J. Fd Hyg. Safety
Vol. 23, No. 3, pp. 191~197 (2008)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

GC-MASS 분석과 미생물 균수 차이에 의한 희아리 고춧가루 판별

정수진 · 한상배[1] · 엄태붕*
전북대학교 자연대 생물과학부
[1]식품의약품안전청 위해기준팀

GC-MASS Analysis and Microbial Enumeration for the Identification of Spoiled Red Pepper Powder

SuJin Jeong, SangBae Han[1], and Tai-Boong Uhm*
Division of Biological Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea,
[1]Food & Risk Standardization Team, Korea Food & Drug Administration, Seoul 122-704, Korea
(Received May 18, 2008/Revised July 19, 2008/Accepted August 26, 2008)

ABSTRACT – This work was intended for the identification of markers that are found only in the spoiled red pepper powder. When analyzed by GC/MASS, the spoiled red pepper powder contains characteristic naphthalene derivatives, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 8α-octahydro-1, 8α-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-naphthalene and 2-isopropenyl-4α,8-dimethyl-1, 2, 3, 4, 4α, 5, 6, 8α-octahydronaphthalene,which have not found in the normal red pepper powder. In addition, microscopic observation and microbial enumeration of the red pepper powder had been performed. Images by scanning electron microscopy showed that the surfaces of spoiled pepper powder were rough with many kinds of microbes, compared with those of normal red pepper powder. A good correlation between the bacterial and fungal counts in the same sample was observed and could be clearly classified into two groups, the normal and the spoiled group, by difference in the microbial counts. These results suggest that the spoiled red pepper powder can be identified by a combination of GC/MASS, microbial counts, and scanning electron microscopy.

Key words: bacteria, food safety, fungi, naphthalene, red pepper powder

고춧가루는 한국 국민의 식탁에 가장 많이 사용하는 기초 향신료이다. 한국 요리의 거의 모든 종류에 고춧가루가 사용되며 고춧가루의 소비량이 국민 1인 당 연간 2.5 kg을 넘어서고 있다는 점을 고려할 때, 향신료라기보다는 오히려 쌀과 같은 기본 식품으로 지정하는 것이 적당한 표현일 것이다. 그러나 이렇게 필수적인 식품 재료임에도 불구하고 가공 및 유통 상의 후진성과 규격의 미비에 의해 건강에 해로운 고춧가루의 가공 판매나 위해물 첨가 문제가 생기고 있는 형편이다. 전국적인 규모로 불량고춧가루를 얼마만큼 사용하는지 통계가 없어 알 수 없지만, 의도적이든 또는 비의도적이든지 간에 일부 유통 단계에서 병충해로 말라 죽거나 건조 과정 중 부패한 고추를 고춧가루 제조에 사용하고 있다는 것은 국민 건강상 심각한 문제점이 될 수 있다. 희아리가 되는 원인은 고추나방, 탄저병, 태양열 건조 시 수분 흡수에 따른 곰팡이류와 세균류의 이차감염, 낙과, 고추 역병 등이 있다. 최근 고춧가루 내 곰팡이를 동정한 연구[1)]에 따르면, 태양초의 변색을 일으키는 곰팡이로 *Colletotrichum* sp, *Diaporthe phaseolorum, Alternaria alternata, Botryosphaeria ribis, Fusarium incarnatum, Aspergillus oryzae*들이 주로 발견되었고 이들 중 mycotoxin을 생산하는 *Alternaria*와 *Fusarium*의 존재는 위생적인 관점에서 경각심을 주는 내용이었다. 또한 고추 탄저병원균인 *Collectotrichum*속은 식물 뿐 아니라 인체에도 감염될 수 있다는 보고들이 알려져 있다[2-5)]. 최근 식품의약품안전청이 발간한 식품 공전에 따르면 고춧가루는 성상, 수분, 회분, 산불용성회분, 위화물(전분, 겨, 탄산염, 식염, 당류), 곰팡이 수, 타르색소에 관한 규격과 이들 규격에 관한 시험방법이 고시되어있다[6)]. 그러나 이들 시험법만으로는 불량고춧가루의 선별이 어려워 앞으로 이들 고춧가루의 판별을 위한 미생물학적 및 이화학적 세부규격과 그 시험법이 확립되고 이 방법들이 식품공전에 명시되어야할 필요가 있다.

