[UCI]I804:24011-200000238274

Collection @ chosun

2009年 8月 博士學位論文 全三女

2009年 8月
博士學位論文

*Capsicum annuum*종 고추류의 향미성분 특성 비교

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

全 三 女

Collection @ chosun

*Capsicum annuum*종 고추류의 향미성분 특성 비교

Characteristic of General Chemical Properties and Flavor Components in *Capsicum annuum sp.* Peppers

2009年 8月

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

全 三 女

Collection @ chosun

*Capsicum annuum*종 고추류의 향미성분 특성 비교

指導敎授 金 敬 洙

이 論文을 博士學位 申請論文으로 提出함.

2009年 4月

朝鮮大學校 大學院

食品營養學科

全 三 女

Collection @ chosun

全三女의 博士學位論文을 認准함

委員長　韓國原子力硏究院　　인

委　員　朝鮮大學校　　인

委　員　國立農産物品質管理院　　인

委　員　白石文化大學　　인

委　員　朝鮮大學校　　인

2009年　6月

朝鮮大學校　大學院

Collection @ chosun

목 차

ABSTRACT ····· xii

제1장 서 론 ····· 1

제2장 문헌고찰 ····· 5

제1절 고추의 식품학적 위치와 전망 ····· 5
1. 고추의 정의 및 성분 특성 ····· 5
2. 고추의 영양적 가치와 약리적 효능 ····· 7
가. 영양적 가치 ····· 7
나. 약리적 효능 ····· 8
3. 고추와 식생활 문화 ····· 9
4. 고추의 활용 가치 및 전망 ····· 10
5. 고추의 수출입 현황 ····· 13
6. 국외 생산 동향 ····· 16

제2절 고추의 문헌적 분류 ····· 18
1. 고추종의 식물학적 분류 및 특성 ····· 18
가. *Capsicum annuum* ····· 19
나. *Capsicum baccatum* ····· 20
다. *Capsicum chinense* ····· 21
라. *Capsicum frutescens* ····· 22
마. *Capsicum pubescens* ····· 23
2. 고추과실의 상업적 품종 분류 ····· 26
가. Bell group ····· 26
나. Tomato group ····· 27
다. Pimento group ····· 28

Collection @ chosun

라. Squash 또는 cheese group ····· 29
마. Anaheim chili group (Long green chili group) ····· 30
바. Ceyenne group ····· 31
사. Andho group ····· 32
아. Cuban group ····· 33
자. Jalapeno group ····· 34
차. Small hot group ····· 35
카. Short wax group ····· 36
타. Long wax group ····· 37
파. Tabasco group ····· 38
하. Cherry group ····· 39
갸. Celetial group ····· 40

제3장 재료 및 방법 ····· 41

제1절 실험재료 및 기기 ····· 41
1. 시료 ····· 41
2. 시약 ····· 41
3. 분석기기 ····· 41

제2절 일반성분 및 항산화성분의 분석 ····· 43
1. 일반성분분석 ····· 43
2. 지방산 조성 분석 ····· 43
가. 지방추출 및 표준물질 조제 ····· 43
나. 시료 지방산 methyl ester화 ····· 45
다. 지방산의 GC/MS 분석 ····· 46
3. 항산화성분 분석 ····· 47
가. 항산화 화합물 함량분석 ····· 47
(1) 시액의 제조 ····· 47
(2) 총 flavonoid 함량 측정 ····· 47

Collection @ chosun

(3) 총 phenol성 화합물 함량 측정 ····· 47
나. Vitamin C 분석 ····· 48
(1) Vitamin C 성분 추출 ····· 48
(1) HPLC 분석 ····· 48

제3절 향미성분 분석 ····· 50
1. 유리당 함량 ····· 50
가. 유리당 추출 ····· 50
나. HPLC 분석 ····· 50
2. 유리아미노산 함량 ····· 52
가. 표준용액 조제 ····· 52
나. 유리아미노산 ····· 52
다. 아미노산 분석 ····· 52
3. 매운 맛 성분 분석 ····· 54
가. Capsaicinoid 성분의 추출 ····· 54
나. Capsaicinoid 성분의 정제 ····· 54
다. Capsaicinoid 성분의 표준 검량선 작성 ····· 54
라. HPLC 분석 ····· 54
마. LC/MS에 의한 고추의 구성 capsaicinoid 분석 ····· 56
바. Scoville Heat Unit(ASTA pungency units) 측정 ····· 58
4. 색소 성분 분석 ····· 59
가. Carotenoid 추출 ····· 59
나. 총 carotenoid의 정량 ····· 59
다. LC/MS에 의한 고추의 구성 carotenoid 분석 ····· 60
라. 색도측정 ····· 62
(1) 색소성분 추출 ····· 62
(2) ASTA value 측정법에 의한 색도 측정 ····· 62
5. 휘발성 향기성분 분석 ····· 63
가. 휘발성 향기성분의 추출 ····· 63
나. 휘발성 향기성분의 정량 및 정량 분석 ····· 64

Collection @ chosun

(1) 머무름 지수의 수립 ····· 64
(2) 휘발성 향기성분의 확인 ····· 65
(3) 휘발성 향기성분의 정량 ····· 65

제4장 결과 및 고찰 ····· 67

제1절 일반성분 분석 ····· 67
1. 일반성분 ····· 67
가. 고추의 일반성분 ····· 67
나. 파프리카의 일반성분 ····· 69
다. 칠리의 일반성분 ····· 70
2. 지방산 조성 ····· 71
가. 고추의 지방산 조성 ····· 72
나. 파프리카의 지방산 조성 ····· 74
다. 칠리의 지방산 조성 ····· 76

제2절 항산화성분 분석 ····· 78
1. 총 flavonoid 함량 ····· 78
2. 총 phenol성 화합물 함량 ····· 80
3. Vitamin C 함량 ····· 82

제3절 향미성분의 분석 ····· 84
1. 유리당 함량 ····· 84
2. 유리아미노산 ····· 86
가. 고추의 유리아미노산 ····· 86
나. 파프리카의 유리아미노산 ····· 88
다. 칠리의 유리아미노산 ····· 90
4. 매운맛 성분인 capsaicinoid류의 분석 ····· 92
가. 고추류의 매운맛 성분 ····· 92
나. 매운 정도의 측정 ····· 96

Collection @ chosun

다. Capsaicinoid류 함량 ····· 98
라. 각 품종별 고추류의 구성 capsaicinoid ····· 101
마. SHU의 정의 ····· 104
바. 각 고추류의 매운 정도 비교 ····· 106
5. 색소성분인 carotenoid의 분석 ····· 107
가. 고추류의 carotenoid류의 함량 ····· 107
(1) 고추류의 carotenoid ····· 107
(2) 고추류의 총 carotenoid 함량 ····· 108
(3) 각 품종별 고추류의 구성 carotenoid ····· 109
나. 고추류의 색소성분 ····· 114
다. ASTA 색상값에 의한 고추류의 색소함량 ····· 117
6. 휘발성 향기성분 분석 ····· 119
가. 휘발성 향기성분 분석 조건 수립 ····· 119
(1) 휘발성 향기성분 분석을 위한 조건 수립 ····· 119
(2) n-Alkane의 머무름 지수 ····· 119
나. 고추류의 품종별 휘발성 향기성분 ····· 122
(1) 일반홍고추의 휘발성 향기성분 ····· 122
(2) 매운홍고추의 휘발성 향기성분 ····· 126
(3) 오이고추의 휘발성 향기성분 ····· 130
(4) 녹색 파프리카의 휘발성 향기성분 ····· 134
(5) 황색 파프리카의 휘발성 향기성분 ····· 137
(6) 적색 파프리카의 휘발성 향기성분 ····· 140
(7) 중국칠리의 휘발성 향기성분 ····· 143
(8) 멕시코칠리의 휘발성 향기성분 ····· 147
다. 고추류 향기성분의 비교 ····· 151

제5장 요약 ····· 155

참고문헌 ····· 158

Collection @ chosun

표 목 차

Table 1. Comparison of 'Pimento' and 'Paprika' ····· 3
Table 2. Cultivation and production of red pepper ····· 12
Table 3. Exports of peppers ····· 13
Table 4. Status of export to other countries (2006) ····· 14
Table 5. Import of peppers ····· 14
Table 6. Status of import per item (2005-2006) ····· 15
Table 7. Status of import to other countries (2006년) ····· 15
Table 8. Dried red pepper production of countries (2005) ····· 16
Table 9. Green pepper production of countries(2005) ····· 17
Table 10. Characteristics of *Capsium* species ····· 18
Table 11. A lists of the genus *Capsicum* species ····· 25
Table 12. Fatty acid methyl ester standards ····· 44
Table 13. GC/MS conditions for fatty acid analysis ····· 46
Table 14. HPLC conditions for vitamin C analysis ····· 49
Table 15. HPLC conditions for free sugars analysis ····· 51
Table 16. Auto analyzer conditions for amino acid analysis ····· 53
Table 17. HPLC conditions for capsaicinoids analysis ····· 55
Table 18. Analysis conditions of LC/MS for capsaicinoids ····· 57
Table 19. Analysis conditions of HPLC for carotenoids ····· 61
Table 20. Analysis conditions of LC/MS for carotenoids ····· 61
Table 21. Proximate composition of peppers ····· 68
Table 22. Proximate composition of paprikas ····· 69
Table 23. Proximate composition of chilies ····· 70
Table 24. Fatty acid composition of peppers ····· 73
Table 25. Fatty acid composition of paprikas ····· 75

Collection @ chosun

Table 26. Fatty acid composition of chilies ····· 77
Table 27. Total contents of flavonoid in *Capsicum* sp. ····· 79
Table 28 Total contents of phenolic compound in *Capsicum* sp. ····· 81
Table 29. Vitamin C content in *Capsicum* sp. ····· 83
Table 30. Free sugar contents of *Capsicum* sp. ····· 85
Table 31. Free amino acid contents of peppers ····· 87
Table 32. Free amino acid contents of paprikas ····· 89
Table 33. Free amino acid contents of chilies ····· 91
Table 34. Characteristics of capsaicinoids ····· 94
Table 35. Major capsaicinoids contents of *Capsicum* sp. ····· 99
Table 36. Composition of capsaicinoid of *Capsicum* sp. ····· 102
Table 37. A list of scoville heat units scale ····· 105
Table 38. Scoville heat unit of *Capsicum* sp. ····· 106
Table 39. Total carotenoid contents in *Capsicum* sp. ····· 109
Table 40. The various quality standard of red pepper powder in Korea ····· 115
Table 41. The quality standard of red pepper powder in foreign countries ····· 116
Table 42. ASTA color values of *Capsicum* sp. ····· 118
Table 43. Retention time of n-alkanes for gas chromatographic retention index ····· 120
Table 44. Relative contents of functional groups in identified volatile components from red pepper ····· 123
Table 45. Volatile components identified from red pepper ····· 124
Table 46. Relative contents of functional groups in identified volatile components from hot red pepper ····· 127
Table 47. Volatile components identified from hot red pepper ····· 128
Table 48. Relative contents of functional groups in identified volatile components from improved green pepper ····· 131

dCollection @ chosun

Table 49. Volatile components identified in improved green pepper ····· 132
Table 50. Relative contents of functional groups in identified volatile components from green paprika ····· 135
Table 51. Volatile components identified in green paprika ····· 136
Table 52. Relative contents of functional groups in identified volatile components from yellow paprika ····· 138
Table 53. Volatile components identified in yellow paprika ····· 139
Table 54. Relative contents of functional groups in identified volatile components from red paprika ····· 141
Table 55. Volatile components identified in red paprika ····· 142
Table 56. Relative contents of functional groups in identified volatile components from Chinese chili ····· 144
Table 57. Volatile components identified in Chinese chili ····· 145
Table 58. Relative contents of functional groups in identified volatile components from Mexican chili ····· 148
Table 59. Volatile components identified in Mexican chili ····· 149
Table 60. Comparison of relative contents of functional groups in *Capsicum* sp. ·· ····· 154

Collection @ chosun

그 림 목 차

Fig. 1. Flower and fruits of *Capsicum annuum* ····· 19
Fig. 2. Flower and fruits of *Capsicum baccatum* ····· 20
Fig. 3. Flower and fruits of *Capsicum chinense* ····· 21
Fig. 4. Flower and fruits of *Capsicum frutescens* ····· 22
Fig. 5. Flower and fruits of *Capsicum pubescens* ····· 24
Fig. 6. A picture of general bell group pepper ····· 26
Fig. 7. A picture of general tomato group pepper ····· 27
Fig. 8. A picture of general pimiento group pepper ····· 28
Fig. 9. A picture of general squash group pepper ····· 29
Fig. 10. A picture of general Anaheim chili group pepper ····· 30
Fig. 11. A picture of general cayenne group pepper ····· 31
Fig. 12. A picture of general ancho group pepper ····· 32
Fig. 13. A picture of general cuban group pepper ····· 33
Fig. 14. A picture of general jalapeno group pepper ····· 34
Fig. 15. A picture of general small hot group pepper ····· 35
Fig. 16. A picture of general short wax group pepper ····· 36
Fig. 17. A picture of general long wax group pepper ····· 37
Fig. 18. A picture of general tabasco group pepper ····· 38
Fig. 19. A picture of general cherry group pepper ····· 39
Fig. 20. A picture of general celestial group pepper ····· 40
Fig. 21. Diagram of simultaneous distillation and extraction (SDE) apparatus according to Likens and Nickerson ····· 63
Fig. 22. Analysis of volatile flavor components from pepper ····· 66
Fig. 23. GC/MS chromatogram of fatty acid methyl ester standards ····· 71
Fig. 24. Fatty acid compositions of peppers ····· 73

Collection @ chosun

Fig. 25. Fatty acid compositions of paprikas ····· 75
Fig. 26. Fatty acid compositions of chilies ····· 77
Fig. 27. A basic structure of capsaicinoids ····· 92
Fig. 28. HPLC chromatograms of capsaicin and dihydrocapsaicin standard ····· 97
Fig. 29. The standard curve of capsaicin and dihydrocapsaicin by HPLC analysis ····· 97
Fig. 30. HPLC chromatograms of capsaicn and dihydrocapsaicin in *Capsicum* sp. ····· 100
Fig. 31. Positive ion ESI mass spectra of capsaicinoids in *Capsicum* sp. ····· 103
Fig. 32. HPLC chromatograms (PDA 450 nm) of a direct carotenoid extract of *Capsicum* sp. ····· 111
Fig. 33. Positive ion APCI mass spectra of main carotenoid in *Capsicum* sp. ····· 112
Fig. 34. Structure of main carotenoids in *Capsicum* sp. ····· 113
Fig. 35. GC/MS chromatograms of n-alkane standard mixture ····· 121
Fig. 36. GC/MS chromatograms of volatile components in Red pepper ····· 123
Fig. 37. GC/MS chromatograms of volatile flavor components in hot red pepper ····· 127
Fig. 38. GC/MS chromatograms of volatile flavor components in improved green pepper ····· 131
Fig. 39. GC/MS chromatograms of volatile flavor components in green paprika ····· 135
Fig. 40. GC/MS chromatograms of volatile flavor components in yellow paprika ····· 138
Fig. 41. GC/MS chromatograms of volatile flavor components in red paprika ····· 141
Fig. 42. GC/MS chromatograms of volatile flavor components in Mexican chili ····· 144
Fig. 43. GC/MS chromatograms of volatile flavor components in Chinese chili

Collection @ chosun

..... 148

Fig. 44. Comparison of total volatiles content in *Capsicum* sp. 153

Collection @ chosun

ABSTRACT

Characteristics of General Chemical Properties and Flavor Components in *Capsicum annuum* Sp. Red Peppers

Jeon, Sam-Nyeo
Advisor : Prof. Kim, Kyong-Su, Ph.D.
Department of Food and Nutrition
Graduate School of Chosun University

Red pepper has been used as the one of the most famous spices in Korean foods. In this study, we investigated the theoretical approach and analyzed not only the proximate compositions but also the flavor components with respect to cultivar variety, which are capsaicinoid, carotenoid, volatile flavor compounds, and so on.

Red pepper in Korean food culture Most cultivated pepper variety in Korea is *Capsicum annuum,* and red pepper consumption amounts per person is very high as 2 kg. Characteristic compounds of *Capsicum* are capsaicin (smell of pungency) and capsanthin (red color), and the content of vitamin C is also high.

Classification of *Capsicum* cultivar Major *Capsicum* cultivars included *C. annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens* and *Capsicum pubescens*, and among them, *C. annuum* is cultivated most highly. Various cultivars such as bell pepper and jalapeno, are included in *C. annuum*, and 'aji' is representative of *C. baccatum* which has been originated from

Collection @ chosun

Bolivia. *C. chinense* is most hot cultivar as 'habanero', and 'tabasco' is representative of *C. frutescens*. *C. pubescens*, representative as 'rocoto', is cultivated in the small amount.

Proximate and fatty acids composition Paprikas and improved green pepper had higher moisture content, and ash, crude protein and crude lipid were detected at lower concentration compared to red pepper and chilies. The fatty acids in *Capsicum* sp. were consisted of lauric acid, myristic acid, palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid and linolenic acid. Oleic acid and linoleic acid were the major fatty acids in *Capsaicum* sp..

Anti-oxidant compounds Total flavonoid content ranged from 21.7 to 170 mg/100 g, and it confirmed a high content from the red hot pepper and mexican chili. The contents of flavonoid in improved green pepper and paprika were 21.7 and 56.4 mg/100 g, respectively, and the contents of flavonoid in paprika were not different among the different color.

Total phenolic compound content ranged from 80 to 263 mg/100 g, and it was confirmed high contents in the hot red pepper and the red and the yellow paprikas. Green color fruits, such as improved green pepper and green paprikahad lower contents of 80 and 95 mg/100 g, respectively.

Vitamin C were detected at the high contents in paprika and improved green pepper. However, red color peppers such as chili and hot red pepper, had low contents ranging from 2 to 17 mg/100 g.

Flavor compounds The free sugar contents were high in the all paprika samples. It was confirmed that the red paprika had the highest sugar content of 54.03%, and chilies are lowest. Proline, alanine, serine and arginine were major amino acids in *Capsicum* sp., and essential amino acid content was the highest in paprika.

The total carotenoid contents were 250 mg/100 g in red pepper, 239 mg/100 g

Collection @ chosun

in chinese chili, 172 mg/100 g in mexican chili, 135 mg/100 g in hot red pepper, 59 mg/100 g in red paprika, 47 mg/100 g in improved green pepper, 35 mg/100 g in yellow paprika, and 31 mg/100 g in green paprika, respectively. Red pepper and chili have also high ASTA color value showing the reddest.

Capsaicin and dihidrocapsaicin which were pungenct compounds in *Capsicum* sp. were detected in all sample, except paprika. The ceoncentration of capsaicin was the highest level (72.68 mg/100 g) in hot red pepper, and dihydrocapsicin was the highest concentration in chilies. SHU values, showing hot taste, was the highest in chilies.

Total volatile flavor compounds ranged from 174.4 to 1837.79 mg/kg. Esters and terpenoids were detected as the major compounds, and pyrazines and nitro compounds were also detected indicating the characteristic compounds. The flavor character of green paprika and improved green pepper had high content of nonanoic acid, that was concerned with the grassy odor.

Collection @ chosun

제1장 서 론

우리나라 사람들의 매운맛에 대한 선호도는 세계적으로 매우 높은 편이다. 예로부터 우리 민족의 식생활에 중요한 위치를 차지하고 있는 식재료인 고추(*Capsicum annum* L.)는 남미가 원산지로 우리나라를 비롯한 인도, 인도네시아 등의 동남아시아와 멕시코, 페루 등의 중남미 지역에서 없어서는 안 될 중요한 신미성분의 공급원료로써 각종 음식물의 원료 및 첨가물로 사용되고 있다. 특히 우리나라의 경우 김치와 고추장의 주재료로써 매운맛 이외에도 과실의 붉은색의 정도가 품질을 결정하는 또 다른 중요한 요인이다(1). 고추는 고추장, 김치, 양념 등을 포함한 거의 모든 음식에 사용되는 우리나라의 대표적인 향신료로 정착되어 있다(2).

우리나라에 고추가 들어온 것은 임진왜란 무렵으로 추정되고, 우리 음식에 본격적으로 쓰이게 된 것은 1700년대 이후이다(3). 300여년의 짧은 역사이기는 하나 전통음식에 고추를 다양하게 활용하며 그 특색을 잘 살리고 있어 현재는 세계적으로 고추 소비율이 높은 나라로 꼽히고 있다. 고추의 도입에 관한 우리나라의 옛 문헌에 의하면 광해군 6년(1614년) 이수광이 저술한 지봉유설에 고추를 가리키는 남만초의 기록이 있고, 그 도입경로가 왜국인 까닭에 왜개자(倭芥子)라고도 불렸으며, 가끔 이것을 재배한다는 기록으로 보아 그 이전에 도입된 것으로 추정된다. 이익의 성호사설(1723년경)에서 왜인칭번초 아국칭왜초(倭人稱蕃椒 我國稱倭椒)라 하였고 1715년 홍만선의 산림경제에서는 고추를 남초(南椒)라 하면서 그 재배법을 설명하였다. 1776년 류중임의 증보산림경제에서는 '고추 가운데 짧고 껍질이 두꺼운 한 종이 있어서 이것을 특히 당초(唐椒)라 한다'고 기록되어 있다(3).

우리나라에서 재배되고 있는 고추는 종이 다양할 뿐 아니라 생산량이 매년 증가하여 약 40여 만 톤에 이르고 이중 약 60%는 고춧가루로 가공되고 나머지는 대단위 공장에서 가공되고 있다(4). 현재 우리나라의 고추 주산지는 경상북도와 경상남도이며, 이 두 지역에서는 주로 개량종을 생산하고, 전라북도에서는 재래종이 생산된다(근거). 고추의 출하기는 풋고추는 연중이고, 다홍고추는 6월 중순 이후, 건고추는 7월 하순 이후이다(3). 일반적으로 고추는 신미성 여부에 따라 신미성이 있는 것을 신고추(매운고추, red pepper, hot pepper)와 신미성이 없는 단맛을 내는 고추를 감고추(풋고추, green pepper, sweet pepper)로 구분할 수 있다. Hot pepper는 매운맛이 강한 종으로 한국인이 일반적으로 알고 있는 고추가 여기에 해당된다. 이에 비해

Collection @ chosun

sweet pepper는 파프리카와 피망이 대표적이며, hot pepper에 비해서 매운맛이 훨씬 적다. Hot pepper는 다른 말로 red pepper나 chili pepper 혹은 *Capsicum* pepper로 불린다. 길이와 매운 정도, 그리고 생산지에 따라 고추의 종류는 50여 종이 넘고, 이 중에서 한국산 고추는 *Capsicum annuum* L. 종이 가장 많다(5).

파프리카는 착색단고추라고도 하며 학명이 *Capsicum annuum* L.로 국내 재래종 고추와 같으며, 영명은 sweet pepper 또는 bell pepper다. 일반 피망과 분류학적으로는 동일한 작물에 속하나 종육성과정에서 분화되어 과실의 크기, 색깔 등 외형상 서로 상이한 점이 많으며, 현재 재배되고 있는 착색단고추의 종은 피망과는 완전히 별개로 육성되고 있다. 피망과 착색단고추를 구분하여 그 차이를 Table 1에 나타내었다. 피망은 개화 후 30~40일 후에 40~100g의 과일을 녹색상태로 단기간에 걸쳐 수확하나, 착색단고추는 1개월 정도 더 지난 개화 후 60일 경에 착색된 120~220g의 과일을 장기간에 걸쳐 수확한다는 점이다(6).

한국원예학회에서 발간한 원예학 용어집에는 sweet pepper를 단고추(피망)로 번역하고 있으며, 착색단고추란 용어는 착색된 단고추란 의미로 쓰이고 있다. 일반적으로 우리나라에서는 착색단고추를 파프리카라고 부르고 있으며, 유럽의 경우 모든 고추를 통칭하고 있어 언어권 별로 명칭이 일부 상이하게 사용되고 있다.

파프리카는 1990년대 중반 정부의 시설채소현대화사업에 의해 지원된 유리온실 등 현대적 온실시설이 전국적으로 보급되고 김제의 참샘영농조합법인 중심으로 생산되어 일본에 전량 수출되면서 전국적으로 재배면적이 늘어나기 시작하여 현재 주로 경남과 전남을 중심으로 200 ha정도가 재배되고 있다(7). 처음 파프리카에 대한 국내 소비자의 인식은 서양요리 재료로서 호텔의 식당이나 서양요리를 전문적으로 하는 음식점, 일부 고급음식점에서 구색을 갖추기 위한 생소한 식재료였다. 그러나 파프리카의 생리적 효능에 대해 홍보되면서 신선채소 중 주요 수출품목으로 부각되어 소비시장에 모습을 보이게 되었으며, 차츰 국내 소비율도 늘어나게 되었다. 파프리카는 초록색, 빨강색, 노란색 종이 많이 재배되고 있으며, 유통되는 품목의 선호도는 빨강색, 노란색, 오렌지색 순이다. 현재 우리나라에서 재배되는 주요 색깔 역시 빨강이 62%, 노란색이 31%, 오렌지색이 7%이다(8).

Collection @ chosun

Table 1. Comparison of 'Pimento' and 'Paprika'

구분	피 망	파프리카
학명	*Capsicum annuum* L.	*Capsicum annuum* L.
영명	sweet pepper or bell pepper	sweet pepper or bell pepper
일명	피망	파프리카(점보피망, 칼라피망)
과실색깔	녹색, 적색	적색, 황색, 오렌지색
과중	40~100g	120~220g
재배기간	3~4개월	10개월
수확시기	녹색기(개화 후 30일)	착색기(개화 후 60일)
주요종	뉴에이스	스페셜, 쥬빌리, 부기, 스피리트

제주농업시험장

멕시코가 원산지인 칠리고추는 식품첨가물, 색소, 매운 정도 및 향 등에서 높이 평가받고 있으며, 고추류 중에서도 매운정도가 큰 종들을 chili로 통칭하여 부르고 있다. 이 칠리고추는 최소한 기원전 7500년경부터 아메리카대륙의 식생활에 이용되어 왔으며, 에콰도르 남서쪽의 고고학적 증거들로 6000년전 이후에는 완전히 토착화하였음을 알 수 있다(9,10). 이 후 콜럼버스에 의해 스페인으로 전파되었으며, 필리핀을 비롯한 인도, 중국, 한국, 일본 등 아시아등지까지 퍼지게 되어 오늘날의 고추가 되었다.

일반적으로 고추는 크게 *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum pubescens* 및 *Capsicum baccatum* 등 다섯 종으로 나뉘며, *Capsicum chinense*가 가장 매운 종이다. 이중 우리가 흔히 알고 있는 칠리고추들을 각각 분류하여보면 케이얀(cayenne), 할라피뇨(jalapeño)는 *Capsicum annuum*, 타바스코(tabasco)는 *Capsicum frutescens*, 하바네로(habanero)는 *Capsicum chinense*, 로코토(rocoto)는 *Capsicum pubescens* 그리고 아히(aji)는 *Capsicum baccatum*에 속

Collection @ chosun

한다. 칠리는 오랫동안 멕시코를 비롯한 남미요리에 광범위하게 사용되어져 왔으며 후에 'Tex-Mex'라는 신종 요리문화가 탄생하게 되었다. 이는 텍사스 지역에서 흔히 구할 수 있는 옥수수, 토마토, 칠리 고추, 얼룩콩 등의 재료를 멕시코식으로 조리한 요리이다.

현재 고추는 그 자극적이고 독특한 맛 그리고 여러 항산화성분 및 capsaicin에 의한다는 다이어트효과로 인해 국내뿐만 아니라 고추를 즐기지 않았던 다른 여러 나라에서도 그 관심이 커지고 있다. 실제로 일본의 경우 고추를 이용한 음식이 거의 존재하지 않을 정도로 고추음식이 발달하지 않은 나라들조차도 최근 들어 젊은 여성들을 중심으로 매운 고추음식이 유행되고, 고추 자체에 대한 관심이 고조되어 있다. 현재 유통되고 있는 고추의 종류는 신미를 기준으로 매우 다양하게 분포되어 있다. 소비자들은 파프리카에서부터 매운홍고추에 까지 매운 정도나 요리 목적에 따라 선택하여 사용하고 있다. 예를 들면, 파프리카는 샐러드와 같은 생식위주의 신선채소용으로 주로 소비되며, 매운홍고추와 같은 일반 고추는 신선채소용과 고춧가루 등의 향신채소용의 여러 목적으로 소비되고 있다. 따라서 다용도로 사용되고 있는 이들 고추에 대해 다양하고 과학적인 정보가 제공되어 진다면, 실제로 고추의 영양소를 더욱 효과적으로 섭취할 수 있도록 요리법에 응용할 수 있으며, 그로인해 나아가 지금보다 더 건강한 식생활 문화를 영위할 수 있다.

현재 고추류에 관한 다양한 연구들이 수행되어지고 있다. 그 중 식품으로써의 고추류에 관한 연구들로는 대부분이 영양성분, 휘발성분, 항산화성분 그리고 색소성분에 관한 연구들이 대부분을 이루고 있다. 그러나 이러한 여러 가지 연구 내용들의 대상이 국내 생산과 유통의 대부분을 차지하고 있는 홍고추와 일부 파프리카에 국한되어 있는 실정이다(11-24).

따라서 본 연구에서는 국내의 주요 향신채소인 고추류 중 가장 소비량이 많은 홍고추나 일부 파프리카류 뿐만 아니라 여러 가지 음식에 주로 사용되는 매운홍고추, 오이고추, 칠리 등을 포함한 고추류에 대한 이론적 고찰을 통해 종별 분류, 성분 특성 및 활용가치와 전망에 대해 알아보고자 하였다. 또한, 고추의 종류별 일반성분 및 항산화성분과 주로 매운맛, 유리당, 유리아미노산 그리고 휘발성 향기성분과 관련한 향미성분의 특성을 비교 연구하여 고추류의 식품학적 가치를 증진시키며 과학적 결과의 도출을 통해 식품산업에서의 실질적인 이용성 증진을 위한 기초자료로 활용 하고자 하였다.

Collection @ chosun

제2장 문헌고찰

제1절 고추의 식품학적 위치와 전망

1. 고추의 정의 및 성분 특성

고추는 가지과에 속하는 작물로 열대지방에서는 다년생, 온대지방에서는 1년생인 호광성 채소이다. 현재 우리나라에서 재배되고 있는 고추는 *Capsicum annuum* L.로서 재배 종이 많을 뿐 아니라 넓은 재배면적을 차지하고 있다. 고추의 영명인 'red pepper'는 콜럼버스가 1493년 고추를 스페인으로부터 가져와 후추와 구분하여 명명하였다.

고추를 의미하는 단어인 아히(aji)는 잉카제국에서 일반적으로 사용되었고, 페루지역인 Quechua의 인디언들은 uchu(ucho, ucha)라고 불렀다. 아시아와 아프리카에서 일반적으로 사용되는 chilli 또는 chili는 멕시코와 중앙아메리카 Nahqutl의 인디언 방언으로부터 온 것이다. 미국에서는 영어식의 chili와 스페인어식의 chile가 *Capsicum*속 식물의 매운 과실이나 매운 맛을 표현하는데 사용된다. Pimento는 두껍고 다즙성이며 단맛이 있는 적색고추를 의미하는 스페인어를 영어식으로 바꾼 것이다. 발칸지역의 슬라브족들은 pepperke, piperke, 또는 paparka로 불렀다. 1569년에 이르러 헝가리에서는 paprika로 이름이 바뀌었다.

고추의 속명인 *Capsicum*은 프랑스의 식물분류학자 Josseph Pitton de Tournefort가 1719년에 처음 기술하였다. 종자를 싸고 있는 고추 꼬투리의 모양이 상자와 비슷하다고 하여 상자 또는 봉지를 뜻하는 라틴어 Capsicon으로부터 유래된 것이라고 한다. 다른 한편에서는 그리스어에서 나온 단어로 '씹는다'를 뜻하는 Kaptein 또는 Kapso로부터 유래된 것이라고 하는데 고추를 씹으면 매운 것과 관련이 있다는 설이 있다. 고추의 종명인 *annuum*은 1년생이라는 뜻이다.

우리나라에서는 苦椒, 番椒, 南蠻椒, 南椒, 倭椒, 倭芥子, 倭苦椒, 辣茄 등의 이름으로 불려 왔다. 국내 문헌 중 고추에 대한 최초의 기록인 이수광의 '지봉유설'에는 고추가 남만초, 왜개자로 기록되어 있다. 남만초는 남쪽 오랑캐 땅에서 온 매운 맛의

Collection @ chosun

초피나무(천초)와 비슷한 것이라는 의미로 사용되었다. 왜개자는 왜국을 거쳐 도입된 고추가 겨자같이 매운맛이 있다는 뜻으로 형성되었다. 조선왕조실록에 고추가 고초로 기록된 이래 일반적으로 사용되었다.

고추는 여러 가지 색소들을 보유하고 있으며, 여러 색소 중 붉은색을 나타내는 것은 red carotenoid이며 red carotenoid에는 capsanthin과 capsorubin이 대부분을 차지하고 있다(25). 고추의 매운맛은 capsaicinoid계 물질에 기인하는 것으로 알려져 있으며(26), capsaicin과 dihydrocapsaicin이 주종을 이루고 있고 기타성분이 미량으로 존재한다. 매운 맛을 가진 성분들은 화학구조에 따라 일반적으로 산 아마이드류(acid amides), 구아이야콜 유도체류(guaiacol derivatives) 등으로 분류된다(27). 매운맛의 구아이야콜 유도체들이 우리나라 음식물의 풍미와 매우 깊은 관계가 있는 고추의 매운맛을 내는 성분이다(28). Capsaicin은 매운맛으로 식욕을 증진시켜주며, 김치 또는 기타 식품에서 미생물의 발육을 억제하는 역할을 한다. 또 인체에서 암 세포벽을 경화시킴으로 성장을 억제하는 역할을 해 항암작용의 효과도 있는 것으로 알려져 있다(29).

Collection @ chosun

2. 고추의 영양적 가치와 약리적 효능

가. 영양적 가치

고추는 다양한 비타민을 함유하여 식품영양학적으로 가치가 높고 붉은색소와 매운맛을 함유해서 대표적인 양념채소로 자리 잡고 있다. 고추는 특히 비타민 A와 전구물질인 β-carotene 함량이 높고 비타민 B_1, 비타민 C의 함량도 높은 편이다. 특히, 고추의 매운맛 성분인 capsaicin류는 열에 안정하기 때문에 각종 가열조리에 사용되고 있다. 이러한 고추는 세계적으로 27종이 알려져 있는데, 그 중에서 *C. annuum*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. Pubesense* 등 5종이 주로 재배되고 있다(30).

고추는 비타민 A와 C의 중요한 공급원이 되며, 풋고추 100g당 비타민 C가 220 mg으로 사과의 20배, 귤의 2~3배로 다량 함유되어 있다(31,32). 특히, 비타민 C는 항산화제로 작용하며, 항암효과와 활성산소를 제거하는 항산화 작용, 임파조직 강화, 혈관강화, 전염병 예방, 스트레스의 해소에도 관여한다고 한다. 또한 식사로부터 철분의 흡수를 도울 뿐만 아니라 콜라겐의 합성에 관여하여 튼튼한 뼈를 형성하는 데에도 필요한 것으로 알려져 있다(33,34).

고추 중의 비타민 C는 고추의 매운맛의 성분인 capsaicin 때문에 쉽게 산화되지 않아 조리과정 중 그 손실량이 다른 채소류 보다 적다고 알려져 있다(35).

Collection @ chosun

나. 약리적 효능

고추는 한방에서는 몸을 따뜻하게 하는 성질이 강한 대열(大熱)식품으로 분류되며, 소화기의 기능을 강화하고 혈액순환을 촉진하여 심장이나 혈관의 활동을 활발하게 하는 것으로 알려져 있다. 고추의 성질이 대열이기 때문에 몸을 따뜻하게 하여 혈액 순환을 원활히 함으로서 고추의 이러한 온열작용이 지방을 연소시켜 비만 해소 효과를 나타내는 것으로 보고 있다. 실제로 고추의 효능에 대한 연구에서 발한과 식욕촉진, 건위제 및 구충제로 사용되고 있으며, 양방에서는 항암효과, 진통효과, 감염에 대한 저항력 및 면역력의 증대효과, 혈액순환 촉진, 지방분해 촉진에 따른 다이어트 효과와 피부미용 등에 효과적이라는 사실들이 알려짐으로서 그 용도의 다양화가 급속하게 진행 중에 있다(36).

고추의 매운 성분 축적과 부위별 함량에 관하여 많은 연구가 수행되었는데, capsaicinoid는 태좌에서 생성되며, 과피와 종자에도 격벽 또는 태좌에서 분비된 capsaicinoid의 일부가 휘산·부착되는 것으로 알려져 있다(37,38).

Collection @ chosun

3. 고추와 식생활 문화

고추는 열대 아메리카가 원산지로서 임진왜란 전후에 국내 도입되어 300여년에 불과하지만 우리의 식생활에 뿌리 깊이 토착화된 양념채소 및 신선채소로서 자리매김하고 있다. 고추는 국내 채소재배면적의 20% 이상을 차지하고 있어 재배면적에 있어서나 경제적인 중요성에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 작물이다.

우리나라의 연간 고추 소비량은 약 20만 톤 정도로 고춧가루로 환산할 경우 연간 약 4 kg 정도 소비하고 있으며, 이는 하루 평균 1인당 12.5 g의 정도의 양이다(39). 고추는 종마다 매운 정도가 다른데, 우리나라의 고추는 미국, 인도 등에서 이용하는 것에 비해 비교적 덜 매운 것이 대부분이다.

Collection @ chosun

4. 고추의 활용 가치 및 전망

고추는 고고학적 출토품에 의하면 *C. annuum*이 가장 오래된 것이고, 고추속 전체적인 변이량으로 보면 안데스 산맥 동부의 아마존강 상류지역 즉, 페루와 볼리비아의 접경지 또는 파라과이와 브라질이 접하는 지역에 유전적 변이가 집중되어 있다고 한다.

고추는 멕시코에서 기원전 6500년경의 유적으로부터 *C. annuum*으로 추정되는 종류가 출토되었으며, 기원전 850년경에는 재배가 확실했던 것으로 알려져 있다. 옛날에 야생동물을 수렵하고 야생식용식물을 채집하여 양식으로 하면서 신대륙의 남쪽으로 내려간 사람들에게는 생으로도 먹을 수 있고 건조시켜도 먹을 수 있는 고추가 획기적인 식용식물이 되었다. 고추는 들짐승들의 고기나 물고기의 냄새를 중화시키고 그 보존에도 효과가 있을 뿐만 아니라 항상 식욕을 촉진시켜주고 비타민 A와 C가 많아 영양학적 효과가 있어 이용가치가 높은 채소로 취급되었다.

옥수수, 강낭콩 및 호박 등을 주식으로 하는 중남미지역의 원주민에게는 고추가 최적의 식품이었으므로 그 지역의 야생종을 재배하기 시작했던 것이다. 멕시코에서는 유전적 변이가 많고 젖먹이 때부터 고추의 매운 맛을 구별할 수 있도록 단련을 시킬 정도로 종 및 계통의 분화가 다양한데 주로 *C. annuum*종이다.

고추(*C. annuum* 및 *C. frutescens*)는 야생종이 발견되지 않았으므로 현재 종류와 종이 많은 멕시코에서는 페루로부터 파급된 것인지 또는 멕시코가 발상지인지는 정확하게 밝혀져 있지 않다. 콜럼버스가 1492년 제 1회 항해 때 미대륙으로부터 고추의 과실을 스페인에서 가져왔다고 전해지고 있는데, 이것은 마타(Peter Marter)가 쓴 1493년의 서신 및 콜럼버스의 제 2회 항해(1493년) 때의 찬카(Chanca)라는 내과의가 1494년에 기록한 것에 의한 것이다. 그때 스페인 사람들은 신대륙인 중남미의 고추에 관한 여러 가지 이름을 유럽에 전파시켰는데 멕시코(Assi, Chili), 아이티(Axi) 및 브라질(Quiya)에서 불리던 이름 중 chili만이 지금까지 전해져 쓰이고 있다.

