GOVP1199604402

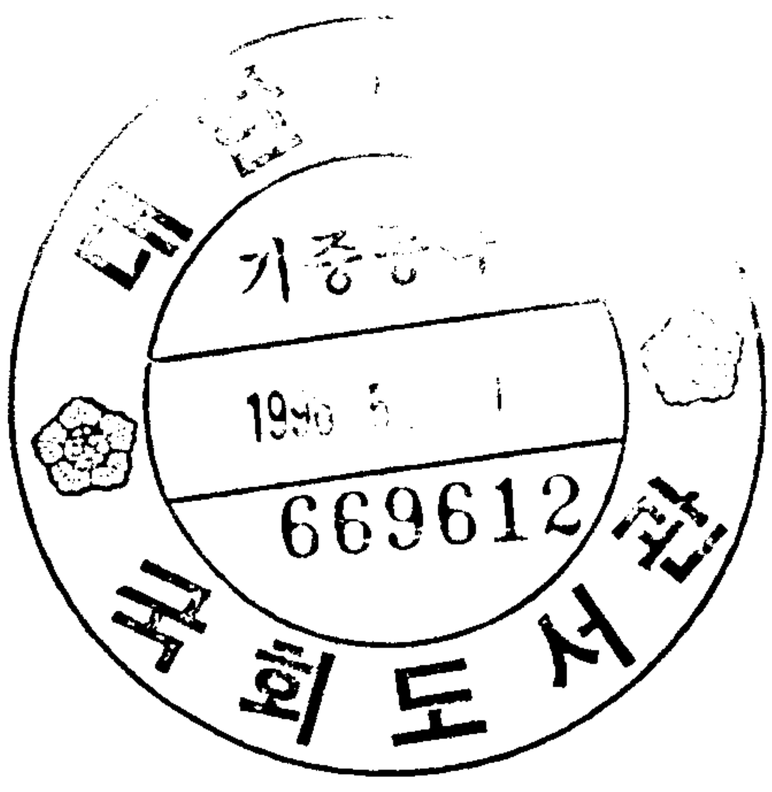
제 1 차년도
중간 보고서

고추와 고춧가루의 품질관리체계 연구개발

Development of Quality control System
for Red pepper and Red pepper powder

연 구 기 관
농협대학 농산물가공기술연구소

농 림 수 산 부


기증
1990
669612
부 회 도 서 관

제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “고추와 고춧가루의 품질관리체계 연구개발” 과제의 1차년도 보고서로 제출합니다.

1995. 12. 27.

주관연구기관명 : 농협전문대학
농산물가공기술연구소
총괄연구책임자 : 한 웅 수
연 구 원 : 홍 성 희
연 구 원 : 배 민 정
연 구 원 : 고 경 육
연 구 원 : 박 지 현

요 약 문

I. 제 목

고추와 고춧가루의 품질관리 체계 연구개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

현재 수행되고 있는 고추의 품질평가 방법은 이화학적 분석으로 전문분석요원이 필요하고 검사시간이 많이 걸려 고품질 고추의 육종 및 생산 방향 설정에 한계가 있으며, 일반 소비자들이 고추를 구입할 때 고추의 건조정도, 매운정도 및 감미도 등의 품질특성을 알 수 없어 식성이나 연령, 건강상태 등을 고려하여 구입할 수 있는 품질표시 제도가 실시되지 못하고 있는 실정이다. 또한 최근 국민소득 수준의 증가에 따른 식품 소비패턴의 변화로 김치가 상품화되고, 국제식품화 되어가고 있는 상황에서 공장김치의 제조시 김치의 붉은색과 매운맛을 만족시키는 품질이 균일한 고춧가루가 필요하나 현재는 고춧가루의 품질이 균일하지 못하여 우수한 품질의 김치를 생산하는데 어려움이 있다. 따라서 이러한 점들을 감안한다면 수확된 고추가 수매, 가공되어 제품으로 유통될 때 현장에서 신속, 정확하게 품질을 측정할 수 있는 품질관리 체계의 개발이 절실히 요구된다.

III. 연구개발 내용 및 범위

고추 및 고춧가루의 품질관리 체계확립을 위해 고춧가루의 수분함량, 고춧가루 색도, 고추 추출액의 색도, 당함량, 캡사이신함량 등을 분석하는 이화학적 분석방법을 확립하고, 산지, 품종, 생산년도가 다른 다양한 품질의 고추시료에 대한 성분분석과 관능검사 결과를 토대로 근적외선 분석기를 이용한 검량식을 작성하여 각 성분들을 신속, 정확하게 분석할 수 있는 품질관리 시스템을 개발하고 고춧가루를 생산하는 공장에서의 실용화 방안을 모색하고자 한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

고춧가루의 이화학적 특성을 분석하는 습식분석 방법과 관능검사 방법을 확립했으며 이 결과를 토대로 근적외선 분석기를 이용한 검량식을 개발하였다. 개발된 품질관리 체계의 활용에 앞서 2차년도 연구수행을 통해 그 신뢰도를 높일 계획이다. 본 연구의 활용방안은 고품질 고추의 육종 및 재배기술 개선을 위한 기본기술로 활용될 수 있으며 건조, 저장 등 수확 후 관리 기술의 최적화를 위한 기초기술과 고추의 시장가격을 결정하기 위한 참고자료로 활용되며 다른 농산물의 품질분류 및 등급화에 응용될 수 있으며 실질적으로는 농협 고춧가루 공장과 같이 고춧가루를 대량 생산하는 공장에서 제품의 품질관리에 적극 활용될 수 있으리라 사료된다.

SUMMARY

Chemical methods to analyze the quality properties of red pepper and red pepper powder, such as moisture, color of red pepper powder (L, a, b value), ASTA color, total sugar and capsaicinoids, were established by 105℃ Dry oven, Chromater, UV spectrophotometer and HPLC respectively. Chemical and sensory properties of red pepper powder varied variety, growing site and production year were analyzed for 62 samples. Calibration equations to estimate the chemical properties were developed by NIR Spectroscopy. The quality control system of red pepper powder through NIR Spectroscopy may be useful method to estimate quality properties of red pepper at the factories that produce red pepper powder.