*Correspondence to: Tai-Boong Uhm, Division of Biological Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea
Tel: 82-63-270-3439, Fax: 82-63-270-3362
E-mail: tbuhm@chonbuk.ac.kr

이 연구 목적은 희아리 혼합 불량고춧가루의 판별 방법과 그 기준을 설정하는데 있다. 이를 위해 첫째, 희아리가 미생물에 의한 고추 조직의 분해 물질이나 대사산물이 축적될 수 있다는 점을 착안하여, 휘발성 성분들을 고상 미량추출법(solid phase microextraction; SPME)으로 포집한 다음 GC/MASS (gas chromatography/mass spectroscopy)를 통해 희아리의 특이적인 marker들을 발견하는데 목표를 두었다. 둘째, 희아리가 탄저병, 태양열 건조 시 수분 흡수에 따른 곰팡이와 세균의 이차감염, 낙과, 고추 역병, 고추 나방에 의한 미생물 감염 때문에 생긴다는 점을 고려해, 전자현미경에 의한 고추 표면 분석, 정상 고추와 희아리 간 미생물의 분포와 균수에 얼마만큼 차이가 있는가를 확인하고 이 결과들을 바탕으로 희아리를 섞은 불량 고추를 구별하는데 목표를 두었다. 이 연구 결과들은 위생 고춧가루 제조를 위한 품질 관리와 희아리 고춧가루 판별에 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

고추 재료

전국 5대 고추 주산지별로 전라북도 정상 2종(고운, 홍익), 희아리 5종(고운, 홍익, 품종 불명 3종), 전라남도 희아리 2종(조명, 청양), 경상북도 정상 7종(금당, 불사신, 왕대박, 조광, 태양, 한반도, 품종 불명 1종), 희아리 6종(고은, 금당, 불사신, 왕대박, 태양, 한반도) 경상남도 정상 2종(녹광, 품종 불명 1종), 희아리 2종(녹광, 품종 불명 1종), 충청북도 정상 3종(부광, 천하통일, 품종 불명 1종), 희아리 3종(보은, 부광, 신진미), 충청남도 정상 2종(더좋은, 부촌), 희아리 3종(더좋은 2종, 부촌), 강원도 정상 2종(21세기, 부자). 희아리 2종(21세기, 부자), 중국 산동산 정상 1종(품종 불명)으로 정상 고추 19 시료, 희아리 23 시료를 고추 재배 농가로부터 직접 구매(중국 산동산 제외)하였다. 2003년 산 또는 2004년도 산 햇고추는 구매 후 0-3개월 내 분쇄하여 바로 실험에 사용하였고 대부분 경우 같은 농가에서 같은 품종으로 재배한 정상 고추와 희아리들을 함께 수집하였다(Table 1, 2). 시장에서 판매되는 고춧가루의 품질을 평가하기 위하여 2004년도 4월에서 6월 중 전국 재래시장 및 방앗간(광주 2종, 전북 1종, 서울 2종, 경기도 3종, 대구 2종, 부산 2종)과 마트(3종)에서 시판 중이던 15종도 함께 구매하여 분석하였다.

고춧가루의 제조

양건 또는 화건된 고추는 건고추 형태로 구매한 뒤 정상 고추나 희아리 모두 특별한 세척과정은 거치지 않았으며 일정시간 응달에서 자연 건조 후 분쇄하였다. 희아리는 고추 전표면의 약 90% 이상이 미생물로 감염되거나, 또는 썩어 탈색된 색깔을 가지는 고추들을 골랐으며, 가공 시 씨는 따로 분리하지 않았고 꼭지는 크기에 따라 부분적으로 제거하였다. 반면 정상 고추는 외형이 100% 온전한 것만을 골랐으며, 씨는 껍질 부분을 잘라 자연적으로 떨어지는 것 이외에는 따로 제거하지 않았고 꼭지는 제거하였다. 이들은 1 분씩 5번 8000 rpm에서 분쇄 후 체로 걸러