고추는 식품으로써의 역할 뿐만 아니라 우리의 생활 풍속에도 관련이 깊다. 고추의 붉은색은 귀신을 쫓는 효과가 있다고 생각하여 제사음식에는 고추를 사용한 음식을 올리지 않거나, 산모가 사내아이를 낳으면 대문 새끼줄에 숯과 고추를 낀 인줄을 매달아 아기 출산을 알리고 외부인의 접근을 금하는 풍습이 바로 그것이다. 또

dCollection @ chosun

한, 민간에서는 겨울에 신발 바닥에 넣고 다니며 발의 동상을 막는데 쓰이기도 하였으며, 방충효과가 있어 곡물을 보관할 때 마른 고추를 항아리에 함께 넣거나 장을 담글 때 숯과 같이 마른 고추를 넣기도 하였다. 이처럼 우리의 식생활에 향신채소로 많이 쓰이는 고추는 직접 섭취하는 것 외에도 우리의 생활 곳곳에 풍속으로 녹아있음을 알 수 있다.

현재 우리나라 음식에는 김치, 고추장, 젓갈 등에서 고추를 빼고는 도저히 상상할 수 없을 정도로, 고추가 한국음식의 맛을 내는 아주 중요한 신선채소 및 향신료로 자리 잡고 있다.

고추의 생산현황을 살펴보면, 노지 고추의 생산량은 감소되고 시설고추의 생산량이 증가하여 전체적으로 약 30만 톤이 생산되고 있다(Table 2). 한편 세계 생산량은 1600여 만 톤이며 중국이 40%가 넘는 700만 톤을 생산하고 있다.

우리나라 국민 1인당 고추 소비량은 대략 4kg 소비 선을 유지하고 있어 멕시코의 3분의 1수준이지만 다른 나라에 비해서 적은편이 아니다. 고추의 수입추이는 우리나라의 고추생산단가가 높은 이유로 값이 싼 중국산 고추가 계속해서 수입될 것으로 전망되고 있다. WTO 출범이후 1995년부터 매년 4000~6000톤을 중국의 산동성으로부터 수입해오고 있다. 이러한 상황이 계속되면 자급도는 점점 떨어질 것으로 예상되고 있다. 최근에 파프리카의 생산 및 수출량이 아직 적지만 꾸준히 증가하고 있는 것이 주목된다.

Collection @ chosun

Table 2. Cultivation and production of red pepper

연도별	노지고추			시설고추		
	면적 (ha)	생산량 (M/T)	생산액 (억원)	면적 (ha)	생산량 (M/T)	생산액 (억원)
2000	74,471	193,786	10,439	5,659	197,512	4,665
2001	70,736	180,120	11,836	5,517	231,630	6,003
2002	72,104	192,753	9,043	4,620	188,403	4,517
2003	57,502	132,010	8,164	5,334	218,088	5,436
2004	61,894	154,962	9,535	6,485	255,319	4,369
2005	61,229	161,380	8,606	5,213	220,161	2,882
2006	53,097	116,915	-	5,606	236,052	-

2006 채소생산실적(농림통계연보)

Collection @ chosun

5. 고추의 수출입 현황

국내의 고추류 수출은 2000년 8천 2백 톤에서 매년 증가하여 2006년에는 1만 7천 톤, 5천5백만 불에 이르고 있으며, 고추류 수출량의 약 90%는 단고추류이고, 고춧가루나 기타 가공품은 10% 내외를 차지하고 있다(Table 3). 주요 수출국으로는 일본이 전체 수출 물량의 95%를 차지하고 있고, 대만, 미국, 인도네시아 등 30여 개국으로 수출되고 있다(Table 4).

수입 동향을 살펴보면 2000년 6천 3백 톤이 수입된 이후 매년 증가하고 있으며, 특히 최근 들어 냉동고추의 수입량 증가로(전체 수입량의 90%차지) 2006년 수입량과 금액은 각각 10만 4천 톤, 6천 만 불에 이르고 있다(Table 5-6). 수입은 98%가 중국으로부터 이루어지고 있고, 일부가 베트남, 일본, 우즈베키스탄, 인도 등 20여 개국에서 수입되고 있다(Table 7).

Table 3. Exports of peppers

(단위 : 톤, 천$)

연도별	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
물 량(톤)	8,202	14,447	14,437	17,107 (7,607)	18,769 (2,749)	20,608 (2,763)	16,712 (2,109)
수출액(천$)	29,673	40,257	35,785	49,570 (25,309)	54,452 (11,050)	63,530 (10,385)	54,652 (8,919)

2006, 농수산물 유통공사; 2003년부터 ( ) 숫자는 단고추류를 제외한 고추 수출임

Collection @ chosun

Table 4. Status of export to other countries (2006)

국가별	금액(천$)	점유율(%)	물량(톤)	점유율(%)
일본	51,628	94.6	15,703	94.0
대만	833	1.5	278	1.7
미국	751	1.4	230	1.4
인도네시아	625	1.1	238	1.4
홍콩	204	0.4	77	0.5
캐나다	196	0.4	44	0.3
중국	96	0.2	46	0.3
태국	59	0.1	24	0.1
싱가포르	47	0.1	17	0.1
러시아	35	0.1	15	0.1
브라질	31	0.1	8	0.1
합 계	54,505	100	16,680	100

Table 5. Import of peppers

(단위 : 톤, 천$)

연도별	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
물량(톤)	6,345	9,006	7,848	61,305	92,639	83,126	104,858
수출액(천$)	10,815	14,361	12,603	40,051	64,947	51,597	60,081

2006, 농수산물유통공사

Collection @ chosun

Table 6. Status of import per item (2005-2006)

(단위 : 톤, 천$)

품 명	2005년 12월		2006년 12월	
	물량	금액	물량	금액
단고추	10 (0.0)	43 (0.0)	15 (0.0)	48 (0.1)
기타(고추류)	35 (0.0)	34 (0.0)	13 (0.0)	6 (0.1)
고추류(열매)	72,713 (87.5)	33,421 (64.7)	95,656 (91.2)	43,118 (71.7)
건조/파쇄 또는 분쇄하지 않은 것	8932 (10.7)	15,264 (29.6)	8,519 (8.1)	15,369 (25.6)
건조/파쇄 또는 분쇄한 것	1,444 (1.7)	2,877 (5.6)	655 (0.6)	1,540 (2.6)
합 계	83,136 (100)	51,641 (100)	104,858 (100)	60,081 (100)

Table 7. Status of import to other countries (2006년)

국가명	금액(천$)	점유율(%)	물량(톤)	점유율(%)
중국	58,612	97.7	102,515	97.9
베트남	1,093	1.9	2,199	2.1
일본	131	0.2	25	0
우즈베키스탄	90	0.1	47	0
태국	46	0.1	20	0
이스라엘	26	0	8	0
미국	20	0	3	0
인도	14	0	7	0
방글라데시	11	0	6	0
합 계	60,042	100	104,830	100

Collection @ chosun

6. 국외 생산 동향

국가별 생산동향을 살펴보면 고추 재배면적에서 건고추는 인도가 전체의 47.7%로 가장 많고, 다음이 에티오피아, 방글라데시, 미얀마 등의 순이다(Table 8). 풋고추는 중국이 전체 재배면적의 35.6%를 차지하여 가장 많고 다음이 인도네시아, 멕시코, 나이지리아 등이 뒤를 따르고 있다(Table 9).

건고추 생산량은 인도가 가장 많아 전체의 42.5%를 차지하고 있고 다음이 중국 9.3%, 방글라데시 7.2%순이고(Table 8), 풋고추는 중국이 50.5%를 차지하여 가장 많고, 다음이 터키 7.0%, 멕시코 6.5%순이다(Table 9).

Table 8. Dried red pepper production of countries (2005)

국가	재배면적 (천ha)	단수 (kg/ha)	생산량 (천톤)
인도	940 (47.7)	1,170	1,100 (42.5)
에티오피아	290 (14.7)	400	116 (4.5)
방글라데시	155 (7.9)	1,199	185 (7.2)
미얀마	108 (5.5)	648	70 (2.7)
파키스탄	65 (3.3)	1,199	123 (4.7)
베트남	51 (2.6)	1,369	78 (3.0)
중국	37 (1.9)	6,575	240 (9.3)
나이지리아	31 (1.5)	1,032	47 (1.8)
루마니아	30 (1.5)	7,500	30 (1.2)
태국	25 (1.3)	1,032	39 (1.5)
페루	21 (1.2)	1,076	162 (6.2)
네팔	18 (0.9)	800	14 (0.5)
합계	1,972 (100)	-	2,590 (100)

2006, FAO 통계자료

Collection @ chosun

Table 9. Green pepper production of countries (2005)

국가	재배면적 (천ha)	단수 (kg/ha)	생산량 (천톤)
중국	613 (35.6)	20,448	12,531 (50.5)
인도네시아	174 (10.1)	50,11	871 (3.5)
멕시코	92 (5.4)	17,542	1,617 (6.5)
나이지리아	91 (5.3)	7,912	720 (2.9)
터키	88 (5.1)	19,829	1,745 (7.0)
에티오피아	82 (4.7)	969	79 (0.3)
가나	75 (4.4)	3,600	270 (1.1)
한국	70 (4.1)	6,000	420 (1.7)
미국	36 (2.1)	24,617	893 (3.6)
이집트	29 (1.7)	15,862	460 (1.9)
스페인	24 (1.4)	44,472	1,045 (4.2)
합계	1,720 (100)	-	24,385.9 (100)

2006, FAO 통계자료

Collection @ chosun

제2절 고추의 분류

1. 고추 종의 식물학적 분류 및 특성

고추는 가지과에 속하는 작물로 열대지방에서는 다년생, 온대지방에서는 일년생이다. 고추의 주요 재배종은 현재 상업용으로 가장 많이 재배되는 *C. annuum*, 페루와 볼리비아에서 재배되는 'aji'로 대표되는 *C. baccatum*, 멕시코 하바네로와 자메이카 스카치보닛과 같은 가장 매운 고추가 속하는 *C. chinense*, 안데스 'rocoto'를 원형으로 하는 고추는 *C. pubescens*, 매운 타바스코로 대표되는 *C. frutescens*이다. 주요 재배종 5종의 특성은 Table 10과 같다.

Table 10. Characteristics of *Capsicum* species

Species	Characters
Capsicum annuum var. *annuum* L.	• 꽃 : 흰색 • 꽃자루 : 마디 당 1개, 방향은 대부분 하향이나 상향 종도 있음 • 종자 : 매끈하며 노란색
Capsicum baccatum var. *pendulum* Wild.	• 꽃 : 꽃잎에 황색 또는 연녹색 점무늬를 가진 흰색 • 꽃자루 : 마디 당 1~2개, 방향은 상향 또는 하향 • 종자 : 매끈하고 노란색
Capsicum chinense Jacq.	• 꽃 : 흰색 • 꽃자루 : 마디 당 3~5개이며, 방향은 하향 • 종자 : 노란색이고 가장자리에 주름이 있음 • 과병과 꽃받침의 접점부분이 잘록함
Capsicum frutescens L.	• 꽃 : 광택이 있으며 흰색 또는 연녹색 • 꽃자루 : 길고 가늘며, 마디 당 2개, 방향은 상향 • 종자 : 주름이 없고 노란색
Capsicum pubescens Ruiz and Pav.	• 꽃 : 기부에 흰색을 가진 보라색 • 꽃자루 : 마디 당 1~2개, 방향은 상향 또는 하향 • 종자 : 검정색, 주름이 있고 휘어져 있음 • 줄기와 잎에 털의 밀도가 아주 높음

Collection @ chosun

가. *Capsicum annuum*

Fig. 1. Flower and fruits of *Capsicum annuum*.

*Capsicum annuum*은 멕시코에서 발생 되었을 것으로 추정되며, 콜럼버스 이후 유럽, 아프리카, 아시아 등으로 전파되어 각지에서 많은 종이 발달되었고, 가장 넓은 지역에서 재배되고 있으며, 현재 우리나라에서 재배되고 있는 거의 모든 고추는 여기에 속한다. 맵지 않은 단고추에서부터 매운 'jalapeno'에 이르기까지 여러 가지 고추들이 *C. annuum*에 속한다. 단고추 또는 매운 맛이 적은 종은 미국의 california wonder, ancho, 인도의 simla, kashimiri, 헝가리의 paprika, 스페인의 pimiento 등이 있고, 매운 종은 미국의 coral gem cayenne, louisiana sport, 인도의 sannam, jwala, 멕시코의 jalapeno, chilitepins, 일본의 hontaka, 케냐의 funtua, 아프리카의 sierra leone 등과 우리나라의 청양 등의 고추 종들이 속한다.

대부분 많은 측지를 가지고 있으며 초장은 25~150 cm로 잎 모양은 타원형이고 잎의 끝은 뾰족한 모양으로 단순하나 크기는 다양하다. 잎의 길이는 2.5~9 cm, 폭은 1.5~4 cm이다. 가장자리는 매끈하고 잎의 앞면은 진녹색이고 뒷면은 연녹색이며, 엽맥은 가끔 짧은 톱니형으로 신장되어 있다.

꽃잎색은 대부분 우유 빛의 흰색이며, 푸른색을 띤 흰색과 보라색꽃이 드물게 나타난다. 꽃은 바퀴모양으로 직경 1~2 cm로 꽃잎 수는 5~7개이며 꽃은 마디 당 한 개가 핀다. 한마디에 여러 개의 꽃이 피는 것처럼 보이는 것은 여러 개의 단축된 마

Collection @ chosun

디 각각에 한 개씩의 꽃이 피어있는 것이다. 꽃자루 방향은 하향이나 드물게 상향도 있다. 꽃잎 열편은 항상 직선이고 꽃받침은 통모양을 형성하며, 꽃잎의 수와 같은 톱니가 있고 길이는 신장되어 과실의 기부를 감싸고 있다.

과실은 대부분 하향이나 상향도 있다. 과실의 모양, 크기, 색, 매운 맛은 매우 다양하다. 과형은 가늘고 긴 세장형부터 둥근형까지 매우 다양하며 과실의 길이는 1~30 cm, 폭은 1~9 cm정도이다. 미숙과일 때는 녹색이나(일부종은 흰색) 숙과일 때는 일반적으로 광택이 나는 진한 적색에서 적색을 띤 갈색, 오렌지색을 낀 노란 색, 보라색이다.

나. *Capsicum baccatum*

Fig. 2. Flower and fruits of *Capsicum baccatum*.

*Capsicum baccatum*은 고추 탄저병 등 주요 병에 대한 내병성 자원이 많은 종으로 볼리비아에서 발생된 것으로 추정되며, 콜롬비아 남부, 에콰도르, 페루에 걸친 안데스와 볼리비아, 브라질 남부, 아르헨티나 북부에 걸친 지역으로부터 브라질의 동부해안지방까지 널리 분포하고 있다. 어원은 딸기와 모양이 비슷하다는 데서 유래되었으며, 주요 종은 남아메리카의 북부지역과 중부지역의 aji, 갈색고추인 piris, 그리고 cusqueno 등이 있다.

덤불성의 초본으로 목본성의 줄기를 가지고 있으며, 줄기에 약간의 털이 있고, 초

Collection @ chosun

장은 50~150 cm, 잎은 타원형이고 끝은 뾰족하다. 잎의 길이는 12~15 cm, 폭은 6~8 cm이고 엽병의 길이가 특히 길다. 꽃의 직경은 1.5~2.5 cm, 꽃잎 기부에 두 개의 특징적인 노란색 점무늬 또는 연노란색의 반점이 있으며, 약주머니는 노란색이고, 꽃받침은 톱니모양이다. *C. baccatum* var. *pendulum*은 마디 당 한 개의 꽃이 피나 가끔 두 개의 꽃이 피는 종도 있다. 꽃자루는 상향이거나 하향이고, 꽃잎은 흰색이거나 녹색을 띤 흰색이며, 꽃잎은 항상 약간 뒤고 말려 있다.

착과방향은 하향에서 상향까지이며, 과실의 모양과 크기는 *C. annuum*과 같이 다양하다. 과실의 길이는 2~14 cm, 폭은 1~2.5 cm 정도이다. 과색은 미숙과일 때는 희색, 노란색 또는 녹색이고 숙과일 때는 오렌지색, 노란색에서 적색까지 있다. 종자는 노란색을 띤 갈색이다.

다. *Capsicum chinense*

Fig. 3. Flower and fruits of *Capsicum chinense*.

*Capsicum chinense*은 열대 아메리카에서 광범위하게 재배되고 특히 아마존 지역에서 가장 일반적으로 재배되는 고추이다. 아마존 강 서부 유역의 낮은 정글지역에서 발생된 것으로 추정되며, 카리브해안과 멕시코 남부, 볼리비아와 브라질까지 전파되었다. 고추 내에서 형태적 특성이 가장 다양하게 나타나며 라틴아메리카에서 널리 재배되고 있는 종이다. 과실이 크고 과육이 두꺼운 편이며 매운맛과 향이 강하여

Collection @ chosun

향신료로 널리 이용되고 있다. 매운맛이 강한 것으로 널리 알려진 'habanero' 종이 이에 속한다.

마디 당 2~5개의 꽃이 피고 개화 시 꽃자루 방향은 상향으로 발생하나 신장하면서 아래로 휘어져 하향이다. 꽃자루는 두껍고, 꽃잎은 녹색을 띤 흰색이며, 꽃받침은 톱니바퀴모양이 없다.

숙과는 꽃받침과 꽃자루와의 접점 아래에 항상 잘록한 부분(annular construction)을 가지고 있다. *C. chinense*와 *C. frutescens*를 구별하는데 유일한 형태적 특징은 꽃받침과 꽃자루와의 접점 아래에 잘록한 부분(annular construction)의 유무이다.

과실은 길이가 1~12 cm까지 다양하고, 과형은 둥근형에서 세장형까지 다양하며 과실 표면은 매끈하거나 주름이 있다. 과실은 단단하고, 숙과의 색은 다양하여 적색, 분홍색, 오렌지색, 노란 색, 또는 갈색이다. 종자는 노란 색이며 모양은 매끈하고, 가장자리에 주름이 있다.

라. *Capsicum frutescens*

Fig. 4. Flower and fruits of *Capsicum frutescens*.

여러 면에서 *C. annuum*이나 *C. chinense*와 비슷하여 구별이 쉽지 않다. *C. frutescens*는 미국 남동부에서 아르헨티나까지 발견되는 종이다. 콜롬비아와 페루의 낮은 지대인 아마존강 서부 유역이 발생지로 추정되며, 저지대의 열대 아메리카에서

Collection @ chosun

는 야생형이지만 준재배화된 식물이다. 이차적으로 남동아시아 지역에도 널리 분포하여 인도와 폴리네시아에서도 재배된다. 주요 종은 동아프리카의 bird's eye, 파푸아뉴기니의 chilli pequins, 미국과 멕시코의 타바스코 등이 있다.

다년생(2~3년)으로 측지성이 강한 관목성이다. 초장은 50~100 cm로 *C. annuum*과 유사하나 주지의 아랫부분은 목본성이다. 잎은 넓고 엽형은 타원형에서 장타원형이며 끝은 창끝 모양이다. 잎은 길이가 12 cm까지 폭은 11.5 cm까지로 *C. annuum*에 비해 크게 자라며, 가장자리는 매끈하고, 잎의 앞면은 진녹색이고 뒷면은 연녹색이다.

꽃은 작고, 바퀴모양으로 광택이 있으며 흰색이나 연녹색이다. 흔히 마디 당 2~5개의 꽃이 핀다. 환경조건에 따라서는 마디 당 한 개의 꽃이 피는 수도 있다. 꽃자루는 길고, 가늘며, 개화 시 꽃자루는 하늘을 향하나 꽃은 아래를 향한다. 꽃잎의 가장자리는 흔히 뒤로 향하나 꽃은 아래로 향한다. 꽃잎의 가장자리는 흔히 뒤로 말려 있다. 숙과는 꽃받침과 꽃자루와의 접점 아래에 잘록한 부분(annular construction)이 없으나 흔히 불규칙적으로 주름이 져 있다. 약주머니의 색은 파랑색에서 보라색까지 있다. 꽃받침은 일직선이며, 아주 약하게 톱니모양을 가진다.

과실은 작고 가늘며 종자가 많다. 모양은 다양하고 길이는 0.7~3.0 cm이고 폭은 0.3~1.0 cm이다. 끝은 뾰족하거나 둥그스름하다. 과실색은 오렌지색에서 노란색을 띤 흰색까지 종에 따라 다양하다. 다즙성의 부드러운 조직감을 가진다.

마. *Capsicum pubescens*

*Capsicum pubescens*은 중앙아메리카 안데스 산맥의 고원지대에 주로 자생하며 안데스산맥, 페루와 볼리비아의 고산지대(1,500~3,000 m)를 제외한 다른 지역에서는 잘 재배되지 않는 종이다. 초기에는 가정 소비용으로만 재배되었으나, 지금은 고산지역에서 상업적으로 유통되고 있어 현재 페루, 에콰도르, 멕시코 등의 고원지대에서 환금작물로 재배되고 있다. 일반적으로 가장 많이 알려진 종은 'rocoto'이다.

잎과 줄기에 털이 많은 초본성의 관목으로 초장이 30~70 cm, 잎의 길이는 10~15 cm, 폭은 4~6 cm이고, 잎은 타원형으로 끝은 뾰족하다. 꽃의 직경은 1.3~1.6

Collection @ chosun

cm로, 털이 있고 톱니모양을 한 꽃받침이 있다. 꽃잎은 기부에 흰색을 가진 보라색이고 꽃잎 기부에 점무늬는 없으며, 꽃잎은 직선으로 마디 당 한 개의 꽃이 핀다. 개화 시 꽃자루 방향은 상향이나 꽃은 아래를 향하고, 약주머니색은 보라색이다.

Fig. 5. Flower and fruits of *Capsicum pubescens*

과실은 주로 둥근형으로 직경이 2~4 cm정도이며, 과색은 미숙과에서 오렌지색, 완전히 익었을 때는 적색이다. 과육이 두껍고 즙이 많으며, 매운 맛은 약한 종에서 아주 매운 종까지 다양하다. 종자는 비틀어진 모양이며, 종자색은 미숙과일 때는 노란색이나 숙과일 때는 검정색이다.

Collection @ chosun

Table 11. A lists of the genus *Capsicum* species

Capsicum	New world distribution
annuum L.	Colombia north to southern United States
baccatum L.	Argentina, Bolivia, Brazil, Paraguay, Peru
buforum Hunz.	Brazil
campylopodium Sendt.	South Brazil
cardenasii Heiser & Smith	Bolivia
chacoense Hunz.	Argentina, Bolivia, Paraguay
chinense Jacq.	Latin and South America
coccineum (Rusby) Hunz.	Bolivia, Peru
cornutum (Hiern) Hunz.	South Brazil
dimorphum (Miers) O.K.	Colombia
dusenii Bitter	Southeast Brazil
eximium Hunz.	Argentina, Bolivia
glapagoensis Hunz.	Ecuador
geminifolium (Dammer) Hunz.	Colombia, Ecuador
hookerianum (Miers) O.K.	Ecuador
lanceolatum (Greenm.) Morton & Standley	Mexico, Guatemala,
leptopodum (Dunal) O.K.	Brazil
minutiflorum (Rusby) Hunz.	Argentina, Bolivia, Paraguay
mirabile Mart ex. Sendt	South Brazil
parvifolium Sendt.	Colombia, Northeast Brazil, Venezuela
praetermissum Heiser & Smith	South Brazil
pubescens Ruiz & Pav.	Latin and South America
scolnikianum Hunz.	Peru
schottianum Sendt.	Argentina, South Brazil, Southeast Paraguay
tovarii Eshbaugh, Smith & Nickrent	Peru
villosum Sendt.	South Brazil

Collection @ chosun

2. 고추류의 상업적 분류

원예산업에서는 종의 판별과 달리 매운 맛의 정도와 과실의 모양과 크기에 따라 분류하여 다음과 같이 매우 다양한 일반명과 상업적 명칭이 사용된다(40).

가. Bell group

Bell group은 과실이 크고 사각형이며, 3~4개의 과실어깨가 있어 과실이 정방형이거나 장방형이다. 과실기부에 비해 끝이 약간 뾰족하며, 과실색은 미숙과일 때는 녹색이고 익었을 때 밝은 적색으로 변화한다. 몇 가지 종들은 미숙과일 때 연녹색이고 숙과일 때는 오렌지색, 빨강이 되며 약간 매운 맛을 지닌 종들도 있지만 일반적으로 달아 신선 채소용, 샐러드, 스프, 피자, 건조 가공, 통조림 등으로 이용된다.

Fig. 6. A picture of general bell group pepper.

Collection @ chosun

나. Tomato group

Tomato group의 과실은 tomato와 매우 비슷하며, 납작하고 4개의 어깨를 가지고 있다. 주로 피클이나 통조림 또는 신선채소 등으로 이용된다.

Fig. 7. A picture of general tomato group pepper.

Collection @ chosun

다. Pimiento group

과실이 짧지만 크고 심장형 모양의 원추형으로, 과피가 두껍고 익었을 때 빨강색의 과육을 가졌다. 매운 맛이 없고 색과 향기가 우수하여 신선 채소용, 토핑, 샐러드, 스프, 치즈, 육가공, 통조림 등으로 이용된다.

Fig. 8. A picture of general pimiento group pepper.

Collection @ chosun

라. Squash 또는 cheese group

과실의 크기는 다양하며, 길이는 짧고 폭은 넓은 형이다. 굴곡이 있거나 둥근형으로 납작하거나 끝이 약간 뾰족한 특징을 가지고 있으며, 과육은 중간이거나 두꺼운 편이며 매운 맛은 없다. 과색은 녹색이거나 연 노란색이며, 숙과일 때는 빨강색이다. 주로 가공, 통조림. 피클, 장식 등으로 이용된다.

Fig. 9. A picture of general squash group pepper.

Collection @ chosun

마. Anaheim chili group (Long green chili group)

과실이 길고 가늘며, 길이는 12~20 cm이고 폭은 1.8~4.3 cm이다. 끝으로 갈수록 가늘어지며 끝은 둥그스름하고 과육 두께는 중간이다. 미숙과는 녹색에서 진녹색까지 있고, 익었을 때는 빨강색이다. 중간 매운 맛에서 단 맛까지 다양하다. 통으로 건조하여 이용하거나, 가루로 이용, 색소 추출용으로 이용(특히 paprika)(혹시 bell group?), 통조림(녹색과실), 소스 등 다양한 멕시코 요리에 이용된다.

Fig. 10. A picture of general Anaheim chili group pepper.

Collection @ chosun

바. Cayenne group

과실이 가늘고, 끝이 뾰족하고 약간 휘어져 있으며 길이가 12~24 cm, 과실폭은 1.2~2.5 cm이다. 과육은 얇고 미숙과일 땐 녹색이고 숙과일 때는 빨강색이다. 특히 익었을 때는 모양이 쭈글쭈글하여 부정형이다. 매운 맛이 강하다. Cayenne long red, cayenne long slim은 숙과일 때 적색 종이고, pasilla는 길고 반짝이며 미숙과일 때는 검은 청색을 띤 녹색이며 숙과일 때는 초콜릿 갈색이다.

Fig. 11. A picture of general cayenne group pepper.

Collection @ chosun

사. Ancho group

과실이 크고 심장형이다. 길이는 10~15 cm이고 폭은 5~7.5 cm이다. 과실의 표면은 부드럽고 과육은 얇으며, 약간 매운 맛이 있다. Ancho, mexican chili, mulato가 있으며 mulato는 미숙과일 때 검은 빛을 띤 녹색이며 익었을 땐 갈색을 띤 검은 색이다.

Fig. 12. A picture of general ancho group pepper.

Collection @ chosun

아. Cuban group

과실은 길이가 7.5~15 cm이고 폭은 1.2~5 cm이다. 미숙과일 때는 노란색을 띤 녹색이고, 익었을 때는 빨강색이다. 과육이 얇고, 부정형이며 끝이 뭉툭하고 약간 매운 맛이 있다. 신선채소용, 샐러드, 피클, 볶음 등으로 이용된다.

Fig. 13. A picture of general cuban group pepper.

Collection @ chosun

자. Jalapeno group

과실은 길쭉한 모양으로 길이는 5~7 cm이고 폭은 2.5~5 cm이며, 둥그스름한 원통형이다. 과피는 매끈하고 과육은 두껍고 미숙과일 때는 진녹색이고 숙과일 때는 빨강색이다. 숙과일 때 과피에는 코르크질의 net가 형성되는 종도 있고 net 형성이 안 되는 종도 있다. 모양은 다양하고 매운 맛이 강하다. 녹색과일 때는 통조림이나 신선채소용, 숙과일 때는 건조하여 소스 등으로 이용된다.

Fig. 14. A picture of general jalapeno group pepper.

dCollection @ chosun

차. Small hot group

과실은 가늘고 길이는 3.7~7.5 cm, 과실폭은 0.6~2.5 cm이다. 과육은 중간에서 얇은 것까지 있다. 미숙과일 때는 녹색이고 숙과일 때는 빨강색이다. 아주 매운 고추이다. Fresno chili, serrano는 미숙과일 때 수확하며, red chili, chili de aebol, jalapeno chili, santaka, hontaka 등이 있으며 신선청과, 건조하여 가루로 만들어 소스와 양념 등으로 이용된다.

Fig. 15. A picture of general small hot group pepper.

Collection @ chosun

카. Short wax group

과실은 길이가 5~7.5 cm이고 폭은 2.5~5 cm이다. 미숙과일 때는 노란색이고 숙과일 때는 오렌지색, 빨강색으로 바뀐다. 과실표면은 매끈하고 과육은 중간에서 두꺼운 것 까지 있다. 과실 어깨보다 끝이 좁아진다. 신선채소용, 피클, 가공용 소스 등으로 이용된다.

Fig. 16. A picture of general short wax group pepper.

Collection @ chosun

타. Long wax group

과실은 길이가 7.5~10 cm이고 폭은 1.8~3.1 cm이다. 미숙과일 때는 노란색이고 숙과일 때는 빨강색이다. 끝은 뾰족하거나 뭉툭하다. 신선채소용, 피클, 소스, 통조림, 양념 등으로 이용된다.

Fig. 17. A picture of general long wax group pepper.

dCollection @ chosun

파. Tabasco group

과실 길이가 2.5~7.5 cm이고 폭은 0.6 cm이다. 미숙과일 때는 노란색에서 노란색을 띤 녹색이며 익었을 땐 빨강색이다. 모양은 가늘고 끝이 뾰족하다. *C. frutescens*에 속하는 아주 매운 종으로 피클을 만드는데 주로 이용된다. 피클, 식초소스, tabasco 소스 등으로 이용된다.

Fig. 18. A picture of general tabasco group pepper.

Collection @ chosun

하. Cherry group

과실이 둥글거나 납작하며 하늘을 향하여 달린다. 미숙과일 때는 녹색이고 숙과색은 주황색, 빨강색에서 진한 빨강색까지 있다. 단고추에서 매운 고추까지 있다. 과육은 두껍다. 매운 맛을 내는 양념으로 주로 이용된다. 피클 등으로 이용된다.

Fig. 19. A picture of general cherry group pepper.

Collection @ chosun

갸. Celestial group

과실이 하늘을 향하여 달린다. 모양은 원뿔의 형태를 하고 있으며 과실 길이는 2~5 cm로 작다. 색깔이 아주 아름답다. 한 식물체에 노란색에서 적색, 보라색 고추가 달린다. 관상용으로 주로 재배된다.

Fig. 20. A picture of general celestial group pepper.

Collection @ chosun

제3장 재료 및 방법

제1절 실험재료 및 기기

1. 재료

실험에 사용한 일반홍고추, 매운홍고추, 오이고추 및 파프리카(녹색, 황색, 적색)는 전남지역에서 재배된 것을 구입하였으며, 칠리는 멕시코와 중국에서 직접 구하였다.

일반성분 실험용을 제외하고 실험의 편의를 위하여 모두 동결건조한 것을 사용하였다.

2. 시약

본 연구에 사용한 모든 시약은 특급시약을 사용하였고, 각 성분의 분석을 위한 표준물질(capsaicin, dihydrocapsaicin, ascorbic acid, gallic acid, quercetin, β-carotene)은 Sigma(USA)에서 구입하였다. 추출 및 기기분석(GC/MS, HPLC)에 사용한 n-pentane, diethylether, n-hexane, acetone, methanol 및 acetonitrile 등 유기용매는 Fisher Scientific(USA)에서 HPLC grade로 구입하여 사용하였다.

3. 분석기기

본 실험에 사용한 모든 유기용매는 Wire spiral packed double distilling 장치(Normschliff, Geratebau, Germany)에서 증류하였고, 시료의 전처리를 위해 Ultra turrax(IKA Labortechnik, Germany)와 원심분리기(MF 300, Hanil Science Industrial, Korea)를 사용하였으며, rotary vacuum evaporator(Büchi, Switzerland)를 이용하여 용매를 제거하였다.

시료에서 지방을 추출하기 위해 Soxhlet 장치를 이용하였고, capsaicinoid류 및 capsanthin의 정량 분석을 위하여 on-line degasser가 설치된 Surveyor MS pump,

Collection @ chosun

Surveyor auto-sampler, Surveyor PDA detector로 구성된 HPLC (Thermo Finnigan, USA)를 이용하였다.

Collection @ chosun

제2절 일반성분 및 유용성분 분석

1. 일반성분 분석

모든 시료는 증류수로 수회 세척하였고, 시료로 사용하기 위해 가식부를 취하였다. 채취한 가식부는 blender를 이용하여 균질화 하였고, 이를 수분함량과 회분함량을 측정하기 위한 시료로 하였다.

일반성분(수분, 조회분, 조단백, 조지방)은 AOAC법(41)에 따라 각각의 방법으로 측정 하였으며, 모든 실험은 3회 이상 반복실험 하였고, 결과값은 각각의 값들의 평균값으로 하였다.

2. 지방산 분석

가. 지방추출 및 표준물질 조제

지방산 조성 분석에 사용할 지질성분은 Soxhlet 추출장치를 이용하여 추출 하였다.

지방산 표준물질은 C_8~C_{24}(Supelco)의 지방산 methyl ester 표준물질(Table 12)을 n-hexane에 용해하여 농도로 조제하였고, 각각을 GC/MS로 분석하여 비교하였다.

Collection @ chosun

Table 12. Fatty acid methyl ester standards

Fatty acid methyl esters
Octanoic acid(C_8) Methyl ester(ME)
Capric acid(C_{10}) ME
Dodecanoic acid(C_{12}) ME
Myristic acid(C_{14}) ME
Palmitic acid(C_{16}) ME
Stearic acid(C_{18}) ME
Arachidic acid(C_{20}) ME
Docosanoic acid(C_{22}) ME
Tetracosanoic acid(C_{24}) ME
Palmitoleic acid($C_{16:1}$) ME
Oleic acid($C_{18:1}$) ME
Linoleic acid($C_{18:2}$) ME
Linolenic acid($C_{18:3}$) ME

Collection @ chosun

나. 시료 지방산 methyl ester화

고추류의 지방산 조성을 분석하기 위하여 AOCS의 BF_3-MeOH을 이용한 methyl ester화 방법을 이용하였다. Soxhlet을 이용하여 추출한 지방 25 mg을 정확히 칭량하여 tube에 넣고, 0.5N NaOH/methanol 1.5 mL와 IS($C_{11:0}$; undecanoic acid methyl ester) 1 mL를 가하여 혼합하고 100℃에서 5분간 가열하여 가수분해하였다. 위의 가수분해물을 냉각한 후 tube에 2 mL BF_3-methanol 용액을 가하고 질소치환 한 다음 다시 100℃에서 30분간 가열하여 methyl ester화하였다. 이를 30~40℃로 식힌 다음 n-hexane 1 mL를 가하고 30초 동안 교반한 후 즉시 포화 NaCl 5 mL를 가하고 잘 섞어주었다. 모든 과정은 교반하기 전 N_2 gas로 치환하여 실시하였다. 전 과정이 끝나면 실온으로 식힌 다음 분리된 n-hexane층을 무수 Na_2SO_4로 수분을 제거하고 여과한 후 vial에 취하고, 남아있는 여액에 다시 n-hexane 1 mL를 가한 후 n-hexane층을 vial에 합하여 N_2 gas 기류 하에서 1 mL로 농축하여 GC/MS 분석하였다.

Collection @ chosun

다. 지방산의 GC/MS 분석

고추류(일반홍고추, 매운홍고추, 오이고추, 파프리카 3종, 멕시코칠리, 중국칠리)의 지방산 조성을 확인하기 위하여 Shimadzu사 GC/MS(QP-5050)를 사용하였으며, 시료의 이온화는 electron impact ionization(EI) 방법으로 행하였다. GC/MS 분석조건은 ionization voltage를 70 eV로 하였고, ion source temperature는 250℃로 하였다. 또한 분석할 분자량의 범위(*m/z*)는 40~350으로 설정하였다. Capillary column은 DB-WAX(30 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, J&W, USA)를 이용하였다. 온도 프로그램은 80℃에서 230℃까지 10℃/min 속도로 승온하고 15분간 유지시켰다. Carrier gas로는 helium을 사용하였으며 유속은 1.5 mL/min으로 하였다. 시료는 1 μL를 주입하였고 split ratio는 1:10으로 하였다(Table 13).

고추시료에 함유되어 있는 지방산 종류와 조성 차이는 지방산 methyl ester 표준물질을 GC/MS 분석한 결과에서 확인된 retention time 및 mass spectrum과 비교하여 확인하였다.

Table 13. GC/MS conditions for fatty acid analysis

Column	DB-WAX (30 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness)
Carrier gas	Helium(1.0 mL/min)
Temp. program	80℃-10℃/min-230℃(5 min)-2℃/min-250℃
Injector	250℃, split ratio 1:10
Ion source & interface	250℃
Ionization	Electron impact ionization(EI)
Ionization voltage	70 eV
Mass range(*m/z*)	40~350
Injection volume	1 μL

Collection @ chosun

3. 항산화성분 분석

가. 항산화 화합물 함량분석

(1) 시액의 제조

총 flavonoid와 총 phenol 함량을 측정하기 위하여 동결건조 후 분말화한 건시료 500 mg에 50 mL의 75% ethanol을 가하고 30분 동안 초음파 추출하였다. 이를 Whatman paper로 여과하고, 75% ethanol로 50 mL까지 정용한 후 Sep-pak C_{18} cartridge로 정제한 후 바로 실험에 사용하였다.

(2) 총 flavonoid 함량 측정

총 flavonoid 함량 측정은 Davis법을 변형한 방법(42)에 따라 ethanol 추출 시액 1 mL에 diethylene glycol 10 mL을 첨가하고, 다시 1 N NaOH를 1 mL을 넣고 37℃ 수조에서 1시간 동안 incubation한 후 spectrophotometer로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 시약으로는 quercetin을 사용하였다.

(3) 총 phenol성 화합물 함량 측정

총 polyphenol 함량 측정은 Folin-Denis의 방법(43)에 의해 비색 정량하였다. 즉, 시료 1 mL에 Folin reagent 1 mL를 가하여 3분간 정치한 후 10% Na_2CO_3 1 mL를 혼합하고 1시간 실온에서 방치하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준시약으로는 gallic acid를 사용하였다.

Collection @ chosun

나. Vitamin C 분석

(1) Vitamin C 성분 추출

동결 건조한 시료 1 g을 취하여 10 mL의 5% metaphosphoric aicd를 가하고 현탁 후, 원심분리를 행하여 추출(5000 rpm, 10 min, 4℃), 여과(Whatman paper filter, No.4)하고, Sep-Pak C_{18} cartridge로 색소 및 단백질 성분을 제거하였다. Sep-Pak C_{18} cartridge에 methanol을 10 mL 정도 흘려준 후, H_2O를 10 mL 정도 흘려주고, filter되는 첫 시료의 5 mL 정도는 버리고 그 다음 시료를 HPLC 분석을 위한 본 시료로 사용 하였다.

(2) HPLC 분석

Vitamin C를 분석하기 위하여 two pump system으로 이루어져 있는 HPLC (Thermo Finnigan, USA)에 μ-Bondapak C_{18} (4.6 mm i.d. × 250 mm, 5 μm) 컬럼을 장착하고 이동상은 25 mM KH_2PO_4와 methanol을 97:3 (v/v)의 구배율로 하여 1.0 mL/min의 유속으로 흘리면서 시료를 10 μL 주입하여 UV detector 230 nm에서 검출하고, 표준용액의 retention time을 비교하여 vitamin C를 동정하였다. 동정된 vitamin C는 검량선으로부터 각 시료용액의 peak 면적으로 환산하여 정량하였다. 위의 HPLC 분석조건은 Table 14와 같다.