CONTENTS

Chapter1. Introduction 10

1-1. Research objectives 10

1-1-1. Motive of research 10

1-1-2. Necessity of research 11

1-1-3. Outcomesof research 12

1-1-4. Applications of research 13

1-1-5. Research objectives 13

1-2. Technical situation of research 14

1-2-1. Standards of red pepper in Korea 14

1-2-2. Oversea standards of red pepper 15

Chapter 2. Physico-chemical analysis of red pepper 17

2-1. Establishment of analysis methods for the quality of red pepper 17
2-1-1. Method to analyze the size and shape of red pepper 17
2-1-2. Method to analyze the moisture content of red pepper powder 17
2-1-3. Method to analyze the pigments of red pepper 22
2-1-4. Method to analyze the sugar content of red pepper 29
2-1-5. Method to analyze the capsaicinoids of red pepper 32
2-2. Physico-chemical properties of red pepper 34
2-2-1. Size and shape 34
2-2-2. Weight ratio of pericarp, seed and stem of red pepper 35
2-2-3. Moisture content 36
2-2-4. Color of red pepper and red pepper extract 37
2-2-5. Sugar content 43
2-2-6. Capsaicinoids content 43

Chapter 3. Sensory evaluation of red pepper 44
3-1. Introduction 44
3-1-1. What is sensory evaluation? 44
3-1-2. Methods of sensory test for red pepper 47
3-2. Material and methods 50
3-2-1. Sample selection 50
3-2-2. Sensory test for redness of red pepper 51
3-2-3. Sensory test for redness of red pepper powder 51
3-2-4. Sensory test for redness of red pepper extract 51
3-3. Results of sensory evaluation 53

3-3-1. Redness of red pepper and red pepper powder 53
3-3-2. Redness of red pepper extract 53
3-3-3. Relationship between sensory results and chemical properties of red pepper powder 54

Chapter 4. NIR analysis 61
4-1. Introduction 61
4-1-1. What is NIRS anaysis? 61
4-1-2. Applications of NIRS analysis 62
4-1-3. Qualitative analysis by NIRS analysis 63
4-2. Materials and methods 67
4-2-1. Materials 67
4-2-2. Methods 67
4-3. Results and discussion 68
4-3-1. Results of chemical analysis 68
4-3-2. Calibration of chemical properties of red pepper by NIRS 68

Appexdix 1. Physico-chemical properties of red pepper 85
Appendix 2. Standards of red pepper (National Agricultural products Inspection Center) 89
Appendix 3. Standards of red pepper powder (Foods Standards in Korea) 91
Appendix 4. KS standard of red pepper powder 93
Appendix 5. ASTA methods 99
Appendix 6. Quality control system of red pepper powder in USA 121

목 차

제 1 장 서 론 10

제 1절 연구개발의 목적과 범위 10

1. 연구개발 동기 10

2. 연구의 필요성 11

3. 기대되는 성과 12

4. 연구개발 사업성과에 대한 활용(실용화)방안 13

5. 연구개발 사업목표 13

제 2절 국내·외 기술현황 14

1. 국내 기술현황 14

2. 국외 기술현황 15

제 2장 이화학적 분석분야 17

제 1절 고춧가루의 이화학적 특성 분석방법 확립 17

1. 고추의 외형특성 평가방법 17

2. 고춧가루의 수분함량 측정방법 17

3. 고춧가루의 색소함량 측정방법 22

4. 고춧가루의 유리당 측정방법 29

5. 고춧가루의 capsaicinoid 측정방법 32

제 2절 고춧가루의 이화학적 특성분석 34

1. 고추의 외형특성 평가 34

2. 고추의 중량분석 35

3. 수분함량 36

4. 고추와 고춧가루의 색 품질 특성분석 37
5. 고춧가루의 유리당 분석 43
6. 고추가루의 capsaicinoid 분석 43

제 3장 고추의 관능평가 분야 44
제 1절 서 설 44
1. 관능검사란? 44
2. 고춧가루의 관능검사방법 47
제 2절 재료 및 방법 50
1. 시료의 선정 50
2. 건고추의 적색도에 대한 관능검사 51
3. 고춧가루의 적색도에 대한 관능검사 51
4. 고춧가루 수용성 추출물에 대한 관능검사 51
제 3절 관능검사 결과 53
1. 건고추와 고춧가루의 적색도에 대한 관능검사 53
2. 고춧가루 추출액의 관능적 특성 53
3. 화학적 성분조성과 관능적 특성과의 상관관계 54

제 4장 근적외선 분석분야 61

제 1절 서 설 61
1. 적외선 분석특성 61
2. 근적외선 분석 응용영역 62
3. 근적외선 분석기를 이용한 정량분석방법 63

제 2절 재료 및 방법 67
1. 재료 67
2. 방법 67
제 3절 결과 및 고찰 68
1. 시료 고춧가루의 품질성분 범위 68
2. 근적외 분광분석법에 의한 고추의 품질성분 측정 68

별표 1. 건고추 및 고춧가루의 이화학적 특성 85
별표 2. 건고추에 대한 품질기준(농산물검사기준) 89
별표 3. 고춧가루 및 실고추에 대한 식품공전기준 91
별표 4. 고춧가루에 대한 KS기준 93
별표 5. 고춧가루의 품질특성 분석을 위한 ASTA analytical method 99
별표 6. 미국 고춧가루공장 연수 보고서 121

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 범위

1. 연구개발 동기

UR협상의 타결과 개방화의 가속화로 농민은 경제작물로서 어떤 작목을 선택해야할 지 어려운 사정에 놓여 있으나 고추는 농가소득 차원에서 중요한 경제작물로서 지목되고 있다. 고추 수급현황을 보면 1인당 소비량이 70년 1.2kg, 80년 2.2kg, 92년 2.5kg으로 증가추세에 있으나 생산은 70년 37천ha에서 53천M/T을 생산한데 비하여 80년 133천ha에서 125천M/T을 생산하였으며 92년에는 77천ha에서 172천M/T을 생산하는 등 생산추이가 불안정한 상태이다.

중요한 소득작물의 하나인 고추의 질적, 양적 생산성 증대로 말미암아 농민의 안정된 소득을 보장하고 소비자 후생증대와 고추를 원료로 한 제품의 수요를 창출함으로써 국가 경제에 이바지 하는 효과 등이 기대된다. 그러나 현재 고추의 품질을 신속하게 평가할 수 있는 품질관리 체계가 없는 실정이며, 기존에 사용되고 있는 고추의 품질평가 방법은 화학적 분석으로 전문분석요원이 필요하고 검사시간이 많이 걸려 고품질 고추의 육종 및 생산 방향 설정에 순발력 있는 결과의 지원에 한계가 있다. 또한 고춧가루의 품질표시 제도가 실시되지 못함으로 인해 일반 소비자들이 고추를 구입시 고추의 건조정도, 매운정도 및 감미도 등의 고추의 품질특성을 파악할 수 없을 뿐만 아니라, 식성이나 연령, 건강상태 등을 고려하여 구입할 수 없는 실정이다.

또한 최근 국민소득 수준의 증가에 따른 식품 소비패턴의 변화로 김치가 상품화되고 있으며 국제식품화 되어가고 있는 상황에서 공장김치의 제조시 김치의 붉은색과 매운맛을 만족시키는 품질이 균일한 고춧가루가 필요하나, 현재는 고춧가루의 품질이 균일하지 못하여 우수한 품질의 김치를 생산하는데 어려움이 있다.