Table 1. Volatile compounds of the normal red pepper powder*

Sample	Retention time (min)												Production year
	6.81	9.20	10.83	12.22	13.03	13.08	13.35	13.49	13.53	13.57	13.63	13.73	
Kangwon1	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	2004
Kangwon2	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2004
Kyungbuk1	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2003
Kyungbuk2	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	+	2004
Kyungbuk3	+	+	+	+	−	−	−	+	−	−	−	+	2003
Kyungbuk4	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2004
Kyungbuk5	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	+	2004
Kyungbuk6	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2003
Kyungbuk7	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2004
Kyungnam1	+	+	+	−	+	+	−	+	−	−	−	+	2004
Kyungnam2	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	2004
Jeonbuk1	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	+	2003
Jeonbuk2	+	+	−	+	−	−	−	−	−	−	−	+	2003
Chungnam1	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+	2004
Chungnam2	+	+	−	−	+	+	−	+	−	−	−	+	2004
Sandong	+	+	−	−	+	−	−	+	−	−	−	+	2003
Chungbuk1	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2004
Chungbuk2	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2004
Chungbuk3	+	+	+	+	+	+	−	+	−	−	−	+	2004

*Criterion for positive was 20,000 as abundance value.

Table 2. Volatile compounds of the spoiled red pepper powder*

Sample	Retention time (min)												Production year
	6.81	9.20	10.83	12.22	13.03	13.08	13.35	13.49	13.53	13.57	13.63	13.73	
Kangwon1	–	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004
Kangwon2	+	+	–	+	+	+	–	+	–	+	+/–	+	2004
Kyungbuk1	+	+	+	+	+	–	+	+	–	+	+	+	2004
Kyungbuk2	–	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004
Kyungbuk3	+	+	+	+	+	–	–	+	–	+	+/–	+	2004
Kyungbuk4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004
Kyungbuk5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2003
Kyungbuk6	+	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+	2003
Kyungnam1	–	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004
Kyungnam2	–	+	+	+	+	–	–	+	–	+	+/–	+	2004
Jeonbuk1	+	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+	2004
Jeonbuk2	+	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	2003
Jeonbuk3	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	2004
Jeonbuk4	+	+	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	2003
Jeonbuk5	–	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+	2003
Jeonnam1	+	–	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	2004
Jeonnam2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2003
Chungnam1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004
Chungnam2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004
Chungnam3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004
Chungbuk1	+	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	2004
Chungbuk2	+	+	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	2004
Chungbuk3	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2004

*Criterion for positive was 20,000 as abundance value. +/– indicates about 20,000 of abundance value.

12-20 mesh 사이의 고춧가루만을 사용하였고 분쇄과정 중 정상 고춧가루와 희아리 고춧가루 사이에 상호 오염된 것을 막기 위하여 분쇄기, 체, 솔 등은 따로 구입하여 사용하였다.

GC/MASS spectroscopy

GC/MASS를 위해 column 종류(Agilent DB-35 ms, Agilent DB-XLB ms, Agilent DB-5)별 분리 상태와 휘발성 물질의 포집을 위한 조건들을 조사하였다. 포집은 SPME로서 PDMS/DVB fiber가 적합하였으며 최적 분석 조건은 다음과 같았다: 4 ml vial에 시료 0.3 g을 넣고 PDMS/DVB fiber (Supelco, Bellefonte, Penn, USA)를 headspace에 주입 후 60°C에서 30분간 가열하면서 포집한 뒤 GC (HP GC6890)/MASS (HP MS5973, Hewlett Packard, Wilmington, DE, USA) injector에 주입하였다. 사용 컬럼은 DB-5 ms capillary (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)였고 He 가스 유속은 23.7 ml/min로 조절하였다. 온도 program 조건은 70°C (3 min)에서 분당 10°C의 증가로 300°C까지 올린다음 3분간 holding 하였다. 질량분석은 전자충격이온화(70 eV) 방식을 이용하여 스캔모드(범위 m/z 50-550)로 실시하였으며 사용한 library는 Wiley 7n이었다.

전자현미경 검사

12-20 mesh 고춧가루 0.1 g을 20 ml Wheaton vial에 넣고 80도에서 30분간 건조한 후 plasma sputter를 이용 gold-palladium으로 coating을 하였다. Coating한 샘플은 주사전자현미경(JSM-6400, JEOL, Japan)에서 1,000배 또는 3,000배로 관찰하였다.