Collection @ chosun

Table 14. Analysis conditions of HPLC for vitamin C

Instrument	Model ; Finnigan Surveyor HPLC System Injector ; AS3000 autosampler Detector ; Finnigan Surveyor PDA Integrator ; XCaliber 1.4 software for Windows
Column	μ-Bondapak C_{18} (250×4.6 mm, 5 μm)
Mobile phase	25 mM KH_2PO_4-Methanol (97:3, v/v)
Flow rate	1.0 mL/min
Wavelength	230 nm
Analysis temperature	35℃
Injection volume	10 μL

Collection @ chosun

제5절 향미관련성분 분석

1. 유리당 함량

가. 유리당 추출

동결건조한 시료 0.5 g에 80% ethanol 100 mL을 첨가하여 1시간 동안 교반 추출하였다. 이 추출액을 Sep-Pak C_{18} cartridge를 이용하여 색소를 분리하고, ethanol을 증발시킨 다음 건조하여 증류수로 5 mL까지 정용한 후 0.2 μm syringe filter로 여과하여 HPLC 분석용 시료로 하였다.

나. HPLC 분석

유리당을 분석하기 위하여 two pump system으로 이루어져 있는 HPLC(Thermo Finnigan, USA)에 carbohydrate analysis column(3.9 mm i.d. × 300 mm, Waters, USA)을 장착하고 이동상은 80% acetonitrile로 하여 1.0 mL/min의 유속으로 흘리면서 chart speed와 detector는 각각 0.25 cm/min과 RI, 시료는 50 μL 주입하였다. 총당 함량은 glucose, fructose, sucrose 함량을 합하여 계산하였다. 위의 HPLC 분석조건은 Table 15와 같다.

Collection @ chosun

Table 15. Analysis conditions of HPLC for free sugars

Instrument	Model ; HP1100 HPLC system Integrator ; HP ChemStation software 1.05
Column	Carbohydrate analysis column(3.9 mm × 300 mm)
Mobile phase	Acetonitrile :Distilled water (80:20, v/v)
Flow rate	1.0 mL/min
Detector	RI
Analysis temperature	40℃
Injection volume	50 μL

Collection @ chosun

2. 유리아미노산 분석

가. 표준용액조제

아미노산 표준물질인 aspartic acid, theroine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine은 2.5 μmol/mL, cystine은 1.25 μmol/mL인 표준용액을 10 μL 주입하여 peak 면적으로 아미노산 정량에 이용하였다.

나. 유리아미노산

고추시료 분말 2 g에 75% ethanol 20 mL를 가하여 초음파 분쇄기로 5분간 분쇄하여 추출하였다. 그리고 70℃에서 30분 동안 환류 추출을 한 후에 원심분리기(MF 300, Hanil, Korea)를 이용해 4000 rpm(3,000×g)으로 상징액을 얻었다. 이 과정을 2번 더 반복해서 합한 상징액을 40℃에서 감압 농축하여 5 mL 0.2 M Na-Citrate buffer(pH 2.2)에 녹인 다음 0.22 μm syringe filter로 여과한 후 최종 아미노산 분석용 시료를 제조하였다.

다. 아미노산 분석

아미노산 분석은 자동아미노산분석기(SYKAM S433H, Vertriebs GmbH, Germany)로 하였으며 분석조건은 Cation sepatation column LCA K06/NA(4.6 × 250 mm)을 사용하였고, 유속은 0.45 mL/min, ninhydrin은 0.25 mL/min의 조건으로 하였다. 위의 HPLC 분석조건은 Table 16과 같다.

Collection @ chosun

Table 16. Analysis conditions of amino acid auto analyzer

Column	LCA K06/NA(4.6 mm i.d.× 250 mm)
Reagent flow rate	0.25 mL/min
Buffer flow rate	0.45 mL/min
Reactor temperature	130℃
Reactor insert	0.3 × 1.6 mm; length 16 m
Injection volume	10 μL

Collection @ chosun

3. 매운맛 성분 분석

가. Capsaicinoid 성분의 추출

동결건조 후 분쇄한 시료 1 g을 취하여 10 mL의 acetonitrile을 가한 후 sonicator에서 60 분간 추출, 상층액을 회수한 후 이를 다시 0.2 μm syringe filter로 여과하였다.

나. Capsaicinoid 성분의 정제

Sep-pak C_{18} cartridge로 목적 성분이외의 불순물을 제거하였다. Cartridge에 methanol, H_2O, acetonitrile 순으로 각각 10 mL 정도 흘려주어 conditioning 시킨 후, filter되는 첫 시료의 5 mL 정도는 버리고 그 다음 시료를 HPLC 분석을 위한 본 시료로 사용 하였다.

다. Capsaicinnoid 성분의 표준검량선 작성

Sigma사로부터 구입한 capsaicin과 dihydrocapsaicin은 각각 10~100 μg/mL과 1~20 μg/mL의 농도로 capsaicinoid추출 용매인 methanol과 distilled water 혼합용매에 용해하여 사용하였다.

라. HPLC 분석

Capsaicinoid 성분을 분리하기 위하여 two pump system으로 이루어져 있는 HPLC(Thermo Finnigan, USA)에 μ-Bondapak C_{18}(4.6 mm i.d. × 250, 5 μm) 컬럼을 장착하고 이동상으로 methanol과 1% acetic acid(in D.W.)를 60:40의 구배율로 하여 1.0 mL/min의 유속으로 흘리면서 시료를 10 μL 주입하여 UV detector 280 nm에서 검출하고, 표준용액의 retention time을 비교하여 capsaicinoic 성분을 동정하였다. 동정된 capsaicinoid 성분은 검량선으로부터 각 시료용액의 peak 면적으로

Collection @ chosun

환산하여 정량하였다. 위의 HPLC 분석조건은 Table 17과 같다.

Table 17. Analysis conditions of HPLC for capsaicinoids

Instrument	Model ; Finnigan Surveyor HPLC System Injector ; AS3000 autosampler Detector ; Finnigan Surveyor PDA Integrator ; XCaliber 1.4 software for Windows
Column	μ-Bondapak C_{18}(250×4.6 mm, 5 μm)
Mobile phase	MeOH-1% acetic acid (60:40, v/v)
Flow rate	1.0 mL/min
Detection wavelength	280 nm
Analysis temperature	40℃
Injection volume	10 μL

Collection @ chosun

마. LC/MS에 의한 고추의 구성 capsaicinoid 분석

Capsaicinoid 성분을 분리하기 위하여 two pump system으로 이루어져 있는 HPLC(Thermo Finnigan, USA)에 Cadenza CD-C18 column (50 × 2 mm, 3 μm) 컬럼을 장착하고 이동상은 methanol과 1% acetic acid를 포함한 distilled water를 60:40(v/v)의 구배율로 하여 0.2 mL/min의 유속으로 흘리면서 분석하였다. Sample은 automatic injector를 이용하여 2 μL를 주입하였으며, 280 nm에서 검출하였다. Capsaicinoid 동정을 위한 LC/MS 조건으로는 Finnigan LCQ Deca XP^{plus} (Thermo Electron Corporation)를 사용하여 ESI positive mode로 분석하였다. Mass range는 m/z 50~500으로 설정하였으며 spray voltage, probe temperature 및 source temperature는 각각 +5 kV, 300 ℃ 그리고 200 ℃로 고정하였다.

위의 분석조건은 Table 18과 같다.

Collection @ chosun

Table 18. Analysis conditions of LC-MS/MS for capsaicinoids

HPLC Instrument	
Model : Finnigan Surveyor HPLC System Injector : AS3000 autosampler Detector : Finnigan Surveyor PDA Integrator : XCaliber 1.4 software for Windows	
Column	Cadenza CD-C18 column (50 × 2 mm, 3 μm)
Mobile phase	MeOH-1% acetic acid (60:40, v/v)
Flow rate	0.2 mL/min
Injection volume	2 μL
MS Instrument	
Thermo Finnigan LCQ Deca XP series ESI mass selectivity detector	Positive ion mode
Mass range	*m/z* 50 ~ 500
Spray voltage	+5 kV
Probe temperature	300 °C
Source temperature	200 °C

Collection @ chosun

바. Scoville Heat Unit (ASTA pungency units) 측정

종별 매운맛의 정도를 확인을 위해 국제적으로 매운맛의 강도를 나타내는 척도로 이용되고 있는 SHU(Scoville Heat Unit)로 각 시료의 매운 정도를 측정하였다. HPLC로 확인된 capsicin과 dihydrocapsaicin의 값을 이용하여 아래의 식으로 계산하여 나타내었다.

$$SHU = [(ppm\ Capsaicin) + 0.82 \times (ppm\ Dihydrocapasicin)] \times 15$$

Collection @ chosun

4. 색소성분 분석

2. 총 Carotenoid 함량

가. Carotenoid 추출

고추와 파프리카의 색택을 나타내는 carotenoid 분석은 Porcu 등(44)의 방법을 변형하여 행하였다. 시료 1 g을 취하여 50 mL acetone을 가한 후 상온의 암소에서 30분간 추출, 여과(Whatman paper No.2)하였다. 잔사에 동일한 조작을 3회 반복하여 합한 후, 이를 100 mL의 n-hexane으로 재추출하였다. 분액깔때기에 증류수를 이용하여 acetone을 모두 세척한 후 0.1% BHT가 첨가된 10% methanolic KOH 100 mL을 가한 후 암소에서 12시간동안 감화시켰다. 이를 다시 증류수로 세척하여 n-hexane층만 회수한 후, rotary vacuum evaporator(Büchi, Switzerland)와 N_2 gas를 이용하여 n-hexane을 제거한 후 acetone과 methanol에 재 용해시켜 각각 UV-Vis spectrometer 및 LC-MS/MS 분석을 위한 시료로 사용하였다.

나. 총 carotenoid의 정량

추출, 정제한 색소용액 중의 총 carotenoid 함량은 acetone 중에서의 가시부 흡수 spectrum의 흡수 극대치의 흡광도에 기초하여 ISO (45) 방법에 따라 460 nm에서 측정하였으며, 흡광계수 $A_{1cm}^{1\%}$=2300으로 하여 다음과 같은 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Total carotenoid content } (\mu g/g) = \frac{\text{Abs} \times \text{Volume(mL)} \times 10^4}{\text{흡광계수} \times \text{sample weight (g)}}$$

Collection @ chosun

다. LC/MS에 의한 고추의 구성 carotenoid 분석

Carotenoid 성분을 분리하기 위하여 two pump system으로 이루어져 있는 HPLC(Thermo Finnigan, USA)에 Cadenza CD-C18 column (50 × 2 mm, 3 μm) 컬럼을 장착하고 이동상은 acetonitrile과 methanol을 95:5의 구배율로 하여 1.0 mL/min의 유속으로 흘리면서 분석하였다. Sample은 automatic injector를 이용하여 2 μL를 주입하였으며, 450 nm에서 검출하였다. 위의 HPLC 분석조건은 Table 19와 같다.

Carotenoid 동정을 위한 LC/MS 조건으로는 Finnigan LCQ Deca XP^{plus} (Thermo Electron Corporation)를 사용하여 APCI positive mode로 분석하였다. Mass range는 m/z 50~1000으로 설정하였으며 corona needle voltage, cone voltage, probe temperature 및 source temperature는 각각 +3.9 kV, +17 V, 300 °C 그리고 200 °C로 고정하였다(Table 20).

Collection @ chosun

Table 19. Analysis conditions of HPLC for carotenoids

Instrument	Model : Finnigan Surveyor HPLC System Injector : AS3000 autosampler Detector : Finnigan Surveyor PDA Integrator : XCaliber 1.4 software for Windows
Column	Cadenza CD-C18 column (50 × 2 mm, 3 μm)
Mobile phase	Acetonitrile-Methanol (95 : 5, v/v)
Flow rate	0.2 mL/min
Wavelength	450 nm
Analysis temperature	30℃
Injection volume	2 μL

Table 20. Analysis conditions of LC/MS for carotenoids

Instrument	
Thermo Finnigan LCQ Deca XP series APCI mass selectivity detector	Positive ion mode
Mass range	*m/z* 50 ~ 1000
Corona needle voltage	+3.9 kV
Cone voltage	+17 V
Probe temperature	300 °C
Source temperature	200 °C

Collection @ chosun

라. 색도측정

(1) 색소성분 성분 추출

ASTA color 값은 ASTA-20.1 방법(46)으로 측정하였다. 시료 100 mg을 100 mL volumetric flask에 담아 acetone을 가하여 추출하고 0℃, 암소에서 16시간 동안 방치하였다. Acetone 추출물의 상층액을 취하여 분석용 시료로 사용하였다.

(2) ASTA value 측정법에 의한 색도 측정

추출된 색소성분은 UV-Vis Spectrophotometer를 이용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였으며 ASTA color 값은 아래의 계산식에 의해 계산하였다. I_f 는 potassium dichromate 0.3005 g과 ammonium cobalt(ii) sulfate hexahydrate 34.960 g을 1.8M 황산에 녹여 1,000ml로 한 용액을 액층 1 cm, 파장 460 nm에서 측정하여 구하였다.

$$\text{ASTA value} = \frac{\text{Abdorbance (460 nm)} \times 16.4 \times I_f}{\text{Sample (g)}}$$

I_f : instrument correction factor

Collection @ chosun

5. 휘발성 향기성분 분석

가. 휘발성 향기성분의 추출

고추류 (일반홍고추, 매운홍고추, 오이고추, 파프리카류, 칠리류)를 시료로 하여 추출방법에 따른 휘발성 향기성분의 추출조건 실험에서 선택된 연속수증기증류추출(simultaneous steam distillation and extraction, SDE, Normschliff, Germany) 장치를 이용하여 추출하였다. 분석 시료 50 g과 Milli Q water 1 L를 혼합하여 Waring blender로 1분간 분쇄한 후 1 N NaOH 용액을 첨가하여 pH 6.5로 조정하고 이를 휘발성 향기성분의 추출용 시료로 사용한다. 휘발성 향기성분의 추출은 Schultz 등(47)의 방법에 따라 개량된 연속수증기증류추출장치(SDE)(48)에서 추출용 시료에 spiral로 충전된 double distilling apparatus로 재증류한 n-pentane:diethylether 혼합용매(1:1, v/v) 200 mL를 사용하여 상압 하에서 2시간 동안 추출하였다. 정량분석을 위해 n-butyl benzene 1 mg을 추출용 시료에 첨가하였다. 향기성분의 유기용매 분획구에 무수 Na_2SO_4를 가하여 수분을 제거한 후, Vigreux column과 질소가스를 이용하여 약 1 mL까지 농축하였다.

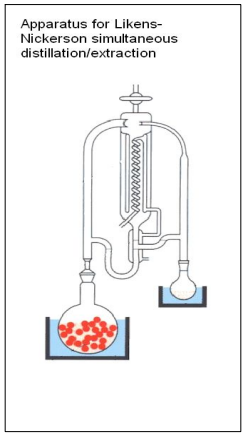


Fig. 21. Diagram of simultaneous distillation and extraction (SDE) apparatus according to Likens and Nickerson.

Collection @ chosun

나. 휘발성 향기성분의 확인 및 정량 분석

(1) 머무름 지수의 수립

머무름 지표의 합리적인 표시법으로써 Kovats(49)가 제안한 머무름 지수(retention index or Kovats index, RI)는 직쇄 알칸을 기준으로 하여 머무름 시간을 등간격으로 표시한 것이다.

머무름 지수는 chromatogram으로부터 용질을 확인하기 위하여 사용된 parameter로서 어떤 한 용질의 머무름 지수는 혼합물의 chromatogram 위에서 그 용질의 머무름 시간의 앞과 뒤에 나타나는 두 개의 직쇄 알칸의 머무름 시간으로부터 구할 수 있다.

$$RI_i = 100\ Z + 100\ \{\frac{\text{Log}\ V_{R(i)} - \text{Log}\ V_{R(Z)}}{\text{Log}\ V_{R(Z+1)} - \text{Log}\ V_{R(Z)}}\}$$

- RI_i : 화합물 i의 retention index
- $V_{R(i)}$, $V_{R(Z)}$, $V_{R(Z+1)}$: 화합물 i, 탄소수가 각각 Z, Z+1인 직쇄 알칸의 각 공간보정 시간($V_{R(Z)} \leq V_{R(Z+1)}$)

정의에 의하면, 직쇄 alkane의 머무름 지수는 column 충진제, 분리온도 및 다른 chromatography 조건과 무관하게 그 화합물에 들어 있는 탄소 수의 100배와 같은 값을 갖는다. 따라서 n-alkane은 어느 분석 column에서도 항상 CH_4(RI=100), C_2H_6(RI=200) … C_nH_{2n+2}(RI=100n)이라는 표준지표를 나타낸다(47).

머무름 지표를 구하기 위하여 n-alkane 표준물질(C_{10}-C_{25})을 희석하여 혼합액으로 조제하였다. 조제된 혼합액 1 μL를 확립된 최적 분석조건(Table 13)에서 GC-MS 분석하였다. GC chromatogram에서 확인된 n-alkane 표준물질의 머무름 시간(retention time, RT)을 이용하여 작성된 basic program에 분석된 각 peak의 머무름 시간을 대입하여 각 peak의 RI를 수립하였다.

Collection @ chosun

(2) 휘발성 향기성분의 확인

GC/MS에 의해 Total ionization chromatogram(TIC)에 분리된 각 peak의 성분분석은 mass spectrum library(NIST 12, NIST 62, WILEY 139 와 WILEY 7)와 mass spectral data book의 spectrum(50,51)과의 일치 및 GC-FID 분석에 의한 retention index와 문헌상의 retention index(52,53)와의 일치 및 표준물질의 분석 data를 비교하여 확인하였다.

(3) 휘발성 향기성분의 정량

동정된 휘발성 향기성분의 상대적 정량을 위하여 내부 표준물질로 첨가한 n-butylbenzene과 각 화합물의 peak area를 비교하여 성분들의 함유량을 계산하였다.

$$\text{Component content (mg/kg of samples)} = \frac{C \times 1000}{A \times B}$$

- A : 각 sample에서 butylbenzene(I.S.)의 peak area
- B : 시료의 양(g)
- C : 각 sample에서 각 성분의 peak area

dCollection @ chosun

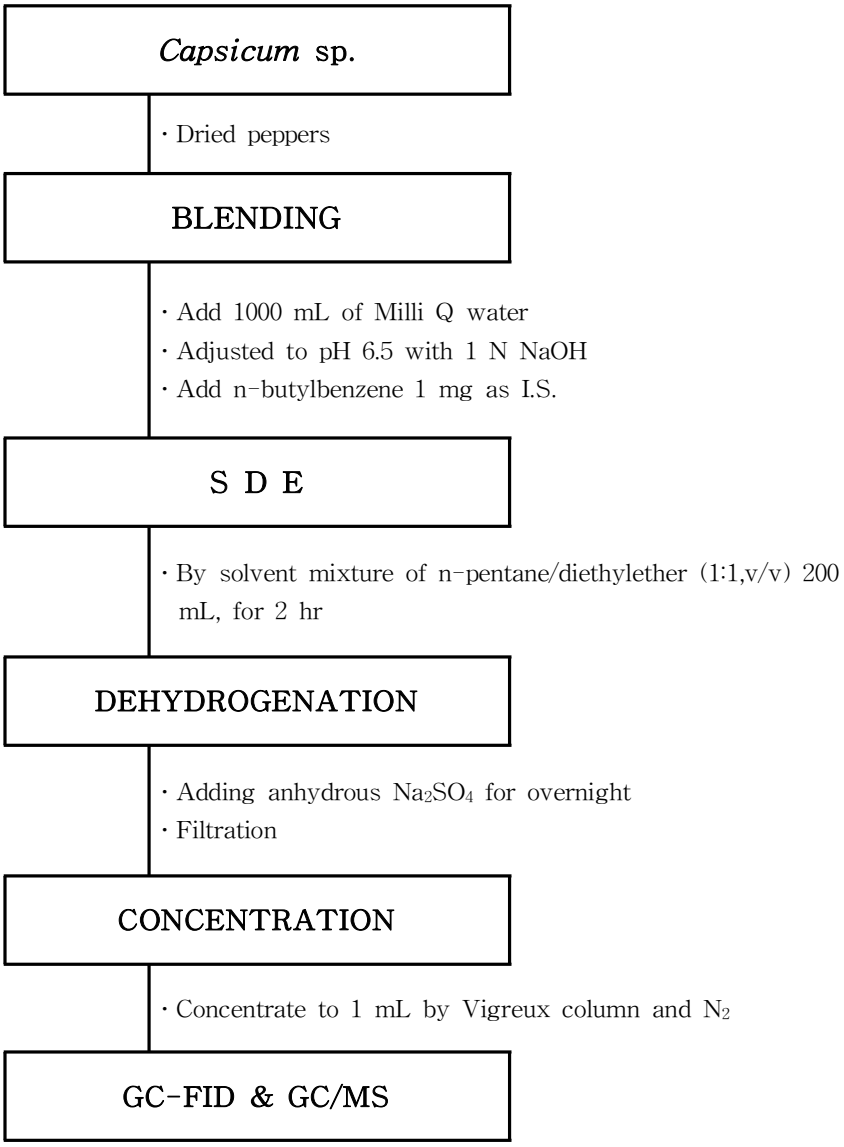


Fig. 22. Analysis of volatile flavor components from pepper.

Collection @ chosun

제4장 결과 및 고찰

제1절 일반성분 및 항산화성분

고추(일반홍고추, 매운홍고추, 오이고추), 파프리카(녹색과, 황색과, 적색과) 및 칠리(멕시코산, 중국산)의 종류별 차이를 확인하기 위하여 AOAC법을 기준으로 하여 각각의 일반성분 및 항산화성분을 확인하였다.

1. 일반성분

가. 고추의 일반성분

고추의 종에 따른 일반성분을 Table 21에 나타내었다.

일반홍고추, 매운홍고추 및 오이고추의 수분함량은 각각 85.92~92.81%로 확인되었으며, 일반홍고추나 매운홍고추와 비교하여 오이고추의 수분함량이 더 많은 것으로 나타났다. 농촌진흥청에서 발간한 식품성분표에 따르면 붉은 고추, 재래종 풋고추 및 개량종 풋고추로 분류되고 있으며 수분함량이 83.2~91.3%로 본 연구결과와 유사하게 확인되었다. 대체로 약이 오르지 않은 풋고추는 수분이 91.3%로 매운맛이 없으나 빨갛게 되면 수분도 85.2%로 낮아지고 아주 매워진다고 알려져 있다. 오이고추의 경우 주로 풋고추로 이용하기 위해 개량된 종으로 수분함량이 92.81%로 확인된 본연구의 결과와 일치하였다.

회분함량은 일반홍고추 0.82%, 매운홍고추 0.92% 그리고 오이고추 0.41%로 확인되어 식품성분표의 0.8%, 0.8% 및 0.6%와 거의 비슷한 결과로 확인되었다.

조지방함량은 0.14~0.66%로 확인되었으며 조단백함량은 1.6~2.6%로 확인되었다. 식품성분표에 따르면 고추류의 조지방함량이 0.3~1.7%로 나타나있으며, 본 연구결과에서는 평균함량에는 조금 덜 미치는 결과를 보였다.

조단백함량은 일반홍고추 1.45%, 매운홍고추 1.35% 그리고 오이고추 0.55%로 확인되어, 식품성분표에 나타난 조단백함량 또한 유사한 결과를 보였다. 일반홍고추와 매운홍고추의 조단백함량은 거의 유사하였으나 오이고추의 경우 조단백함량이 3분

Collection @ chosun

의 1수준인 것으로 나타났다. '오이맛고추', '아삭이고추' 등의 이름으로 불리기도 하며, 4~5년 전 우리나라에 소개된 오이고추는 맵고 육질이 두꺼운 멕시코 고추 '할라피뇨(jalapino)'를 우리나라의 재배 환경에 맞게 토착화한 것으로, 풋고추 때는 매운맛이 덜하다가 여물어가면서 점점 매워진다. 이 때문에 대부분 풋고추로 이용하는데, 매운맛이 강한 매운홍고추와 달리 매운맛이 서서히 감돌아 상큼한 느낌을 주는 신종 고추이다. 오이고추의 경우 붉어지면 매운홍고추보다 매운맛이 더 강하고 자극적이어서 현재 홍고추로는 이용하지 않고 있다. 또한 과피가 두껍고 수분이 많아 말리기가 어렵기 때문에 고춧가루로 이용하기도 힘들다.

전체적으로 수분, 회분, 조단백 및 조지방함량에서 일반홍고추와 매운홍고추는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 오이맛 고추의 경우 수분함량이 더 높은 만큼 상대적으로 회분, 조지방 및 조단백 함량이 낮은 것으로 확인되었다.

Table 21. Proximate composition of peppers

(unit: g/100 g)

Compositions / Cultivar	Moisture	Ash	Crude lipid	Crude protein
Red pepper	86.65 ±0.25	0.82 ±0.03	0.66 ±0.05	1.45 ±0.04
Hot red pepper	85.92 ±0.32	0.91 ±0.04	0.28 ±0.02	1.35 ±0.02
Improved green pepper	92.81 ±0.17	0.41 ±0.02	0.14 ±0.01	0.55 ±0.03

Data are expressed as means ± standard deviation (n = 3).

Collection @ chosun

나. 파프리카의 일반성분

파프리카의 종별 일반성분을 분석하기 위하여 비 가식부분을 제거하고 분석한 결과는 Table 22와 같다.

수분이 93.4~95.5%, 회분 0.4~0.5%, 조지방 0.03~0.45% 그리고 조단백질이 1.0~1.4%로 나타났다. 수분, 회분 및 조단백질은 종별로 큰 함량 차이를 나타내지 않았으나, 조지방의 경우 다소 차이를 타나내어 녹색과의 경우 적색과나 황색과와 비교하여 0.03%의 매우 적은 함량으로 확인되었다. 식품성분표상에 의하면 수분함량의 경우 녹색과 95.5%, 적색과 91.8% 그리고 황색과 93.1%로 본 연구결과와 유사하였으며, 회분함량도 녹색과 0.4%, 적색과 0.5% 그리고 황색과 0.4%로 본 연구결과와 같음을 확인하였다. 또한 조단백질의 함량 역시 녹색과 1.0%, 적색과 1.5% 그리고 황색과 1.3%로 본 연구결과와 일치함을 확인하였다. 그러나 조지방함량에서는 식품성분표상 0.1~0.8% 가량 분포하는 것으로 보고되고 있으나 본 연구결과에서는 0.03~0.45%로 미량 확인되었다. 정 등(54)의 연구에서는 국내산 파프리카의 일반성분에 대해 수분 89.83~90.92%, 회분 0.91~1.12%, 조지방 0.32~0.34%, 조단백질 0.98~1.42%로 보고하여 조지방의 함량을 제외하고 모두 본 실험의 결과와 유사하였다.

Table 22. Proximate composition of paprika

(unit: g/100 g)

Compositions / Cultivar	Moisture	Ash	Crude lipid	Crude protein
Yellow paprika	92.45 ±0.17	0.46 ±0.02	0.45 ±0.04	0.83 ±0.02
Green paprika	94.34 ±0.06	0.41 ±0.01	0.03 ±0.01	0.52 ±0.03
Red paprika	92.49 ±0.12	0.37 ±0.01	0.33 ±0.02	0.75 ±0.03

Data are expressed as means ± standard deviation (n = 3).

Collection @ chosun

다. 칠리의 일반성분

칠리의 원산지에 따른 일반성분을 Table 23에 나타내었다.

본 연구에 사용한 칠리고추는 중국과 멕시코에서 구한 종자를 국내에서 직접 재배하여 실험에 사용하였다.

이들 칠리의 수분함량은 국내산 일반홍고추나 파프리카종에 비하여 더 적은 것으로 확인 되었다. 그 중에서도 특히 멕시코산의 경우 중국산과 동일한 종임에도 수분함량이 10%가량 더 적은 것으로 나타났으며, 일반적으로 재배지역이나, 조건에 따라 다양한 품질의 차이를 보이는 식물의 특성상 특정 지역에 적응하며 진행된 차이로 인해 이와 같은 결과를 보인 것으로 생각된다. 미농무성(USDA)의 영양성분 자료에 의하면 칠리의 수분함량은 88%로 본 연구의 결과와 유사함을 확인하였다.

칠리의 수분함량이 고추나 파프리카에 비해 적게 확인된 만큼 상대적으로 회분의 함량은 약 2배정도 많은 양을 보였다. 조단백질의 함량을 살펴본 결과 일반홍고추와 매운홍고추의 조단백질과 유사한 양이 확인되었으며 오이고추나 파프리카에 비해 2~3배가량 더 많은 것으로 나타났다. 미농무성에서 확인한 자료에서 칠리의 조단백 함량은 1.9%로 보고하고 있으며, 본 연구결과에서 중국산 1.38%, 멕시코산 1.78%로 확인되어 보고된 내용과 유사하였다.

Table 23. Proximate composition of chili

(unit: g/100 g)

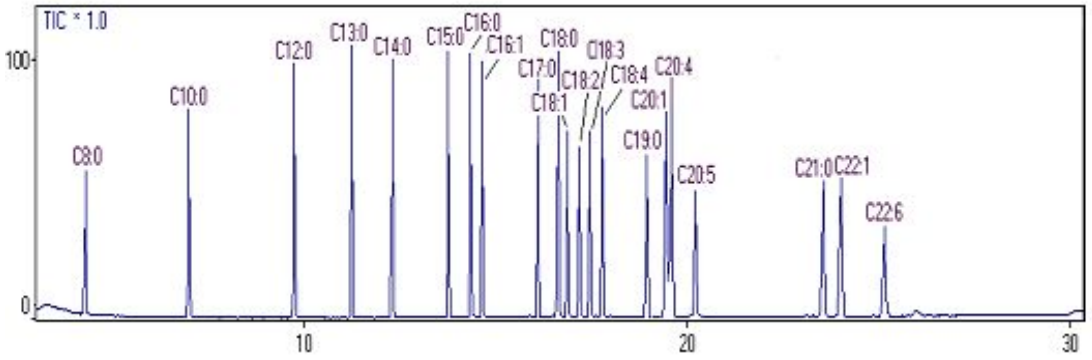
Compositions / Origin	Moisture	Ash	Crude lipid	Crude protein
China	88.49 ±0.23	0.82 ±0.07	0.64 ±0.12	1.38 ±0.02
Mexico	77.24 ±1.03	1.39 ±0.01	1.82 ±0.04	1.74 ±0.04

Data are expressed as means ± standard deviation (n = 3).

Collection @ chosun

2. 지방산 분석

고추류(일반홍고추, 매운홍고추, 오이고추, 파프리카류, 칠리류)의 지방산 조성을 확인하기 위하여 지방산 methyl ester 표준 물질의 혼합액을 GC/MS 분석하였고, 이들의 total ion chromatogram은 Fig. 23에 나타내었으며, 표준물질과 시료의 retention time 및 mass spectrum을 비교하여 각각의 지방산을 확인하였다.



GC/MS: Shimadzu GC/MS QP-5000; **Column**: DB-Wax(30 × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, J&W); **Oven Program**: 80℃ to 230℃ at 10℃/min (hold 5min) to 250℃ at 2℃/min (hold 10 min); **Carrier gas**: He, 1.0 mL/min; **Inj. temp.**: 250℃; **Det. temp.**: 250℃; **Mass range**: 40~350 m/z

Fig. 23. GC/MS chromatogram of fatty acid methyl ester standards.

Collection @ chosun

가. 고추의 지방산 조성

일반홍고추류의 지방산 조성 결과는 Table 24와 Fig. 24에 나타내었다. 일반홍고추, 매운홍고추 및 오이고추의 지방산은 palmitic acid($C_{16:0}$), stearic acid($C_{18:0}$), oleic acid($C_{18:1}$), linoleic acid($C_{18:2}$) 및 linolenic acid($C_{18:3}$)로 구성되어있었으며, 모든 시료에서 oleic acid와 linoleic acid가 높은 함량으로 분포하고 있음을 확인하였다. 식물의 구성 지방산들이 이들 지방산으로 이루어져 있으며 이 연구결과로 보아 다른 식물류들과 비교하여 특별히 눈에 띄는 차이점은 없는 것으로 나타났다.

일반홍고추에서는 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid가 각각 23.5, 20.5, 24.4 그리고 20.9%로 나타나 주요 지방산으로 확인이 되었으며, 매운홍고추에서는 palmitic acid, oleic acid 및 linolenic acid가 각각 22.1, 20.1 그리고 35.5%로 이들이 주요 지방산으로 확인되었다. 오이고추에서는 oleic acid와 linoleic acid가 각각39.4, 26.9%로 주요지방산임을 확인하였다.

일반홍고추는 palmitic acid를 제외하고는 대체로 주요지방산들이 비슷하게 분포되어있는 것이 특징이었으며, 매운홍고추에서는 linoleic acid의 구성비가 높은 것이 특징으로 확인되었다. 일반홍고추와 비교하여 palmitic acid와 oleic acid의 함량 구성은 거의 비슷한 수준인 것으로 나타났다. 오이고추에서는 일반홍고추 및 매운홍고추와는 달리 linolenic acid가 함유되어 있지 않은 것이 특징이었으며 oleic acid와 linoleic acid의 구성비가 높은 것 또한 오이고추의 특징으로 확인되었다.

Collection @ chosun

Table 24. Fatty acid composition of peppers

(Unit: g/100 g)

Fatty acid	Red pepper	Hot red pepper	Improved green pepper
C16:0	23.5	22.1	16.9
C18:0	10.7	7.8	16.9
C18:1	20.5	20.1	39.4
C18:2	24.4	35.7	26.9
C18:3	20.9	14.4	-
TFA[1)]	100	100	100

[1)]Total fatty acid

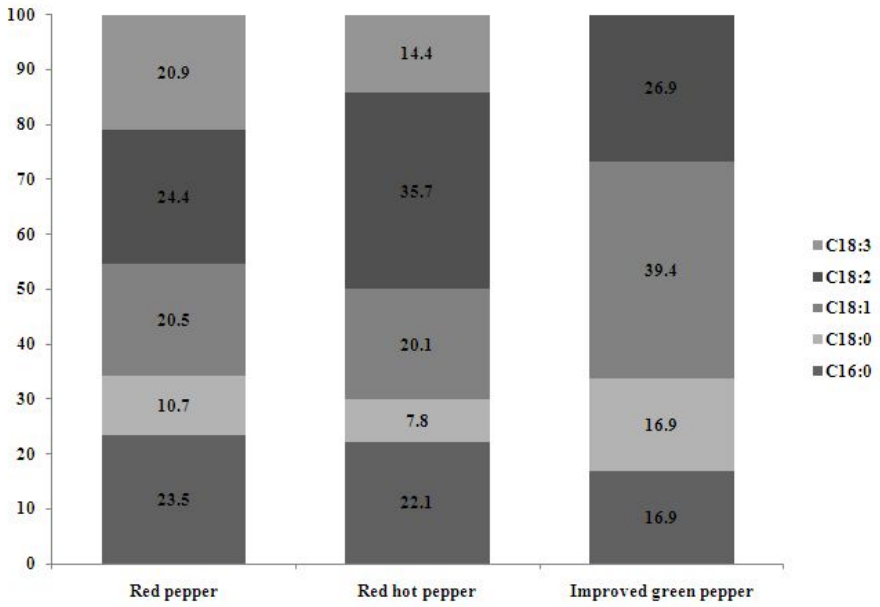


Fig. 24. Fatty acid composition of peppers.

Collection @ chosun

나. 파프리카의 지방산 조성

색상별 파프리카의 지방산 조성 결과는 Table 25와 Fig. 25에 나타내었다. 녹색, 황색, 적색 파프리카의 지방산은 palmitic acid($C_{16:0}$), stearic acid($C_{18:0}$), oleic acid($C_{18:1}$), linoleic acid($C_{18:2}$) 및 linolenic acid($C_{18:3}$)로 구성되어있었으며, 모든 시료에서 oleic acid와 linoleic acid가 높은 함량으로 분포하고 있음을 확인하였다.

녹색의 파프리카에서는 oleic acid와 linoleic acid가 각각 47.2와 27.5%로 나타나 주요 지방산으로 확인이 되었으며, 황색 파프리카에서는 oleic acid와 linolenic acid가 각각 34.7과 30.30.0%로 이들이 주요 지방산으로 확인되었다. 적색 파프리카 역시 oleic acid와 linoleic acid가 각각35.5와 31.2%로 주요지방산임을 확인하였다.

파프리카류의 지방산 조성을 살펴보면 녹색파프리카에서 linolenic acid가 확인되지 않은 것을 제외하고는 황색과 적색 파프리카의 결과는 거의 비슷하였다. 녹색 파프리카의 경우 오이고추의 지방산 조성과 마찬가지로 oleic acid의 함량이 매우 높게 확인되어 유사함을 보였다. 미 농무성의 식품성분표에서는 red paprika의 지방산은 lauric acid, myristic acid, palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid로 구성되어 있으며, 이중 linoleic acid가 약 65%를 차지하였으며 그다음 palmitic acid, linolenic acid 순인 것으로 보고되고 있다. 또한, 정 등(54)의 연구에서도 linoleic acid의 함량이 가장 높고 stearic acid순으로 확인되어 본 연구결과와는 일치하지 않았다. 그러나 파프리카의 경우 종과 색상이 다양하여 주황색의 경우 linolnic acid와 stearic acid가 거의 비슷한 수준으로 확인되는 등 다양한 분포에서 지방산이 존재하고 있다. 본 연구결과에서는 주요지방산의 경우 녹색을 제외하고는 색에 의한 차이는 크지 않은 것으로 확인되었다.

Collection @ chosun

Table 25. Fatty acid composition of paprikas

(Unit: g/100 g)

Fatty acid	Green paprika	Yellow paprika	Red paprika
C16:0	15.0	10.2	17.8
C18:0	10.2	9.2	10.5
C18:1	47.2	34.7	35.5
C18:2	27.5	30.0	31.2
C18:3	-	16.0	5.1
TFA[1)]	100	100	100

[1)]Total fatty acid

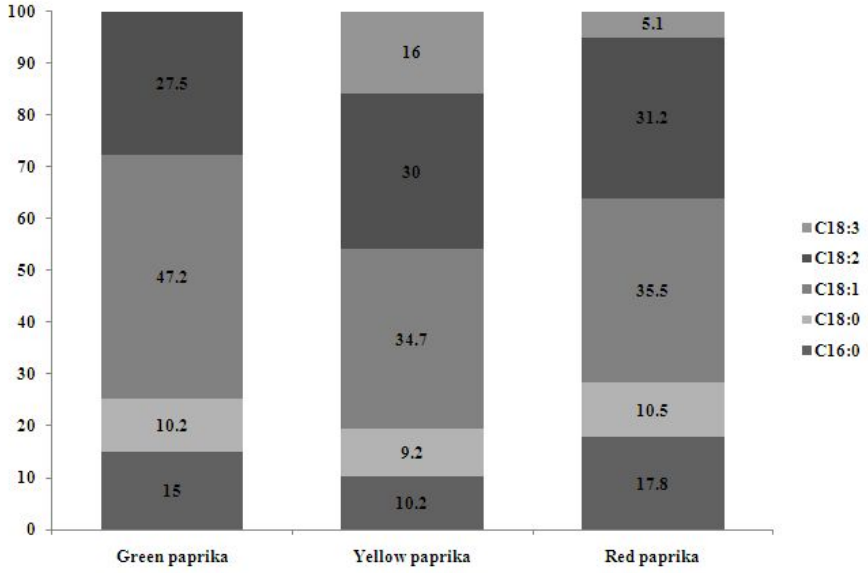


Fig. 25. Fatty acid composition of paprikas.

Collection @ chosun

다. 칠리의 지방산 조성

원산지별 칠리의 지방산 조성 결과는 Table 26과 Fig. 26에 나타내었다. 중국과 멕시코 칠리고추의 지방산은 lauric acid($C_{12:0}$), myristic acid($C_{14:0}$), palmitic acid($C_{16:0}$), stearic acid($C_{18:0}$), oleic acid($C_{18:1}$), linoleic acid($C_{18:2}$) 및 linolenic acid($C_{18:3}$)로 구성되어 있음을 확인하였다.