따라서 이러한 배경으로부터 수확된 고추가 수매, 가공되어 제품으로 유통될 때 현장에서 신속, 정확하게 품질을 측정할 수 있는 평가방법의 개발이 요구되며 공

장생산 김치의 수요가 급증하는 시점에서 공장김치의 품질을 높이기 위해서는 고춧가루의 품질표준화가 우선되어야 한다.

2. 연구의 필요성

가. 기술적 측면

고추의 품질경쟁력을 제고하기 위해서는 고품질 고추생산을 위한 육종, 재배방법 개발, 효율적인 건조, 저장 및 분쇄기술 개발이 이루어져야 하며 이를 효과적으로 수행하기 위해 고춧가루의 품질을 신속, 정확하게 분석할 수 있는 품질 평가 기술개발이 필요하다. 또한 김치용으로 붉은색과 매운맛이 조화된 고춧가루를 생산하기 위한 고추 품종별 혼합비율 및 고추씨 혼합비율 등의 설정이 필요한 실정이다.

나. 경제적 측면

고추의 재배면적은 92년 채소류 총 재배면적의 약 20.5%를 차지하고 있고, 연간 생산액은 농업 총생산액의 4.5%를 점유하고 있어 농업생산에 큰 비중을 차지하고 있으며 시장개방화로 비교열위 작목의 대체품목으로서 그 중요성이 증대됨에 따라 새로운 수요창출로 농가의 안정적 소득보장을 지원할 필요가 있다.

김치 등 전통가공식품의 주원료로서 맛의 경쟁력 제고에 가장 큰 역할을 하는 고춧가루는 수요자 기호에 부응하고 신뢰를 구축할 수 있는 품질평가 방법의 개발을 통하여 생산단계에서 생산자 잉여를 증대하고, 김치용 고춧가루를 균일하게 안정적으로 생산하므로 김치의 수출증대를 촉진할 수 있을 뿐만 아니라, 국별, 지역별, 성별, 연령별 기호에 맞는 다양한 생산을 통해 소비자 욕구를 충족시킬 수 있는 기틀을 마련할 수 있다.

다양한 가공식품의 원료공급에 의한 농업관련 산업의 발달로 인해 농산물의 부가가치 증대와 고용의 증대를 초래하게 되고, 신속, 정확한 품질평가 방법의 개발로 수송, 저장 및 수집 등의 비용절감에 의한 유통비용 감소분을 생산자와 수요자

에게 돌아가게 한다는 측면에서 그 경제적 필요성이 아주 높은 것으로 사료된다.

다. 사회적 측면

우리국민 입맛에 맞는 고품질 고추의 생산 및 공급을 통하여 국제 경쟁력 제고가 가능하다는 것을 보여줌으로써 UR협상 타결로 시장개방화에 대한 농민의 불안감을 해소하며, 소득수준 향상에 따른 소비자의 다양한 구매욕구를 충족시켜주기 위해서 기존의 양적인 측면에 치중한 생산보다는 질적으로 고품질인 고춧가루 생산을 위한 품질관리 체계의 확립을 통해 소비자의 다양한 기호도를 만족시킬 필요가 있다.

현재 고추는 산지 및 품종별 구분없이 유통되고 있는데, 품질에 따른 구분유통 등으로 신뢰성이 있는 품질 차별화를 꾀할 수 있으며 산지 가공처리를 통해 쓰레기를 줄이게 함으로써 사회환경개선에 도움을 줄 수 있다.

또한, 수요자에 맞는 고추의 품질기준 설정으로 이를 이용한 가공제품의 다양화를 통하여 원료지향적 가공산업의 발달을 초래할 뿐만 아니라 고용효과, 토지자본의 이용율 증대로 지역발전에 기여할 수 있다. 고추의 품질관리체계 확립은 다양한 제품의 규격화, 표준화에 의한 주부의 구매시간 단축으로 주부의 여가선용 및 사회참여의 기회를 가져오게 한다.

3. 기대되는 성과

가. 기술적 측면

- ㅇ 고품질 고추의 육종방향 제시 및 지역별 최우량 고추 선정 가능
- ㅇ 건조조건별 고추의 품질특성 평가를 통해 최적의 건조조건 확립에 기여
- ㅇ 저장조건별 고추의 품질특성 평가를 통해 최적의 저장기술 개발에 기여
- ㅇ 고추 수매시 품질특성별로 분류저장이 가능하여 고춧가루 제품다양화에 기여

ㅇ 고추를 이용한 가공제품(고춧가루, 고추장, 김치등)의 품질규격화 및 제품개발에 기여

나. 경제적 측면

ㅇ 고추를 원료로 한 가공제품의 다양한 개발촉진으로 국내외 수요자의 기호에 부응하여 농가소득 증대 및 수출촉진

ㅇ 고품질 고추의 생산이 가능하여 고추의 국제경쟁력 제고에 기여

ㅇ 고품질 고추 생산농가의 소득보장 및 생산의욕 고취

ㅇ 객관적인 고추품질의 등급화로 고추의 유통구조 개선

ㅇ 고추를 이용한 가공제품의 규격화 및 다양화를 통한 국별, 지역별, 성별, 연령별 소비자의 기호도 충족으로 새로운 수요창출에 따른 판매증진과 수출시장 개척효과

4. 연구개발 사업성과에 대한 활용(실용화)방안

ㅇ 고추의 품질 육종 및 재배기술 개선을 위한 기본기술로 활용

ㅇ 건조 저장 등 수확 후 관리 기술의 최적화를 위한 기본기술로 활용

ㅇ 고추의 시장가격을 결정하기 위한 참고자료로 활용

ㅇ 다른 농산물의 품질분류 및 등급화에 응용

ㅇ 농협 고춧가루 공장의 품질관리체계 확립에 활용

ㅇ 공장김치의 품질표준화 및 품질향상에 활용

5. 연구개발 사업목표

가. 최종 연구개발 사업목표

2차년도에 걸친 본 과제의 최종 목표는 고추의 품질측정을 신속, 정확하게 할 수 있는 품질관리 체계를 확립하여 고춧가루를 대량생산하는 공장에 실용화시켜 고품질 고춧가루의 생산을 위한 기반을 마련하고자 한다. 또한 고춧가루를 소비자

의 기호도에 맞게 용도별, 연령별로 등급화한 품질규격 기준을 설정하며, 공장김치의 품질향상과 품질표준화를 위하여 공장김치 제조용 고춧가루의 품질을 표준화함을 그 목표로 한다.

나. 당해년도 연구개발 사업목표

본 과제의 1차년도 사업목표는 국내·외 고춧가루의 품질평가 기준에 대한 자료를 수집하고 정확도와 재현성이 있는 고춧가루의 품질특성(외형 ,수분, 색소, 당함량, capsaicin 성분) 분석방법 및 고춧가루의 관능검사방법을 확립하여 그 방법을 토대로 품종, 산지, 생산년도가 다양한 고추시료를 대상으로 이화학적 특성분석과 관능검사를 실시하며, 근적외선 분석방법에 의해서 고춧가루의 수분, 색소, 당함량, capsaicin 성분분석을 위한 검량식의 작성하여 고춧가루의 품질관리 체계확립을 위한 기초자료를 마련한다.