균수 측정

세균은 일반세균 측정용 Petrifilm 배양지(Cat 6406, 3M, St. Paul, MN, USA) 사용하였다. 고춧가루 0.1 g을 0.1% Tween-20을 함유하는 증류수에 넣고 1분간 vortexing하여 잘 분산시킨 뒤 증류수로 희석(1/103-1/105) 후 1 ml를 Petrifilm 표면에 도포하였다. 37°C에서 1-2일 배양하면서 수시로 colony 수를 확인하였다. 효모 및 곰팡이는 효모/곰팡이 검사용 Petrifilm 배양지(Cat no. 6417, 3M, St. Paul, MN, USA) 사용하였다. 세균에서와 같은 방법으로 희석 후 1 ml을 접종한 뒤 25°C에서 3-10일 배양하면서 colony 수를 측정하였다.

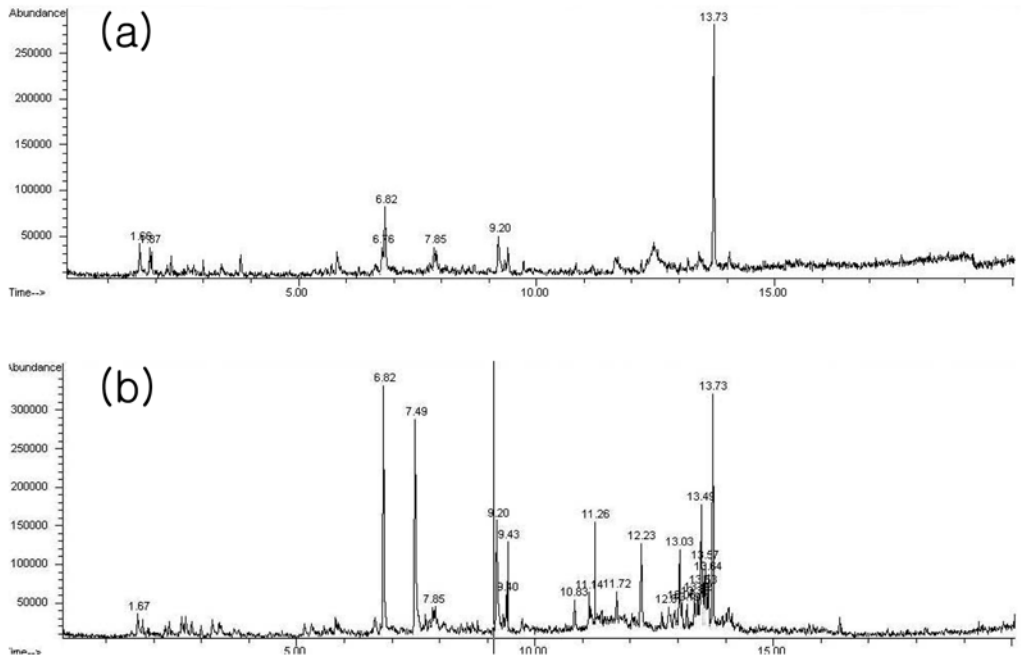

Fig. 1. Typical GC chromatogram of volatile compounds in the normal (a) and the spoiled red pepper powder (b).

결과 및 고찰

정상 고춧가루와 희아리 고춧가루의 휘발성 성분 차이

고춧가루 중 휘발성 성분 차이를 보기 위하여 짧은 시간에 낮은 농도 검출이 가능하면서 현장 조사에 적합한 전자코(z-Nose 4200 Ultrafast GC Analyzer, Electronic Sensor Technology, Newbury Park, CA, USA)의 DB-5 column (1 m × 0.25 mm × 0.33 μm)으로 희아리 고추 분석을 시도하였다. 그러나 SAW(surface acoustic wave) sensor에 의해 정상 고추 6종, 희아리 고추 6종을 대상으로 얻어진 chromatogram들을 분석한 결과 희아리 고추에만 나타나는 특이적 미분 패턴은 발견할 수 없었다. 따라서 전자코와 같은 원리를 이용하지만 휘발성 물질 분리 능력이 뛰어난 GC/MASS에서 분석 가능성을 조사하였다. 산지 및 품종에 따라 19종류의 정상 고춧가루와 23종류의 희아리 고춧가루를 분석했을 때 희아리 고춧가루에서 13.57 ± 0.01분과 13.63 ± 0.01분(3종은 예외)의 특징적인 peak들을 나타냈다(Table 1 & 2, Fig. 1). MASS spectral database에서 13.57분 peak에 해당하는 구조는 분자량 204의 1,2,3,5,6,7,8,8α-octahydro-1,8α-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-naphthalene (quality 95)으로, 13.63분 peak는 분자량 204의 2-isopropenyl-4α,8-dimethyl-1,2,3,4,4α,5,6,8α-octahydronaphthalene (quality 96)으로 naphthalene 유도체들이었다(Fig. 2). 13.57분 peak의 상대적 높이는 고춧가루 종류에 따라 scan mode에서 abundance로 25,000부터 280,000에 이르기까지 다양한 함량들을 나타냈으나 표준물질을 구할 수 없어 정량적인 분석은 하지 못했다. 13.57분대의 naphthalene 유도체 생성은 품종이나 생산 지역에 따른 영향은 없었으며, 고추로부터 기원하는 것인지, 미생물로부터 기원하는지는 확인할 수 없으나 희아리 고추들이 미생물 감염으로 생긴다는 것을 고려할 때 미생물 대사과정 중에 형성될 가능성은 있다. 앞으로 이 물질의 생성 기작과 독성 특성을 규명해보는 것이 필요할 것 같다.