중국칠리의 경우 linoleic acid와 linolenic acid가 각각 23.2와 23.5%로 비슷한 수준으로 분포되었으며, 이들이 중국칠리의 주요 지방산임을 확인하였다. 뒤이어 palmitic acid (19.5%), oleic acid (17.3%)순으로 고르게 분포하고 있었다.

멕시코칠리에서는 oleic acid가 21.5%를 차지하여 주요 지방산으로 나타났으며, palmitic acid(19.0%), linolenic acid(17.4%), linoleic acid(15.9%)순으로 함유되어 있음을 확인하였다. 멕시코칠리의 지방산 분포도는 중국칠리와는 달리 stearic acid가 14%로 매우 높은 함량이 확인되었으며 이 결과는 일반 고추류나 파프리카와 비교하여서도 높은 함량임을 확인할 수 있었다.

Collection @ chosun

Table 26. Fatty acid composition of chilies

(Unit: g/100 g)

Fatty acid	China	Mexico
C12:0	2.9	4.6
C14:0	9.2	7.7
C16:0	19.5	19.0
C18:0	4.3	14.0
C18:1	17.3	21.5
C18:2	23.2	15.9
C18:3	23.5	17.4
TFA[1)]	100	100

[1)]Total fatty acid

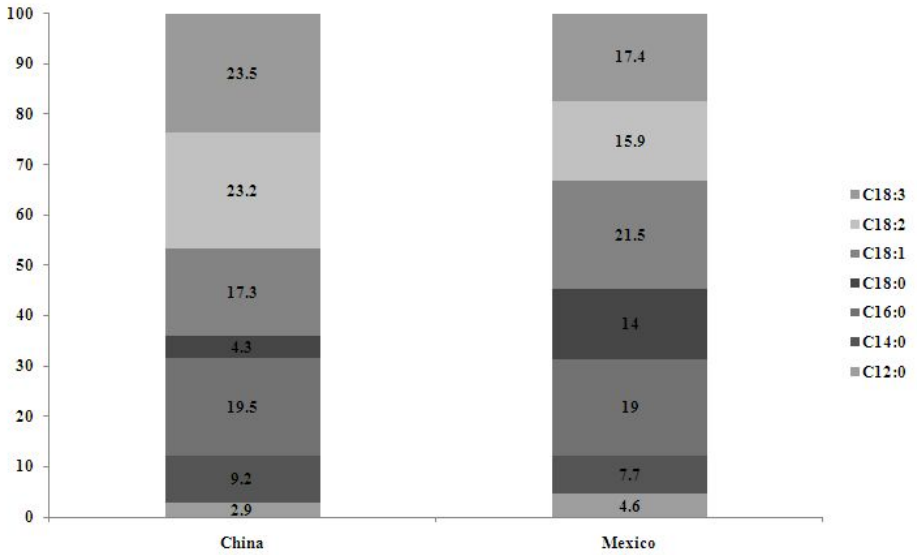


Fig. 26. Fatty acid composition of chilies.

Collection @ chosun

제2절 일반성분 및 항산화성분

1. 총 flavonoid 함량

플라보노이드(flavonoid)는 식물계에 널리 분포되어 있는 천연성분인 benzene-γ-pyrone 유도체의 골격을 갖는 적은 분자량의 폴리페놀 화합물이다. 주로 과일껍질, 채소의 잎, 줄기, 뿌리, 씨앗, 꽃 등 식물에 광범위하게 존재하며 액포(vacuole) 중에 유리상태 또는 배당체로 존재하는 수용성 물질이다(55). 넓은 의미의 플라보노이드계 물질은 디페닐프로판(diphenyl propane)을 기본골격으로 하는 페놀(phenol)류를 말하며, 안토잔틴(anthoxanthin), 안토시아닌(anthocyanin) 그리고 저분자의 탄닌(tannin)인 카테킨(catechin) 및 류코안토시안(leucoanthocyan) 등으로 분류된다. 그러나 좁은 의미로는 안토잔틴만을 가리킨다.

안토잔틴계 플라보노이드는 식물체에서 유리상태로 존재하는 일은 드물고, 대부분이 당류(rhamnose, glucos, rutinose)와 결합된 배당체로 존재한다. 산화 정도에 따라 플라본(flavone), 플라보놀(flavonol), 플라바논(flavanone), 플라바놀(flavanol) 및 이소플라본(isoflavone)의 5종으로 분류되며 항암성, 항염증성, 항균성, 혈중 콜레스테롤 저하능 등의 우수한 기능성을 가지고 있는 유용한 생리활성물질이다. 이들 플라보노이드는 노란색을 띄는 색소로서 양배추, 양파, 감자, 고구마 등을 가열할 때 선명한 황색을 나타내는 것은 이 화합물에 기인하는 것이다. 플라보노이드의 섭취는 심장질환으로 인한 사망의 감소와 상관관계가 높으며 심장병의 예방에 큰 구실을 한다고 알려져 있다(56).

본 연구결과에 대한 고추류의 총 flavonoid 함량은 Table 27에 나타내었다. Flavonoid의 함량은 quercetin을 기준으로 하여 검량선을 작성하였으며, 이때 linear regression 상수(r^2)는 0.9971이었다.

고추류에서 확인된 총 flavonoid의 함량은 21.7~170 mg/100 g의 범위로 존재하고 있었으며, 그 중 국내의 매운홍고추에서 가장 높게 나타났다. 일반홍고추와 멕시코산 칠리에서도 각각 130.9와 125.2 mg/100 g로 큰 함유량을 확인하였다. 그러나 같은 칠리류인 중국산 칠리에서는 88.1 mg/100 g으로 확인되어 같은 칠리종이라도 큰 차이를 보였다. 오이고추에서는 56.4 mg/100 g으로 일반 고추류에 비하여 1/3 수준으로 존재하였다. 그러나 파프리카류는 녹색, 황색, 적색에서 각각 21.7, 29.2 그리고

Collection @ chosun

24.3 mg/100 g으로 색상별 차이는 크지 않은 것으로 확인되었다. Flavonoid의 함량이 높다고 알려져 있는 녹차의 경우 약 40 mg/100 g을 함유하고 있어(57), 파프리카를 제외하고 고추에 함유된 flavonoid의 함량이 훨씬 월등한 것으로 확인되었다.

Table 27. Total content of flavonoid in *Capsicum* sp.

Cultivar	Content (mg/100 g dry fruit)
Chinese chili	88.1
Mexico chili	125.2
Hot red pepper	170.0
Red pepper	130.9
Improved green pepper	56.4
Green paprika	21.7
Red paprika	24.3
Yellow paprika	29.2

Collection @ chosun

2. 총 phenol성 화합물 함량

고추류의 총 phenol성 화합물의 함량은 Table 28에 나타내었으며, 정량은 garllic acid를 기준으로 하여 검량선을 작성하였다. 이때 linear regression 상수(r^2)는 0.9943이었다.

고추류에서 확인된 총 phenol성 화합물의 함량은 80~263 mg/100 g의 범위로 다양하게 분포함을 확인하였다. 국내산 매운홍고추에서 가장 높게 확인되었으며, 적색과 황색의 파프리카에서도 각각 188과 173 mg/100 g으로 다량 함유되어 있었다. 그러나 정 등(54)은 한국산 파프리카에서 18.75~26.32 mg/100 g의 범위로 보고한 바 있어 본 연구결과와는 상이함을 보였다. 오이고추 및 녹색파프리카와 같은 푸른색 고추류의 경우 각각 80과 95 mg/100 g으로 대체로 낮은 함량을 확인하였으며, 적색의 파프리카와 비교하여 고추류에서의 phenol성 화합물의 함량은 성숙이 되면서 그 양이 증가하는 것으로 판단되었다. 칠리고추에서 확인된 phenol성 화합물의 함량은 110 mg/100 g으로 지역적 차이와 무관하게 유사한 결과를 보였다. Zhang 등(58)의 결과에서도 적색과 황색의 파프리카에서 녹색 파프리카보다 더 높은 함량을 보고하여, 본 연구결과를 뒷받침하였다.

Collection @ chosun

Table 28. Total content of phenolic compound in *Capsicum* sp.

Cultivar	Content (mg/100 g dry fruit)
Hot red pepper	263
Red pepper	143
Improved green pepper	80
Green paprika	95
Red paprika	188
Yellow paprika	173
Chinese chili	110
Mexican chili	110

Collection @ chosun

3. Vitamin C 함량

Vitamin C는 항산화제로 작용하며, 식사로부터 철의 흡수를 도울 뿐만 아니라 콜라겐의 합성에 관여하여 튼튼한 뼈를 형성하는 데에도 필요한 것으로 알려져 있다(59,60). 그러나 인체에서 합성되지 않아 꼭 식품으로 섭취해야 하며 체내에 많은 양을 저장할 수 없으므로 그 필요량은 매일 매일의 음식물에서 섭취해야 한다. Vitamin C는 식품을 조리하는 과정에서 일어나는 불가피한 손실 때문에 식품 재료 자체의 함량보다는 조리가 완료된 상태에서의 함량, 즉 섭취가능한 양의 파악과 이의 손실을 최소한으로 줄일 수 있는 조리방법을 찾기 위한 연구도 꾸준히 이루어져 오고 있다. 본 연구결과 고추류에서 확인된 vitamin C의 함량은 Table 29에 나타내었다.

고추류에서의 vitamin C는 파프리카류에서 가장 많은 양이 확인되었으며 색상별로 살펴보면, 녹색이 887 mg/100 g, 황색이 955 mg/100 g 그리고 적색의 파프리카에서 가장 많은 1,142 mg/100 g이 확인되었다. 또한, 국내 종인 오이고추에서도 660 mg/100 g의 높은 함량을 확인하였으며, 건조하지 않은 파프리카류에서의 vitamin C 함량은 150 mg/100 g정도라고 보고(58)되고 있으며 본 실험에서 사용된 시료는 건조고추인 것을 감안하여 그 결과가 일치함을 확인하였다. 그러나 칠리류를 비롯한 매운홍고추와 일반홍고추에서의 vitamin C 함량은 2~17 mg/100 g에 불과한 것으로 나타났다. 농촌진흥청에서 발간한 식품성분표나 미농무성에서 발간한 식품성분표를 살펴보면, 칠리를 비롯한 신미종 고추의 vitamin C는 파프리카와 같은 감미종 고추류에 비하여 그 함량이 매우 적음을 보고하고 있다. 또한, 고추에서 vitamin C의 함량은 고추가 성장함에 따라 증가되는 것으로 보고되고 있다(61). 이 중에서 비교가 가능한 녹색파프리카와 적색파프리카를 살펴본 결과 녹색일 경우 887 mg/100 g에서 적색으로 숙성된 후 1,142 mg/100 g으로 증가하여 일치함을 확인하였다.

Collection @ chosun

Table 29. Vitamin C content in *Capsicum* sp.

(Unit: mg/100 g dry fruit)

Cultivar	Ascorbic acid con.
Red pepper	17
Hot red pepper	2
Improved green pepper	660
Green paprika	887
Yellow paprika	955
Red paprika	1,142
Chinese chili	2
Mexican chili	11

Collection @ chosun

제3절 향미성분 분석

1. 유리당 함량

고추류에서 확인된 유리당에 대한 결과는 Table 30에 나타내었다.

국내산 일반 고추류를 살펴보면 대체로 fructose의 함량이 더 높은 것으로 확인되었으며, 전체 유리당의 함량은 일반홍고추, 매운홍고추 그리고 오이고추 순으로 각각 20.75, 17.96 그리고 37.44%로 오이고추가 가장 높은 유리당 함량을 보였다. 그러나 매운홍고추와 일반홍고추에서 fructose와 glucose 함량의 비율차이가 2~3배로 큰 반면 오이고추에서는 두 유리당 함량의 비율적 차이는 그리 크지 않은 것을 확인하였다. Chung 등(62)은 고추에 포함되어 있는 유리당의 종류로는 fructose, glucose, sucrose 및 maltose등이 있으나 fructose와 glucose의 함량이 월등히 높다고 보고하였으며 대체로 본실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 파프리카류에서는 fructose와 glucose의 함량이 비슷하게 분포되어 있었으며 적색의 파프리카에서 54.03%로 모든 시료중 가장 높은 유리당 함량을 확인하였다. 칠리고추의 경우 고추류 중 가장 적은 유리당을 함유하고 있었으며 대체로 유리당 함량이 높게 확인된 파프리카류와 비교하여 1/7~1/10 수준으로 차이를 보였다. 전체적으로 살펴본 결과 대체로 매운 맛이 있는 종에서 상대적으로 낮게 함유되어 있었으며, 매운 맛이 없거나 덜한 파프리카류와 오이고추에서 높게 확인되었다.

Collection @ chosun

Table 30. Free sugar content of *Capsicum* sp.

(% dry fruit)

Cultivar	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Red pepper	13.04	7.54	0.17	20.75
Hot red pepper	12.76	4.65	0.55	17.96
Improved green pepper	19.30	16.21	1.92	37.44
Green paprika	13.07	15.10	12.26	40.42
Yellow paprika	24.03	19.96	0.81	44.80
Red paprika	28.15	25.33	0.54	54.02
Chinese chili	5.21	2.42	-	7.63
Mexican chili	3.57	1.63	-	5.21

Collection @ chosun

2. 유리 아미노산

아미노산은 특유의 맛을 지니고 있는데, 일반적으로 쓴맛을 나타내는 아미노산으로는 histidine, methionine, valine, arginine, isoleucine, phenylalanine, tryptophan, leucine, tyramine, proline 등이고, 단맛을 나타내는 아미노산으로는 glycine, alanine, serine, threonine, lycine 등이 있으며, aspartic acid와 glutamic acid는 감칠맛을 나타낸다(63). 이 유리아미노산은 생리활성 물질의 구성 성분일 뿐만 아니라 정미성분으로 중요하다(64,65).

가. 고추의 유리 아미노산

고추류에 함유된 유리 아미노산의 분석 결과는 Table 31에 나타내었다.

고추류에는 표준물질을 기준으로 하여 총 18종의 아미노산이 확인되었고, 일반홍고추에서의 주요 아미노산은 proline(404.53 mg/100 g), alanine(221.70 mg/100 g), aspartic acid(207.92 mg/100 g), arginine(145.50 mg/100 g) 그리고 serine(122.34 mg/100 g)순으로 나타났으며, 총 아미노산 함량은 1583.84 mg/100 g으로 나타났다.

매운홍고추의 주요 아미노산도 일반홍고추와 유사하게 proline(153.97 mg/100 g), aspartic acid(124.37 mg/100 g), alanine(65.56 mg/100 g) 그리고 arginine(57.93 mg/100 g)순으로 나타났으며, 총 아미노산 함량은 545.07 mg/100 g으로 나타났다.

또한, 오이고추에서는 aspartic acid(247.04 mg/100 g), serine(183.49 mg/100 g), threonine(78.87 mg/100 g) 그리고 alanine(72.55 mg/100 g)순으로 확인되었으며, 총 아미노산 함량은 1018.48 mg/100 g으로 나타났다. 대체로 단맛을 내는 아미노산의 함량이 높은 것이 특징으로 확인되었다.

총 아미노산의 함량은 일반홍고추에서 가장 높게 확인되었으며, 매운홍고추는 상대적으로 매우 적은 함량을 나타내었다. 필수아미노산함량 역시 일반홍고추에서 가장 높았으며, 오이고추에서도 비슷한 수준으로 확인되었다.

Collection @ chosun

Table 31. Free amino acid content of peppers

(Unit: mg/100 g dry fruit)

Amino acid	Red pepper	Hot red pepper	Improved green pepper
Asparatic acid	207.92	124.37	247.04
Glutamic acid	35.87	11.75	66.36
Serine	122.34	17.05	183.49
Histidine	20.14	4.56	19.45
Glycine	24.39	3.86	25.71
Threonin	116.77	23.87	78.87
Arginine	145.50	57.93	60.07
Alanine	221.70	65.56	72.55
Tyrosine	25.59	10.12	14.65
Valine	74.29	28.61	65.70
Methionine	4.01	ND	2.58
Phenylalanine	38.16	13.10	25.54
Isoleucine	36.79	11.44	36.18
Leucine	37.73	9.91	29.34
Lysine	37.03	3.18	46.07
Proline	404.53	153.97	12.81
Tryptophan	6.95	ND	7.72
Cystine	24.13	5.79	24.35
EAA[1)]	371.87	94.67	311.45
TAA[2)]	1583.84	545.07	1018.48

[1)]Essential amino acid
[2)]Total amino acid

Collection @ chosun

나. 파프리카의 유리 아미노산

파프리카류에 함유된 유리 아미노산의 분석 결과는 Table 32에 나타내었다.

녹색 파프리카에서의 주요 아미노산은 serine(631 mg/100 g), aspartic acid(486.89 mg/100 g), alanine(312.08 mg/100 g) 그리고 threonine(298.03 mg/100 g)순으로 확인되었으며, 총 아미노산 함량은 2686.29 mg/100 g으로 나타났다.

황색 파프리카의 주요 아미노산도 녹색파프리카와 유사하게 aspartic acid(1031.47 mg/100 g), serine(858.29 mg/100 g), threonine(347.56 mg/100 g) 그리고 alanine(318.67 mg/100 g) 순으로 나타났으며, 총 아미노산 함량은 3872.87 mg/100 g으로 확인되었다.

또한, 적색의 파프리카에는 aspartic acid(512.62 mg/100 g), serine(286.21 mg/100 g), threonin(151.62 mg/100 g) 그리고 glutamic acid(139.21 mg/100 g)순으로 확인되었으며, 총 아미노산 함량은 1750.49 mg/100 g으로 나타났다.

총 아미노산의 함량은 황색 파프리카에서 가장 높게 확인되었으며, 적색 파프리카에서 상대적으로 적은 함량을 나타내었다. 필수아미노산의 함량 역시, 황색, 녹색, 적색 순으로 높게 확인되었다. 각각의 아미노산은 자체적인 맛을 가지기도 하지만, 식품에 함유된 아미노산의 조성에 따라 다양한 맛을 만들어 낸다. 대체로 주요 아미노산의 종류는 비슷하지만 그 함량이나 조성 비율에 종별로 차이가 있어, 각각의 파프리카의 향미적 특성에 차이를 주는 것으로 생각된다.

Collection @ chosun

Table 32. Free amino acid content of paprikas

(Unit: mg/100 g dry fruit)

Amino acid	Green paprika	Yellow paprika	Red paprika
Asparatic acid	486.89	1031.47	521.62
Glutamic acid	134.28	242.73	139.21
Serine	631.00	858.29	286.75
Histidine	50.24	72.18	37.16
Glycine	45.60	40.27	18.79
Threonin	298.03	347.56	151.62
Arginine	113.55	211.66	126.25
Alanine	312.08	318.67	107.47
Tyrosine	21.91	41.61	12.60
Valine	183.03	186.07	95.11
Methionine	10.53	42.32	18.97
Phenylalanine	40.85	94.35	42.95
Isoleucine	93.16	84.02	32.15
Leucine	70.74	73.46	41.73
Lysine	117.96	129.20	55.62
Proline	19.13	48.04	37.52
Tryptophan	9.76	21.92	5.32
Cystine	47.55	29.05	19.65
EAA[1)]	874.3	1051.08	480.63
TAA[2)]	2686.29	3872.87	1750.49

[1)]Essential amino acid
[2)]Total amino acid

Collection @ chosun

다. 칠리의 유리 아미노산

원산지별 칠리에 함유된 유리 아미노산의 분석 결과는 Table 33에 나타내었다.

중국산 칠리에서는 proline이 1124 mg/100 g으로 매우 높은 함량을 나타냈으며, arginine(228.83 mg/100 g)과 aspartic acid(140.32 mg/100 g)역시 많은 양이 확인되었다.

멕시코산 칠리 역시 중국산 칠리와 아미노산 조성이 유사하였으며 proline(861.43 mg/100 g), arginine(202.89 mg/100 g) 그리고 aspartic acid(102 mg/100 g)순으로 확인되었다.

총 아미노산 함량은 중국산 칠리가 1977.39 mg/100 g 그리고 멕시코산 칠리가 1521.91 mg/100 g로 확인되어, 중국산 칠리의 아미노산 함량이 약간 더 높은 것으로 나타났다. 필수아미노산의 함량 역시 중국산 칠리가 203.58 mg/100 g으로 확인되어 143.84 mg/100 g을 보인 멕시코산 칠리보다 높은 것으로 나타났다. 칠리류에서는 국내산 일반홍고추류나 파프리카와는 달리 methionine이 검출되지 않았으며 proline이 전체 아미노산의 50% 이상을 차지하고 있는 것이 특징으로 나타났다.

Collection @ chosun

Table 33. Free amino acid content of chilies

(Unit: mg/100 g dry fruit)

Amino acid	Chinese chili	Mexican chili
Asparatic acid	140.32	102.00
Glutamic acid	65.15	42.85
Serine	36.51	27.93
Histidine	23.16	15.39
Glycine	11.13	10.79
Threonin	58.13	32.57
Arginine	228.83	202.89
Alanine	65.91	66.35
Tyrosine	13.59	12.22
Valine	31.89	22.32
Methionine	ND	ND
Phenylalanine	25.24	28.85
Isoleucine	14.21	8.89
Leucine	11.22	9.01
Lysine	26.49	18.07
Proline	1124.20	861.43
Tryptophan	13.24	8.74
Cystine	24.91	9.77
EAA[1)]	203.58	143.84
TAA[2)]	1977.39	1521.91

[1)]Essential amino acid
[2)]Total amino acid

Collection @ chosun

3. 매운맛 성분인 capsaicinoid류의 분석

가. 고추류의 매운맛 성분

고추과실의 독특한 매운 맛을 내는 성분을 총칭하여 capsaicinoids라고 하며 이것은 capsaicin (*trans*-8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide)과 dihydrocapsaicin (8-methyl-N-vanillylnonanamide) 등과 같은 여러 가지 포화 또는 불포화 아마이드 화합물의 혼합체이며(66), 이러한 성분들이 복합적으로 함유되어 매운 맛을 결정하는 것으로 알려져 있다(67). 이 화합물들은 치환된 aroma ring(A)과 dipolar amide bond(B) 그리고 소수성의 사슬구조(C)로 이루어진 vanillin 유도체이다(Fig. 27). 지금까지 보고된 capsaicinoids의 주요한 유도체는 5종으로서 capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin 및 homodihydrocapsaicin 등이 있으며 각각의 구조는 Table 34와 같다(68,69). 이들 중에서 고추의 매운맛을 느끼게 하는 가장 중요한 성분은 capsaicin과 dihydrocapsaicin으로서 매운맛의 80~90%를 차지하고 있으며 이들의 자극정도는 다른 유도체들보다 약 2배 이상 강한 것으로 알려졌다(70). 한편 Govindaragan(71)은 불포화 아마이드 화합물로서 capsaicin 와 2 종류, 그리고 포화화합물로서 dihydrocapsaicin 외 7종을 보고하였다.

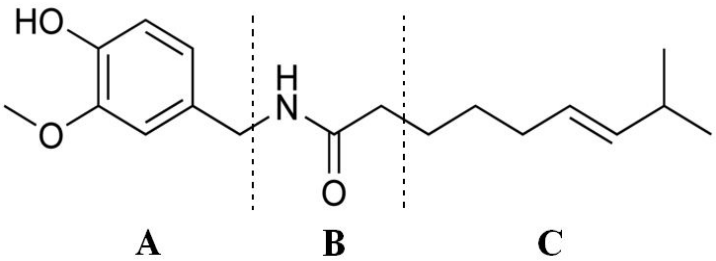


Fig. 27. A basic structure of capsaicinoids

Collection @ chosun

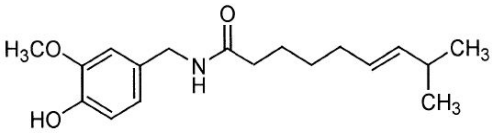
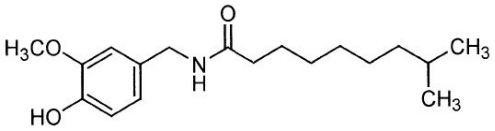
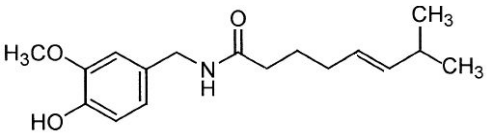
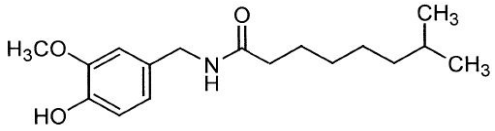
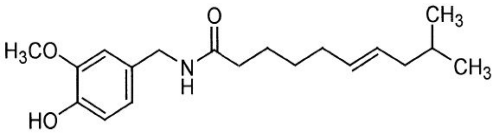
고추의 capsaicinoids 함량은 종 또는 종과 재배 지역 및 환경에 따라서 차이가 발생하여 가공 및 저장 조건에 대해서는 비교적 안정된 특성을 갖는다. *C. annuum*종은 0.098~0.148%, *C. baccatum*종과 *C. pubescens*종은 0.106~0.358% 그리고 *C. frutescens*종과 *C. chinense*종은 0.264~1.477% 정도로 보고 된 바 있다(72,73). 종간의 capsaicinoids 함량에 대한 연구는 비교적 많은 편인데, capsaicinoids 함량이 파프리카는 0.15% 이하이며, spanish sweet paprika는 맵지 않은 것이 0.003% 이하이고 매운 것은 최대 0.05%였다. Chili는 맵지 않은 것은 0.1~0.2%, 중간 정도는 0.2~0.4%, 매운 것은 0.4~0.6%이며 매우 자극적인 것은 1.0~1.4%까지의 변이를 보인다고 하였다(74). 또한 국내 고추 종 간에도 capsaicinoids 함량에는 차이가 있었으며 최고와 최저의 차이는 약 4.5배 정도라고 하였다(75,76). 그리고 과실의 크기가 작을수록 더욱 맵다는 보고도 있다(77).

고추 과실의 매운 성분 축적과 부위별 함량에 관하여 많은 연구가 수행되었는데, capsaicinoids는 태좌에서 생성되며(78-80), 주로 격벽과 태좌에 함유되어 있고, 과피와 종자에도 격벽 또는 태좌에서 분비된 capsaicinoids의 일부가 휘산·부착되는 것으로 알려졌다. 국내 고추도 같은 경향을 보이고 있으며 capsaicin의 함량이 duhydrocapsaicin의 함량보다 더 많은 것으로 나타났다(81,82). Capsaicin 성분은 과령에 따라 생합성 정도가 다른 것으로 밝혀졌으며(83), 그 축적 시기는 일조시간과 온도 등에 크게 좌우된다고 한다(84). 또한 수확시기에 따라서도 다르다고 보고된 바 있다(85).

Capsaicin의 경우 1876년 처음으로 고추에서 분리된 후, 1919년 N-(4-hydroxy-3-metoxybenzyl)-8-methylnon-6-enamide라는 구조가 밝혀졌고 1955년 Crombie에 의해 전합성 되었다. 고추의 매운 맛을 느끼는 기전은 capsaicin에 반응하는 수용체인 VR1(vanilloid receptor 1)에 의한 것으로, 이 단백질은 유해열자극(noxious heat)과 산성 환경(양자 proton, H±)에서 활성화된다. 여러 연구자들의 결과를 살펴보면 사람에서 고추가 매운 맛이 느껴지는 것은 이러한 VR1의 성질에 기인한다고 추측되고 있다(86-88). 1960년대 Jansco는 capsaicin이 초기 감각신경의 통각신경세포를 흥분시켜 통증을 유발시키고(89), 여러 가지 염증 매개체를 방출시키나 이를 지속적으로 투여하면 신경세포를 무력화시킴으로써 capsaicin 뿐 아니라 다른 화학적, 기계적, 열적 자극에도 무감각한 상태를 초래하게 된다는 사실을 밝혀내고 후자의 경우를 탈감작(desensitization)이라 하였다(90).

dCollection @ chosun

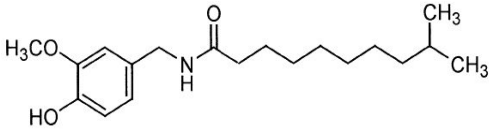
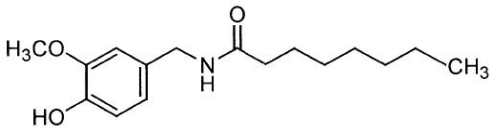
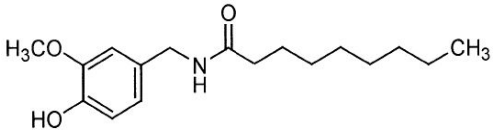
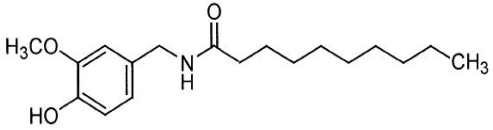
Table 34. Characteristics of capsaicinoids

Name	Structure	Type of pungency	Pungency Threshold
Capsaicin		produces burning everywhere from the mid-tongue and palate down into the throat	16.35 ± 2.28 million SHU[1)]
Dihydrocapsaicin		the same	16.30 ± 1.52 million SHU
Norcapsaicin		-	
Nordihydrocapsaicin		relatively mild-fruity, sweet, and spicy	9.38 ± 0.80 million SHU
Homocapsaicin		about one half as potent as capsaicin	8.6 million SHU

[1)] Scoville Heat Unit

dCollection @ chosun

Table 34. Continued

Name	Structure	Type of pungency	Pungency Threshold
Homodihydrocapsaicin		produces a "numbing burn" in the throat	14.04 ± 1.01 million SHU[1)]
N-Vanillyloctanamide		-	8.0 million SHU
Nonivamide (N-Vanillylnonanamide)		producing a "mellow, warming effect" and "biting sensation" which "developed immediately" and "receded rapidly" "in the front of the mouth and palate"	9.32 ± 1.21 million SHU
N-Vanillyldecanamide		-	-

1) Scoville Heat Unit

Collection @ chosun

나. 매운 정도의 측정

매운 맛의 선호도는 민족이나 국민의 식생활 문화 차이에 따라 크게 달라 일정한 기준을 설정하기는 어려우나 우리나라 표준산업규격(KS규격)에는 capsaicin 함량 42.3 mg/100 g을 기준으로 그 이상은 매운 맛으로, 그 이하는 순한 맛으로 구분하고 있다. 미국 ASTA규격에는 capsaicin 함량 31.3~375 mg%에 따라 7단계로 구분하고 있으며, 헝가리는 순한 맛은 10 mg%이하, 약간 매운 맛은 20 mg%, 그 이상을 매운 맛으로 분류하고 있다. 특히 매운 맛은 그 나라 국민의 식생활 문화와 밀접하게 관련되어 있어 설정기준 또한 달라질 수밖에 없다.

매운맛의 강도를 측정하는 방법은 관능검사와 기기를 이용한 검사로 나눌 수 있다. 전통적 방식인 관능검사의 경우는 관능 평가자로 하여금 고추의 매운 정도를 기록한 후 점차 희석하여 매운맛을 느끼지 못하게 되었을 때의 희석배수를 Scoville Heat Unit로 정의하였다(91). Capsaicin 1 mg/kg은 15 Scoville unit이며 순수한 capsaicin은 16,000,000 Scoville unit이다. 관능검사의 경우 panel에 따라 결과 값의 차이가 일정하지 않은 단점이 있어, 최근에는 이를 보완하기 위하여 UV-Vis Spectrophotometer, HPLC 및 GC와 같은 기기적 측정법이 주로 사용되고 있다(92). HPLC를 이용한 capsaicinoids정량분석은 고추의 종별 매운맛 분석과 김치의 매운맛 분석 등에서 이루어졌다(93).

매운 성분의 분석함량은 분석 할 때 마다 조금씩 다른데 이러한 변이의 폭은 식물체의 생육 재배환경, 시료 측정시기 및 부위 및 분석방법에 따른 차이라고 보여진다(81,85-87).

본 연구에서는 고추류의 주된 매운맛 성분으로 작용하는 capsaicin과 dihydrocapsaicin을 HPLC 기기로 분석하여 표준물질의 chromatogram(Fig. 28)에 나타난 retention time과 비교, 확인하였고 표준물질의 표준검량선(Fig. 29)을 이용하여 정량하였다. Capsaicin은 10, 20, 30, 50 및 100 μg/mL의 농도로 검량선을 작성하였으며, dihydrocapsaicin은 1, 5, 10, 15 및 20 μg/mL의 농도로 작성하여 정량에 이용하였다. 두 화합물의 linear regression 상수 (r^2)는 capsaicin과 dihydrocapsaic에서 각각 0.9992와 0.9972였다.

Collection @ chosun

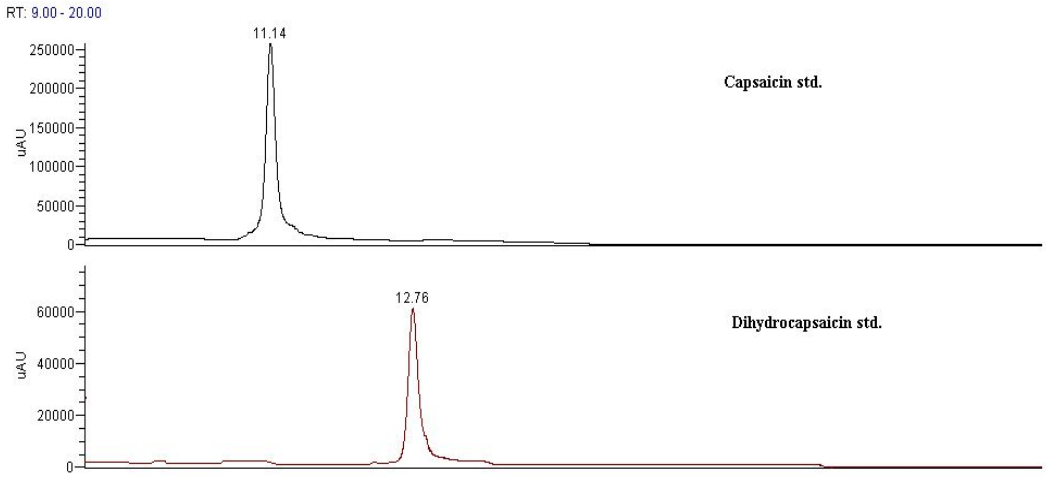


Fig. 28. HPLC chromatograms of capsaicin and dihydrocapsaicin standard.

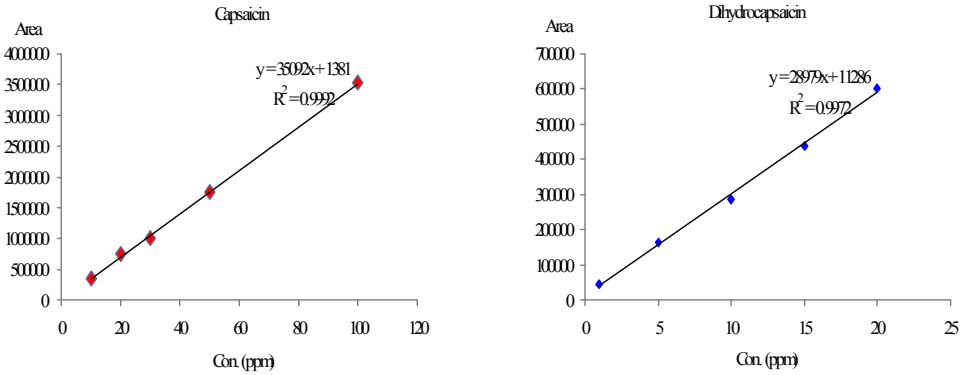


Fig. 29. The Standard curve of capsaicin and dihydrocapsaicin by HPLC analysis.

Collection @ chosun

다. Capsaicinoid류 함량

고추류의 capsaicinoid류 중 capsaicin과 dyhydrocapsicin에 대한 함량을 분석한 결과는 Table 35와 같으며 HPLC chromatogram은 Fig. 30에 나타내었다.

파프리카를 제외한 모든 고추류에서 capsaicin과 dyhydrocapsaicin이 확인되었으며, 매운홍고추와 칠리류에서 높게 나타났다. Capsaicin은 매운홍고추에서 그 함량이 72.68 mg/100 g으로 가장 많은 양이 확인되었으며, dihydrocapsicin은 멕시코와 중국 칠리가 매운홍고추에 비해 상대적으로 다량 분포함을 확인하였다. 보통 고추부위별 capsaicinoid의 성분변화를 보면 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 함량비는 54:46의 비로 보고되고 있으며(94), 칠리류에서는 이와 일치하였으나 매운홍고추의 경우 capsaicin의 함량이 dihyrocapsaicin에 비해 월등히 높게 확인된 것이 특징이었다. 일반홍고추의 경우 capsaicin과 dihydrocapsicin의 함량이 각각 16.57과 15.75 mg/100 g으로 큰 차이 없이 비슷한 함량으로 분포하는 것으로 나타났다. Capsaicin과 hihydrocapsaicin이 검출되지 않은 파프리카에서는 이 두 capsaicinoid류를 제외한 다른 capsaicinoid류가 미량 확인되었으나, capsaicin과 dihydrocapsaicin외 norcapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin 그리고 homodihydrocapsaicin 등은 매운맛이 매우 약하여 파프리카의 매운 맛 부여에 크게 영향을 끼치지 못한 것으로 생각된다. 고추의 capsaicin 함량은 종별 차이가 크며 재배방법, 수확시기, 건조방법 등에 따라 동일 종일지라도 함량이 달라지며, 너무 과숙하면 오히려 이들 매운 성분의 함량은 감소한다고 보고된 바 있다(95).

Collection @ chosun

Table 35. Major capsaicinoids content of *Capsicum* sp.

(mg/100 g dry fruit)

Cultivar	Capsaicin	Dihydrocapsaicin
Red pepper	16.57	15.75
Hot red pepper	72.68	27.02
Improved green pepper	1.92	0.06
Red paprika	ND[1)]	ND
Yellow paprika	ND	ND
Green paprika	ND	ND
Mexico	64.84	45.11
China	61.82	52.76

[1)]Not detect

dCollection @ chosun

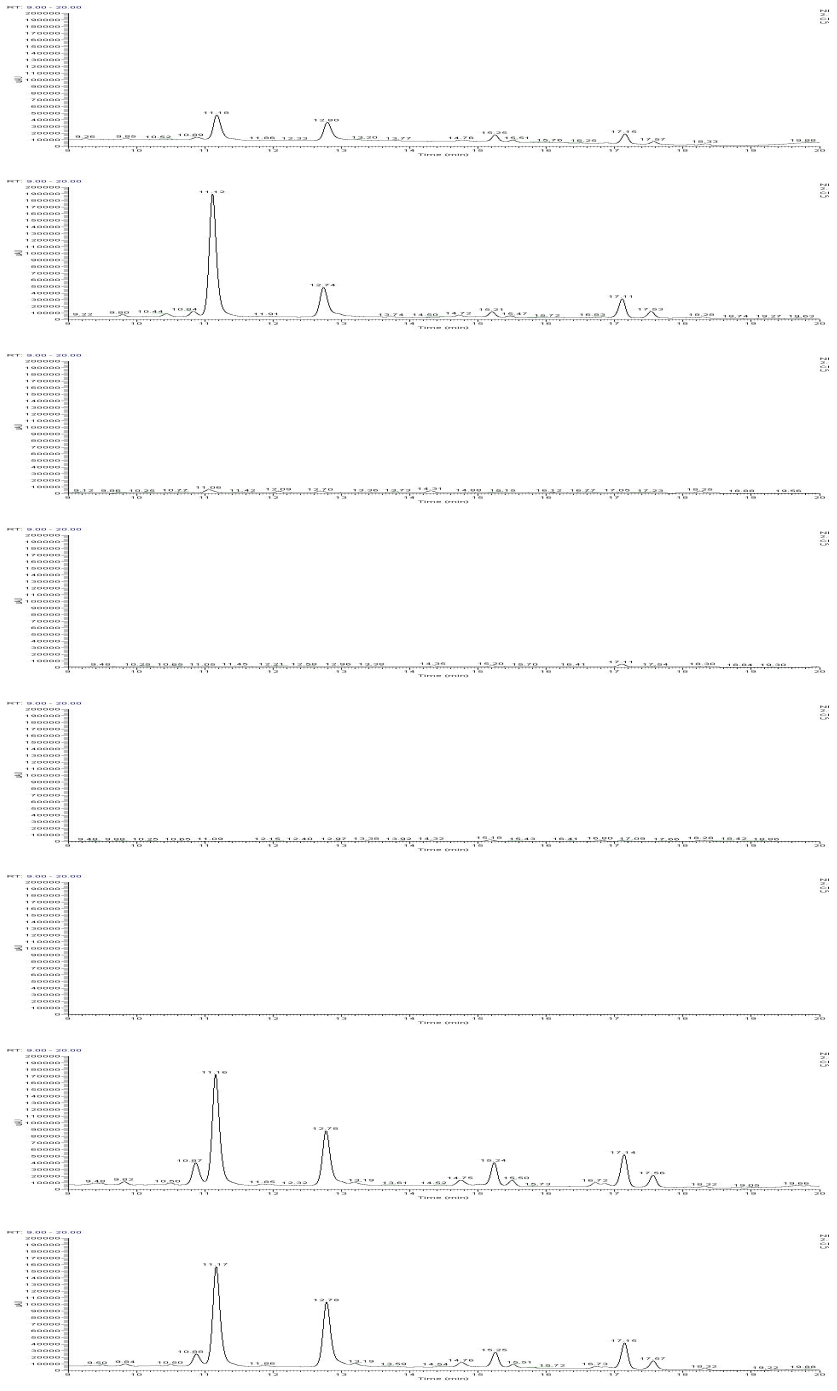


Fig. 30. HPLC chromatograms of capsaicn and dihydrocapsaicin in *Capsicum* sp..