제2절 국내·외 기술현황

1. 국내 기술현황

가. 국내규격

건고추에 대한 농산물 검사기준(별표2)은 수분(15%기준), 결점과 혼입율, 타명표과, 탈락종자, 이물 등 물리적인 외형특성에 대한 기준이 있을 뿐 고추의 색깔과 맛 등 관능적 품질에 대한 기준은 없는 상태이다.

식품공전상에 표기된 고춧가루의 성분규격(별표3)은 성상, 수분(15.0%), 회분(8.0%이하), 산불용성 회분(1.5%이하), 위화물(불검출), 타르색소(불검출) 등 제품의 안전성에 중점을 둔 규격으로 고춧가루를 생산하는 공장에서 실제로 필요한 소비자의 기호성을 고려한 규격은 정의되어 있지 않다.

한국산업규격(별표4)에 제시된 품질기준은 성상, 수분(13.0%), 회분(8.0%이하), 산불용성 회분(1.5%이하), 캡사이신(42.3mg% 기준으로 매운맛과 순한맛 구분),

위화물(불검출), 착색료(불검출), 입도, 이물(불검출, 사분 0.03%이하) 등으로 안전성과 소비자 기호성을 고려한 규격이 설정되어 있다. 그러나 분석방법에 있어 캡사이신 분석방법은 가스크로마토그라피를 이용해서 분석을 하므로 전문 분석요원이 없는 고춧가루 생산공장에서는 캡사이신 분석이 어려운 상황이어서 실질적인 품질관리가 이루어지지 못하고 있다.

이상의 국내규격을 살펴보면 소비자들이 요구하는 고추의 관능적 특성(매운맛, 색도)에 따른 품질 등급화가 이루어지지 않아 고추를 이용한 가공제품 즉, 고춧가루, 고추장, 김치 등의 품질규격화 및 제품의 다양화에 한계가 있을 뿐만 아니라, 분석방법 또한 정밀분석기기(GC 또는 HPLC)를 사용해서 분석해야 하므로 실제 고춧가루를 생산하는 공장에서는 품질관리가 어려운 상태에 있다. 이러한 점 등을 감안한다면 고춧가루의 품질관리 체계는 시료 전처리가 필요없는 근적외선 분광분석법에 의한 품질평가 및 품질 관리가 더욱 실용적인 방법이라 사료된다.

2. 국외 기술현황

외국의 식품제조업체나 검사 및 연구기관에서는 원료농산물의 품질성분을 이화학적인 분석방법이 아닌 단순 물리적 방법인 비파괴 분석으로 측정하고 있는 예가 있으며 이러한 분석법 중 근적외선 분석법은 식품중의 여러 화학성분들을 동시에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있으며, 이 분석법에 의해 고추의 품질성분인 수분, 캡사이신, 당 및 캡산틴 등의 함량을 측정한 연구보고들이 있다.

가. 미국 고춧가루공장의 품질관리 체계

미국 캘리포니아주에 있는 미국 고춧가루 3대 회사 중의 하나인 Rogers Foods 와 Gilroy Foods사를 방문해 그들 연구소에 사용하고 있는 품질관리 체계를 조사하였다.

미국의 고춧가루 관리는 고춧가루 공장이 대단위 고추재배 단지를 가지고 있어 고추의 육종에서부터 재배·수확에 이르는 전 생산단계를 관리하고 있었으며 품종

선정 및 농약투여량 등도 직접 조정하고 있었다. 고춧가루 생산단계에서는 수확된 생고추를 염소수로 세척해서 결점과 등을 선별한 다음 절단하여 자동화된 건조기에서 건조를 한 후 hammer mill로 분쇄해서 고춧가루를 생산하고 있었다. 생산된 고춧가루는 일정 무게별로 그 품질특성을 파악하여 저장한 다음 고객이 원하는 색상과 매운맛을 맞추기 위해 배합비를 조정 혼합한 후 최종제품으로 생산하고 있었다.

고춧가루에 대한 품질관리는 ASTA방법(American Spice Trade Association method, 별표5)에 의해 이루어지며 검사항목은 ASTA Color(고춧가루 추출액의 색깔), Pungency(capsaicin함량), SCAN(고춧가루의 표면색깔), Microanalyzer properties(이물질 검사), Microbiology(대장균, 세균수 검사), Moisture(수분함량) 등으로 소비자 기호성을 고려한 품질검사 항목이 주를 이루고 있었다. 분석방법에 있어서는 Spectrophotometer, HPLC, Colorimeter, Vacuum Dry Oven 등을 이용한 기존의 습식분석 방법을 표준화해서 품질관리에 사용하고 있었다.

이상과 같이 미국의 품질관리 체계는 소비자 지향적으로 품질규격이 정해져 있고 분석방법 또한 표준화되어 있으나 국내의 고춧가루 공장에 적용하기에는 전문 분석 요원 및 분석기기의 확보 등에 있어서 현실성이 없는 것으로 사료된다. 참고로 미국 고춧가루공장 연수보고서를 별표6에 나타내었다.

나. 외국기술 도입 가능성

기존에 외국에서 개발된 근적외선 분석법에 의한 품질측정은 측정할 원료인 국내산 고추의 품질이 외국산과 다르며 또한 고추 식미에 대한 소비자의 기호도가 차이가 나기 때문에 기술도입 가능성은 없는 것으로 사료된다.

제 2 장　이화학적 분석분야

제 1 절　고춧가루의 이화학적 특성 분석방법 확립

고추 및 고춧가루는 아직 그 품질을 평가할 수 있는 보편화된 객관적인 방법이 수립되어 있지 않으나 품질을 평가하는 요소로는 내적 및 외적요소들로 구분할 수 있다. 내적요소로는 capsaicin, Vit C, 유리당, 유기산 등이 평가의 주가되며 외적인 요소로는 적색도가 품질평가의 중요한 지표가 되고 있다.

근적외 분광 분석법을 이용하여 고춧가루의 품질특성을 정확히 재현성있게 평가하기 위해서는 각각의 품질특성을 정확히 측정할 수 있는 습식분석 방법의 확립이 무엇보다도 중요하므로 먼저 고춧가루의 품질특성을 분석하는 방법을 확립하였다.

1. 고추의 외형특성 평가방법

지금까지 건고추의 외관특성은 캘리퍼스를 이용해서 길이와 폭을 측정하여 평가했는데 이 방법은 시간이 오래 걸리고 측정위치에 따라 측정오차가 발생할 수 있는 단점을 가지고 있다. 한편 화상 분석기(Sony XL-75 흑백전용 CCD카메라, Optimas 5.1 화상분석 프로그램)를 이용한 고추의 외형특성분석은 측정방법이 빠르고 간편하며 건고추의 길이와 폭 뿐만 아니라 단면적과 둘레길이 등과 같은 유용한 자료도 함께 제공해주므로 고추의 외형특성 평가방법으로 채택하였다.