시판고춧가루에 적용

이를 기준으로 하여 시장에서 수집한 고춧가루들의 GC/MASS결과들은 Table 3과 같았다. 시판 고춧가루 15종 중 8종은 정상 고춧가루의 패턴을 가지고 있었지만 나머지 7종은 13.57분과 13.63분대의 naphthalene 유도체가 모두 나타나 희아리가 혼입되었을 가능성이 있었다. 이 결과들은 의도적으로 혼합했을 수도 있지만, 수확 시 희아리가 섞여 있는 하급 고추로 가공했든지, 정상고추로 제조하였으나 열악한 보존 환경 때문에 수분에 의해 미생물 증식이 가능했을 수도 있다.

전자현미경 영상

Naphthalene 유도체는 희아리 고춧가루를 확인하는 유용한 지표였지만, 희아리 시료에 따라 이 유도체의 함량 지표인 abundance가 14배까지 차이가 났다(20,000-240,000). 즉 가장 낮은 25,000의 abundance를 가졌던 희아리를 70%(w/w) 비율이 되게 정상고추와 섞은 경우 불량고춧가루 판정 기준 값인 20,000이하로 떨어져 분석 한계를 보

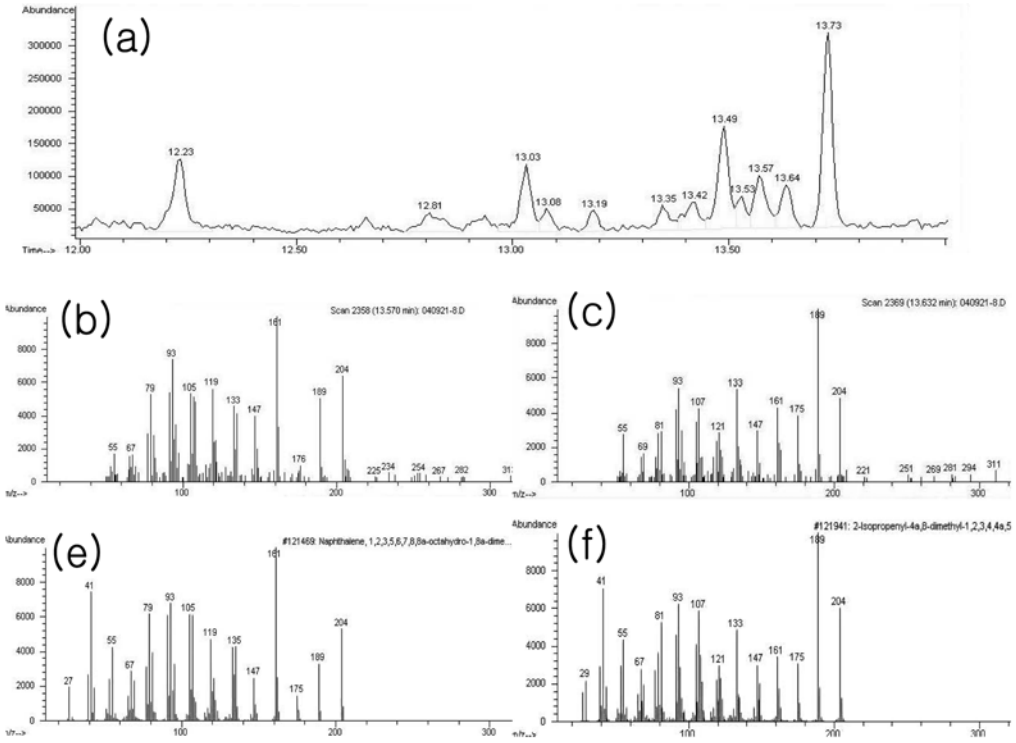

Fig. 2. GC chromatogram of volatile compounds at about 13 min of retention time of the spoiled red pepper collected from YoungKwang County (a) and its MASS spectrum of the peak at 13.57 min (b) and at 13.64 min (c), respectively. Mass spectrum of 1,2,3,5,6,7,8,8α-octahydro-1,8α-dimethyl-7-(1-methylethenyl)- naphthalene (e) and 2-isopropenyl-4α,8-dimethyl-1,2,3,4,4α,5,6,8α-octahydro naphthalene (f) from MASS spectral database.

Table 3. Volatile compounds of the red pepper powder on the market

Sample	Retention time (min)												Production year
	6.81	9.20	10.83	12.22	13.03	13.08	13.35	13.49	13.53	13.57	13.63	13.73	
