 비교적 느려 저장효과가 좋은 것으로 나타난 PP 필름처리구와 진공포장 처리구에서는 DF1 값에 의한 영향도가 비교적 적게 나타났는데 이것은 DF2에도 영향을 받기 때문인 것을 알 수 있었다. 또한 PP 필름 처리구와 진공포장 처리구의 경우 저장 14 일 까까지 저장기간별로 kinetics을 통해 반응식을 유도한 결과 관계식은 각각  $y=-0.038x^2+0.057x+0.249$ ,  $r^2=0.953$ ,  $y=-0.038x^2+0.063x+0.238$ ,  $r^2=0.934$ 로 나타났다. 이 관계식을 비교해 보면 PP 필름과 진공포장으로 저장한 경우 향기

패턴의 변화가 거의 비슷하게 나타남을 알 수 있었고 PP 필름으로 포장하는 것과 진공포장한 경우가 효과적인 것을 알 수 있었다. 또한 이 관계식을 이용하여 향후 신선편이 더덕의 미지의 DF1 값을 대입하면 저장 초기와 비교하여 더덕의 향기 패턴의 경향을 알 수 있으며 이로써 품질 정도를 예측함이 가능할 것으로 사료된다. 실제로 Maul et al.(1998)과 Gomez et al.(2007)은 전자코를 이용하여 토마토와 만다린을 저장온도와 저장기간의 차이에 따라 구분하고 저장 수명을 예측하는데 이용하였다. 또한 포도 및 사과, 오렌지의 저장온도를 달리하여 저장기간과의 구분률을 보였고(Natale et al., 2001; Lee & Lee, 2007), 머스크베론의 저장 중 전체 적인 향기 성분의 변화를 전자코로 측정함으로써 품질 예측이 가능한 것으로 이용하기도 하였으며(Youn et al., 2011), 두부를 전자코 분석을 이용하여 저장온도와 저장기간별로 온도조건에 대한 품질수명기간을 예측할 수 있었다(Kim and Noh, 2002). 이로써 전자코 분석을 이용하여 신선편이 더덕의 포장방법에 따른 저장유통기간의 품질 관리를 예측하는데 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

포장방법에 따른 저장 중 신선편이 더덕의 전체적인 휘발성 향기성분의 변화를 질량분석기를 기반으로 한 전자코를 이용하여 향기성분의 패턴변화를 판별함수로 분석함으

로써 품질변화를 판단하였다. 저장기간이 경과됨에 따라 향기성분이 변화하면서 휘발성 성분이 증가하고 저장 초기에는 DF1값에 큰 영향을 받았으며 저장 6일째에는 DF2의 값에도 영향을 받는 것을 알 수 있었다. PE 필름으로 포장한 경우 저장 2일째부터 DF1의 음의 방향으로 급격히 이동되어 급격한 향기 성분의 패턴 변화가 일어났으며, PP 필름으로 저장한 경우에는 저장 4일에서 6일째에, 진공포장의 경우에는 저장 6일째에서 11일째에 향기 패턴의 급격한 변화를 보였다. PP 필름으로 포장한 경우와 진공포장의 경우 저장 14일째까지 DF1에 의한 kinetics를 이용하여 품질 예측 가능에 이용할 수 있었다.