2. 고춧가루의 수분함량 측정방법

고춧가루의 수분함량은 고춧가루의 품질특성에 중요한 역할을 하는 Capsaicin류, Sugar, 유기산, Carotenoids류 등의 함량을 나타내는데 기준이 될 뿐만 아니라, 저장기간 중 품질에 영향을 줄 수 있는 요인이 된다. 또한 수분함량은 고춧가루의 중량에 직접적인 영향을 주어 생산수율과 밀접한 관계를 갖고 있기 때문에 품질관리면에서 측정방법이 정확하면서 재현성과 간편성을 가져야 한다.

이에 현재까지 사용되고 있는 수분측정 방법 (상압가열건조방법, 감압 가열건조방법, Karl-fisher법, 증류법)등을 이용하여 수분분석을 한 후 최적의 고춧가루 수분 측정방법을 확립하였다.

가. 실험방법

1) 상압 가열건조 방법

항량을 구한 Aluminum dish에 고춧가루(입자 크기는 0.5mm이하 정도)를 약 2g 정도 정량하여 105℃, 95℃에서 가열건조한 후 desicator에서 30분 방냉한 다음 무게를 달아 수분함량을 구하였다. 항량점을 잡기가 어려워 계속적으로 가열건조시간을 늘려가면서 같은 방법으로 반복하여 측정하였다.

2) 감압 가열건조 방법

항량을 구한 Aluminum dish에 고춧가루(입자 크기는 0.5mm이하 정도)를 약 2g 정도 정량하여 80℃, 100℃에서 5 ~ 6시간 정도 감압 가열건조 후 desicator에서 30분 방냉한 다음 무게를 달아 고춧가루의 수분함량을 구하였다.

3) Karl-fisher method에 의한 수분함량측정

Metrohm(Swiss made)-Karl fisher 기기를 사용하여 먼저 증류수 20ul를 취해 적정용 KF시약의 역가를 구하였다. KF시약과 MeOH 용액을 함유한 용기에 0.5g 정도의 고춧가루를 취하여 혼합추출한 후 적정용 KF시약으로 반응시켜 고춧가루에 함유된 수분함량을 측정하였다.

4) 증류법에 의한 방법

0.5mm 이하로 분쇄한 고춧가루를 20g정도 정량하여 물과 섞이지 않는 toluene 용액 150ml와 혼합한 다음 수기, 냉각관, 추출관을 연결하여 3시간 정도 가열한 후 고춧가루의 수분함량을 구하였다.

나. 결과 및 고찰

수분측정 방법에 따른 고춧가루의 수분함량은 표1에 나타내었다. 고춧가루의 수분함량은 측정방법 및 조건에 따라 그 값이 큰 차이를 보여 실험자가 어느 방법을 사용했느냐에 따라 실험결과에 큰 차이가 있으리라 사료된다.

표 1. 수분함량 측정방법에 따른 고춧가루시료의 수분함량

	105℃-Dry 15hr(%)	95℃-Dry 15hr(%)	80℃-Vaccum 6hr(%)	100℃-Vaccum 6hr(%)	Karl-fisher (%)
경북의성	10.06	7.14	3.96	5.33	2.68
경북영주	11.51	8.27	2.81	6.17	2.69
경북안동	10.95	7.78	3.23	5.59	3.25
호고추	11.07	8.14	3.02	5.64	2.88
경북영양	10.24	7.08	3.11	5.69	3.12
수입종	7.85	5.25	2.35	4.09	2.44
전북무주	11.11	7.85	3.13	4.22	3.10

이들 방법 중 105℃-상압가열건조법은 5시간 가열건조하여 방냉한 후 무게를 달고 다시 1시간 건조시켜 항량점을 구하여 수분함량을 측정하려고 했지만, 가열건조함에 따라 계속적으로 시료 무게가 떨어져서 가열 건조시간을 늘려가게 되었다. 그러나 항량점은 구하지 못했으며, 단지 가열 전후의 시료 무게가 거의 차이가 없는 조건인 15시간에서 시료들의 수분함량을 결정하였다. 한편 105℃에서 15시간 가열건조시, 육안상 시료의 색이 변색되어 수분이외 다른 성분이 휘발된 것으로 여겨졌기 때문에 온도를 95℃로 낮추어 수분함량을 측정하였으나 이 조건하

에서도 여전히 항량점은 구하기 어려웠다.

또한 감압가열건조 방법으로 수분함량을 측정시도 이와같은 문제가 발생되어 객관적으로 타당한 측정조건을 결정하기가 힘들어 다른 방법을 모색하게 되었다.

Karl-fisher 방법을 도입하여 시료들의 수분함량을 측정한 결과, 가열건조 방법에 의해 얻어진 값과는 많은 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 이것은 고춧가루에 함유된 수분중 내부 자유수는 시료밖으로 빠져나오지 못하고 쉽게 해리되는 표면 자유수만이 용출되어 Karl-fisher 시약과 반응하였기 때문에 실제 수분함량보다 적게 나타난 것으로 추측된다. 이와같은 결과로 인해 가열하지 않고 시료중의 수분을 단지 상온에서 용매(Toluene)로 추출하여 수분함량을 측정하는 Karl-fisher 방법은 고추가루의 수분함량 측정방법으로 채택하기에 부적절하다고 여겨졌다

상압가열건조법, 감압가열건조법, 및 Karl-fisher 방법간의 상관관계를 살펴본 결과 표2에서 보는 바와 같다. 이 방법들간의 상관관계는 단지 온도를 달리한 95℃, 105℃ 상압가열건조법 사이에서만 밀접한 관계를 보였고, 다른 방법들간에는 거의 무관함을 나타내었다.

수분 이외에 지방을 포함하며 휘발되기 쉬운 성분 등을 많이 함유한 고춧가루의 경우, 물과 섞이지 않는 유기용매를 사용하여 가열분해시켜 줌으로써 시료중의 수분을 유기용매 중에 포집하는 증류법에 의한 방법은 여러가지 방법들 중에서 가장 적절하리라고 예상되어 그 방법을 적용해 보았다. 105℃에서 2시간, 3시간, 4시간 가열건조하여 얻은 수분함량값과 증류법(3시간)에 의해 얻은 값을 비교하여 이들의 결과를 표3에 나타내었다.