Collection @ chosun

라. 각 종별 고추류의 구성 capsaicinoid

고추의 매운 맛을 나타내는 capsaicinoid류에 대한 각 종별 조성에 관해 LC/MS 분석 결과를 Table 36에 나타내었다.

고추의 capsaicinoids 함량은 종 또는 종과 재배 지역 및 환경에 따라서 차이를 보이며 본 연구결과 확인된 capsaicinoid류는 capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsain, homocapsaicin 및 homodihydrocapsaicin 등으로 나타났다. Fig. 31은 LC/MS에 의해 selected ion monitoring (SIM) mode를 통해 확인된 각각의 protonation된 형태의 분자이온 $[M+H]^+$을 나타내고 있다. 각각의 구조적 특징과 분자량의 확인을 통하여 *m/z* 294 $[293+H]^+$이온은 nordihydrocapsaicin, *m/z* 306 $[306+H]^+$이온은 capsaicin, *m/z* 308 $[307+H]^+$이온은 dihydrocapsaicin, *m/z* 320 $[319+H]^+$은 homocapsaicin 그리고 *m/z* 322 $[321+H]^+$은 homodihydrocapsaicin로 동정되었다. 일반홍고추, 매운홍고추, 및 칠리류에서는 이들 화합물이 모두 존재하여 매운맛 성분으로 작용하고 있음을 확인하였으나, 파프리카류에서는 색상별로 전혀 확인되지 않거나 capsaicin이나 dihydrocapsaicin 등 매운맛이 강한 일부 capsainoid 성분이 존재하지 않는 것으로 나타났다. 파프리카류를 제외한 관능적으로 매운 맛을 느낄 수 있는 고추류에서는 capsaicin과 dihydrocapsaicin이 전체 capsaicinoid류의 약 70~90%의 범위로 존재하였으며, 뒤이어 nordihydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin가 각각 1.9~7.81%, 2.51~10.36% 및 5.92~15.90%의 범위를 차지하였다. 특히, 매운맛이 매우 약하여 매운맛을 즐기지 않는 소비자들에게도 인기가 많은 종인 오이고추에서도 이들 5종의 capsainoid 동족체들이 모두 존재하는 것으로 확인되었다.

단고추고 불리며 맵지 않다고 알려져 있는 파프리카류에서는 녹색과실을 제외한 적색과와 황색과에서는 homocapsaicin과 homodihydrocapsaicin이 미량 존재하였다. 각 capsaicinoid류에 대한 매운 맛의 기여 정도를 보면 capsaicin을 100으로 기준하였을 때 dihydrocapsaicin은 75정도 이며, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin 및 homodihydrocapsaicin이 20~50 사이 정도인 것으로 알려져 있다(96-98). 따라서 이 두 capsaicinoid류는 매운 맛이 강한 capsaicin과 dihydrocapsaicin에 비하여 그 매운 정도가 현저히 낮고 그 함유량 역시 극히 미량인 이유로 파프리카에서 매운맛을 거의 느끼지 못하는 것으로 판단된다.

Collection @ chosun

각 고추의 종별 capsaicinoid류 분석 결과를 종합하여 볼 때 각 고추별 capsaicinoid류의 조성 특성은 매운 종과 상대적으로 매운맛이 덜하거나 또는 맵지 않은 고추류에서의 결과로 종에 따라서는 차이를 보이나, 멕시코칠리와 중국칠리에서 확인된 바 같은 종에 따른 지역적인 차이는 크지 않은 것으로 확인되었다.

Table 36. Composition of capsaicinoid of *Capsicum* sp.

Cultivar	NDHC[1] (%)	Capsaicin (%)	DHC[2] (%)	HC[3] (%)	HDHC[4] (%)
Red pepper	3.32	38.56	31.86	10.36	15.90
Hot red pepper	1.90	63.53	17.59	4.22	12.76
Improved green pepper	7.01	63.25	21.30	2.52	5.92
Mexican chili	7.81	43.71	23.34	9.25	15.89
Chinese chili	4.44	43.64	31.57	6.74	13.61
Red paprika	N.D.[5]	N.D.	N.D.	20.17	79.83
Yellow paprika	N.D.	N.D.	N.D.	72.46	27.54
Green paprika	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

1)nordihydrocapsaicin, 2)dihydrocapsaicin, 3)homocapsaicin, 4)homodihydrocapsaicin, 5)not detected

Collection @ chosun

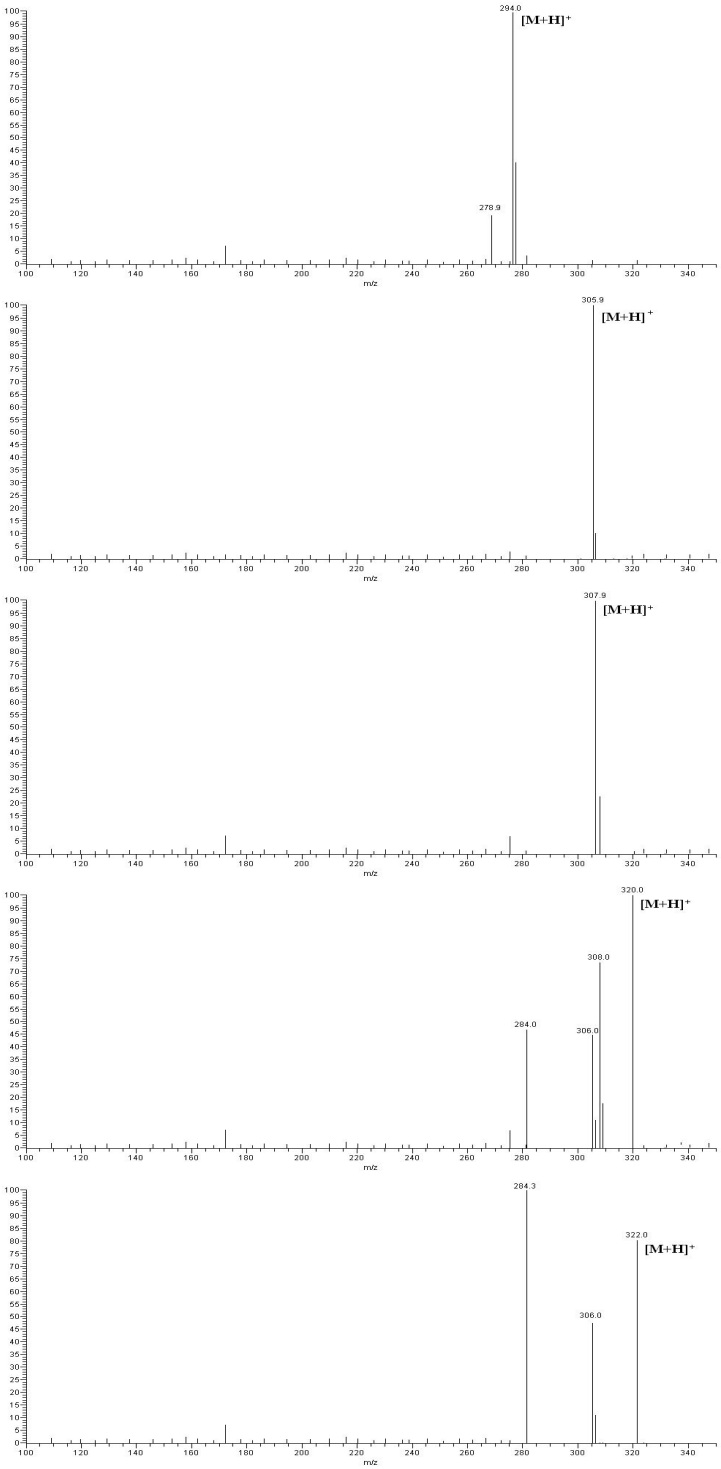


Fig. 31. Positive ion ESI mass spectra of capsaicinoids in *Capsicum* sp..

Collection @ chosun

마. SHU의 정의

스코빌 척도(Scoville Heat Units; SHU)는 고추류의 자극이나 매운 정도를 측정하는 단위이다. SHU는 단위가 없으며 그 값은 캡사이신의 함유량을 의미한다. 이 SHU는 고추의 자극 정도를 측정하는 방법을 개발한 미국의 화학자 Wilbur Scoville의 이름을 딴 것으로, 1921년에 개발된 그의 방법은 스코빌 감각수용 측정법(Scoville Organoleptic Test)이라 알려져 있다(91). 이 방법은 관능에 의한 측정방법으로 보통 5명 정도의 평가단이 더 이상 "열감"을 못 느낄 때까지 고추 추출물을 설탕시럽에 희석시키며, 그 희석의 정도가 스코빌 척도의 값이 된다. 따라서 캡사이신이 전혀 없는 파프리카 또는 피망은 이 값이 0이며, 하바네로(Habanero)와 같은 매운 고추의 경우 캡사이신의 존재가 검출 불가능한 20 만 배로 희석시킨 추출물로 인해 20만 이상의 값을 가진다(Table 37). 그러나 이 스코빌 감각수용 측정법의 가장 약한 측정치는 사람에 따라 주관적일 수 있어 부정확하다.

최근에는 고속액체크로마토그래피 (high-performance liquid chromatography; HPLC)를 이용하여 캡사이신류의 양을 직접 측정하는 기기적 방법이 많이 사용되고 있다. 이것은 열 발산 화학물질을 확인하고 측정하는 것으로 열을 생산하는 상대적인 능력에 근거한 가산점에 따른 수학공식에 따라 계산한다. 이 방법은 스코빌 단위가 아닌 ASTA 자극 단위(ASTA pungency units)에 의한 결과를 도출한다.

Collection @ chosun

Table 37. A list of scoville heat units scale

Name	Pod Type	Species	Scoville Units
Orange Habanero	Habanero	*C. chinense*	210,000
Red Habanero	Habanero	*C. chinense*	150,000
Tabasco	Tabasco	*C. frutescens*	120,000
Tepin	Tepin	*C annuum*	75,000
Chiltepin	Tepin	*C. annuum*	70,000
Thai Hot	Asain	*C. annuum*	60,000
Jalapeno M	Jalapeno	*C. annuum*	25,000
Long Slim Cayenne	Cayenne	*C. annuum*	23,000
Mitla	Jalapeno	*C annuum*	22,000
Santa Fe Grande	Hungarian	*C. annuum*	21,000
Aji Escabeche	Aji	*C. baccatum*	17,000
Long Thick Cayenne	Cayenne	*C. annuum*	8,500
Cayenne	Cayenne	*C. annuum*	8,000
Pasilla	Pasilla	*C. annuum*	5,500
Primavera	Jalapeno	*C. annuum*	5,000
Sandia	New Mexican	*C. annuum*	5,000
NuMex Joe E. Parker	New Mexican	*C. annuum*	4,500
Serrano	Serrano	*C. annuum*	4,000
Mulato	Ancho	*C. annuum*	1,000
Bell	Bell	*C. annuum*	0

Collection @ chosun

바. 각 고추류의 매운 정도 비교

HPLC를 통하여 확인된 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 함량을 통하여 파프리카류를 제외한 각 고추류에서 그 값을 SHU 값으로 환산한 매운 정도를 Table 38에 나타내었다.

확인결과 칠리류에서 SHU가 가장 높게 확인되었으며 원산지별 차이는 그다지 크지 않은 것으로 나타났다. 비록 capsaicin의 함량 매운홍고추에서 가장 높게 나타나기는 하였으나, 칠리류에 비하여 상대적으로 dihydrocapsaicin의 함량이 적어 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 함량이 모두 높게 확인된 칠리류보다 그 매운 정도는 덜한 것으로 확인되었다. SHU는 단위가 없는 값으로 각 수치별 매운 정도에 대해서 0~5,000은 '순한맛', 5,000~20,000은 '약간 매운맛', 20,000~70,000은 '매운맛' 그리고 70,000이상은 '아주 매운맛'으로 분류된다. 이에 따라 각 고추류의 매운정도를 살펴보면, 오이고추와 일반홍고추는 '순한맛' 그리고 매운홍고추와 칠리류는 '약간 매운맛'에 속함을 확인하였다.

Table 38. Scoville heat unit of *Capsicum* sp.

Cultivar	Cap[1)]	Dcap[2)]	SHU
Improved green pepper	19.2[3)]	0.6	295
Red pepper	165.7	157.5	4,423
Hot red pepper	726.8	270.2	14,225
Mexico	648.4	451.1	15,275
China	618.2	537.6	15,885

[1)] Capsaicin, [2)] Dihydrocapsaicin, [3)]mg/kg dry fruit

Collection @ chosun

4. 색소성분의 분석

가. 고추류의 carotenoid류의 함량

(1) 고추류의 carotenoid

건고추 및 고춧가루의 품질을 평가하는 가장 큰 외적 요인인 고춧가루의 색을 나타내는 성분은 carotenoid류로서 적색 색소인 capsanthin과 capsorubin이 전체의 80~85%를 차지하며 황색 색소인 β-carotene, cryptoxanthin 등이 15~20%를 차지하는 것으로 알려져 있다(99). 자연계에 존재하는 색소 관련 물질들은 약 100여 가지가 알려져 있으나 capsanthin과 capsorubin은 유일하게 *Capsicum* 종에만 존재한다고 알려져 있으며 capsanthin은 파프리카의 주요 색소로 약 50% 정도를 차지하고 있다.

한국산 고추의 색소 조성에 관한 보고에 의하면 고춧가루를 HPLC, LC/MS 및 분광광도계 등을 사용하여 분석한 결과 capsanthin, capsorubin, zeaxanthin, β-cryptoxanthin 및 β-carotene이 주요 색소 성분으로 동정되었다(100). 그러나 이들 색소의 조성 비율과 함량은 고추의 종 또는 종과 수확시기에 따라 차이를 보이는 것으로 보고되고 있다(101,102). Capsanthin 함량은 재배 환경과 재식밀도에 따라서도 변화되는 것으로 보고되고 있는데, 박 등(103)에 의하면 국내 고추 12개 종의 capsanthin 함량이 밀식구보다 표준구에서 높다고 하였다.

Carotenoids의 함량은 과실의 성숙 단계에 따라서 차이가 있는데, 녹과에서는 lutein과 β-carotene이 대부분을 차지하며 붉은 색인 capsanthin과 capsorubin은 전혀 없으나 과실이 성숙함에 따라서 급격히 증가하는 것으로 밝혀졌다(99,101,102). 한편 붉은 고추의 건조 과정에서도 carotenoids의 함량변화가 관찰되었는데 파프리카는 125℃에서 처리시간을 증가시킴에 따라 carotenoids 함량이 급격히 감소하며(104), 건조온도를 상승시키면 capsanthin 함량이 감소되므로 60℃에서 절단 건조하는 것이 자연 건조보다 capsanthin 성분의 보존에 좋다고 하였다(105). 또한 고추의 초기 색상과 색의 유지에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 종과 성숙도라고 보고되었으며(106), 저장 기간 동안 건조 제품의 색상 유지에 가장 큰 영향을 미치는 요인

Collection @ chosun

은 온도로서, 온도가 높을수록 색소파괴가 심해지고 공기나 빛에 노출 시에도 색소파괴가 증가한다고 하였다. 최근 김 등(103)은 통고추와 절단 고추를 온도와 저장기간을 달리하여 색소 함량의 변화를 측정한 결과 모두 유의적인 함량 감소가 있음을 관찰하였다.

전체적인 carotenoids함량은 *C. annuum*이 다른 종인 *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. frutescens* 및 *C. pubescens*보다 일반적으로 높다고 하였으며, 색소추출용인 'paprika' 계통은 신미가 거의 없고, 외관상 짙은 붉은 색으로서 carotenoids 함량이 높으며 영양적 가치 또한 높다(107).

Ccs(Capsanthin/capsorubin synthase) 유전자는 carotenoid 생합성에 관계된 유전자로서 과실 성숙기간 동안 특이적으로 발현되는데 Ccs가 결손된 yellow 고추의 경우 capsanthin과 capsorubin이 생성되지 않고, 전체 carotenoid의 함량 역시 매우 적으며(108), 일반적으로는 과실이 숙성됨에 따라 carotenoid 함량도 급격히 증가하였고, 숙과색이 미색, 황색, 주황색, 살구색 고추인 경우에는 미숙과에 비해 전체 carotenoid의 양이 증가되지 않았다고 보고 된 바 있다(109).

(2) 고추류의 총 carotenoid 함량

고추류에 대한 총 carotenoid의 함량은 Table 39에 나타내었다. 총 carotenoid의 함량은 일반홍고추(250 mg/100 g), 중국칠리(239 mg/100 g), 멕시코칠리(172 mg/100 g), 매운홍고추(135 mg/100 g) 순으로 높게 확인되었으며, 적색파프리카(59 mg/100 g), 오이고추(47 mg/100 g), 황색파프리카(35 mg/100 g) 그리고 녹색파프리카(31 mg/100 g)에서 상대적으로 매우 적은 함량을 나타냈다. 이는 앞선 ASTA 색상값의 결과와 유사하였다. 국내산 고추류의 총 carotenoid 함량을 293.2 mg/100 g로 보고(110)되어 본 연구결과와 일치하였으며, 파프리카의 carotenoid 함량은 17~37 mg/100 g으로 보고되어 일치함을 확인하였다(54).

Collection @ chosun

Table 39. Total carotenoid content in *Capsicum* sp.

(mg/100 g dry fruit)

Cultivar	Total carotenoid content
Hot red pepper	135
Red pepper	250
Improved green pepper	47
Green paprika	31
Red paprika	59
Yellow paprika	35
Mexican chili	172
Chinese chili	239

(3) 각 종류별 고추류의 carotenoid 조성

고추의 붉은 색을 나타내는 성분인 capsanthin과 capsorubin은 유일하게 *Capsicum* 종에만 존재하는 특이적인 색소성분이다. Fig. 32와 33에 HPLC 및 LC/MS에 의해 확인된 종별, 색상별 고추의 carotenoid 조성에 관한 본 연구의 결과를 나타내었다.

Fig. 34는 고추류에서 확인된 특징적이 carotenoid를 나타내고 있으며, HPLC, LC/MS를 사용하여 분석한 결과 붉은 빛을 띠는 고추에서는 capsanthin, capsorubin, zeaxanthin 및 β-carotene 등이 주요 색소 성분으로 동정되었다. 또한 녹색 및 황색을 띠는 고추류에서는 lutein, zeaxanthin 및 β-carotene 등이 확인되어, 고추의 붉은 색택을 나타내는 capsanthin 및 capsorubin이 존재하지 않은 것으로 확

Collection @ chosun

인되었다. 고추류에서의 색소의 조성 비율과 함량은 종 또는 수확시기에 따라 차이를 보이는 것으로 보고되고 있어(101,102), 이와 같은 결과를 뒷받침하고 있다. LC/MS 분석 결과 capsanthin, capsorubin, zeaxanthin, lutein 및 β-carotene 등의 주요 carotenoid에 대하여 각각 m/z 585, 601, 569, 569 그리고 537로 분자이온이 protonation된 형태로 확인되었다(Fig. 2). APCI-MS 분석에서 positive ion mode의 경우 분자이온$[M]^{+}$과 proton을 얻은 분자이온$[M+H]^{+}$을 관찰할 수 있으며, 반면 negative ion mode에서는 주로 분자이온$[M]^{-}$형태를 확인할 수 있다는 보고 내용과 일치하였다(111).

녹색의 미숙과실에서는 주로 lutein과 violaxanthin이 특징적으로 존재하며, 'paptika keotone류'인 capsanthin과 capsorubin은 적색 고추의 주된 carotenoid 성분으로 lutein은 존재하지 않는 것이 차이점으로 나타난다(112). 본 연구에서는 붉은색의 고추과실인 일반홍고추, 매운홍고추, 적색파프리카, 멕시코 및 중국칠리류 모두에서 capsanthin 및 capsorubin이 확인되었으며, 오이고추와 녹색 파프리카에서는 lutein이 주된 carotenoid임을 확인하였다. Fig. 29는 고추류에서 주로 확인된 caotenoid의 구조를 나타내고 있다. APCI-MS에 의한 fragmentation에서는 m/z 585로 확인된 capsanthin의 dehydrogenated ion인 m/z 567를 관찰할 수 있었으며, hydroxy group을 포함하고 있는 capsorubin(m/z 601), zeaxanthin(m/z 569) 및 lutein(m/z 569)에서도 각각 m/z 583, 551, 551의 dehydrated ion이 확인되었다. 분자량과 분자구조가 같은 zeaxanthin과 lutein은 mass spectum의 fragmentation되는 형태의 차이로 구분할 수 있다. Zeaxanthin은 분자이온인 m/z 569가 base peak로 존재하고, lutein은 dehydrogenated ion인 m/z 551이 base peak로 존재함을 알 수 있다(Fig. 33).

dCollection @ chosun

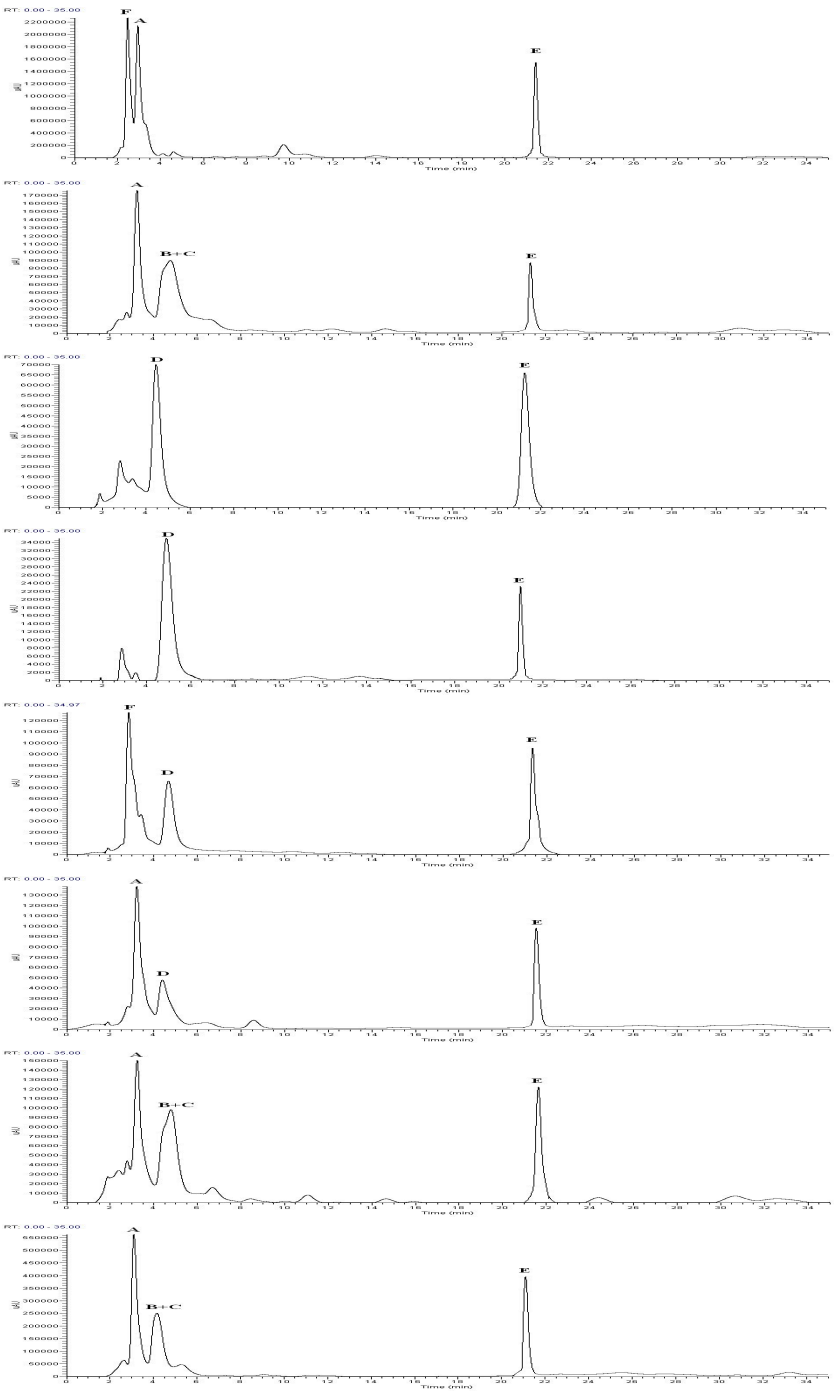


Fig. 32. HPLC chromatogram (PDA 450 nm) of a direct carotenoid extract of *Capsicum* sp.. A: capsanthin, B: capsorubin, C: zeaxanthin D: lutein, E: β-carotene, F: unknown

dCollection @ chosun

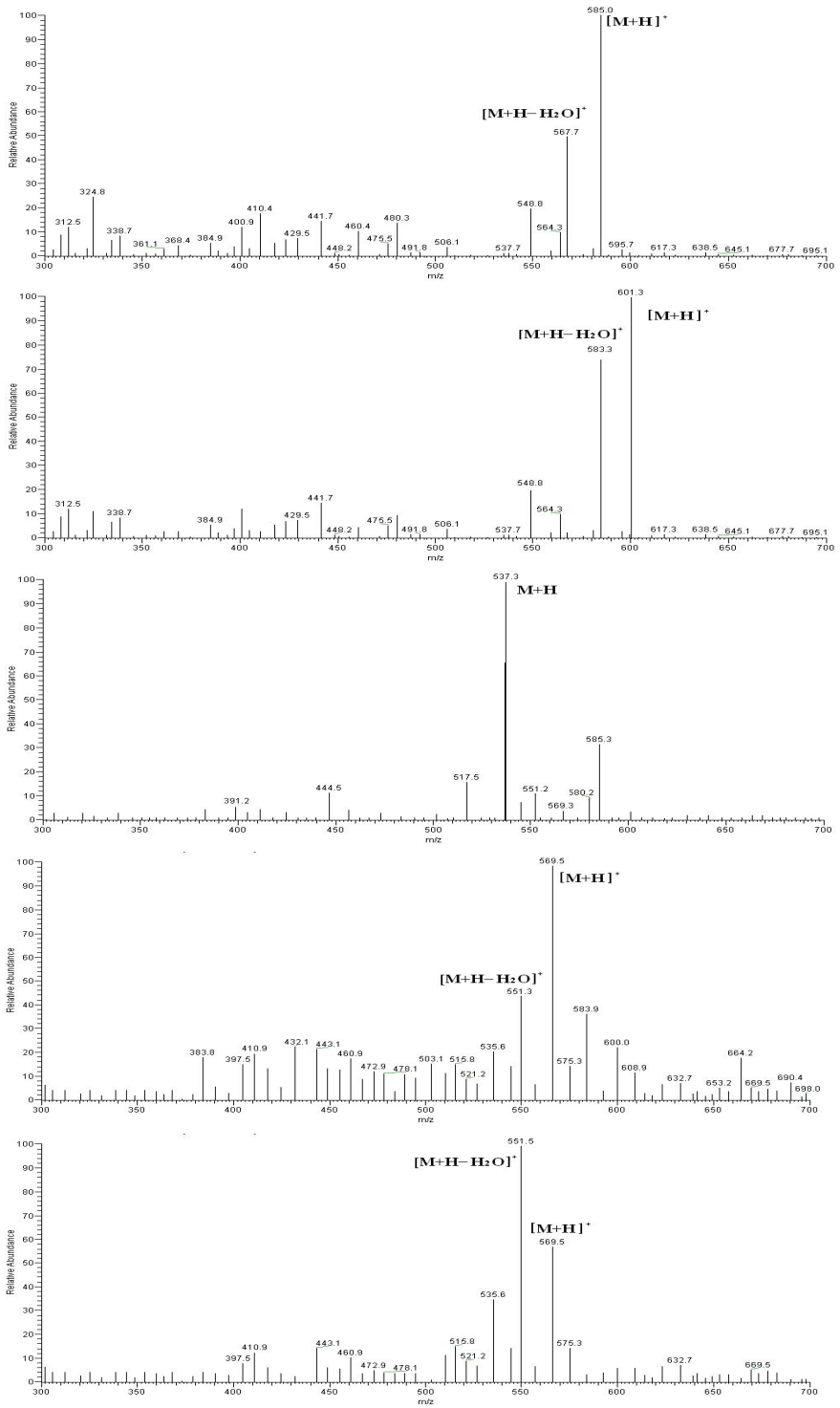


Fig. 33. Positive ion APCI mass spectra of main carotenoid in *Capsicum* sp..

Collection @ chosun

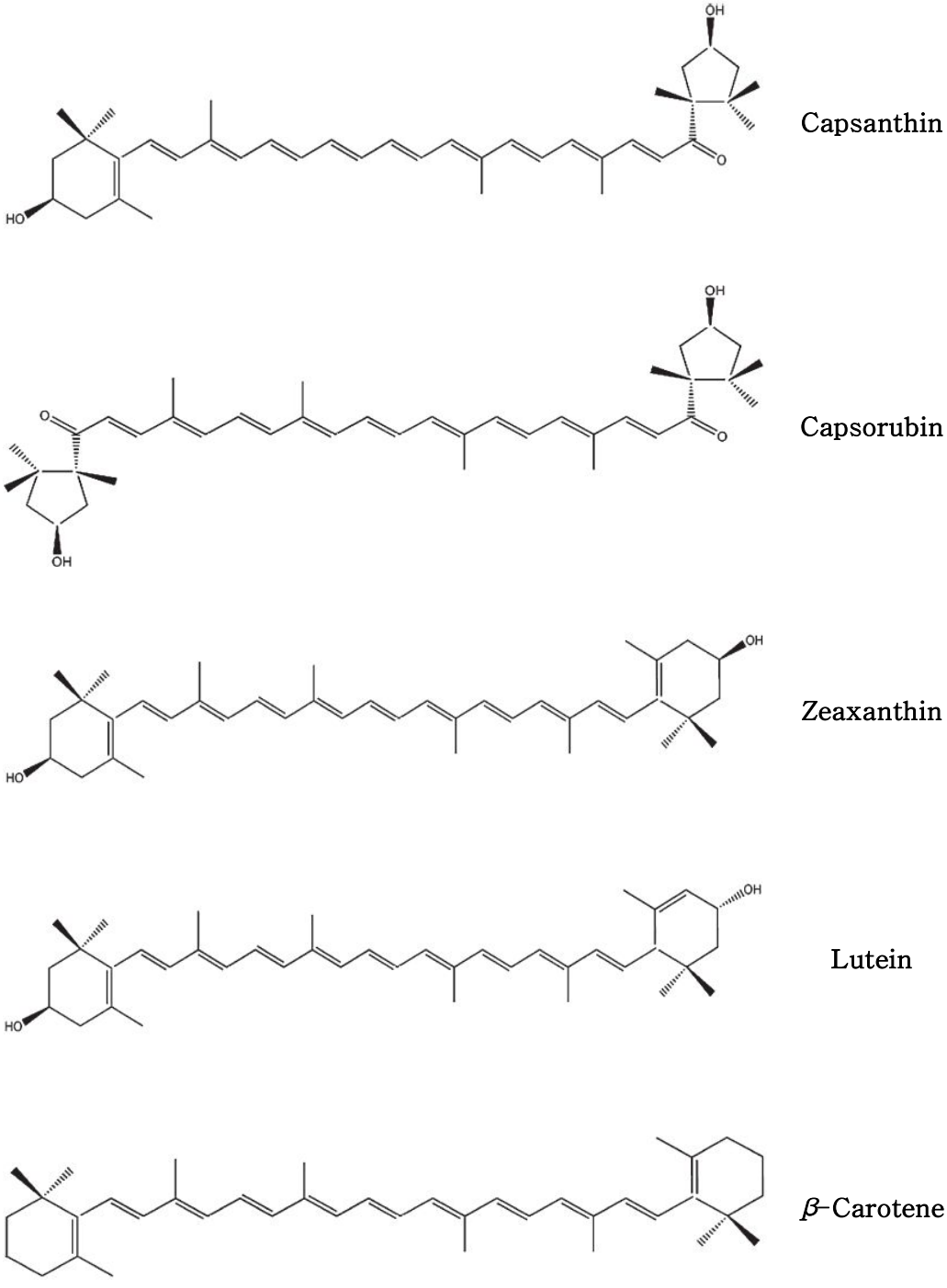


Fig. 34. Structure of main carotenoids in *Capsicum* sp..

Collection @ chosun

나. 고추류의 색소성분

고추의 기호적 특성은 여러 가지가 있으나 외관의 빛깔과 향, 그리고 특유의 매운 맛이 소비자의 기호를 만족시키는 중요한 특성의 하나라고 할 수 있다.

특히 색깔은 소비자가 고춧가루의 선택 시 가장 중요시하는 요소 중의 하나이다. 2003~2004년에 걸쳐 우리나라 7대 광역시의 주부를 대상으로 조사한 결과 고춧가루의 구매 시 우선선택순위는 색깔이 32.2%로 가장 높았고, 그 다음이 위생상태, 매운 맛, 생산지 판매 등의 순으로 보고된바 있다(27). 이처럼 중요한 고춧가루의 기호적 품질요인인 붉은 색깔의 화학적 성분은 고추 과피세포에 녹아있는 carotenoid류에 속하는 불용성인 capsanthin의 함량에 좌우된다.

미국양념거래협회에서는 이 capsanthin을 acetone으로 추출한 액의 색소함량을 표준화한 ASTA(American Spice Trade Association) color value를 지정하여 미국 등 많은 나라에서 고춧가루의 색도를 평가하는 객관적 단위로 사용되고 있다. 미국양념거래협회에서 정한 고춧가루의 ASTA 품질기준 중 ASTA색상값(ASTA color value)은 Table 40에서와 같이 ASTA 색상값 70~160까지를 5~6단계로 구분하여 Natural, Extra light, Light, Medium, Dark 등으로 구분하고 있으며, 헝가리의 규격은 ASTA color value 120이상을 Extra(special), Delicate, Noble sweet, 65이하를 Rose로 표현하고 있다. 그러나 우리나라의 식품공전 규격이나 한국산업표준(KS)규격, 전통식품규격 등에는 색소함량 등에 대한 규격은 설정되어 있지 않으며, 성상에만 고유의 색택을 지니도록 포괄적으로 언급하고 있다(Table 41).

Collection @ chosun

Table 40. The quality standard of red pepper powder in foreign countries

항목	미국 규격 (ASTA)	헝가리 규격	일본 규격
1) ASTA color	추출액의 색깔, 색소함량 <ASTA 값: 70~160(5~6단계)> -Natural, Extra light, Light, Medium, Dark	○ Special, Delicate, Noble sweet, Rose, Hot -Extra: 120 -Rose: 65 이하	1) 형상 분말
2) Scan	고춧가루의 표면색깔 (색차계에 의함)		2) 수분(%) 14이하
3) Purgency	Capsaicin함량 -31.3~375 mg/%에 따라 7단계로 분류	○ 순한맛: 10 mg%이하 ○ 약간매운 맛: 20 mg% ○ 매운 맛: 20 mg%이상	3) 일반세균수 2.0×10^4/g이하
4) Moisture	70℃ 6시간 진공건조 후 수분함량	10~12%	4) 대장균균 음성
5) Micro analytical properties	이물 (곤충의 알, 쥐의 털, 모래 등)		5) 내열성균수 1,000/g이하
6) Microbiological analysis	대장균균, 일반세균수 등		6) 곰팡이·효모 음성
7) Screen analysis	입도분포	0.5~0.63 mm	7) 아플라톡신 불검출
8) Visual properties	육안에 의한 고춧가루의 색깔		8) 캡사이신 0.06±0.03
			9) 비소 2.0 ppm이하
			10) 중금속 20 ppm이하

dCollection @ chosun

Table 41. The various quality standard of red pepper powder in Korea

항목	식품공전의 식품별 규격	한국산업표준규격 (KS H 2157)	전통식품표준규격 (T-034)
(1) 성상	고유의 색택을 가지고 이미·이취가 없어야 하며, 황백색 및 황갈색이어서는 아니 된다.	고유의 색택으로 균일하고, 이미·이취가 없어야 한다.	고유의 색택을 가지고, 이미·이취가 없어야 한다.
(2) 수분	15.0 이하	13.0 이하	13.0 이하
(3) 회분	7.0 이하	8.0 이하	8.0 이하
(4) 산불용성회분(%)	0.5 이하	1.5 이하	1.5 이하
(5) 위화물	불검출 (전분, 겨, 탄산염, 식염, 당류 등)	검출되어서는 아니 된다.	검출되어서는 아니 된다.
(6) 곰팡이수(%)	20 이하(하워드곰팡이계수장치에 의한 곰팡이 양성 비율 %)	-	-
(7) 타르색소	검출되어서는 아니 된다.	검출되어서는 아니 된다.	검출되어서는 아니 된다.
(8) 캡사이신(mg%)	-	순한 맛: 42.3 이하 매운 맛: 42.3 이상	-
(9) 입도(%)	-	◦굵은 고춧가루 2 mm:10%미만 남고 850 μm:40%이상 남을 것 ◦보통 고춧가루 850 μm:40%남고 425 μm:60%이상 남을 것 ◦고운 고춧가루 850 μM:5%미만 남고 425 μM:60%미만 남을 것	◦굵은 고춧가루 850 μm:40%이상 남을 것 ◦보통 고춧가루 850 μm:60%이상 통과 425 μM:60%이상 남을 것 ◦고운 고춧가루 425 μM:95%이상 통과
(10) 이물	-	없어야 한다. (사분은 0.03%이하)	없어야 한다.
(11) 아플라톡신(B1)*	10 μg/kg	-	-

* 고시 2007-63(07.9.6)호로 식품 등의 공통기준에 곰팡이독소허용기준 신설

Collection @ chosun

다. ASTA 색상값에 의한 고추류의 색소함량

ASTA 색상값은 미국양념거래협회(America Spice Trade Association)에서 공인한 색상측정방법으로 고추원료나 색소추출물의 함량을 표시하는 지수로서 국내 고추의 경우 고추과피 기준으로 그 값이 100~150 사이로서 양념용 고추로서는 가장 적합하다고 알려져 있다. 이 ASTA 색상값은 고추나 고춧가루의 적색도를 확인하여 붉은 색소로서 고추가 가지는 품질의 척도로 사용된다.

각 고추류의 ASTA 색상값은 Table 42에 나타내었다. 향신료로서의 기능뿐만 아니라 그 특유의 붉은 색감으로 인해 고추는 색을 내기 위한 목적으로 많이 쓰이는 양념채소이다. 본 연구결과 실제로 풋고추류인 오이고추와 녹색파프리카에서는 그 값이 매우 낮게 확인되었으며 황색과 적색의 파프리카 역시 색상값이 매우 낮아 ASTA 색상값에 의한 색소로서의 상품적 품질은 매우 낮은 것으로 나타났다.

우리나라의 일반홍고추의 경우 그 값이 123으로 양념용 고추로 적합한 것으로 확인되었으며, 매운홍고추의 경우 54로 적정 값에 미치지 못한 것으로 나타났다. 실제로 일반홍고추의 색택은 선명한 붉은 빛을 띠는 데 반해 매운홍고추의 경우 검붉은 색을 나타내어 이러한 결과를 뒷받침 하였다.