A1	+	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–	2003
A2	+	+	–	+	+	+	–	+	–	–	–	+	2003
B1	+	+	+	+	–	–	–	+	–	–	–	+	2003
B2	–	+	–	+	+	+	–	+	–	–	–	+	2003
B3	+	–	+	+	+	–	–	+	–	–	–	+	2003
C1	–	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2003
C2	–	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	2003
D1	+	–	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+	2003
E1	–	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	+	2003
F1	+	+	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+	2003
G1	+	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+	2003
G2	+	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+	+	2003
G3	–	+	+	+	+	–	–	+	–	+	+	+	2003
H1	–	+	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+	2003
H2	+	+	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+	2003

였다. 미생물 감염으로 생기는 희아리 특성을 고려하여 전자현미경에 의한 고추 표면을 분석하였다. 전자현미경 상에서 분쇄한 정상 고춧가루의 표면은 왁스로 코팅된 것처럼 매끄럽고 깨끗한 모양을 나타났지만 희아리의 고추 표면은 미생물의 증식에 따른 분해에 의해 표면 조직의 손상이 심해 거칠게 나타났다(Fig. 3(a)와 3(d)). 또한 정상 고춧가루와 달리 희아리 고추에서는 수많은 효모/곰팡이들과 함께, 세균들이 발견되었다(Fig. 3(b)와 3(c)). 이 결과로부터 전자현미경 관찰은 희아리 고추의 혼합 여부를 확인하기 위한 정성적인 보조 수단이 될 수 있음을 나타냈다.