표 2. 수분함량측정방법들 사이의 상관관계

	Dry-95℃	Vac-80℃	Vac-100℃	KARL
Dry-105℃				
Dry-95℃	0.993***	NS	NS	NS
Vac-80℃		NS	NS	NS
Vac-100℃			NS	NS
				NS

* : P < 0.05 *** : P < 0.001

** : P < 0.01 NS : not significant

표 3. 증류법과 상압가열건조 방법에 의해 측정된 고춧가루의 수분함량

시 료	증류법에 의한 수분함량(%)	Dry oven-method에 의한 수분함량(%)		
	3hr	2hr	3hr	4hr
신태인(양념)	7	6.35	7.17	7.86
영월(김치용)	7.5	6.62	7.31	7.92
안동(순한맛)	6	5.23	5.84	6.25
신태인(김치)	5.5	5.46	6.0	6.57
영광	6	5.74	6.40	6.84
봉양	12.6	12.45	13.12	13.59

고춧가루의 수분정량에 대한 여러가지 실험을 통하여 실험방법상의 신뢰성과 재현성을 고려한다면, 증류법에 의한 수분함량 측정은 객관적으로 항량점을 구하기 힘든 가열건조 방법보다 훨씬 더 타당한 방법으로 사료된다. 그러나 증류법에 의한 수분함량 측정방법은 가열건조법에 비해 한꺼번에 많은 시료들의 수분함량을 측정하기에는 유해한 유기용매 사용과 실험방법상의 번거로움으로 인하여 다소 불편함이 뒤따른다. 이러한 이유로 증류법에 의해 얻어진 값을 기준으로 하여 이와 가장 비슷한 값을 나타내는 조건을 105℃ 가열건조 방법에 찾아내 실험상의 편이성을 도모하고자 하였다.

그 결과 표4에서 보는 바와 같이 상압가열건조 105℃에서 3시간 가열 건조하였을 때의 측정된 값이 증류법에 의해 구한 값과 가장 유사한 것으로 나타났음을 알 수 있었다. 또한 고춧가루에 함유된 모든 수분은 3시간 내에 거의 증발되어지고 그 이후로는 수분 이외의 것들이 휘발되는 것으로 추측되었다. 이러한 결과는 상압가열건조에 의한 수분함량 측정시 식품공전상에 제시된 가열 건조시간이 3 ~ 5 시간임을 상기해 볼 때 타당한 결론이라 사료된다. 그러므로 앞으로 행해질 고추가루의 수분함량 측정실험은 동일하게 105℃에서 3시간 가열건조하여 얻은 값을 기준으로 시료들의 수분함량을 측정하는 것으로 결정하였다.

3. 고춧가루의 색소함량 측정방법

고추의 과피색도의 성분은 Carotenoid류로서 80-85%가 적색색소이며 15-20% 정도는 황색색소이다. Nagle 등은 추출색소의 측정에 주관적인 평가보다는 물리적 측정기구인 Gardner color difference meter를 이용하여 측정하는 것이 훨씬 좋은 지표가 될 수 있다고 보고하였고, 전 등은 고춧가루의 외관색깔을 Hunter a/b값을 사용하여 품질평가에의 응용을 시도하였으며 배 등은 7종의 고추에 대하여 색도를 측정 비교하였다

표 4. 증류법과 105℃ 건조법에 의해 측정된 결과간의 오차 및 상관관계

Sample	Dry2 and Distil3	Dry3 and Distil3	Dry4 and Distil3
	Difference	Difference	Difference
신테인(양념용)	0.65	0.17	0.86
영월 (김치용)	0.88	0.19	0.42
안동 (순한맛)	0.77	0.16	0.25
신태인 (김치)	0.004	0.50	1.07
영광	0.26	0.40	0.84
봉양	0.15	0.52	0.99
Mean	0.46	0.21	0.74
STD	0.35	0.32	0.33
상관계수	0.992	0.994	0.993

Dry 2 : 2시간 105℃ 건조　　Dry 4 : 2시간 105℃ 건조

Dry 3 : 3시간 105℃ 건조　　Distil 3 : 3시간 증류법에 의한 수분측정

고춧가루 색깔은 고춧가루의 표면색깔 측정과 유기용매를 이용해 용출되어 나온 색소추출물의 흡광도값을 측정하여 고춧가루의 붉은정도를 나타낸다. Spectrophotometer를 사용하여 고춧가루의 색소함량을 측정하는 방법에는 benzene을 사용하여 red carotenoid, total carotenoid 함량을 측정하는 방법과 고춧가루 색소성분 중 가장 많이 함유된 capsanthin 함량을 측정하는 방법 등이 있으며, 미국의 경우는 acetone에 고춧가루를 용출하여 색소추출액의 흡광도를 측정하는 ASTA(American Spice Trade Association) 방법에 의해 고춧가루의 색소함량을 측정한다.

이에 본 연구에서는 고춧가루의 색소함량 측정방법들 중 실험결과의 정확성, 실험방법의 간편성과 안전성을 고려하여 적절한 색소함량 측정방법을 찾고자 하였다.

가. 실험방법

1) Baranyal와 Szabolcs의 방법

Total carotenoid류 (capsantin, capsorubin, β-carotene, zeaxanthin, lutein, capsoxanthin)와 red carotenoid류 (capsanthin, capsorubin)는 Baranyal와 Szabolcs의 방법에 따라 그림1의 과정에 의해 정량하였으며 total carotenoid 함량 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Total carotenoid (mg/g)} = \frac{A_{455} \times 10^3 \times 575 \times D \times 2}{110{,}000 \times 10}$$

A_{455} : 455nm에서 측정된 흡광도 값
575 : 평균 분자량
110,000 : capsanthin 50%, capsorubin 10%, β-carotene 10%, zeaxanthin, lutein, capsoxanthin 각각 10%로 구성된 carotenoid 혼합물의 molar absorption
D : 희석배수

Red carotenoid 함량은 다음의 계산식에 의해 구하였다.

$$\text{Red carotenoid (mg/g)} = \frac{A_{510} \times 1.07 \times 10^3 \times 586 \times D \times 2}{85{,}000 \times 10}$$

A_{510} : 510nm에서 측정된 흡광도 값
1.07 : 평균 분자량
586 : capsanthin 90%, capsorubin 10% 로 구성된 적색성분 조성의 평균 분자량
85,000 : 주 성분인 capsanthin의 molar absorption
D : 희석배수