## 감사의 글

본 논문은 2012년도 농림수산식품부, 한식조리특성화 학교사업의 지원에 의해 수행된 연구결과이며 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Barlett PN, Elliott JM, Gardner JW. 1997. Electronic nose and their application in the food industry. *Food Technol.* 51: 44-48.
- Biswas S, Heidselmen K, Wohltjin H, Staff C. 2004. Differentiation of vegetable oils and determination of sunflower oil oxidation using a surface acoustic wave sensing device. *Food Control* 15: 19-26.
- Cha JY, Cho YS. 2001. Biofunctional activities of citrus flavonoids. *J. Korean Agric. Chem. Biotechnol.* 44: 122-128.
- Chang KS, Yu TY. 1981. Studies on the components of *sogukju* and commercial *yakju*. *Korean J Food Sci. Technol.* 13: 307-313.
- Choi MY, Oh HS, Kim JH. 2005. Changes of physicochemical properties of *Codonopsis lanceolata* cultivated on a wild hill and stores at various conditions. *Korean J. Community Living Sci.* 16: 3-13.
- Choi MY, Oh HS, Kim JH. 2006. Changes of physicochemical properties of cultivated stored at various storage conditions. *Korean J. Plant Res.* 19: 59-67.
- Gomez AH, Wang J, Hu G, Pereira AG. 2007. Discrimination of storage shelf-life for mandarin by electronic nose technique. *LWT-Food Sci. Technol.* 40: 681-689.
- Hodgins D, Simmonds D. 1995. Sensory technology for flavor analysis. *Cereal Food World* 40: 186-191.
- Hong EJ, Son HJ, Kang JH, Noh BS. 2009. Analysis of binding trimethylamine with rice-washed solution using electronic nose based on mass spectrometer. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 509-514.
- Hong WS, Lee JS, Ko SY, Choi YS. 2006. A study on the perception of *Codonopsis lanceolata* dished and the development of *Codonopsis lanceolata* dished. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22: 181-192.
- Kim JH, Kim KR, Kim JJ, Oh CH. 1992. Comparative sampling procedure for the volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata*. *Korean J. Food Sci Technol.* 24: 171-176.
- Kim SK, Kang DK, Min GG, Chung SH, Lee SP, Lee SC, Choi BS. 1999. Aromatic constituents and essential oil content of *Codonopsis lanceolata* Trautv cultivated at different altitudes. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 7: 58-62.
- Kim S.M. and Noh, B.S. 2002. Characteristics of shelf-life of soybean curd by electronic noses. *Korean J. Sci. Agric. Machinery* 27: 241-248.
- Lee SP, Kim SK, Chung SH, Choi BS, Lee SC. 1998. Changes of crude components and essential oil content by shading treatment in *Codonopsis lanceolata* collections cultivated in field. *Korean J. Crop Sci.* 41: 188-199.
- Lee SP, Kim SK, Choi BS, Lee SC, Kim KU. 1995. Growth and aromatic constituents of wild and domesticated *Codonopsis lanceolata* grown at two different regions. *Korean J. Crop Sci.* 40: 587-593.
- Lee Yj, Lee KT. 2007. Identification of volatile compounds of 4 grape species by storage conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 874-890.
- Lim CL, Hong EJ, Son HJ, Kim JE, Noh BS. 2011. Effects of roasting condition and storage time on changes in volatile compounds in rapeseed oils. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43: 291-302.
- Maul F, Sargent SA, Sims CA, Baldwin EA, Balaban MO, Huber DJ. 1998. Storage temperature affects ripe tomato flavor and aroma (abstract no. 34B-55). In: Abstracts; 98th Institute of Food Technologists. Oct 22-24, Tradeshow conference, Atlanta, USA.
- Natale CD, Macagnano A, Martinelli E, Paolesse R, Proietti E, D'Amino A. 2001. The evaluation of quality of post-harvest orange and apple by means of an electronic nose. *Sensor. Actuat. B. Chem.* 78: 26-31.
- Youn AR, Noh BS, Kim BS, Kwon KH, Kim JH, Kim SH, Choi DJ, Cha HS. 2011. Analysis of aroma patterns in muskmelon at different storage temperature using a mass spectrometry-based electronic nose. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43: 419-425.
- Oh HS, Kim JH, Choi MY. 2006. The volatile flavor components of fresh *Codonopsis lanceolata* cultivated on a wild hill. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22: 774-782.
- Oh HS, Kim JH, Choi MY. 2005. Change of volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* cultivated on a wild hill and stored at various conditions. *Korean J. Community Living Sci.* 16: 15-23.
- Park JY, Kim YH, Kim KS, Kwag JJ. 1989. Volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* Traut. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 32: 338-343.
- Park YM, Lee JH. 2000. Effects of pre-packing dip treatments and shelf temperature on the market quality of peeled Lance Asia bell roots. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 41: 440-444.
- Vincent D. 1999. Electronic nose: Principal and application. *Nature* 402: 351-352.
- Yoon GS. 1995. A study on the knowledge and utilization of Korea traditional basic side dishes. *Korean J. Dietary Culture* 10: 457-463.