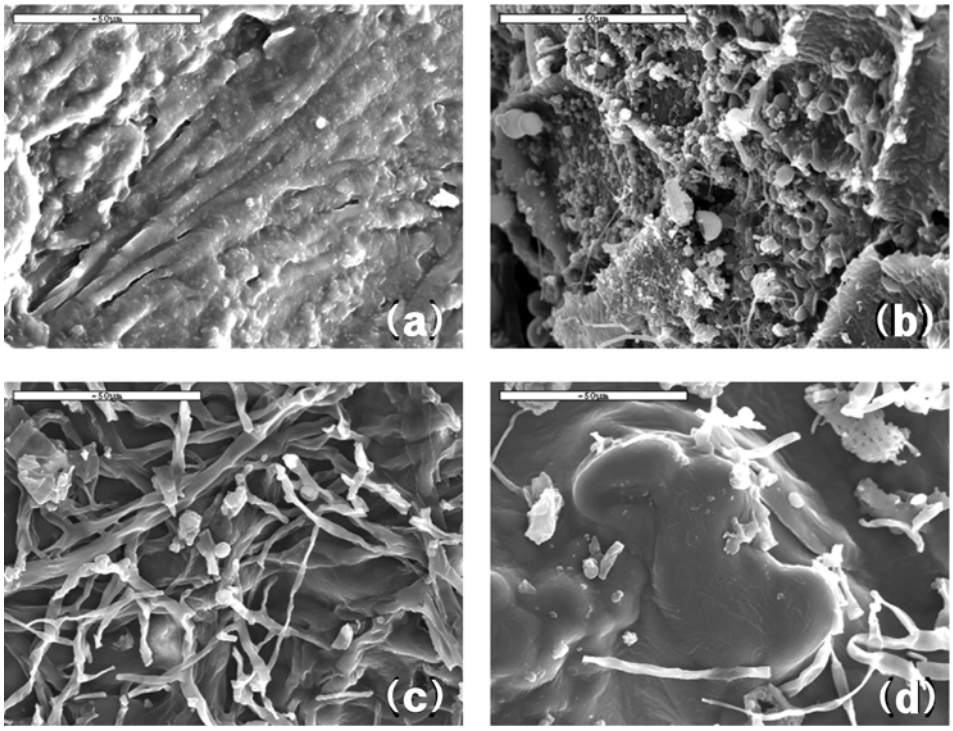

Fig. 3. Scanning electron micrographs of red pepper powder. the normal powder with waxy and smooth surface (a); the spoiled powder severely contaminated with microbes on the rough and eroded surface (b) and (c); The powder mixed with normal and spoiled one (9:1, w/w) showing some mycelia on the intact surface (d). Bar indicates 50 μm.

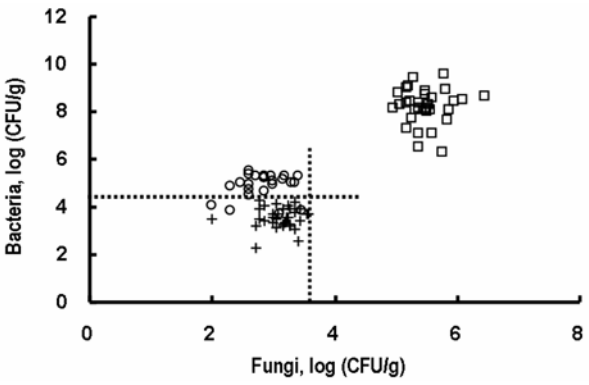

Fig. 4. Correlation between the numbers of bacteria and yeasts/molds in the same sample: (+) normal red pepper powder, (○) red pepper powder on the market, (□) spoiled red pepper powder. Dotted lines indicate the maximal counts of microbes detected in the 33 samples of normal red pepper powder.

미생물 균수

Petrifilm 검사법은 미국 및 유럽의 여러 식품 분석기관들에 의해 공인되어 있으며 사용이 간편하다. 정상 고춧가루 경우 2×10^2–2×10^4 CFU/g, 희아리 고춧가루는 2×10^6–4×10^9 CFU/g, 시판 고춧가루에서는 5×10^3–3×10^5 CFU/g의 세균이 검출되었다. 따라서 정상고추와 희아리를 9:1, 5:5, 1:9의 비율(w/w)로 혼합한 불량고춧가루의 경우 세균수는 각각 약 2×10^5–4×10^8 CFU/g, 1×10^6–2×10^9 CFU/g, 2×10^6–4×10^9 CFU/g로서 어느 경우도 시판 고춧가루에 비해 최소한 약 10배가 많아 구별이 가능하였다.

한편 분쇄한 33종의 정상 고추에서는 100-3,700 CFU/g의 효모 및 곰팡이가 발견되었으며 이들 중 11종은 1,000 CFU/g 미만이었다. 사용한 건고추는 구매 후 온전한 형태를 가진 것만 골라 세척이나 온도처리 또는, 다른 화학 처리를 하지 않고 분쇄(꼭지 제거, 씨 함량 10-15%)한 후 측정했기 때문에 이 효모/곰팡이의 수는 우리나라에서 수확되는 정상 건고추들의 일반적인 평균값일 것이다. 한편, 25종의 시판 고춧가루 경우 100-2,900 CFU/g으로 정상 고춧가루와 비슷한 값들을 보였고 희아리 고춧가루들은 1×10^5–3×10^6 CFU/g(한 시료만 90,000 CFU/g로 예외)로, 정상고추와 희아리를 9:1의 비율(w/w)로 혼합했을 경우도 불량고춧가루로 판정이 가능하였다.