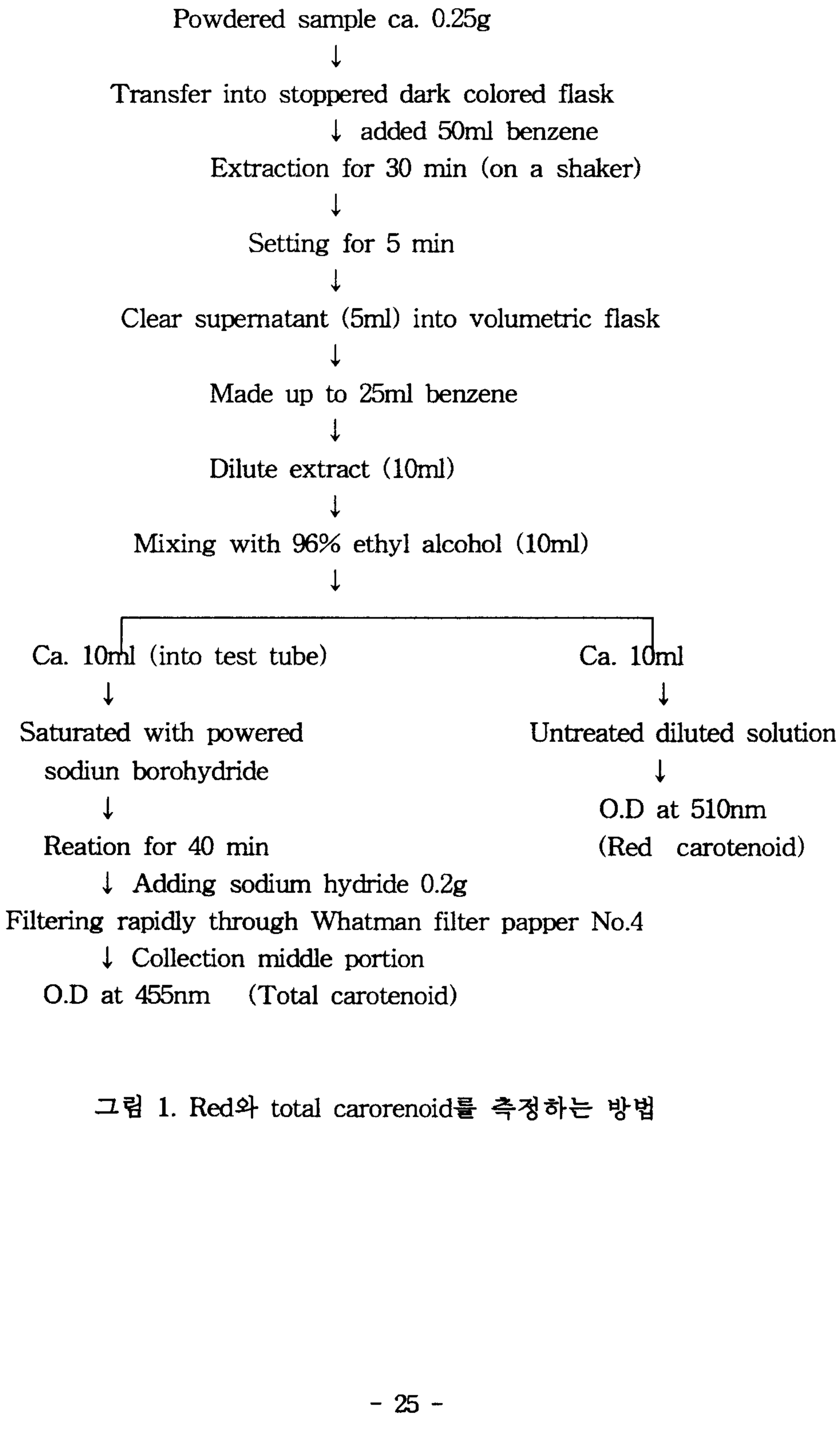


그림 1. Red와 total carorenoid를 측정하는 방법

2) Asta method

1mm 정도의 체를 통과한 고춧가루를 약 0.1g정도 칭량한 후 100ml volumetric flask에 넣고 acetone으로 채운다. 적당히 흔들어 준 후 16시간 동안 암실에 방치한 다음 원심분리해서 460nm에서 색소추출액의 흡광도를 측정하였다. ASTA color값은 아래의 계산식에 의해 결정하였다.

$$\text{ASTA Color} = \frac{\text{추출액의 흡광도} \times 16.4 \times I_f}{\text{Sample (g)}}$$

I_f = Instrument correction factor (계산상 이 값을 " 1 "로 보았음)

나. 실험결과

이상의 2가지 방법을 적용해봄으로써 실험의 정확성, 신뢰성, 간편성, 실험상의 문제점 등을 고려해 고춧가루 품질관리면에서 좀 더 적절한 방법을 선택한 결과, Baranyal와 Szabolcs 방법에 의한 red, total carotenoids 함량 측정은 ASTA법보다 더 복잡하고 실험상의 번거로움이 있었으며, ASTA color values는 아직 국내에서는 사용하지 않고 있는 측정값이나 국제적으로는 미국을 비롯하여 널리 고춧가루색을 정의하는 개념으로 이용되고 있는 실정이어서 시장개방과 국제화에 따른 능동적 대처 방안의 일환으로 국내에서도 ASTA color값을 사용하는 것이 좋으리는 사료된다.

Spectrophotometry법에 의한 red, total carotenoid 함량 측정결과 저장기간에 따라 그 함량값이 다르게 나타났다. 즉 시료를 분쇄한 지 2주 정도 지난 후의 red carotenoid의 함량(R1)이 3.2 ~ 4.26 mg/g의 분포를 나타내었지만, 저장기간이 10주 정도 지난 후의 그 함량(R2)을 측정해 본 결과 1.76 ~ 3.0 mg/g를 보였다. 또한 total carotenoid 함량은 8주 정도의 저장기간 동안 3.79 ~ 5.19 mg/g에서 1.87

~ 3.48 mg/g의 분포를 나타내 저장기간에 따른 carotenoid의 변화를 쉽게 감지할 수 있었다(표5)

ASTA법에 의한 고춧가루의 색깔을 측정하는데 있어서는 실험상의 별 어려움은 없었으나, 사용기기에 따른 차이를 보완하기 위해 곱해주는 I_f (Instument correction factor)값을 직접 구하지 않고 "1"로 보아 계산하였기 때문에 절대값에 있어서 조금은 차이를 보일 것으로 예상된다.

표 5. 측정방법에 따른 고추추출물의 색소함량 (dry matter basis, mg/g)

	Red carotenoid 510 nm			Total carotenoid 455 nm			ASTA 460 nm
(실시일)	R1 (4월25일)	R2 (6월20일)	R2-R1	T1 (4월25일)	T2 (6월20일)	T2-T1	6월20일
경북영주	3.5	2.08	1.42	4.33	2.65	1.68	95.04
경북의성	3.20	2.13	1.07	4.20	2.91	1.29	101.13
경북안동	4.26	3.00	1.26	5.08	3.48	1.60	126.55
경북영양	4.04	2.43	1.61	5.19	2.27	2.92	117.98
수입종	3.37	1.76	1.61	3.79	1.87	1.92	81.95
전북무주	4.04	2.67	1.37	4.97	2.98	1.99	126.82
평 균	3.74	2.35	1.39	4.59	2.69	1.90	108.25
STD	0.40	0.41	0.21	0.52	0.52	0.56	16.79

한편 ASTA법과 Carotenoid류 측정 방법간의 상관 관계를 구해본 결과(표6) red carotenoid 함량값이 ASTA color값과 1% 유의 수준의 정상관관계를 나타내었고 그 관계식은 다음과 같이 표시할 수 있었다.

$$\text{Red carotenoid} = 0.0232 \times \text{ASTA color} - 0.1681 \quad (r^2 = 0.89)$$

이상의 결과로부터, 좀 더 많은 시료들을 가지고 동일하게 수행하여 보다 높은 신뢰도를 가진 red carotenoid 함량값과 ASTA color값과의 관계식을 구한다면, 보다 간편한 ASTA법에 의해 얻어진 측정치를 이용하여 고춧가루의 red carotenoid류의 함량값을 쉽게 구할 수 있으리라 생각된다.