칠리류의 경우 중국 칠리의 색상값이 103으로 색소 품질이 적당한 것으로 나타났으나, 멕시코 칠리에서는 그 값이 72로 낮게 확인되었다.

Collection @ chosun

Table 42. ASTA color value of *Capsicum* sp.

Cultivar	ASTA value
Red pepper	123
Hot red pepper	54
Improved green pepper	13
Mexican chili	72
Chinese chili	103
Green paprika	9
Yellow paprika	10
Red paprika	25

Collection @ chosun

5. 휘발성 향기성분 분석

가. 휘발성 향기성분 분석 조건 수립

(1) 휘발성 향기성분 분석을 위한 조건 수립

휘발성 유기성분의 분석조건을 수립하기 위하여 다양한 온도 프로그램과 여러 종류의 capillary column(DB-1, DB-5, Carbowax 20M, DB-WAX)들을 사용하여 분리도를 비교하였으며, 유속을 조절하는 예비실험을 거쳐 다음과 같은 최적의 분석조건을 수립하였다.

GC는 FID가 부착된 Hewlett-Packard series 5890 II Plus를 사용하였으며, column은 DB-WAX(60 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, J&W, USA)를 사용하였고, 온도 프로그램은 40℃에서 3분간 유지한 다음 2℃/min의 속도로 150℃까지 다시 4℃/min의 속도로 200℃까지 상승시킨 후 10분간 유지하였다. Injector와 detector의 온도는 각각 250℃, 300℃이며, carrier gas는 helium을 사용하였고 유속은 1.0 mL/min으로 하였으며 시료는 1 μL를 split ratio 1:20로 주입하였다.

질량분석에 사용한 GC/MS는 Shimadzu gas chromatography-mass spectrometer QP-5000을 사용하였으며 시료의 ion화는 electron impact ionization(EI)방법으로 행하였다. GC/MS 분석조건은 ionization voltage를 70 eV로 하였고, ion source 온도는 230℃로 하였다. 또한 분석할 분자량의 범위(m/z)는 40-350으로 설정하였다. 다른 분석조건들은 GC-FID의 분석조건과 동일한 조건으로 분석하였다.

(2) n-Alkane의 머무름 지수

머무름 지수의 수립을 위하여 n-alkane 표준물질을 GC/MS로 분석하여 머무름 시간을 구하였다. n-Alkane 표준물질 mixture를 DB-WAX capillary column을 이용하여 분석한 chromatogram을 Fig. 35에 나타내었고 각각의 탄소수에 해당되는 retention time(Table 43)을 RI 수립을 위한 basic program에 입력하여 분리된 각 peak의 RI를 구하였다.

Collection @ chosun

Table 43. Retention time of n-alkanes for gas chromato- graphic retention index

n-Alkane	Name	Retention time
$C_{10}H_{22}$	n-Decane	11.443
$C_{11}H_{24}$	n-Undecane	16.714
$C_{12}H_{26}$	n-Dodecane	22.115
$C_{13}H_{28}$	n-Tridecane	29.970
$C_{14}H_{30}$	n-Tetradecane	36.835
$C_{15}H_{32}$	n-Pentadecane	43.475
$C_{16}H_{34}$	n-Hexadecane	49.900
$C_{17}H_{36}$	n-Heptadecane	55.999
$C_{18}H_{38}$	n-Octadecane	61.532
$C_{19}H_{40}$	n-Nonadecane	65.971
$C_{20}H_{42}$	n-Eicosane	68.062
$C_{21}H_{44}$	n-Heneicosane	73.243
$C_{22}H_{46}$	n-Docosane	75.395
$C_{23}H_{48}$	n-Tricosane	78.404
$C_{24}H_{50}$	n-Tetracosane	81.677
$C_{25}H_{52}$	n-Pentacosane	85.971

dCollection @ chosun

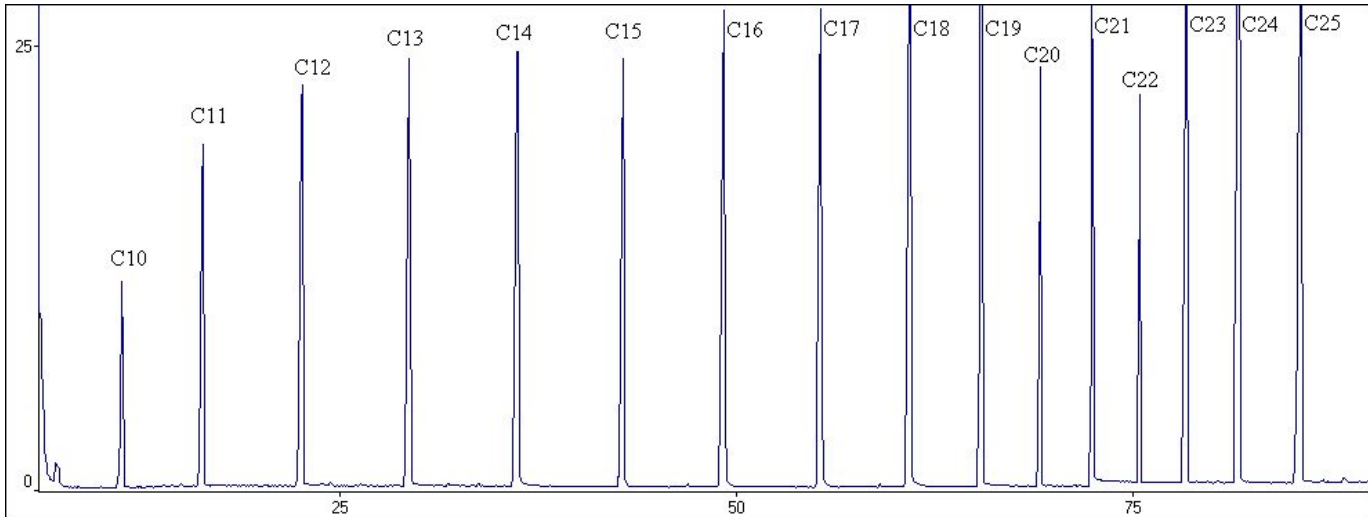


Fig. 35. GC/MS chromatogram of n-alkane standard mixture.

Collection @ chosun

나. 종류별 고추류의 휘발성 향기성분

(1) 일반홍고추의 휘발성 향기성분

일반홍고추로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 36에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 44과 45에 나타내었다.

일반홍고추에서 분리 동정된 성분은 총 70종으로, 21종의 terpenoid류와 16종의 aldehyde류가 대부분을 차지하였으며 그 외에 acid류 2종, alcohol,류 8종, ester류 7종, ketone류 10종, 질소화합물 3종 그리고 기타 3종의 화합물이 동정되었다. 관능기별로 확인된 총 peak area는 terpenoid류, aldehyde류와 acid류가 각각 29.2, 28.7 그리고 25.2%로 대부분을 차지하였으며, 이어서 ester류가 5.7%, ketone류가 5.0%, alcohol류가 4.2% 그리고 질소화합물과 기타가 각각 1.3%와 0.8%로 나타났다. 주요 향기성분으로는 (*E*,*E*)-2,4-decadienal (11.62%), decanoic acid (14.24%), undecanoic acid (10.43%), farnesol (6.02%) 및 β-ionone (3.63%) 등이 확인되었다. 이 중 decanoic acid의 경우 sour-fatty한 향으로 표현되며, (*E*,*E*)-2,4-decadienal 역시 버터향으로 대표되는 등 대체로 oily한 향이 대부분을 차지하였다.

일반홍고추에서 동정된 2-methylbutanal과 3-methylbutanal은 strecker aldehyde류로 이 같은 화합물은 고추류를 건조하는 과정 중 일어나는 mailard 반응에 의하여 생성되는 화합물로 알려져 있다(113,114). 또한 methyl pyrazine과 2,6-dimethyl pyrazine 은 고추류에서 확인되는 impact compound이며, 함께 동정된 6-methyl-5-hepten-2-one과 β-ionone은 lycopene으로부터 생성되는 화합물이다(115).

dCollection @ chosun

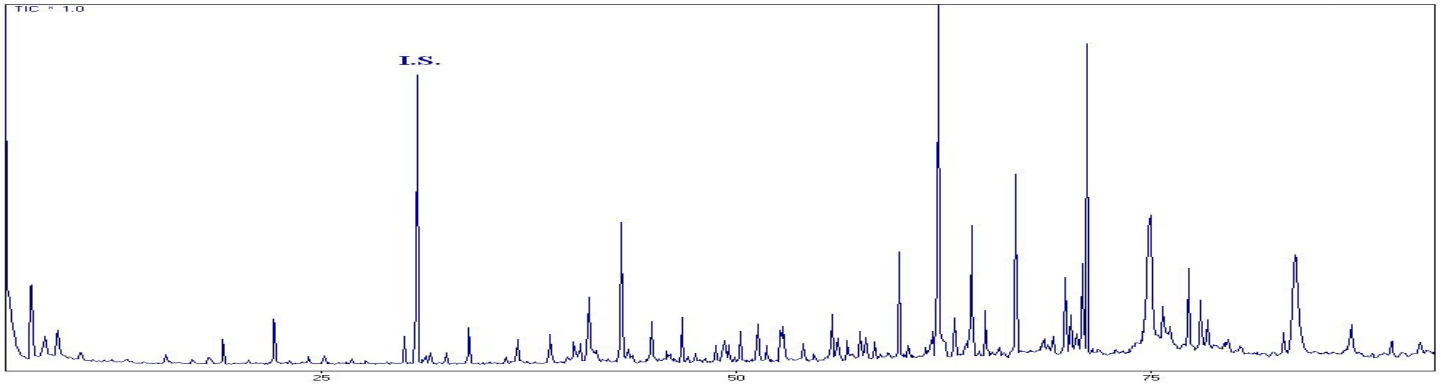


Fig. 36. GC/MS chromatogram of volatile components in Red pepper.

Table 44. Relative contents of functional groups in identified volatile components from red pepper

Functional group	No	Area%
Acids	2	25.2
Alcohols	8	4.2
Aldehydes	16	28.7
Esters	7	5.7
Ketone	10	5.0
Nitro compounds	3	1.3
Terpenoids	21	29.2
Miscellaneous	3	0.8
Total	70	100

Collection @ chosun

Table 45. Volatile components identified from red pepper

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	906	Ethyl acetate	9.98	2.14	18	1318	2,6-Dimethyl-5-heptenal	0.72	0.15
2	927	2-Methyl butanal	0.82	0.18	19	1322	4-Methyl-1-pentanol	1.14	0.25
3	930	3-Methyl butanal	2.12	0.45	20	1326	(*Z*)-2-Penten-1-ol	1.70	0.37
4	950	Ethanol	3.77	0.81	21	1335	2,6-Dimethyl pyrazine	0.31	0.07
5	981	2,3-Butanedione	0.75	0.16	22	1340	6-Methyl-5-hepten-2-one	1.29	0.28
6	1083	Hexanal	0.58	0.12	23	1360	1-Hexanol	4.03	0.86
7	1111	Butyl acetate	0.45	0.10	24	1391	2,3-Octanedione	0.96	0.21
8	1128	3-Penten-2-one	0.54	0.12	25	1432	(*E*)-2-Octenal	3.20	0.69
9	1130	(*E*)-2-Pentenal	0.58	0.12	26	1454	Acetic acid	2.30	0.49
10	1142	*o*-Xylene	3.03	0.65	27	1465	Furfural	1.42	0.31
11	1166	1-Penten-3-ol	0.50	0.11	28	1467	(*E*,*Z*)-2,4-Heptadienal	9.98	2.14
12	1188	Pyridine	5.23	1.12	29	1495	(*E*,*E*)-2,4-Heptadienal	22.31	4.79
13	1219	(*E*)-2-Hexenal	0.90	0.19	30	1524	Benzaldehyde	5.03	1.08
14	1233	2-Pentyl furan	0.69	0.15	31	1539	(*E*)-2-Nonenal	1.51	0.32
15	1258	1-Pentanol	0.57	0.12	32	1553	Linalool	5.08	1.09
16	1270	Methyl pyrazine	0.38	0.08	33	1584	6-Undecanone	1.80	0.39
17	1301	3-Hepten-2-one	2.95	0.63	34	1592	β-Elemene	2.65	0.57
I.S.[2)]	1313	n-Butyl benzene	-	-	35	1601	2-Undecanone	0.62	0.13

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

Collection @ chosun

Table 45. Continued

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
36	1607	2,6-Dimethyl cyclohexanol	3.49	0.75	54	1817	(*E*,*E*)-2,4-Decadienal	54.11	11.62
37	1625	β-Cyclocitral	5.12	1.10	55	1841	Dihydro-*β*-ionone	2.21	0.47
38	1648	Alloaromadendrene	4.14	0.89	56	1857	Geraniol	1.49	0.32
39	1650	Safranal	5.24	1.13	57	1862	Neryl acetone	14.27	3.06
40	1670	(*E*)-*β*-Farnesene	1.67	0.36	58	1881	Perilla alcohol	6.21	1.33
41	1697	Aromadendrene	7.25	1.56	59	1991	*β*-Ionone	16.89	3.63
42	1704	*α*-Terpineol	3.26	0.70	60	2105	*β*-Ionone epoxide	8.94	1.92
43	1714	*β*-Himachalene	2.80	0.60	61	2114	Methyl hexadecanoate	5.06	1.09
44	1720	Germacrene D	1.10	0.24	62	2135	Hexadecanal	14.47	3.11
45	1728	Valencene	4.35	0.93	63	2143	Farnesol	28.04	6.02
46	1735	Ethyl benzaldehyde	4.16	0.89	64	2221	Decanoic acid	66.32	14.24
47	1745	Azulene	2.48	0.53	65	2250	3-Acetylanisole	12.00	2.58
48	1760	2-Methyl acetophenone	0.89	0.19	66	2258	Methyl heptadecanoate	6.40	1.37
49	1771	(*E*,*Z*)-2,4-Decadienal	11.77	2.53	67	2263	Pentadecanol	4.57	0.98
50	1781	Methyl salicylate	1.41	0.30	68	2275	Ethyl heptadecanoate	1.36	0.29
51	1799	1-Phenyl-1-pentanone	1.35	0.29	69	2334	Undecanoic acid	48.59	10.43
52	1805	Methyl tetradecanoate	1.71	0.37	70	2369	Dihydroactinidiolide	9.52	2.04
53	1809	*α*-Ionone	3.29	0.71			**Total**	465.83	100

[1)]Retention index

Collection @ chosun

(2) 매운홍고추의 휘발성 향기성분

매운홍고추로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 37에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 46과 47에 나타내었다.

매운홍고추에서 분리 동정된 성분은 총 102종으로, 20종의 aldehyde류, 16종의 ester류 그리고 22종의 terpenoid류가 대부분을 차지하였으며 그 외에 acid 1종, alcohol류 12종, ketone류 19종, 질소화합물 3종과 기타 9종의 화합물이 동정되었다. 관능기별로 확인된 이들 화합물의 구성비는 aldehyde류, ester류 그리고 terpenoid류가 각각 32.2, 25.1과 24.8%를 차지하였으며, 이어서 alcoholfb 8%, ketone류 5.9% acid 1.2% 그리고 질소화합물과 기타가 각각 0.6, 2.2%로 나타났다. 매운홍고추에서는 hexadecanal, farnesol, hexadecyl acetate 및 methyl heptadecanoate 등의 화합물이 각각 112.55, 48.68, 44.31 그리고 41.74 mg/kg으로 다량 확인되었다. 이 중 farnesol은 무환형의 sesqueterpene계 alcohol로 은방울꽃향으로 표현되며, 산업적으로는 sweet floral 계열의 향을 내는데 많이 쓰이는 방향성 화합물이다. 매운홍고추에서 확인된 terpenoid를 살펴본 결과, limonene, linalool, β-cyclocitral 등과 같은 monoterpene류와 aromadendrene, (*E*)-β-farnesene, farnesol과 같은 sesqueterpene류로 구성되어 있음을 확인하였으며, 상대적으로 매운맛이 덜한 일반홍고추와 비교하였을 때 상대적으로 높은 terpenoid의 함량을 보였다.

Collection @ chosun

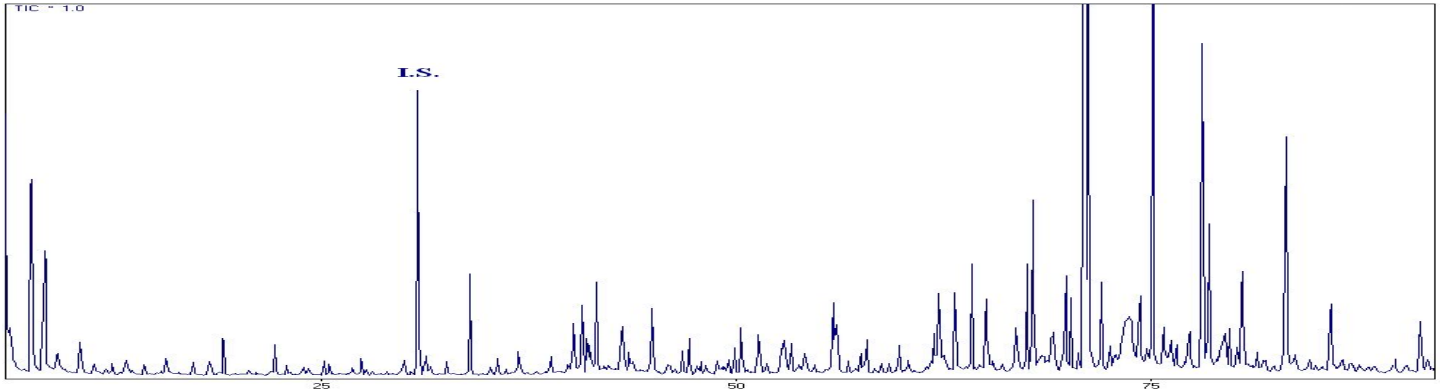


Fig. 37. GC/MS chromatogram of volatile flavor components in hot red pepper.

Table 46. Relative content of functional groups in identified volatile components from hot red pepper

Functional group	No	Area%
Acids	1	1.2
Alcohols	12	8.0
Aldehydes	20	32.2
Esters	16	25.1
Ketone	19	5.9
Nitro compounds	3	0.6
Terpenoids	22	24.8
Miscellaneous	9	2.2
Total	102	100

dCollection @ chosun

Table 47. Volatile components identified from hot red pepper

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	808	Ethyl formate	0.44	0.07	27	1271	Methyl pyrazine	0.43	0.07
2	891	2-Methyl furan	0.36	0.06	28	1276	Hexyl acetate	0.47	0.08
3	907	Ethyl acetate	24.72	3.99	29	1288	2-Octanone	0.36	0.06
4	927	2-Methyl butanal	6.25	1.01	30	1302	3-Hepten-2-one	1.82	0.29
5	931	3-Methyl butanal	16.68	2.69	I.S.[2)]	1314	n-Butyl benzene	-	-
6	950	Ethanol	2.53	0.41	31	1319	2,6-Dimethyl-5-heptenal	0.63	0.10
7	954	3-Buten-2-one	0.75	0.12	32	1322	4-Methyl-1-pentanol	2.06	0.33
8	981	2,3-Butanedione	3.62	0.58	33	1326	(*Z*)-2-Penten-1-ol	0.77	0.12
9	984	1-Pentanal	0.55	0.09	34	1335	2,6-Dimethyl pyrazine	0.10	0.02
10	999	2-Methyl-3-pentanone	1.15	0.19	35	1341	6-Methyl-5-hepten-2-one	1.17	0.19
11	1022	1-Penten-3-one	1.26	0.20	36	1361	1-Hexanol	10.84	1.75
12	1061	2,3-Pentanedione	1.06	0.17	37	1378	3-Tetradecene	0.48	0.08
13	1084	1-Hexanal	1.71	0.28	38	1391	2,3-Octanedione	0.31	0.05
14	1128	3-Penten-2-one	1.19	0.19	39	1433	(*E*)-2-Octenal	1.70	0.28
15	1130	(*E*)-2-Pentenal	0.39	0.06	40	1454	Acetic acid	7.21	1.17
16	1142	*o*-Xylene	3.74	0.60	41	1465	Furfural	4.24	0.68
17	1166	1-Penten-3-ol	0.42	0.07	42	1468	(*E*,*Z*)-2,4-Heptadienal	3.58	0.58
18	1184	2-Heptanone	0.29	0.05	43	1495	(*E*,*E*)-2,4-Heptadienal	3.90	0.63
19	1188	Pyridine	3.18	0.51	44	1497	2-Ethyl-1-hexanol	5.21	0.84
20	1198	Limonene	1.17	0.19	45	1506	2-Acetyl furan	0.91	0.15
21	1214	3-Methyl-1-butanol	0.80	0.13	46	1525	Benzaldehyde	9.91	1.60
22	1219	(*E*)-2-Hexenal	0.60	0.10	47	1537	5-Methyl furfural	0.20	0.03
23	1234	2-Pentyl furan	1.42	0.23	48	1540	(*E*)-2-Nonenal	1.09	0.18
24	1238	Acetic anhydride	1.14	0.18	49	1554	Linalool	2.61	0.42
25	1259	1-Pentanol	0.95	0.15	50	1570	Methyl 2-nonenoate	1.21	0.19
26	1266	Dihydro-2-methyl-3(2H)-furanone	1.66	0.27	51	1590	Dimethyl sulfoxide	1.46	0.24

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

dCollection @ chosun

Table 47. Continued

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
52	1596	6-Methyl-3,5-heptadien-2-one	1.92	0.31	78	1868	Guaiacol	0.20	0.03
53	1626	β-Cyclocitral	5.21	0.84	79	1872	Geranyl acetone	0.90	0.15
54	1648	Alloaromadendrene	3.90	0.63	80	1881	Perilla alcohol	11.42	1.84
55	1651	Safranal	4.81	0.78	81	1885	Benzyl alcohol	0.76	0.12
56	1654	Acetophenone	0.85	0.14	82	1993	β-Ionone	16.39	2.65
57	1666	Furfuryl alcohol	0.85	0.14	83	2106	β-Ionone epoxide	8.65	1.40
58	1671	(*E*)-β-Farnesene	3.48	0.56	84	2115	Methyl hexadecanoate	7.14	1.15
59	1698	Aromadendrene	9.24	1.49	85	2139	Hexadecanal	112.55	18.19
60	1705	α-Terpineol	1.08	0.18	86	2145	Farnesol	48.68	7.87
61	1715	β-Himachalene	1.33	0.22	87	2154	Ethyl hexadecanoate	1.76	0.28
62	1729	Valencene	2.48	0.40	88	2168	Methyl 11-cyclopentenylundecanoate	12.03	1.94
63	1736	Ethyl benzaldehyde	4.46	0.72	89	2182	Oxacyclohexadecan-2-one	2.73	0.44
64	1752	Heptadecene	1.20	0.19	90	2214	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	8.61	1.39
65	1760	2-Methyl acetophenone	1.44	0.23	91	2219	Heptadecanal	2.59	0.42
66	1772	(*E*,*Z*)-2,4-Decadienal	3.00	0.48	92	2224	Hexadecyl acetate	44.31	7.16
67	1781	Methyl salicylate	1.73	0.28	93	2231	7,8-Epoxy-alpha-ionone	4.90	0.79
68	1800	1-Phenyl-1-pentanone	0.54	0.09	94	2241	(*Z*)-Ethyl 9-octadecenoate	2.66	0.43
69	1806	Methyl tetradecanoate	1.17	0.19	95	2250	3-Acetylanisole	5.57	0.90
70	1810	α-Ionone	3.81	0.62	96	2259	Methyl heptadecanoate	41.74	6.74
71	1816	(*E*,*E*)-2,4-Decadienal	9.54	1.54	97	2264	Pentadecanol	20.80	3.36
72	1820	3-Methyl butyl decanoate	1.94	0.31	98	2274	Ethyl heptadecanoate	4.13	0.67
73	1824	Undecanol	3.73	0.60	99	2287	(*Z*)-9-Octadecenal	15.95	2.58
74	1833	(*E*)-Anethole	0.19	0.03	100	2370	Dihydroactinidiolide	12.51	2.02
75	1842	Dihydro-beta-ionone	1.27	0.21	101	2435	Methyl nonadecanoate	1.93	0.31
76	1858	Geraniol	0.79	0.13	102	2461	Methyl oleate	7.95	1.28
77	1862	Neryl acetone	11.37	1.84			**Total**	618.90	100

[1)]Retention index

Collection @ chosun

(3) 오이고추의 휘발성 향기성분

오이고추로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 38에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 48과 49에 나타내었다.

오이고추는 매운맛이 덜한 일반 고추와 하바네로의 교잡종으로, 맵지 않고 오이와 같은 시원한 청량한 향으로 기호성이 높은 신선 채소중의 하나이다. 오이고추에서 분리 동정된 성분은 총 70종으로, terpenoid류가 19종으로 대부분을 차지하였으며, 뒤이어 alcohol류, aldehyde류, ketone류, ester류, 황화합물, 질소화합물 그리고 acid류와 기타가 각각 12, 11, 9, 7, 4, 3, 2 및 3종의 화합물이 동정되었다. 관능기별로 확인된 이들 화합물의 구성비는 terpenoid류, ester류 그리고 acid류가 각각 23.5, 20.7 그리고 19.8%로 구성되어 주요 관능기로 확인되었다. 특히 acid류의 경우 단 2종의 화합물이 전체의 19%를 차지한 것이 특징이었으며, 이러한 특성은 18.09%를 차지하는 nonanoic acid에 의한 것으로 확인되었다. Nonanoic acid는 green note계열의 향으로 주로 mile-nut, acidy, fatty로 표현되며(116), 이 화합물이 오이고추와 같은 미숙고추류 특유의 풋내에 기여하는 것으로 여겨진다. 특히 오이고추에서는 다른 과숙고추류와는 달리 오이향의 주요성분으로 확인되는 (*E*)-2-nonenal, (*E*)-2-nonen -1-ol, 2,6-nonadien-1-ol과 같은 C9 화합물들이 확인되어 실제로 오이고추에서 오이에서 확인되는 주요 향이 존재함을 확인하였다.

dCollection @ chosun

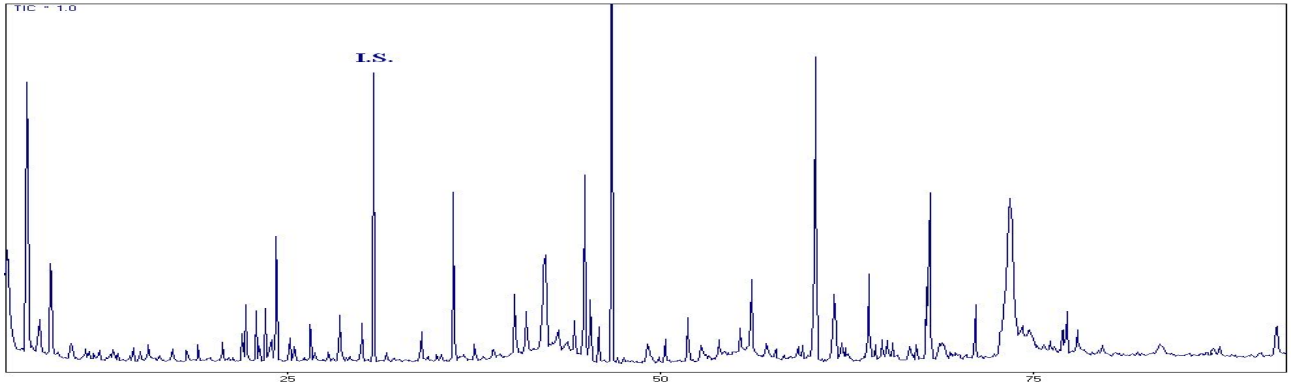


Fig. 38. GC/MS chromatogram of volatile flavor components in improved green pepper.

Table 48. Relative content of functional groups in identified volatile components from improved green pepper

Functional group	No	Area%
Acids	2	19.8
Alcohols	12	7.2
Aldehydes	11	11.9
Esters	7	20.7
Ketone	9	8.8
Nitro compounds	3	3.5
Sulfur compounds	4	3.7
Terpenoids	19	23.5
Miscellaneous	3	0.8
Total	70	100

dCollection @ chosun

Table 49. Volatile components identified in improved green pepper

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	811	Ethyl formate	6.94	3.10	19	1219	(*E*)-2-Hexenal	6.16	2.75
2	905	Ethyl acetate	17.06	7.62	20	1233	2-Pentyl furan	1.00	0.45
3	927	2-Methyl butanal	0.74	0.33	21	1237	*α*-Terpinene	0.38	0.17
4	930	3-Methyl butanal	1.93	0.86	22	1238	Acetic anhydride	0.64	0.29
5	949	Ethanol	5.62	2.51	23	1254	(*E*)-*β*-Ocimene	1.85	0.83
6	980	2,3-Butanedione	0.42	0.19	24	1258	1-Pentanol	0.45	0.20
7	983	1-Pentanal	0.65	0.29	25	1271	*ρ*-Cymene	0.33	0.15
8	1007	*α*-Pinene	0.27	0.12	26	1281	Methyl 2-propenyl disulfide	1.86	0.83
9	1066	Camphene	0.51	0.23	27	1301	3-Hepten-2-one	1.69	0.76
10	1074	Dimethyl disulfide	0.36	0.16	I.S.[2)]	1313	n-Butyl benzene	-	-
11	1083	1-Hexanal	0.46	0.20	28	1327	(*Z*)-2-Penten-1-ol	0.70	0.31
12	1127	3-Penten-2-one	0.41	0.18	29	1361	1-Hexanol	1.62	0.72
13	1166	1-Penten-3-ol	0.80	0.36	30	1412	(*Z*)-2-Hexen-1-ol	0.85	0.38
14	1184	2-Heptanone	1.14	0.51	31	1432	(*E*)-2-Octenal	0.59	0.26
15	1188	Pyridine	2.93	1.31	32	1454	Acetic acid	3.84	1.71
16	1197	Limonene	2.36	1.05	33	1465	Furfural	2.44	1.09
17	1207	*β*-Phellandrene	2.67	1.19	34	1480	Limonene oxide	1.86	0.83
18	1214	3-Methyl-1-butanol	1.90	0.85	35	1482	Diallyl disulfide	4.43	1.98

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

Collection @ chosun

Table 49. Continued

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
36	1484	2-Nonen-4-one	4.52	2.02	54	1800	1-Phenyl-1-pentanone	0.75	0.34
37	1494	(*E*,*E*)-2,4-Heptadienal	0.29	0.13	55	1804	Methyl tetradecanoate	3.42	1.53
38	1496	2-Ethyl-1-hexanol	0.99	0.44	56	1808	Nerol	1.64	0.73
39	1506	2-Acetyl furan	0.25	0.11	57	1816	(*E*,*E*)-2,4-Decadienal	0.82	0.37
40	1513	(*E*)-2-Ethyl hexen-1-ol	1.56	0.70	58	1821	3-Methyl butyl decanoate	0.48	0.21
41	1524	Benzaldehyde	10.99	4.91	59	1857	Geraniol	3.98	1.78
42	1531	2-Isobutyl-3-methoxypyrazine	2.48	1.11	60	1863	Neryl acetone	0.36	0.16
43	1539	(*E*)-2-Nonenal	1.58	0.71	61	1867	Guaiacol	0.78	0.35
44	1553	Linalool	21.84	9.76	62	1939	Phenethyl alcohol	0.36	0.16
45	1589	Dimethyl sulfoxide	1.59	0.71	63	1992	*β*-Ionone	3.17	1.42
46	1608	(*E*)-Sabinenehydrate	1.03	0.46	64	2003	(*Z*)-Jasmone	7.77	3.47
47	1633	Citronellyl formate	1.98	0.88	65	2143	Farnesol	2.28	1.02
48	1668	(*E*)-β-Farnesene	0.84	0.37	66	2203	nonanoic acid	40.49	18.09
49	1704	*α*-Terpineol	4.58	2.04	67	2250	3-Acetylanisole	2.58	1.15
50	1722	(*E*)-2-Nonen-1-ol	0.59	0.26	68	2258	Methyl heptadecanoate	1.24	0.55
51	1761	2-Methyl acetophenone	0.33	0.15	69	2278	Ethyl heptadecanoate	0.64	0.29
52	1777	2,6-Nonadien-1-ol	0.65	0.29	70	2463	1H-Indole	2.52	1.13
53	1781	Methyl salicylate	16.65	7.44			**Total**	223.87	100

[1)]Retention index

Collection @ chosun

(4) 녹색 파프리카의 휘발성 향기성분

녹색 파프리카로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 39에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 50과 51에 나타내었다.

녹색 파프리카에서 분리 동정된 성분은 총 59종으로, terpenoid류가 14종으로 대부분을 차지하였으며, 뒤이어 ketone류, alcohol류, ester류, aldehyde류, 질소화합물, 황화합물, acid류와 기타화합물이 각각 10, 9, 7, 6, 5, 3, 2 및 3종으로 구성되어있음을 확인하였다. 관능기별로 확인된 이들 화합물의 구성비는 acid류가 34%로 가장 높은 함량을 나타내었으며, ester류 16.9%, ketone류 13.7%, terpenoid류가 10.7%를 차지하고 있었다. 그 외에 질소화합물 9.9%, aldehyde류 6.7%, alcohol류 4% 그리고 황화합물과 기타가 각각 3.1, 0.9%로 확인되었다. 녹색파프리카 역시 오이고추와 마찬가지로 nonanoic acid가 33.13%로 가장 많은 함량이 확인되었으며 이러한 결과로 nonanoic acid가 녹색의 미숙고추류의 주된 화합물임을 알 수 있었다. Nonanoic acid 다음으로 많은 양이 확인된 ethyl acetate는 향긋한 과일향을 내는 화합물로 그 odor threshold는 공기 중에서 3.9 ppm이라 알려져 있다(117).

녹색의 파프리카에서도 다양한 terpenoid류가 동정되었다. 이들 화합물은 sesquiterpene인 *α*-copaene과 (*E*)-*α*-bergamotene을 제외하고는 모두 monoterpene류로 확인이 되었으며, *α*-pinene, camphene, *β*-myrcene, limonene, (*E*)-*β*-ocimene 등으로 동정되었다. 전체적으로 방향성의 ester류와 terpenoid류의 함량이 높은 편으로 색와 향이 그 품질의 척도가 되는 파프리카의 향미적 특성에 기여하는 것으로 확인되었다.

dCollection @ chosun

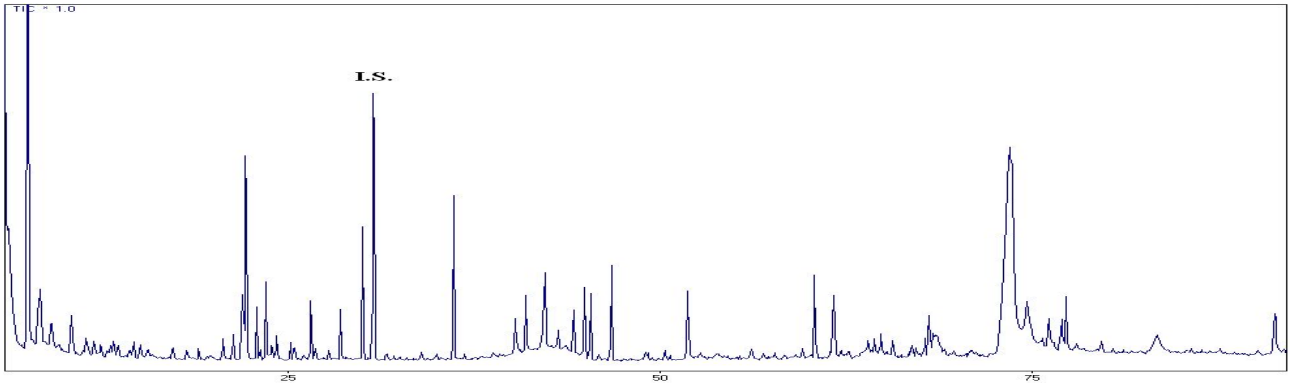


Fig. 39. GC/MS chromatogram of volatile flavor components in green paprika.

Table 50. Relative content of functional groups in identified volatile components from improved green pepper

Functional group	No	Area%
Acids	2	34.2
Alcohols	9	4.0
Aldehydes	6	6.7
Esters	7	16.9
Ketone	10	13.7
Nitro compounds	5	9.9
Sulfur compounds	3	3.1
Terpenoids	14	10.7
Miscellaneous	3	0.9
Total	59	100

dCollection @ chosun

Table 51. Volatile components identified in green paprika

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	809	Ethyl formate	0.90	0.41	31	1335	2,6-Dimethyl pyrazine	2.25	1.02
2	906	Ethyl acetate	25.29	11.49	32	1361	1-Hexanol	0.59	0.27
3	926	2-Methyl butanal	1.93	0.88	33	1391	2,3-Octanedione	8.52	3.87
4	930	3-Methyl butanal	3.23	1.47	34	1454	Acetic acid	2.39	1.09
5	950	Ethanol	1.27	0.58	35	1465	Furfural	3.53	1.60
6	978	2,3-Butanedione	0.06	0.03	36	1482	Diallyl disulfide	3.30	1.50
7	1022	*a*-Pinene	0.77	0.35	37	1484	2-Nonen-4-one	3.84	1.74
8	1032	2-Butanol	0.34	0.15	38	1495	*a*-Copaene	0.58	0.27
9	1066	Camphene	0.75	0.34	39	1496	2-Ethyl-1-hexanol	1.41	0.64
10	1074	Dimethyl disulfide	0.52	0.24	40	1513	(*E*)-2-Ethyl hexen-1-ol	2.32	1.05
11	1083	1-Hexanal	0.30	0.14	41	1524	Benzaldehyde	4.61	2.09
12	1111	Butyl acetate	0.53	0.24	42	1531	2-Methoxy-6-methylpyrazine	3.75	1.70
13	1127	3-Penten-2-one	0.57	0.26	43	1553	Linalool	4.57	2.08
14	1140	*o*-Xylene	0.30	0.14	44	1588	(*E*)-a-Bergamotene	0.37	0.17
15	1166	*β*-Myrcene	0.89	0.40	45	1608	4-Terpineol	0.45	0.21
16	1176	5-Methyl-3-hexen-2-one	1.09	0.50	46	1634	Citronellyl formate	3.47	1.58
17	1184	2-Heptanone	3.03	1.38	47	1704	*a*-Terpineol	0.53	0.24
18	1188	Pyridine	10.80	4.91	48	1781	Methyl salicylate	4.93	2.24
19	1197	Limonene	2.68	1.22	49	1804	Methyl tetradecanoate	3.53	1.60
20	1207	*β*-Phellandrene	4.01	1.82	50	1816	2-Tridecanone	0.67	0.30
21	1214	3-Methyl-1-butanol	0.38	0.17	51	1857	Geraniol	0.73	0.33
22	1219	(*E*)-2-Hexenal	1.20	0.54	52	1867	Guaiacol	1.04	0.47
23	1233	2-Pentyl furan	0.56	0.25	53	1991	*β*-Ionone	0.90	0.41
24	1238	Acetic anhydride	1.09	0.50	54	2003	(*Z*)-Jasmone	1.86	0.85
25	1254	(*E*)-*β*-Ocimene	2.94	1.34	55	2203	Nonanoic acid	72.92	33.13
26	1258	1-Pentanol	0.75	0.34	56	2250	3-Acetylanisole	3.84	1.74
27	1271	Methyl pyrazine	0.84	0.38	57	2258	Methyl heptadecanoate	0.45	0.20
28	1281	Methyl 2-propenyl disulfide	2.95	1.34	58	2277	Ethyl heptadecanoate	1.49	0.68
29	1301	3-Hepten-2-one	6.64	3.02	59	2462	1H-Indole	4.06	1.85
I.S.[2)]	1313	n-Butyl benzene	-	-			**Total**	220.10	100
30	1327	(*Z*)-2-Penten-1-ol	0.60	0.27					

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

Collection @ chosun

(5) 황색 파프리카의 휘발성 향기성분

황색 파프리카로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 40에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 52와 53에 나타내었다.