이 결과들로 부터 정상, 희아리, 시판 고춧가루에서 세균수와 효모/곰팡이 수간의 상관관계를 조사하였다. Fig. 4에서 동일 샘플내의 이들 사이에는 높은 상관관계가 있으며, 각 그룹(정상 군, 희아리 군, 시판 군) 간에는 분포 위치에 분명한 차이를 보였다. 이 결과를 바탕으로 불량고춧가루에 대한 미생물 판별 기준을 설정하였다. 보관 상태가 잘 유지된 시판 고춧가루들의 경우 정상 고춧가루의 미생물 범위 내에 있다는 점을 고려하면, 정상 고춧가루 판정을 받기 위해서는 최대 효모/곰팡이 수가 5,000 CFU/g,

세균 수는 50,000 CFU/g 이내의 범위에 들어와야 한다. 또한 고춧가루에 10%(w/w) 희아리를 함유한다고 설정했을 경우 세균은 2×10^5 CFU/g, 효모 및 곰팡이는 1×10^4 CFU/g를 가지며 이 균 수들은 불량고춧가루임을 판정하는 기준값이 된다.

불량고춧가루 판정

이 연구에서 불량고춧가루를 판정하는 방법으로 희아리 고유의 화학적 특성과 미생물학적 특성을 조사하였다. 3가지 방법 가운데 naphthalene 유도체의 검출법과 전자현미경에 의한 고춧가루 표면 검사법은 희아리 혼합여부를 결정하기 위한 정성적인 자료를, 미생물 균수 측정법은 정량적인 정보를 제공할 수 있기 때문에 이 3가지 검사 결과를 상호 보완적으로 이용한다면 불량고춧가루 판정에 대한 객관적인 판단을 내리는 것이 가능할 것이다.

감사의 말

이 논문은 2004년 식품의약품안전청에서 시행한 용역연구개발 사업(엄태붕)의 지원으로 수행 되었습니다.

요 약

희아리 고춧가루에 특징적인 표지자를 찾기 위하여 GC/MASS분석, 고춧가루 표면 분석, 미생물 계수법을 수행하였다. 희아리 고춧가루는 정상 고춧가루에서는 발견되지 않은 분자량 204의 1,2,3,5,6,7,8,8α-octahydro-1,8α-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-naphthalene과, 분자량 204의 2-isopropenyl-4α,8-dimethyl-1,2,3,4,4α,5,6,8α-octahydronaphthalene을 함유하고 있었다. 그러나 희아리 시료간의 함량 차이가 10배 이상으로 컸고, 낮은 함량을 지닌 희아리로 불량고춧가루를 제조 시 검출 기준 이하로 떨어지는 문제점이 있었다. 희아리의 전자 현미경 사진은 정상고추의 매끈한 표면과는 다르게 가루 표면이 거칠고 수많은 미생물이 자라고 있음을 보였다. 한편 희아리는 10%(w/w) 희아리가 혼합된 불량고춧가루 경우에도 정상고춧가루와 확실히 구분되는 세균 및 효모/곰팡이 균수의 증가를 나타냈다. 결과적으로 이 3가지 기술에 의한 정성 정량적인 결과를 상호 보완적으로 분석하는 경우 불량고춧가루 판정은 가능하다고 생각된다.

참고문헌

1. Ko, H.J., Choi, J.H., Kim, D.S., Yoo, Y.J., Kyung, K.H.: Mycology of red pepper fruits discolored due to mold growth during sun-drying, Food Sci. Biotechnol. **13**, 627-631 (2004).
2. Cano, J., Guarro, J., Gene, J.: Molecular and morphological identification of *Colletotrichum* species of clinical interest. J. Clin. Microbiol., 42, 2450-2454 (2004).
3. Freeman, S., Katan, T., Shabi, E.: Characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from abocado and almond fruits with molecular and pathogenicity tests. Appl. Environ. Microbiol., **62**, 1014-1020 (1996).
4. Perfect S.E., Hughes, H.B., O'Connel, R.J., Green, J.R.: *Colletotrichum*:A model genus for studies on pathology and fungal-plant interactions. Fungal Genet. Biol., **27**, 186-198 (1999).
5. Yamamoto, N., Matsumoto, T., Ishibashi, Y.: Fungal keratitis caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Cornea, **20**, 902-903 (2001).
6. 식품위해기준팀: 식품의 기준 및 규격(개정현행고시 2008-6호), 식품의약품안전청, 서울, pp. 174-177 (2008) .