황색 파프리카에서 분리 동정된 성분은 총 56종으로, terpenoid류가 22종으로 대부분을 차지하였으며, 뒤이어 ketone류, ester류, aldehyde류, 질소화합물, 황화합물, alcohol류, acid류와 기타화합물이 각각 9, 7, 5, 4, 3, 3, 1 및 2종으로 구성되어있음을 확인하였다. 관능기별로 확인된 이들 화합물의 구성비는 ester류와 terpenoid류가 각각 29.5와 23%로 높은 함량을 나타내었으며, ketone류 12.8%, 질소화합물 11.7%, alcohol류 9.3%, aldehyde류 7.6%, 황화합물 4.2% 그리고 acid류와 기타가 각각 1.4와 0.7%를 차지하였다.

황색 파프리카에서는 ethyl acetate가 23.58%로 높은 함유량을 차지하고 있는 것이 특징이었으며, 질소화합물인 pyridine도 9.1%로 높은 함량을 차지함을 확인하였다. Pyridine은 산업적으로는 농약 의약품의 전구체로 사용되는 질소를 포함하는 aromatic heterocyclic 화합물로, 불쾌한 생선비린내 또는 상한 우유의 냄새로 표현된다(118). 또한 커피를 볶는 온도와 시간에 비례하여 이 pyridine과 그 유도체들의 함량이 증가한다고 알려져 있으며, 볶은 커피에서 소비자들의 선호도와 관련있는 중요한 향미성분의 하나이다(119).

Mateo 등(120)은 spanish paprika에서 phenol류, aldehyde류, acid류, ketone류, alcohol류, ether류, 질소화합물, aromatic hydrocarbon류, alkane류, ester류 및 lactone류의 관능그룹을 확인하였으며, 그중 acetic acid의 함량이 가장 높은 것으로 보고하였다. 대체로 구성 관능그룹은 유사하였으나, 주요 화합물의 구성면에서는 차이를 보였다.

dCollection @ chosun

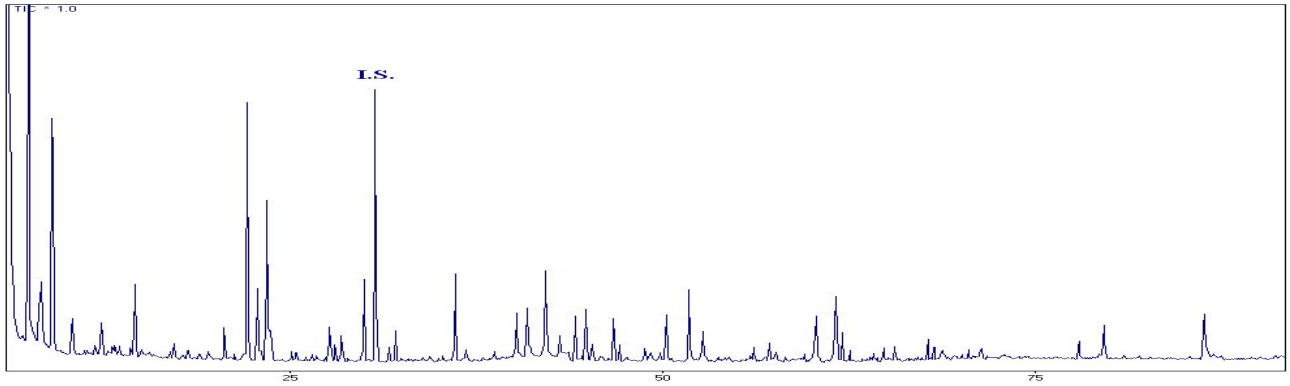


Fig. 40. GC/MS chromatogram of volatile flavor components in yellow paprika.

Table 52. Relative content of functional groups in identified volatile components from improved green pepper

Functional group	No	Area%
Acids	1	1.4
Alcohols	3	9.3
Aldehydes	5	7.6
Esters	7	29.5
Ketone	9	12.8
Nitro compounds	4	11.7
Sulfur compounds	3	4.2
Terpenoids	22	23.0
Miscellaneous	2	0.7
Total	56	100

Collection @ chosun

Table 53. Volatile components identified in yellow paprika

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	905	Ethyl acetate	37.68	23.58	29	1496	2-Ethyl-1-hexanol	0.84	0.53
2	926	2-Methyl butanal	2.02	1.26	30	1512	(*E*)-2-Ethyl hexen-1-ol	2.11	1.32
3	930	3-Methyl butanal	3.49	2.18	31	1524	Benzaldehyde	3.72	2.33
4	949	Ethanol	11.94	7.47	32	1530	2-Methoxy-6-methylpyrazine	0.85	0.53
5	980	2,3-Butanedione	1.53	0.96	33	1553	Linalool	1.91	1.19
6	1022	*α*-Pinene	1.55	0.97	34	1559	Linalyl acetate	0.99	0.62
7	1066	Camphene	3.67	2.29	35	1584	Bornyl acetate	0.58	0.36
8	1110	Butyl acetate	0.43	0.27	36	1589	Dimethyl sulfoxide	0.69	0.43
9	1127	3-Penten-2-one	0.37	0.23	37	1591	*β*-Elemene	0.58	0.36
10	1165	*β*-Myrcene	1.41	0.88	38	1600	2-Undecanone	0.53	0.33
11	1187	Pyridine	14.55	9.10	39	1607	4-Terpineol	2.25	1.41
12	1197	Limonene	3.80	2.37	40	1633	Citronellyl formate	3.57	2.23
13	1207	*β*-Phellandrene	8.50	5.32	41	1648	Menthol	1.59	0.99
14	1210	1,8-Cineole	1.44	0.90	42	1665	2-Furanmethanol	0.23	0.14
15	1233	2-Pentyl furan	0.51	0.32	43	1699	Ocimenol	0.40	0.25
16	1270	Methyl pyrazine	1.94	1.22	44	1703	*α*-Terpineol	0.97	0.60
17	1275	(*E*)-3,5-Dimethyl-1,6-octadiene	0.55	0.35	45	1723	*α*-Zingiberene	0.73	0.45
18	1281	Methyl 2-propenyl disulfide	1.26	0.79	46	1731	Nerol	0.21	0.13
19	1301	3-Hepten-2-one	4.24	2.65	47	1777	*α*-Curcumene	0.43	0.27
I.S.[5)]	1313	n-Butyl benzene	-	-	48	1780	Methyl salicylate	2.74	1.72
20	1327	2,5-Dimethyl pyrazine	0.69	0.43	49	1804	Methyl tetradecanoate	3.00	1.88
21	1334	2,6-Dimethyl pyrazine	1.45	0.91	50	1813	2-Tridecanone	1.58	0.99
22	1391	2,3-Octanedione	4.17	2.61	51	1989	*β*-Ionone	0.81	0.51
23	1453	Acetic acid	2.20	1.38	52	2126	2-Hexadecanone	0.65	0.40
24	1464	Furfural	2.62	1.64	53	2151	Ethyl pentadecanoate	0.58	0.36
25	1468	Menthone	0.35	0.22	54	2249	3-Acetylanisole	5.78	3.62
26	1482	Diallyl disulfide	4.74	2.97	55	2258	Methyl heptadecanoate	0.82	0.51
27	1484	2-Nonen-4-one	1.60	1.00	56	2277	Ethyl heptadecanoate	1.83	1.15
28	1494	*α*-Copaene	0.16	0.10			**Total**	159.82	100

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

Collection @ chosun

(6) 적색 파프리카의 휘발성 향기성분

적색 파프리카로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 41에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 54와 55에 나타내었다.

적색 파프리카에서 분리 동정된 성분은 총 53종으로, terpenoid류와 ketone류가 각각 12종씩 확인되어 대부분을 차지하였으며, 뒤이어 aldehyde류, 질소화합물, ester류, alcohol류, 황화합물, acid와 기타가 각각 6, 6, 5, 4, 4, 1 및 3종으로 동정되었다. 관능기별로 확인된 이들 화합물의 구성비는 ester류가 34.1%로 대부분을 차지하였으며 뒤이어 ketone류 18%, terpenoid류 14.7%, 질소화합물 11.7%, aldehyde류 8.2%, alcohol류 6.8%, 황화합물 3.4%, 그리고 acid 1.4와 1.6%순으로 확인되었다. 적색파프리카의 주된 휘발성분으로 ethyl acetate, pyridiene, 2,3-octanedione, benzaldehyde, citronellyl formate 및 methyl salicylate 등으로 확인되었으며, 이 중 ethyl acetate가 전체함량의 27.54%를 차지하며 적색 파프리카의 향기적 특성에 기여하고 있음을 확인하였다. 적색 파프리카에서 나타는 ester류의 높은 구성비는 이 ethyl acetate에 의하였다. 그 외에도 ketone류, terpenoid류 및 질소화합물이 비슷한 수준으로 존재하며 적색 파프리카의 향기성분으로 구성되고 있었다. 이들 향기성분들은 대체로 고추류의 휘발성분을 구성하는 대표적 화합물들로 적색 파프리카의 향기성분 역시 크게 벗어나지 않음을 확인하였다.

dCollection @ chosun

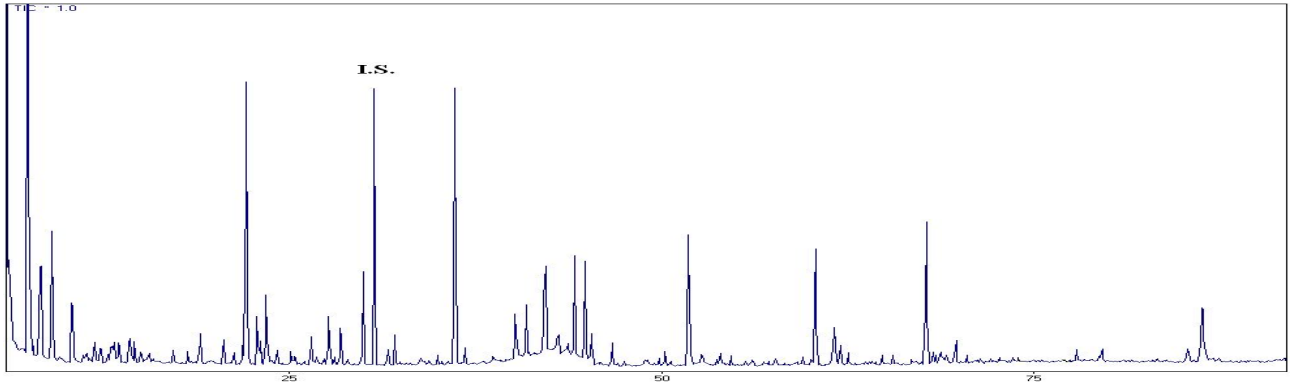


Fig. 41. GC/MS chromatogram of volatile flavor components in red paprika.

Table 54. Relative content of functional groups in identified volatile components from red paprika

Functional group	No	Area%
Acids	1	1.4
Alcohols	4	6.8
Aldehydes	6	8.2
Esters	5	34.1
Ketone	12	18.0
Nitro compounds	6	11.7
Sulfur compounds	4	3.4
Terpenoids	12	14.7
Miscellaneous	3	1.6
Total	53	100

dCollection @ chosun

Table 55. Volatile components identified in red paprika

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	808	Ethyl formate	2.99	1.72	28	1327	2,5-Dimethyl pyrazine	1.01	0.58
2	904	Ethyl acetate	48.02	27.54	29	1333	2,6-Dimethyl pyrazine	1.24	0.71
3	910	1,1-Diethoxy ethane	1.24	0.71	30	1391	2,3-Octanedione	13.74	7.88
4	925	2-Methyl butanal	1.18	0.68	31	1453	Acetic acid	2.50	1.43
5	929	3-Methyl butanal	3.38	1.94	32	1464	Furfural	2.73	1.57
6	948	Ethanol	5.53	3.17	33	1481	Diallyl disulfide	2.95	1.69
7	979	2,3-Butanedione	2.13	1.22	34	1483	2-Nonen-4-one	4.26	2.44
8	1021	*α*-Pinene	0.98	0.56	35	1494	*α*-Copaene	0.67	0.38
9	1059	2,3-Pentanedione	0.88	0.50	36	1495	2-Ethyl-1-hexanol	1.07	0.61
10	1065	Camphene	0.77	0.44	37	1512	(*E*)-2-Ethyl hexen-1-ol	5.16	2.96
11	1073	Dimethyl disulfide	0.76	0.43	38	1523	Benzaldehyde	6.04	3.46
12	1082	Hexanal	0.70	0.40	39	1530	2-Methoxy-6-methylpyrazine	0.93	0.53
13	1126	3-Penten-2-one	0.55	0.32	40	1552	Linalool	0.78	0.45
14	1141	*o*-Xylene	1.20	0.69	41	1565	Octanol	0.15	0.09
15	1165	*β*-Myrcene	1.06	0.61	42	1589	Dimethyl sulfoxide	0.27	0.15
16	1175	5-Methyl-3-hexen-2-one	0.63	0.36	43	1600	2-Undecanone	0.39	0.22
17	1183	2-Heptanone	0.78	0.45	44	1607	4-Terpineol	0.84	0.48
18	1187	Pyridine	14.50	8.31	45	1633	Citronellyl formate	6.77	3.88
19	1197	Limonene	2.38	1.37	46	1775	Acetamide	0.25	0.14
20	1206	*β*-Phellandrene	3.17	1.81	47	1780	Methyl salicylate	6.28	3.60
21	1218	(*E*)-2-Hexenal	0.30	0.17	48	1803	Methyl tetradecanoate	1.48	0.85
22	1232	2-Pentyl furan	0.39	0.22	49	1813	2-Tridecanone	0.77	0.44
23	1236	(*Z*)-*β*-Ocimene	0.61	0.35	50	1989	*β*-Ionone	6.53	3.75
24	1253	(*E*)-*β*-Ocimene	1.11	0.63	51	2125	2-Hexadecanone	0.21	0.12
25	1269	Methyl pyrazine	2.49	1.43	52	2249	3-Acetylanisole	2.42	1.39
26	1281	Methyl 2-propenyl disulfide	1.89	1.09	53	2277	Ethyl heptadecanoate	0.77	0.44
27	1300	3-Hepten-2-one	4.57	2.62			**Total**	174.40	100
I.S.[5)]	1313	n-Butyl benzene	-	-					

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

Collection @ chosun

(7) 멕시코칠리의 휘발성 향기성분

멕시코 칠리고추로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 42에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 56과 57에 나타내었다.

멕시코 칠리고추에서 분리 동정된 성분은 총 92종으로, terpenoid류가 25종이 확인되어 대부분을 차지하였으며, 뒤이어 aldehydefb, ketone류, ester류, acid, 질소화합물 그리고 기타가 각각 19, 14, 11, 2, 1 및 6종으로 확인되었다. 관능기별로 확인된 이들 화합물의 구성비는 aldehyde류가 61.1%로 대부분을 차지하였으며 뒤이어 terpenoid류 19.1%, ester류 10.8%, alcohol류 5.3%, ketone류 2.5% 그리고 질소화합물, acid, 기타가 각각 0.3, 0.2, 0.8% 순으로 확인되었다. 멕시코 칠리고추의 주된 휘발성분으로 hexadecanal과 (*Z*)-9-octadecenal 등의 aldehyde류가 각각 40.54와 10.55%로 높은 함량으로 존재하였다. 두 번째로 많은 부분을 차지하고 있는 terpenoid류는 *β*-ionone, limonene, geraniol, linalool, (*Z*)-, (*E*)-*β*-ocimene 등을 포함하여 다양하게 분포함을 확인하였다.

칠리고추는 성숙함에 따라 hexanal과 2-isobutyl-3-methoxypyrazine등 green not의 풀내음을 내는 화합물이 감소하고, 붉게 성숙이 될수록 2,3-butanedione, (*E*)-2-hexenal 및 linalool 등 달콤한 과일향을 내는 화합물이 증가한다고 보고된바 있다(121). 본 연구에서도 이 같은 화합물이 동일하게 동정되어 화합물의 구성이 유사함을 확인하였다.

Collection @ chosun

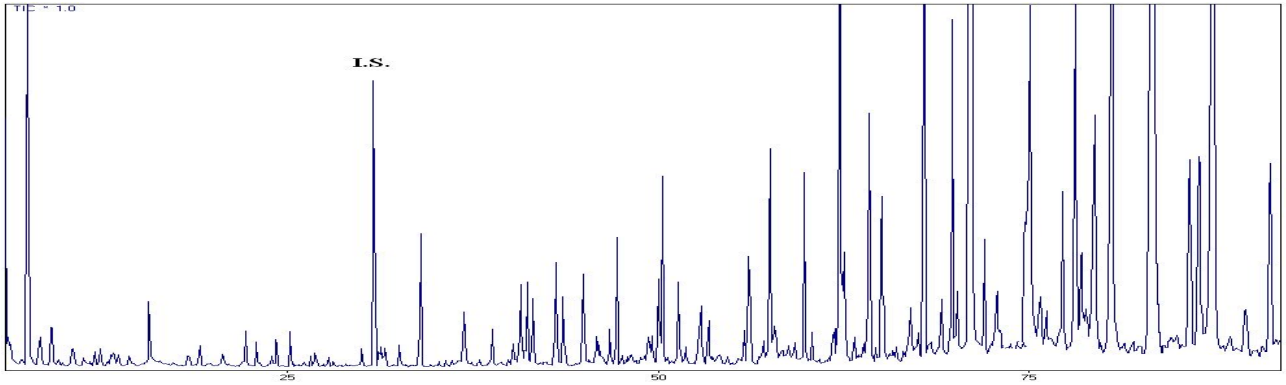


Fig. 42. GC/MS chromatogram of volatile flavor components in Mexican chili.

Table 56. Relative content of functional groups in identified volatile components from Mexican chili

Functional group	No	Area%
Acids	1	0.2
Alcohols	14	5.3
Aldehydes	19	61.1
Esters	11	10.8
Ketone	14	2.5
Nitro compounds	2	0.3
Terpenoids	25	19.1
Miscellaneous	6	0.8
Total	92	100

dCollection @ chosun

Table 57. Volatile components identified in Mexican chili

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	808	Ethyl formate	2.35	0.13	25	1234	2-Pentyl furan	3.59	0.20
2	882	2-Methyl furan	0.48	0.03	26	1248	(*Z*)-*β*-Ocimene	0.47	0.03
3	906	Ethyl acetate	28.88	1.57	27	1254	(*E*)-*β*-Ocimene	1.10	0.06
4	926	2-Methyl butanal	1.15	0.06	28	1258	1-Pentanol	1.79	0.10
5	930	3-Methyl butanal	2.54	0.14	29	1267	Dihydro-2-methyl-3(2H)-furanone	0.13	0.01
6	949	Ethanol	3.86	0.21	30	1271	Methyl pyrazine	1.11	0.06
7	955	3-Buten-2-one	0.23	0.01	31	1276	Hexyl acetate	0.43	0.02
8	961	2-Ethyl furan	0.48	0.03	32	1287	2-Octanone	0.19	0.01
9	981	2,3-Butanedione	1.47	0.08	33	1301	3-Hepten-2-one	2.05	0.11
10	983	1-Pentanal	1.60	0.09	I.S.[2)]	1314	n-Butyl benzene	-	-
11	997	2-Methyl-3-pentanone	0.58	0.03	34	1319	2,6-Dimethyl-5-heptenal	1.80	0.10
12	1022	1-Penten-3-one	1.68	0.09	35	1322	4-Methyl-1-pentanol	2.38	0.13
13	1039	4-Methyl-1-penten-3-one	1.22	0.07	36	1326	(*Z*)-2-Penten-1-ol	2.54	0.14
14	1060	2,3-Pentanedione	0.97	0.05	37	1340	6-Methyl-5-hepten-2-one	2.71	0.15
15	1083	1-Hexanal	6.56	0.36	38	1385	Hexyl 2-methylbutyrate	0.65	0.04
16	1127	3-Penten-2-one	0.88	0.05	39	1391	(*Z*)-3-Hexen-1-ol	0.87	0.05
17	1130	(*E*)-2-Pentenal	0.92	0.05	40	1432	(*E*)-2-Octenal	4.98	0.27
18	1142	*o*-Xylene	1.84	0.10	41	1454	Acetic acid	3.44	0.19
19	1166	1-Penten-3-ol	1.15	0.06	42	1465	Furfural	2.04	0.11
20	1184	2-Heptanone	0.29	0.02	43	1468	(*E*,*Z*)-2,4-Heptadienal	10.07	0.55
21	1188	Pyridine	4.31	0.23	44	1474	(E)-3-Undecene	7.53	0.41
22	1198	Limonene	2.64	0.14	45	1495	(*E*,*E*)-2,4-Heptadienal	17.27	0.94
23	1214	3-Methyl-1-butanol	1.13	0.06	46	1506	2-Acetyl furan	0.57	0.03
24	1219	(*E*)-2-Hexenal	2.85	0.16	47	1525	Benzaldehyde	14.75	0.80

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

dCollection @ chosun

Table 57. Continued

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
48	1540	(*E*)-2-Nonenal	3.31	0.18	71	1832	(*E*)-Anethole	0.96	0.05
49	1542	1-Octanol	2.73	0.15	72	1842	Dihydro-beta-ionone	2.87	0.16
50	1553	Linalool	3.92	0.21	73	1857	Geraniol	1.12	0.06
51	1592	*β*-Elemene	3.29	0.18	74	1862	Neryl acetone	28.88	1.57
52	1596	6-Methyl-3,5-heptadien-2-one	3.18	0.17	75	1867	Guaiacol	0.89	0.05
53	1608	2,6-Dimethyl cyclohexanol	24.71	1.34	76	1872	Geranyl acetone	1.74	0.09
54	1614	Hexyl hexanoate	0.92	0.05	77	1881	Perilla alcohol	24.42	1.33
55	1626	*β*-Cyclocitral	11.99	0.65	78	1885	Benzyl alcohol	5.50	0.30
56	1630	2,4-Dimethyl heptanol	0.55	0.03	79	1940	Phenethyl alcohol	1.29	0.07
57	1634	Citronellyl formate	2.09	0.11	80	1995	*β*-Ionone	62.50	3.40
58	1648	Alloaromadendrene	2.61	0.14	81	2070	Pentadecanal	8.84	0.48
59	1651	Safranal	9.34	0.51	82	2107	*β*-Ionone epoxide	34.57	1.88
60	1698	*γ*-Muurolene	4.33	0.24	83	2116	Methyl hexadecanoate	14.25	0.78
61	1705	*α*-Muurolene	6.47	0.35	84	2143	Hexadecanal	745.10	40.54
62	1721	*β*-Selinene	4.37	0.24	85	2250	3-Acetylanisole	30.05	1.63
63	1730	Valencene	33.26	1.81	86	2260	Methyl heptadecanoate	66.32	3.61
64	1736	Ethyl benzaldehyde	6.41	0.35	87	2265	Pentadecanol	22.96	1.25
65	1772	(*E*,*Z*)-2,4-Decadienal	22.11	1.20	88	2276	Ethyl heptadecanoate	44.60	2.43
66	1781	Methyl salicylate	3.99	0.22	89	2289	(*Z*)-9-Octadecenal	193.84	10.55
67	1806	Methyl tetradecanoate	3.14	0.17	90	2370	Dihydroactinidiolide	52.98	2.88
68	1810	Nerol	4.45	0.24	91	2381	(*E*,*E*)-farnesyl acetone	49.02	2.67
69	1818	(*E*,*E*)-2,4-Decadienal	77.35	4.21	92	2462	Methyl oleate	32.36	1.76
70	1824	1-Undecanol	25.68	1.40			**Total**	1837.79	100

[1)]Retention index

Collection @ chosun

(8) 중국칠리의 휘발성 향기성분

중국 칠리고추로부터 SDE방법으로 휘발성 향기성분을 추출하여 GC/MS로 분석한 결과 chromatogram은 Fig. 43에 나타내었고, 동정된 향기성분의 조성과 관능기별 상대적 비율은 Table 58과 59에 나타내었다.

중국 칠리고추에서 분리 동정된 성분은 총 101종으로, terpenoid류가 27종이 확인되어 대부분을 차지하였으며, 뒤이어 alcohol류와 aldehyde류가 각각 18종씩 동일하게 확인되었다. 그 외에 ketone류, ester류, 질소화합물, acid 및 기타가 각각 14, 13, 3, 1 및 7종으로 구성됨을 확인하였다. 관능기별로 확인된 이들 화합물의 구성비는 terpenoid류, ester류, aldehyde류 및 ketone류가 각각 27.2, 22.7, 19.7 및 16%로 분포되어 있었으며, 그 외에 alcohol류 10.4%, 질소화합물 1.2%, acid 0.2% 그리고 기타 2.5% 순으로 확인되었다. 주요 화합물로는 hexadecanal(11.42%), hexadecyl acetate(8.55%), 6,10,14-trimethyl- 2-pentadecanone(7.51%), 3-acetylanisole(6.5%), dihydroactinidiolide(5.95%), ethyl heptadecanoate(5.52%) 및 β-ionone(4.04%) 등이었으며, 관능그룹별로 다양하게 존재하였다.

dCollection @ chosun

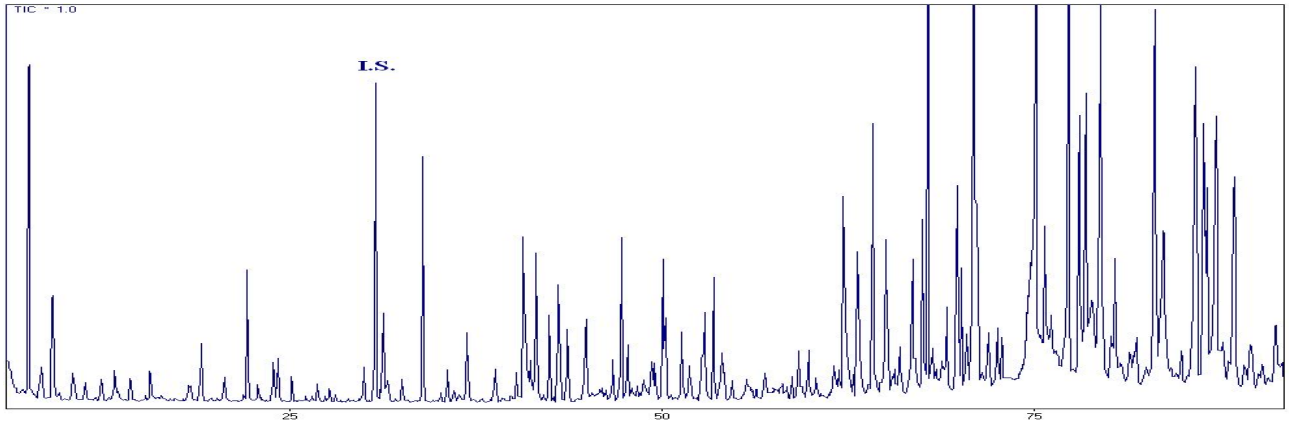


Fig. 43. GC/MS chromatogram of volatile flavor components in Chinese chili.

Table 58. Relative content of functional groups in identified volatile components from Chinese chili

Functional group	No	Area%
Acids	1	0.2
Alcohols	18	10.4
Aldehydes	18	19.7
Esters	13	22.7
Ketone	14	16.0
Nitro compounds	3	1.2
Terpenoids	27	27.2
Miscellaneous	7	2.5
Total	101	100

dCollection @ chosun

Table 59. Volatile components identified in Chinese chili

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
1	809	Ethyl formate	1.67	0.13	27	1247	(*Z*)-*β*-Ocimene	0.26	0.02
2	883	2-Methyl furan	0.42	0.03	28	1254	(*E*)-*β*-Ocimene	0.26	0.02
3	906	Ethyl acetate	34.98	2.75	29	1258	1-Pentanol	2.27	0.18
4	927	2-Methyl butanal	1.52	0.12	30	1266	Dihydro-2-methyl-3(2H)-furanone	0.56	0.04
5	930	3-Methyl butanal	3.33	0.26	31	1270	Methyl pyrazine	1.31	0.10
6	949	Ethanol	12.31	0.97	32	1276	Hexyl acetate	0.61	0.05
7	955	3-Buten-2-one	0.26	0.02	33	1301	3-Hepten-2-one	4.35	0.34
8	960	2-Ethyl furan	0.75	0.06	I.S.[2)]	1314	n-Butyl benzene	-	-
9	981	2,3-Butanedione	2.97	0.23	34	1318	2,6-Dimethyl-5-heptenal	1.51	0.12
10	983	1-Pentanal	1.27	0.10	35	1322	4-Methyl-1-pentanol	10.87	0.85
11	998	2-Methyl-3-pentanone	1.53	0.12	36	1327	(*Z*)-2-Penten-1-ol	3.67	0.29
12	1022	1-Penten-3-one	2.27	0.18	37	1340	6-Methyl-5-hepten-2-one	2.59	0.20
13	1039	4-Methyl-1-penten-3-one	3.63	0.28	38	1378	3-Tetradecene	0.47	0.04
14	1060	2,3-Pentanedione	1.83	0.14	39	1384	Hexyl 2-methylbutyrate	3.43	0.27
15	1083	1-Hexanal	2.87	0.23	40	1390	(*Z*)-3-Hexen-1-ol	1.70	0.13
16	1096	2-Methyl propanol	0.37	0.03	41	1394	4-Methyl-3-penten-1-ol	0.54	0.04
17	1127	3-Penten-2-one	1.14	0.09	42	1432	(*E*)-2-Octenal	4.16	0.33
18	1130	(*E*)-2-Pentenal	1.14	0.09	43	1454	Acetic acid	2.91	0.23
19	1142	*o*-Xylene	5.49	0.43	44	1465	Furfural	3.57	0.28
20	1166	1-Penten-3-ol	2.70	0.21	45	1467	(*E*,*Z*)-2,4- Heptadienal	5.40	0.42
21	1184	2-Heptanone	0.51	0.04	46	1472	Longipinene	3.18	0.25
22	1187	Pyridine	13.36	1.05	47	1474	(*E*)-3-Undecene	20.29	1.59
23	1198	Limonene	1.62	0.13	48	1486	*α*-Ylangene	9.94	0.78
24	1214	3-Methyl-1-butanol	5.15	0.40	49	1495	(*E*,*E*)-2,4-Heptadienal	14.54	1.14
25	1219	(*E*)-2-Hexenal	4.46	0.35	50	1496	2-Ethyl-1-hexanol	6.59	0.52
26	1233	2-Pentyl furan	2.37	0.19	51	1524	Benzaldehyde	10.06	0.79

[1)]Retention index, [2)]Internal standard

dCollection @ chosun

Table 59. Continued

No	R.I.[1)]	Compound name	mg/kg	%	No	R.I.	Compound name	mg/kg	%
52	1531	2-Isobutyl-3-methoxypyrazine	1.06	0.08	78	1841	Dihydro-beta-ionone	5.34	0.42
53	1536	5-Methyl furfural	0.92	0.07	79	1857	Geraniol	0.87	0.07
54	1539	(*E*)-2-Nonenal	1.36	0.11	80	1862	Neryl acetone	26.51	2.08
55	1542	1-Octanol	1.57	0.12	81	1867	Guaiacol	1.71	0.13
56	1553	Linalool	4.11	0.32	82	1872	Geranyl acetone	1.55	0.12
57	1568	(*E*)-*β*-Caryophyllene	5.76	0.45	83	1880	Perilla alcohol	23.27	1.83
58	1592	*β*-Elemene	3.33	0.26	84	1885	Benzyl alcohol	5.85	0.46
59	1595	6-Methyl-3,5-heptadien-2-one	3.64	0.29	85	1939	Phenethyl alcohol	4.75	0.37
60	1607	2,6-Dimethyl cyclohexanol	10.67	0.84	86	1953	1-Dodecanol	5.18	0.41
61	1614	Hexyl hexanoate	0.57	0.04	87	1993	*β*-Ionone	51.44	4.04
62	1625	*β*-Cyclocitral	8.03	0.63	88	2106	*β*-Ionone epoxide	19.52	1.53
63	1629	2,4-Dimethyl heptanol	0.82	0.06	89	2114	Methyl hexadecanoate	11.62	0.91
64	1633	Citronellyl formate	3.44	0.27	90	2137	Hexadecanal	145.51	11.42
65	1648	Alloaromadendrene	5.76	0.45	91	2143	Farnesol	19.20	1.51
66	1651	Safranal	11.60	0.91	92	2214	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	95.64	7.51
67	1670	(*E*)-*β*-Farnesene	6.84	0.54	93	2224	Hexadecyl acetate	108.95	8.55
68	1699	*γ*-Muurolene	4.41	0.35	94	2250	3-Acetylanisole	82.83	6.50
69	1752	1-Heptadecene	2.50	0.20	95	2259	Methyl heptadecanoate	33.64	2.64
70	1771	(*E*,*Z*)-2,4-Decadienal	4.78	0.37	96	2264	Pentadecanol	53.06	4.16
71	1781	Methyl salicylate	2.69	0.21	97	2275	Ethyl heptadecanoate	70.31	5.52
72	1805	Methyl tetradecanoate	1.79	0.14	98	2287	(*Z*)-9-Octadecenal	22.64	1.78
73	1809	Nerol	3.30	0.26	99	2370	Dihydroactinidiolide	75.77	5.95
74	1816	(*E*,*E*)-2,4-Decadienal	22.56	1.77	100	2379	(*E*,*E*)-farnesylacetone	46.95	3.69
75	1820	3-Methyl butyl decanoate	8.21	0.64	101	2461	Methyl oleate	10.63	0.83
76	1823	Undecanol	4.06	0.32			**Total**	1274.02	100
77	1832	(*E*)-Anethole	2.55	0.20					

[1)]Retention index

Collection @ chosun

다. 고추류 향기성분의 비교

각 종류별 고추류에 대하여 상압연속증류추출법을 통하여 CG 및 GC/MS에 의해 휘발성 향기성분을 확인하였다. 이 방법에 대해 신선파프리카에서 세포가 파괴될 때 지질의 자동산화와 관련한 alcohol류, aldehyde류 및 ketone류 등이 생성될 수 있다고 보고된 바 있으나(122), 본 연구에서는 모두 같은 전처리 과정을 거친 이유로 그러한 특성은 크게 한계점으로 작용하지는 않았다. 고추(일반홍고추, 매운홍고추, 오이고추), 파프리카(녹색, 황색, 적색) 및 원산지별 칠리 (멕시코, 중국)에서 확인된 휘발성 향기성분의 총 함량은 174.4~1837.79 mg/kg의 범위로 종류에 따라 그 차이가 매우 큰 것으로 나타났다(Fig. 44). 크게 분류하여 보면 파프리카류에서 그 함량이 가장 낮게 나타났으며(Table 60), 녹색, 황색 및 적색에서 각각 220.1, 159.82 그리고 174.4 mg/kg으로 확인되었다. 녹색파프리카의 경우 acid류의 함량이 높게 나타났으며, 이는 고도로 함유된 nonanoic acid에 의한 것으로 확인되었다. 파프리카류에서는 53~59종의 화합물이 동정되었으며, 관능그룹의 분포도 유사하여 녹색파프리카에서 acid류가 다량 확인된 것을 제외하고 색상별 차이를 보이지 않았다. 매운홍고추와 상대적으로 매운맛이 덜한 일반홍고추에서는 매운홍고추의 휘발성 향기성분이 약 1.5배가량 높게 확인되었다. 두 시료 모두에서 terpernoid류와 aldehyde류가 다량 분포함을 확인하였으며, 일반홍고추에서는 acid류의 함량이 높고 매운홍고추에서는 상대적으로 ester류의 함량이 높게 나타났다. 일반홍고추에서는 decanoic acid와 같은 oily한 향의 화합물의 함량이 높은 것이 특징이었다. 오이고추는 녹색 파프리카와 대체로 유사하였으며, 역시 다량의 nonanoic acid가 확인되었다. Nonanoic acid는 green note에 속하는 향으로 그 향은 grassy로 표현되고 있다. 따라서 오이고추와 같은 붉게 성숙되기 전 미성숙 단계에서 소비되어지는 풋고추류에서는 이 nonanoic acid가 그 특유의 풋내에 관여하는 것으로 여겨진다. 멕시코와 중국이 원산지인 칠리고추는 모든 고추류와 비교하여 가장 높은 함량이 확인되었으며, 그 양은 각각 1837.70와 1274.02 mg/kg으로 나타났다. 이들의 향기성분 함량은 휘발성분의 함량이 낮게 확인된 파프리카류와 비교하여 거의 10배 가까이 높음을 확인하였다. 멕시코 칠리의 경우 hexadecanal의 함량이 매우 높은 것이 특징으로 확인되었다.

일반홍고추류를 비롯한 칠리류등의 완숙한 고추류에서는 다양한 aliphatic ester류가 존재함이 특징으로 확인되었다. Pino 등(123)의 연구결과에서는 'habanero' 종에

dCollection @ chosun

대하여 녹색과실과 비교하여 완숙기의 과실에서 이러한 특성을 확인한 바 있으나, 다른 *Capsicum* 종에서는 그러한 aliphatic ester의 존재가 확인되지 않았다(124). 이들 aliphatic aster류는 hexyl-2-methyl butylrate, methyl tetradecanoate, 3-methyl butyl decanoate, methyl hexadecanoate 등을 포함하는 2-methylbutyric, hexanoic acid 등의 alkyl ester류가 주를 이루었으며, 이들 화합물들은 매우 강력한 과일향을 가지는 것으로 알려져 있다(125). 고추류에서 주로 확인되어지는 impact compound인 2-isobutyl-3-methoxypyrazine과 같은 pyrazine류는 다른 휘발성분들에 비하여 상대적으로 매우 적은 양으로 존재하나 이들 고추류에서 향에 대한 기여도는 매우 큰 것으로 알려져 있다(126). 대체로 성숙단계에서 고추과실은 그 향기성분들에 대하여 명확한 차이점을 나타내며, 성숙이 진행되면서 ester류를 포함한 fruity note 계열의 향기성분은 증가하게 되며 (*E*)-hexanal, (*Z*)-3-hexenol과 같은 green note 계열의 화합물들은 감소하는 경향을 보인다(127). 본 연구에서도 색상별 파프리카의 결과에서 동일한 변화양상을 보여 일치함을 확인하였다.

고추류의 향기성분은 대체로 ester류와 terpenoid류와 같은 방향성 휘발성분이 주를 이루고 있는 것이 공통적 특징으로 확인되었으며, pyrazine류와 pyridine 등의 질소화합물도 고추류에서 확인되는 향미적 특징으로 나타났다.

Collection @ chosun

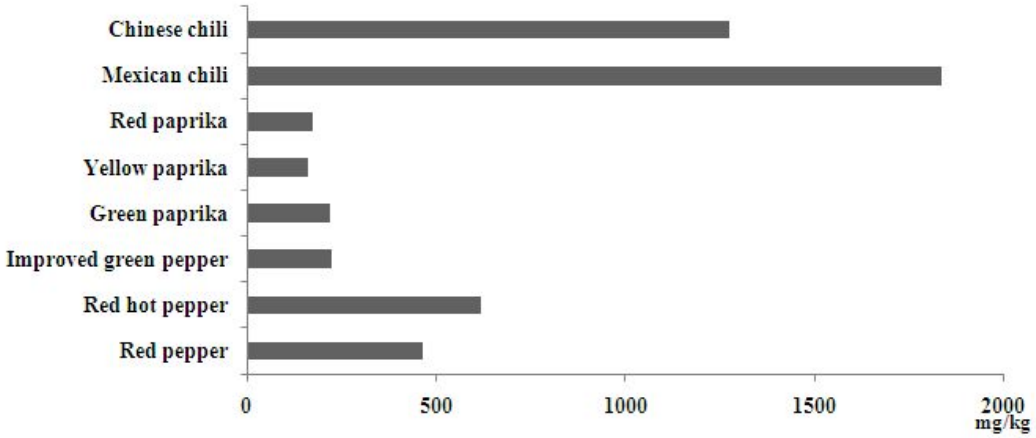


Fig. 44. Comparison of total volatiles content in *Capsicum* sp..

Collection @ chosun

Table 60. Comparison of relative content of functional groups in *Capsicum* sp.

Functional group	Red pepper		Hot red pepper		Improved green pepper		Green paprika		Yellow paprika		Red paprika		Mexican chili		Chinese chili	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
Acids	2	25.2	1	1.2	2	19.8	2	34.2	1	1.38	1	1.43	1	0.2	1	0.2
Alcohols	8	4.2	12	8.0	12	7.2	9	4.0	3	9.3	4	6.8	14	5.3	18	10.4
Aldehydes	16	28.7	20	32.2	11	11.9	6	6.7	5	7.6	6	8.2	19	61.1	18	19.7
Esters	7	5.7	16	25.1	7	20.7	7	16.9	7	29.5	5	34.1	11	10.8	13	22.7
Ketone	10	5.0	19	5.9	9	8.8	10	13.7	9	12.8	12	18.0	14	2.5	14	16.0
Nitro compounds	3	1.3	3	0.6	3	3.5	5	9.9	4	11.7	6	11.7	2	0.3	3	1.2
Sulfur compounds	-	-	-	-	4	3.7	3	3.1	3	4.2	4	3.4	-	-	-	-
Terpenoids	21	29.2	22	24.8	19	23.5	14	10.7	22	23.0	12	14.7	25	19.1	27	27.2
Miscellaneous	3	0.8	9	2.2	3	0.8	3	0.9	2	0.7	3	1.6	6	0.8	7	2.5
Total	70	100	102	100	70	100	59	100	56	100	53	100	92	100	101	100

Collection @ chosun

제6장 요 약

본 연구는 건강한 식생활 문화를 위해 한국음식의 조리에 주로 사용되는 향신채소인 고추에 대한 다양하고 과학적인 정보를 제공하기 위하여, 이론적 고찰을 통해 고추류의 종별 일반성분 및 향미적 특성을 분석 비교하여 향후 각각의 조리 특성에 맞는 활용가치 제고의 기초자료를 확보하고자 수행되었다.

한국식생활에서의 고추의 위치 우리나라에서 재배되고 있는 종은 대부분 *Capsicum annuum*으로 우리나라 국민 1인당 고추 소비량은 대략 2 kg정도로 높은 편이다. 현재 우리나라 음식에는 김치, 고추장, 젓갈 등에서 고추를 빼고는 도저히 상상할 수 없을 정도로, 고추가 한국음식의 맛을 내는 아주 중요한 신선채소 및 향신료로 자리 잡고 있다. 고추에서 특징적인 성분 특성으로는 매운맛을 내는 capsaicin과 붉은 색을 나타내는 capsanthin이 있으며, vitamin C 등의 항산화성분의 함량도 높은 편이다.

고추의 형태적 특성 및 종의 분류 고추의 주요 재배종은 *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*이며, 그 중 *C. annuum*의 재배율이 가장 높다. 맵지 않은 단고추에서부터 매운 'jalapeno'에 이르기까지 여러 가지 고추들이 *C. annuum*에 속하며, *C. baccatum*은 볼리비아가 원산지로 'aji'가 대표적이다. *C. chinense*는 가장 매운 종으로 'habanero'가 대표적이다. *C. frutescens*는 'tabasco'가 대표적이며, *C. pubescens*는 재배율이 가장 낮으며 'rocoto'가 대표적이다.

일반성분 및 지방산 조성 파프리카와 오이고추에서 수분함량이 높은 것으로 확인되었고, 상대적으로 회분, 조지방, 조단백질은 일반홍고추류나 칠리류와 비교하여 낮은 함량으로 확인되었다. 칠리류의 수분함량이 가장 낮은 반면 회분, 조지방, 조단백질은 가장 높게 확인되었다.

고추의 지방산은 lauric acid, myristic acid, palmitic acid, stearic acid oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid로 구성되어 있으며, oleic acid와 linoleic acid가 모든

Collection @ chosun

시료에서 전반적으로 다량 분포함에 따라 주요 지방산임을 확인하였다.

항산화성분 고추에서 확인된 총 flavonoid의 함량은 21.7~170 mg/100 g의 범위로 존재하였으며, 매운홍고추와 멕시코 칠리에서 가장 높게 확인되었다. 오이고추와 파프리카류는 21.7~56.4 mg/100 g 대체로 낮은 함량으로 나타났으며, 파프리카의 경우 색상별 함량차이는 크지 않았다.

총 phenol성 화합물의 함량은 80~263 mg/100 g의 범위로 존재하였으며 매운홍고추, 적색 및 황색파프리카에서 높은 함량을 확인하였다. 또한, 오이고추 및 녹색파프리카와 같은 푸른색 고추의 경우 각각 80과 95 mg/100 g으로 대체로 낮은 함량으로 존재하였다.

Vitamin C는 파프리카류에서 가장 많은 양이 확인되었으며, 오이고추에서도 높은 함량으로 존재하였다. 그러나 칠리류를 비롯한 매운홍고추와 일반홍고추에서의 vitamin C 함량은 2~17 mg/100 g로 매우 낮게 확인되었다.

향미성분 유리당의 함량은 파프리카류가 높게 확인되었으며 그중 적색의 파프리카는 54.03%로 유리당이 존재하여 시료중 가장 높은 함량을 확인하였다. 칠리고추의 경우 고추류 중 가장 적은 유리당을 함유하고 있었으며 대체로 유리당 함량이 높게 확인된 파프리카류와 비교하여 1/7~1/10배 가량 차이를 보였다. 전체적으로 살펴본 결과 대체로 매운 맛이 있는 종에서 상대적으로 낮게 함유되어 있었으며, 매운 맛이 없거나 덜한 파프리카류와 오이고추에서 높게 확인되었다.

고추류에는 대체로 proline, alanine, serine, arginine등 단맛과 감칠맛을 내는 아미노산들이 주요아미노산으로 존재하였으며, 총 유리아미노산의 함량 및 필수아미노산의 함량은 파프리카류에서 가장 높게 확인되었다.

고추류의 총 carotenoid의 함량은 일반홍고추(250 mg/100 g), 중국칠리(239 mg/100 g), 멕시코칠리(172 mg/100 g), 매운홍고추(135 mg/100 g) 순으로 높게 확인되었으며, 적색파프리카(59 mg/100 g), 오이고추(47 mg/100 g), 황색파프리카(35 mg/100 g) 그리고 녹색파프리카(31 mg/100 g)에서 상대적으로 매우 적은 함량이 확인되었다. 고춧가루의 붉은 색상을 표현하며 품질척도로 사용되는 ASTA 색상값 역시 일반홍고추와 칠리류에서 높은 것으로 나타났다.

고추의 매운맛 성분인 capasaicin과 dihydrocapsaicin은 파프리카를 제외한 모든

Collection @ chosun

고추류에 존재하였으며, 매운홍고추와 칠리류에서 높게 나타났다. Capsaicin은 매운홍고추에서 그 함량이 72.68 mg/100 g으로 가장 많은 양이 확인되었으며, dihydrocapsicin은 멕시코와 중국칠리가 매운홍고추에 비해 상대적으로 다량 분포함을 확인하였다. 매운맛의 지표인 SHU는 칠리류에서 가장 높게 확인되었으며 매운홍고추가 그 뒤를 이었다.

고추에서 확인된 휘발성 향기성분의 총 함량은 174.4~1837.79 mg/kg의 범위로 확인되었다. 고추의 향기성분은 대체로 ester류와 terpenoid류와 같은 방향성 휘발성분이 주를 이루고 있는 것이 공통적 특징으로 확인되었으며, pyrazine류와 pyridine 등의 질소화합물도 고추에서 확인되는 향미적 특징으로 나타났다. 녹색파프리카와 오이고추의 경우 nonanoic acid의 함량이 높게 나타났으며, 이 nonanoic acid가 그 특유의 풋내에 관여하였다.

본 연구에서는 고추의 이론적 배경을 바탕으로 실질적으로 국내에서 사용빈도가 높은 고추류의 종류별 일반성분, 항산화성분, 향미성분 등의 함량을 확인하였다. 흔히 고추는 vitamin C의 함량이 다른 과일이나 채소보다 월등히 높다고 한다. 실질적인 연구 결과에서도 파프리카의 vitamin C 함량이 887~1,142 mg/100 g으로 레몬(2.6 mg/100g), 무(15 mg/100 g) 및 딸기(71 mg/100 g)보다 훨씬 높은 함량을 가지고 있음을 확인되었다. 단맛에 대한 결과는 우리가 달다고 느끼는 고추류인 오이고추나 파프리카에서 유리당의 함량이 매운맛이 강한 홍고추, 매운홍고추, 칠리에 비해 1.8~10.4배 높은 함량을 보이고 있어 이를 입증하였다.

고춧가루의 품질척도로 사용되는 붉은색의 정도인 ASTA 색상값나, 매운맛 성분인 capasaicin과 dihydrocapsaicin 및 매운맛의 지표인 SHU는 우리가 인식하고 있는 것과 같이 일반홍고추, 매운홍고추 그리고 칠리류에서 높게 확인되었다.

이로써 일반소비자가 인식하고 있는 여러 고추류에 대한 기본적인 사실과 실질적인 과학적 결과가 서로 부합됨을 알 수 있었다.

하지만 본 연구의 결과는 몇 종류의 고추류에 대한 결과로 동일한 품종의 고추라 하더라도 수많은 종류가 있기 때문에 전체를 대표할 수는 없을 것으로 사료며, 따라서 더 정확하고 체계적인 결과의 도출을 위해서는 각각의 종들에 대한 광범위한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Collection @ chosun

참고문헌

1. Kweon OY, Kim YK, Yoon JB, Park HG, Yoon WM. Inheritance of Carotenoids Content in Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Fruit. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24: 123-127 (2006)
2. 강인희. 한국식생활사. 삼영사, 서울, p.190 (1983)
3. Han BJ. Using the Red Pepper in Korean Traditional Cuisine. J. East Aisan Soc. Dietary Life. 12: 173-186 (2002)
4. Han MY, Ko SN, Kim WJ. Extraction conditions for preparation of natural seasoning of red pepper seed. Korean J. Soc. Food Sci. 15: 370-376 (1999)
5. DeWitt D, Gerlach N. The Whole Chile Pepper Book, Boston. Little, Brown and Co., 1990, p.10.
6. 농촌진흥청, 표준영농교본 (2002)
7. Jeong EM, Kim WT, Kim SR, Yun SH. The actual condition and subjects of Paprika in Korean. Korea Rural Economic Institute. p.5-6 (2008)
8. 안철근. 수출파프리카의 안전 생산기술. 월간농수산물무역정보. 185: 24-38 (2004)
9. Cordell GA, Araujo OE. Capsaicin: Identification, nomenclature, and Pharmacotherapy. Ann. Pharmacother. 27: 330-336 (1993)
10. Perry L, Dickau R, Zarrillo S, Holst I, Pearsall DM, Piperno DR, Berman MJ, Cooke RG, Rademaker K, Ranere AJ, Raymond JS, Sandweiss DH, Scaramelli F, Tarble K, Zeidler JA. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. Science 315: 986-988 (2007)
11. Yun HK, Kim KY, Kim YC, Lee JW, Kim IS, Yoo KC, Higashio H. Change of some constituents along with the fruit maturity in capsicum species. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43: 39-42 (2002)
12. Yu JO, Choi WS, Lee US. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in various species of red peppers and their powdered products in market by GC-MS snalysis. Food Engineering Progress 13: 38-43 (2009)
13. Lee CH, Han KH, Kim AY, Lee SK, Hong GE, Pyun CW, Choi KD, Yang CY. Effect of hot pepper seed oil, capsaicin, and alpha-tocopherol on thermal

Collection @ chosun

oxidative stability in lard and soy bean oil. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 28: 660-666 (2008)

14. Kim SY, Park GM. Relationship between red pepper intake, capsaicin threshold, nutrient intake, and anthropometric measurements in young korean women. The Korean Nutrition Society 38: 76-81 (2005)
15. Shim SL, Seo HY, Kim JH, No KM, Yang SH, Gyawali R, Park ER, Lee KB, Lee YD, Myoung DH, Kim KS. Change of the volatile organic compounds from irradiated dried-red pepper. Korean J. Food Preserv. 12: 372-372 (2005)
16. Lee HD, Lee CH. Changes of sensory characteristics in red pepper by different extraction conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 535-541 (1998)
17. Lee HE, Lim CI, Do KR. Changes of characteristics in red pepper by various freezing and thawing methods. Korean J. Food Preserv. 14: 227-232 (2007)
18. Yang JB, Ko MS, Moon YH. Changes in chemical characteristics of roasted red pepper powder mixed with red pepper seasoning oil during storage. Korean J. Food Preserv. 14: 233-238 (2007)
19. Jeong JW, Seong JM, Park KJ, Lim JH. Quality characteristics of semi-dried red pepper (Capsicwn Annuum L.) using hot-air drying. Korean J. Food Preserv. 14: 591-597 (2007)
20. An CG, Hwang HJ, Shim JS, Chong BM, Shon GM, Song GW, Lim CS, Cho JL. Changes of fruit quality in response to storage on sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars in summer. Journal of Bio-Environment Control 15: 177-183 (2006)
21. Yang JB, Ko MS, Lee KB, Kim KS, Moon YH. Chemical changes of red pepper seasoning oil during storage. Korean J. Food Preserv. 13: 310-315 (2006)
22. Jung JW, Lee SK. Enhanced carotenoid pigmentation during room storage of red peppers. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24: 128-132 (2006)
23. Kweon OY, Kim YK, Yoon JB, Park HG, Yoon WM. Inheritance of

Collection @ chosun

carotenoids content in red pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24: 123-127 (2006)

24. Kim BK, Kwon JH. Effects of irradiation and fumigation on physicochemical properties of red pepper during storage. Korean J. Food Culture 19: 491-498 (2004)
25. Matsufuji H, Nakamura H, Chino M, Takeda M. Antioxidant Activity of Capsanthin and the Fatty Acid Esters in Paprika (*Capsicum annuum*). J. Agric. Food Chem. 46: 3468-3472 (1998)
26. Lee SW, Kim KS, Lee SS, Jo YK. Studies on Fruit Characters and Chemical Components in Several Varieties of Pepper. Hort. Environ. Biotechnol. 13: 27-34 (1973)
27. Kim DY, Rhee CO. Color and carotenoid changes during storage of dried red pepper. Korea J. Food Sci. Technol. 12: 53-58 (1980)
28. Kim HK, Park MH, Min BY, Suh KB. Sorption characteristics of red pepper powder with relative humidity and temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 108-112 (1984)
29. Iwamoto M, Cho RK, Uozumi J, IIno K. Near infrared reflectance spectrum of red pepper and its applicability to determination of capsaicin content. Nippon Shokuhin. Kogyo Gakkaishi 31: 120-125 (1984)
30. Dewitt D, Bosland PW. The pepper garden. Ten Speed Press. Berkeley, CA. pp 1-22 (1993).
31. Lee SW. Gas liquid chromatographic studies on sugars and organic acid in different portions of hot pepper fruit(*Capsicum annum* L.). Korean J. Food Sci. Technol. 11: 278-282 (1979)
32. Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) and processed jalapenos. J. Food Sci. 59: 362-365 (1994)
33. Lee DS, Kim HK. Carotenoid destruction and non enzymatic browing red pepper drying as functions of average moisture content and temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 21:425-429 (1989)

Collection @ chosun

34. Levine M, Katz A, Padayatty SJ. Vitamin C. p. 570-524. In: Modern nutrition in health and disease. Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AK (eds). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA. USA (1998)
35. Sul MS, Hwang SY,Lee HJ,Park SH,Kim JG. The physico-chemical changes of the mashed red pepper during frozen storage. Korean J. Food Cultur. 19: 209-216 (2004)
36. Kim S, Park J., Hwang IK. Composition of main carotenoids in Korean red pepper (*Capsicum annuum* L.) and changes of pigment stability during the drying and storage process. J. Food Sci. 69: 39-44 (2004)
37. Paran I, Voort JR, Lefebvre V, Jahn M, Landry L, Schriek M, Tanyolac B, Caranta C, Chaim AB, Livingstone K, Palloix A, Peleman J. An integrated genetic linkage map of pepper (*Capsicum* spp.). Mol. Breed. 13: 251-261 (2004)
38. Kim MW. Molecular cloning and expression analysis of nonpungent pepper. Thesis for the degree of M.S. in Seoul National University (2000)
39. 고춧가루의 안전성 실태 조사. 한국소비자보호원 소비자안전국 보고서 (2001)
40. 고추재배전서. 영양고추시험장. (2006)
41. AOAC. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. 43.1.02 (1995)
42. KFN. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition (Nutrition part). The Korean Society of Food Science and Nutrition, Hyoil, Seoul. p 285-286 (2000)
43. Folin O, Denis W. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. J. Biol. Chem. 22: 305-308 (1915)
44. Porcu OM, Rodriguez-Amaya DB. Variation in the carotenoid composition of acerola and its processed products. J. Sci. Food Agric. 86: 1916-1920 (2006)
45. ISO standard 7541. Ground (powdered) paprika - Determination of total natural colouring matter content. International Organization for Standardization, Geneva (Switzerland) , 1989 , 1. ed.
46. ASTA Analytical Method 20.1. Official Analytical Method of the American

Collection @ chosun

Spice Trade Association, 2nd edn. Englewood Cliffs, NJ: American Spice Trade Association, Inc. (1986)

47. Schultz TH, Flath RA, Mon TR, Enggling SB, Teranishi R. Isolation of volatile components from a model system. J. Agric. Food Chem. 25: 446-449 (1977)
48. Nikerson GB, Likens ST. Gas chromatography evidence for the occurrence of hop oil components in beer. J. Chromatogr. 21: 1-5 (1966)
49. Kovats E. Retention indexes of aliphatic halides, alcohols, aldehydes and ketones. Helv. Chim. Acta. 41: 1915-1932 (1958)
50. Robert PA. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, IL, USA (1995)
51. Stehagen E, Abbrahansom S, Mclafferty FW, The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data. John Wiley and Sons, NY, USA (1974)
52. Davies NW. Gas Chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases. J. Chromatogr. 503: 1-24 (1990)
53. Sadtler Research Laboratories. The Sadtler Standard Gas chromatography Retention Index Library. Sadtler, PA,USA (1986)
54. Jeong CH, Ko WH, Cho JR. Ahn CG, Shim KH. Chemical components of korean paprika according to cultivars. Korean J. Food Preserv. 13: 43-43 (2006)
55. Navarro-Nez L, Castillo J, Lozano ML, Martnez C, Benavente-Garca O, Vicente V, Rivera J. Thromboxane A_2 receptor antagonism by flavonoids: structure−activity relationships. J. Agric. Food Chem., 57: 1589-1594 (2009)
56. Cho YJ, Ju IS, Chun SS, An BJ, Kim JH, Kim MU, Kwon OJ. Screening of biological activities of extracts from *Rhododendron mucronulatum* Turcz. flowers. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 276-281 (2008)
57. Shon MY, Kim SH, Nam SH, Park SK, Sung NJ. Antioxidant activity of korean green and fermented tea extracts. J. Life Sci. 14: 920-924 (2004)
58. Zhang D, Hamauzu Y. Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and

Collection @ chosun

antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. Food Agric. Environ. 1: 22-27 (2003)

59. Lee DS, Kim HK. Carotenoid destruction and non enzymatic browing red pepper drying as functions of average moisture content and temperature. Koren J. Food Sci. Technol. 21: 425-429 (1989)
60. Shils ME. Modern nutrition in health and disease. Williams and Wilkins, USA. pp 467-480 (1998)
61. Choi SH. Ascorbic acid of Korean pepper by cultivating season, region and cooking method. J East Asian Soc Dietary Life 16: 578-584 (2006)
62. Chung BS, Kang KO. The changes of capsaicin contents in fresh processed red pepper. J. Korean. Soc. Food Nutr. 14: 409-418 (1985)
63. Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ, Yoo MY. Studies on taste compounds in alaska pollack sikhae during fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1515-1521 (2004)
64. Japan Foods Industry Association, Method of Food analysis, Kouring, Tokyo, Japan, p 491-508 (1984)
65. Ohta S. Food seasoning, Saiwaisyobow, Tokyo, Japan, p 146-187 (1976)
66. Kosuge S, Furata M. Studies on the pungent principle of *Capsicum*. Part XIV: chemical constitution of the pungent principle. Agric. Biol. Chem. 34: 248-256 (1970)
67. Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsaicum annuum* L.) and processed jalapenos. J. Food Sci. 59: 362-365 (1994)
68. Huguency P, Badililo A, Chen HC, Klein A, Hirschberg J, Camara B, Kuntz M. Metabolism of cyclic carotenoids: a model for the alteration of this biosynthetic pathway in *Capsicum annuum* chromoplasts. Plant J. 8: 417-424 (1995)
69. Kosuge S, Inagaki Y. Studies on the pungent principles of red pepper. Part XI. Determination and contents of the two pungent principles. Nippon Nogei Kagaku. Kaishi. (J. Agric. Chem. Soc.) 36: 251-254 (1962)

Collection @ chosun

70. Kosuge S, Furata M. Studies on the pungent principle of *Capsicum*. Part XIV: chemical constitution of the pungent principle. Agric. Biol. Chem. 34: 248-256 (1970)
71. Bennett DJ, Kirby GW. Constitution and biosynthesis of capsaicin. J. Chem. Soc. 17: 442-446 (1968)
72. Lee K, Suzuki T, Kobayashi M, Hasegawa K, Iwai K. Quantitative micro-analysis of capsaicin, dihydrocapsaicin and nordihydrocapsaicin using mass fragmentography. J. Chromatogr. 123: 119-121 (1976)
73. Todd PH, Bensinger MG, Bifitu T. Determination of pungency due to capsicum by gas-liquid chromatography. J. Food Sci. 42: 660-665 (1977)
74. Govindarajan VS. Capsicum-production, technology, chemistry, and quality. Part III. Chemistry of the color, aroma, and pungency stimuli. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 24: 245-355 (1986)
75. Müller-stock FA, Josh RK, Büchi J. Study of the components of capsaicin. Quantitative gas chromatographic determination of individual homologs and analogs of capsaicin in mixtures from a natural source and of vanillyl pelargonic amide as adulteration. J. Chromatogr. 63: 281-287 (1971)
76. Greenleaf WH. Pepper breeding. In *Breeding vegetable crops.* Basset M, eds. AVI publishing Co., Westport, Connecticut. p 67-134 (1986)
77. Andre L, Mile L. Determination of capsaicin content of ground paprika. Acta Aliment. 4: 113-116 (1975)
78. Chew BH. Capsaicin, its relationship with fruit characters and resistance to anthracnose disease in chillies. Malays. Appl. Biol. 16: 269-274 (1987)
79. Iwai K, Suzuki T, Fujiwaka H. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analoques in *Capsicum annuum* var. *accuum* cv. Karayatsubusa at different growth stage after flowering. Agric. Biol. Chem. 43: 2493-2496 (1979)
80. Kim MW. Molecular cloning and expression analysis of cDNA clones deferentially expressed in placenta of pungent and nonpungent pepper. Thesis for the degree of M.S. in seoul National University (2000)

Collection @ chosun

81. Lee CJ. Structure analysis of putative capsaicinoid synthetase (PCS) gene between pungent and nonpungent peppper. *MS Dissertation*. Seoul National University, Korea. (2003)
82. Balbaa SL, Karawya MS, Girgis AN. The capsaicin content of *Capsicum* fruits at different stages of maturity. Lloydia. 31: 272-274 (1968)
83. Huffman NL, Schadle ER, Villalon B, Burns EE. Volatile components and pungency in fresh and processed Jalapeno peppers. J. Food Sci. 43: 1809-1811 (1978)
84. Ohta Y. Physiological and genetical studies on pungency in red pepper. V. Inheritance of pungency. Jpn. J. Genet. 37: 169-175 (1962)
85. Lee SW, Kim KS, Kim SD. Physio-chemical studies on the maturity of hot pepper fruits. Part Ⅵ. Effects of cation on growth and important components. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 18: 234-238 (1975)
86. 조재선, 윤진영, 서효덕, 배도함, 우종규. 김치 상품화를 위한 채소 종의 가공적성 및 가공방법에 대한 연구 보고서. pp. 14-50. 연강학술재단 (1993)
87. Park JB, Takahashi K. Expression of heterosis and combining ability for capsaicin content in intraspecific hybrids of pepper. J. Japan Soc. Hort. Sci. 49: 189-196 (1980)
88. Om YH, Pyo HK. Studies on quantitative characters in red pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Korean Soc. Hort. Sci. 22: 231-264 (1981)
89. Jordt SE, McKemy DD, Julius D. Lessons from peppers and peppermint: the molecular logic of thermosensation. Curr. Opin. Neurobiol. 13: 487-492 (2003)
90. 7ordt SE, Tominaga M, Julius D. Acid potentiation of the capsaicin receptor determined by determined by a key extracellular site. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 97: 8134-8139 (2000)
91. Chuang HH, Prescott ED, Kong H, Shields S, Jordt SE, Basbaum AI, Chao MV and Julius D. Bradykinin and nerve growth factor release the capsaicin receptor from PtdIns(4,5)P_2-mediated inhibition. Nature 411: 957-962 (2001)
92. Smome DA, Baumann TK, LaMotte RH. Dose-dependent pain and mechanical hyperalgesia in humans after intradermal injection of capsaicin. Pain 38:

Collection @ chosun

99-107 (1989)

93. Janscó N, Jansco-Gábor A, Szolesányi J. Direct evidence for neurogenic inflammation and its prevention by denervation and by pretreatment with capsaicin. Br. J. Pharmacol. Chemother. 31: 138-151 (1967)
94. Scoville WL. Note on *Capsicum*. J. Am. Pharm. Assoc. 1: 453 - 454 (1912)
95. Vincent KA, Ken AB. Rapid sample preparation method for HPLC analysis of capsaicinoids in *Capsicum* fruits and oleoresins. J. Agric. Food Chem. 35: 777-779 (1987)
96. Van Breemen RB, Huang CR, Tan Y, Sander LC, Schilling AB. Liquid chromatography/mass spectrometry of carotenoids using atmospheric pressure chemical ionization. J. Mass Spectrom. 31: 975-981 (1996)
97. Breithaupt DE. Identification and quantification of astaxanthin esters in shrimp (*Pandalus borealis*) and in a microalga (*Haematococcus pluvialis*) by liquid chromatography-mass spectrometry using negative ion atmospheric pressure chemical ionization. J. Agric. Food Chem. 52: 3870-3875 (2004)
98. Davies BH, Matthews S, Kirk JTO. The nature and biosynthesis of the carotenoids of different color varieties of *Capsicum annuum*. Phytochemistry 9: 797-805 (1970)
99. Curl AL. Red pepper carotenoids, The carotenoids of red bell peppers. J Agric Food Chem 10: 504-509 (1962)
100. Kim S, Park J, Hwang IK. Composition of Main Carotenoids in Korean Red Pepper (*Capsicum annuum* L) and Changes of Pigment Stability During the Drying and Storage Process. J Food Sci 69:39-44 (2004)
101. Davis GH, Mathews S, Kirk JT. The nature and biosynthesis of the carotenoids of defferent colour varieties of *Capsicum annuum*. Phytochemistry 9: 797-805 (1970)
102. Lee SW, Kim KS, Lee SS, Jo YK. Studies on fruit characters and chemical components in several varieties of pepper. J Korean Soc Hort Sci 3:27-34 (1973)
103. 박상근, 김광용, 신지애, 신영안. 고추종군의 생산구조 및 품질특성에 관한 연구.

dCollection @ chosun

원시연보, 166-178 (1988)

104. Curl AL. Bell pepper carotenoids, The carotenoids of green bell peppers. J Agr Food Chem 12: 522-524 (1964)
105. Ramakrishnan TV, Francis FJ. Color and carotenoid changes in heated paprika. J. Food Sci., 38: 25-28 (1973)
106. Kim KH, Chun JK. The effects of the hot air drying of red pepper on the quality. Korean J Food Sci Technol 7: 69-73 (1975)
107. Chun JK, Suh CS. The effect of sun light on color bleaching of red pepper powder. Korean J Food Sci Technol 12: 82-99 (1980)
108. Huguency P, Badililo A, Chen HC, Klein A, Hirschberg J, Camara B, Kuntz M. Metabolism of cyclic carotenoids: a model for the alteration of this biosynthetic pathway in *Capsicum annuum* chromoplasts. Plant J 8: 417-424 (1995)
109. Ha SH, Lee SW, Kim JG, Hwang YS. The expression pattern of genes involved in carotenoid biosynthesis in pepper. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 42: 92-96 (1999)
110. Lee DS, Kim HK. Carotenoid destruction and non enzymatic browing red pepper drying as functions of average moisture content and temperature. Koren J. Food Sci. Technol. 21: 425-429 (1989)
111. Maoka T , Fujiwara Y, Hashimoto K, Akimoto N. Rapid identification of carotenoids in a combination of liquid chromatography / UV-visible absorption spectrometry by photodiode-array detector and atomospheric pressure chemical ionization mass spectrometry (LC/PAD/APCI-MS). J. Oleo Sci. 51: 1-9 (2002)
112. Breithaupt DE, Schwack W. Determination of free and bound carotenoids in paprika (Capsicum annuum L.) by LC/MS. Eur. Food Res. Technol. 211: 52-55 (2000)
113. van Ruth SM, Roozen JP. Gas chromatography/sniffing port analysis and sensory evaluation of commercially dried bell peppers (*Capsicum annuum*) after rehydration. Food Chem. 51: 165-170 (1994)

Collection @ chosun

114. van Ruth SM, Roozen JP, Cozijnsen L. Volatile compounds of rehydrated French beans, bell peppers and leeks. Part 1. Flavor release in the mouth and in three mouth model systems. Food Chem. 53: 15-22 (1995)
115. Cole ER, Kapur NS. The Stability of Lycopene. I. Degradation by Oxygen. J. Sci. Food Agric. 8: 360-365 (1957)
116. Flament I. Coffee flavor chemistry. John Wiley & Sons Inc., New York 2002. p. 155
117. Doty RL, Ferguson-Segall M, Lucki I, Kreider M. Effects of intrabulbar injections of 6-hydroxydopamine on ethyl acetate odor detection in castrate and non-castrated male rats. Brain Res. 444: 95-103 (1988)
118. Wysocki CJ, Dorries KM, Beauchamp GK. Ability to perceive androstenone can be acquired by ostensibly anosmic people. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 86: 7976-7978 (1989)
119. Rizzi GP, Sanders RA. Mechanism of pyridine formation from trigonelline under coffee roasting conditions. In: Flavour Science: Recent Developments (eds) AJ Taylor, DS Mottram. Royal Society of Chemistry. Cambridge pp.206-210 (1997)
120. Mateo J, Aguirrezábal M, Domínguez C, Zumalacárregui JM. Volatile compounds in spanish paprika. J. Food Compost. Anal. 10: 225-232 (1997)
121. Mazidaa MM, Sallehb MM, Osman H. Analysis of volatile aroma compounds of fresh chilli (*Capsicum annuum*) during stages of maturity using solid phase microextraction (SPME). J. Food Compost. Anal. 18: 427-437 (2005)
122. van Breemen RB, Huang CR, Tan Y, Sander LC, Schilling AB. Liquid chromatography/mass spectrometry of carotenoids using atmospheric pressure chemical ionization. J. Mass Spectrom. 31: 975-981 (1996)
123. Pino J, Sauri-Duch E, Marbot R. Changes in volatile compounds of Habanero chile pepper (*Capsicum chinense* Jack. cv. Habanero) at two ripening stages. Food Chem. 94: 394-398 (2006)
124. Breithaupt DE. Identification and quantification of astaxanthin esters in shrimp (*Pandalus borealis*) and in a microalga (*Haematococcus pluvialis*) by

Collection @ chosun

liquid chromatography-mass spectrometry using negative ion atmospheric pressure chemical ionization. J. Agric. Food Chem. 52: 3870-3875 (2004)

125. Davies BH, Matthews S, Kirk JTO. The nature and biosynthesis of the carotenoids of different color varieties of *Capsicum annuum*. Phytochemistry 9: 797-805 (1970)
126. Luning PA, de Rijk T, Wichers HJ, Roozen JP. Gas chromatography, mass spectrometry, and sniffing port analyses of volatile compounds of fresh bell peppers (*Capsicum annuum*) at different ripening stages. J. Agric. Food Chem. 42: 977 - 983 (1994)
127. Nijssen LM, Visscher CA, Maarse H, Willemsens LC, Beolens MH. *Volatile Compounds in Food. Qualitative and Quantitative Data* (Vol. 1). TNO Nutrition and Food Research Institute (1996)

Collection @ chosun

감사의 글

전교생 30여명인 섬마을 분교를 졸업하고 적지 않은 나이에 박사학위라는 크나큰 영광을 안게 되었습니다. 남아선호 사상이 뿌리 깊게 자리했던 섬마을에서 친정아버님의 교육열은 남달리 높으셨지만 그 당시 고등학교 졸업을 의무교육으로 여기셨던 친정아버님의 기대에 비하면 오늘의 박사학위는 저에게 과분한 결과라 생각 되어집니다. 한 걸음 한 걸음 띄엄띄엄 걸어왔던 지난날들이 이제는 추억의 한 장면으로 떠오를 뿐 아직은 실감이 나질 않습니다. 경제적 어려움 보다는 너무 부족한 나 자신에 대한 부끄러움과 때론 무식한 자신감, 때론 부딪혀 가야만 한다는 강박관념들이 몇 번이고 여러 생각들을 멈추게 했습니다.

오늘 이 박사학위 논문이 완성되기까지 무한한 인내와 관심과 격려로 때론 수많은 질타와 충고로 항상 부족하기만 한 저에게 변함없이 열정적으로 지도해 주신 김경수 지도교수님께 진심으로 감사드립니다. 교수님은 저에게 있어 가장 무서운 분이셨고 한편으론 따뜻한 분이셨습니다. 그리고 저에게는 은인이십니다. 저를 만학의 길로 이끌어 주시고 학위과정 중 용기와 격려로 지도해 주신 노희경 교수님께 머리 숙여 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 불구하고 세심한 배려와 조언을 해주신 한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소 변명우 소장님, 동문선배님이면서 심사지도까지 세심하게 해주신 국립농산물품질관리원 정양모 소장님, 그리고 언제나 친 오라버님처럼 따뜻한 마음으로 걱정과 위로를 해주신 백석문화대학 정찬희 교수님께 감사의 마음 올립니다.

학위과정 중 학문의 영역을 넓혀 주신 이명렬 교수님, 장혜춘 교수님, 김복희 교수님, 이소정 교수님께도 감사의 인사 올립니다. 학위를 마치기까지 많은 관심을 가지고 지도와 조언을 아끼지 않으신 동문선배님 김관수 박사님, 식품분석실 식구들의 사랑을 한 몸에 받고 계신 한국식품연구원 한규재 박사님, 김왕근 박사님, 그리고 입학동기이며 우리 분석실의 자존심을 지켜주고 있는 서혜영 박사께도 고마움을 전합니다.

Collection @ chosun

항상 한 지붕 가족을 강조하신 지도교수님 말씀 덕인지 가족 같은 분위기 속에서 화기애애한 모습을 잃지 않는 우리 식품분석실 가족들 모두에게 고마운 마음을 전합니다. 특히, 논문이 완성될 수 있도록 수많은 실험자료 정리에 많은 도움을 준 양수형님, 연구직에 있기에는 아까운 외모를 자랑하고 있는 김원님, 아직도 대학생 티를 벗어나지 못한 듯한 맑은 마음과 모습을 소유한 류근영님, 여전히 교수님을 비롯하여 방식구들에게 인자한 맘으로 인기짱이며 함께 학위를 받게된 랩장 심성례님과 기쁨을 함께합니다. 아울러 실험 때문에 밤늦은 시간까지 함께 해준 모든 여인네들이 기대고 싶은 남자 정민석, 분석실 둥지가 그리워 다시 찾아온 황인민, 애교덩어리 우리 다운이, 뒤늦게 학문의 열기를 태우고 있는 정인선님, 막내 현아에게도 고마움을 전합니다. 그리고 식품분석실 대선배로서 분석실 기둥의 역할을 하고 있는 박은령 박사님, 이정민 박사님, 송현파 박사님, 그리고 이성진 박사님, 김준형, 노기미, 문효주에게도 고마움을 전합니다.

논문이 완성될 때까지 음양으로 조언을 아끼지 않으신 광주여자대학교 박정숙 교수님, 못난 제자를 최고로 생각하시고 자랑을 일삼은 목포과학대학 이종률 교수님, 홍강희 교수님, 목포여고 선배인 이현주 교수님께도 감사의 인사 올립니다.

본 논문을 편안한 마음으로 마무리 할 수 있도록 격려와 위로의 말씀으로 시간적 배려를 해 주신 제가 몸담고 있는 화순초등학교 김경중 교장선생님, 박종훈 교감선생님, 이석주 교감선생님, 신정권 실장님, 최단기간에 먼저 박사학위를 받으시고 항상 뜨거운 격려로써 용기를 북돋아 주신 문덕근 교장선생님, 박갑석 전 과학교육원장님, 못난이를 항상 과대평가 하시어 자꾸만 민망케 하시는 서정남 전라남도교육청 전 기획관리국장님, 지금은 다른 학교에 계시지만 학위과정 중 많은 시간적 배려와 사랑을 듬뿍 주신 서평렬 교장선생님께 진심으로 감사의 인사 올립니다. 그리고 친해지고 싶은 남자 송치형 장학사님, 만물박사 서경희 선생님, 행정학 박사 정선진 선생님, 박효진 선생님과도 기쁨을 함께 나누고 싶습니다.

가장 가까이서 마음 편히 일할 수 있도록 최선을 다해준 안명옥 조리사님, 분석실험을 할 수 있도록 해외에서 시료를 조달해 주신 이조산업 김연주 선생님, 물건너 멀리서 응원해 준 박상미님, 나의 일처럼 항상 카운셀러 역할을 해주신 이정화 선생

dCollection @ chosun

님, 나의 그림자처럼 기쁨과 슬픔을 함께 해준 모옥순 선생님, 사랑스런 후배 이정화 선생님, 정민주 선생님, 김은주 선생님, 최연아 선생님, 1인 다역의 역할을 할 수 있도록 많은 도움을 준 광주전남영양사회 이수진 사무국장, 영양사회 발전을 위해 아낌없는 사랑을 주신 정문석 보좌관님, 조은주 선생님, 대한급식신문 최석철 대표께도 감사의 마음을 전합니다.

오늘의 제가 있기까지 사랑으로 보살펴 주신 친정어머님은 막내딸이 이제야 박사학위 공부한줄 아시고 깜짝이나 놀라셨습니다. 지금은 하늘나라에 계시지만 누구보다 자랑삼아 기뻐하셨을 존경하는 친정아버님, 언니, 형부, 오빠, 올케언니, 동생내외, 가족 모두와 함께 기쁨을 나누고 싶습니다. 고인이 되셨지만 누구보다 며느리 자랑에 여념이 없으셨을 시부모님과 지금도 인자한 모습이 눈에 선한 제가 유난히 좋아했던 큰 고모부님 영전에 이 논문을 올립니다. 고모님들을 비롯하여 가장 가까이서 용기를 잃지 않도록 정신적 지주가 되어준 남편, 엄마의 만학 때문에 소홀했던 우리 사랑스런 아들 대성, 대연, 가족 모두에게 미안함과 사랑의 감사를 보냅니다.

그리 많은 세월을 먹고 자라진 않았지만 마흔 일곱 해를 숨 가쁘게 달려 왔습니다. 나이에 버금가는 그 무엇도 채우질 못했지만 참으로 많은 사람들의 도움을 받고 살아왔던 것 같습니다. 저에게 많은 도움을 주셨던 분들 한 분 한 분 인사를 못 올리지만 저를 알고 있는 모든 분들에게 이 논문을 바칩니다. 그리고 모두를 사랑합니다.

끝으로 누구보다 사랑하는 나 자신에게 스스로 감사하며 새로운 눈으로 만나게 될 한 사람 한 사람을 마음에 심고 앞으로 더욱 더 성장하는 삶을 가꾸어 나갈 수 있는 제가 될 수 있도록 노력할 것을 이 지면을 통해 약속드리며 스스로 다짐해 봅니다.

2009년 6월

전 삼 녀

Collection @ chosun

저작물 이용 허락서

학 과	식품영양학과	학 번	20047337	과 정	박사
성 명	한글 전 삼 녀 한문 全 三 女 영문 Jun Sam Nyeo				
주 소	광주광역시 서구 쌍촌동 1235-1				
연락처	E-mail : achun6547@hanmail.net				
논문제목	한글 *Capsicum annuum*종 고추류의 향미성분 특성비교				
	영문 Characteristic of General Chemical Properties and Flavor Components in *Capsicum annuum sp.* Peppers				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(O) 반대( )

2009년 8월

저작자: 전 삼 녀 (인)

조선대학교 총장 귀하