표 6. ASTA color, red carotenoid, total carotenoid 사이의 상관관계

	Total Car.	ASTA
Red Car.	0.804 (p=0.054)	0.955 (p=0.003)
Total Car.		0.696 (p=0.125)

이상의 실험을 통해 benzene을 사용한 방법은 실험의 복잡성과 용매의 위험성 등의 단점을 가지고 있는데 반해 ASTA법은 시료 전처리가 용이하고 다량의 시료들을 한꺼번에 처리할 수 있는 잇점이 있으며 ASTA color값은 red carotenoid 함량과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타나 고춧가루의 색소함량 분석방법을 ASTA법으로 선정하였다.

4. 고춧가루의 유리당 측정방법

고추내 유리당 조성은 fructose, glucose, sucrose, maltose, inositol이라는 보고가 있으며 그 함량에 있어서는 fructose 6-13%, glucose 4-9%, sucrose 1% 내외, maltose 1% 내외이다. 유리당 분석법으로는 시료 전처리가 간단하고 정확도가 높은 HPLC를 사용한 유리당 분석법이 많이 이용되고 있으며 본 연구에서는 HPLC를 이용하여 분석전처리를 변경하여 추출 방법간의 유리당함량, 표준편차, 상관관계 등을 비교하여 신속하고 재현성있는 고춧가루의 유리당 분석방법을 확립하였다.

가. 실험방법

1) 방법 A

고춧가루 0.5g을 각각 삼각플라스크에 취한 후 80% ethanol 100ml을 첨가하여 1시간 동안 교반추출하였다. 이 추출액을 활성탄을 이용하여 탈색시키고 ethanol을 증발시킨 다음 건조하여 HPLC용 3차 증류수로 5ml를 채운 후 0.2um membrane filer로 여과하여 HPLC에 10ul을 주입하였다. 환원당 함량은 glucose, fructose, maltose 함량을 합하여 계산하였고, 총당함량은 glucose, fructose, sucrose, maltose 함량을 합하여 계산하였다(표7).

표 7. HPLC 기기조건

Instrument	Model ; Waters 510 HPLC pump, U6K-038369 Injector; Waters 410 refractometer Detector ; 746 Data Model
Column	Carbohydrate column (Waters)
Mobil phase	Acetonitile : Deionized water = 83 : 17
Flow rate	1.5ml/ml
Injection volume	10ul
Detector	RI detector
Chart speed	0.5cm/min

2) 방법 B

분쇄한 고추시료 0.5g에 80% ethanol용액 50ml 가하여 6시간 진탕시키고 고속원심분리(10000 rpm, 15℃, 40min)하여 상징액만을 수거하였다. 수거된 상징액은 45℃에서 감압증류하여 ethanol을 모두 증발시킨 후 2ml의 증류수를 첨가하여 원심분리용 tube에 넣고 chloroform 0.6ml와 잘 흔들어 준 뒤 원심분리(10000rpm, 15℃, 2min)를 통해 지질과 색소를 제거하였으며, 그 후 0.45um HPLC용 filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다(표8). 환원당 함량은 glucose, fructose, maltose 함량을 합하여 계산하였고, 총당함량은 glucose, fructose, sucrose, maltose 함량을 합하여 계산하였다.

표 8. HPLC 기기조건

Instrument	Model ; Waters 510 HPLC pump, U6K-038369 Injector; Waters 410 refractometer Detector ; 746 Data Model
Column	Carbohydrate column (Waters)
Mobil phase	Acetonitile : Deionized water = 83 : 17
Flow rate	1.5ml/ml
Injection volume	10ul
Detector	RI detector
Chart speed	0.5cm/min

나. 실험결과

유리당 분석시 각 방법의 추출용매는 80% ethanol로 동일하나, 차이점으로는 방법A의 추출시간이 1시간인데 비해 방법B는 6시간이라는 것과 불순물 제거공정으로 방법A은 활성탄으로 색소를 제거하나 방법B는 chroloform으로 색소와 지방을 제거한다는 것이다.

추출방법에 따른 방법간의 유리당 함량은 방법A에 비해 방법B의 방법이 전반적으로 높게 나타났다(표9).

표 9. 시료 추출방법별 고춧가루의 총당함량

	경북영양	수입종	경북의성	경북영주	경북안동	전북무주
방법 A	12.87%	11.81%	18.03%	23.1%	16.79%	18.44%
방법 B	21.78%	16.98%	23.43%	28.82%	22.15%	23.24%

표 10. 시료 추출방법에 따른 fructose 와 glucose 함량의 평균과 표준편차

고추시료	Fructose				Glucose			
	Method A		Method B		Method A		Method B	
	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean	STD
경북영양	8.36	-	12.88	0.71	4.47	-	7.23	0.36
수입종	6.74	0.23	9.44	0.01	4.06	0.12	5.98	0.12
경북의성	10.22	0.09	13.37	0.22	6.27	0.26	8.23	0.12
경북영주	13.30	-	16.55	-	9.59	1.17	12.09	-
경북안동	9.84	0.04	12.89	0.12	6.15	0.08	8.00	0.07
전북무주	10.99	0.24	14.33	0.60	5.99	0.29	7.39	0.06

고추의 주된 당인 fructose, glucose 측정값에 대한 표준편차가 두 방법 모두 5% 이내이므로 분석 결과의 재현성에 있어서는 차이가 없는 것으로 나타났다(표 10).

두 방법에 의해 측정된 유리당 함량사이의 상관관계에서 fructose, glucose, sucrose는 높은 상관관계를 나타내나 고추의 유리당 중 그 함량이 제일 적은 maltose의 경우 상관관계가 없는 것으로 나타났다(표11).

표 11. HPLC 시료 전처리 방법별로 측정된 유리당 함량간의 상관관계

	fructose	glucose	sucrose	maltose
r	0.96341	0.97277	0.89897	0.55137
p	0.0020	0.0011	0.1010	0.2568

이상의 결과 총당함량에 있어서 상대적으로 낮게 분석되었지만 단시간내에 다량의 시료를 분석할 수 있고 공정이 간단하며 결과의 재현성과 정확성이 있는 방법A를 고춧가루 유리당 측정방법으로 선정하였다.

5. 고춧가루의 Capsaicinoid 측정방법

고추의 품질에 대한 선호도는 궁극적으로 고춧가루에 포함되어 있는 맛성분에 의하여 결정되는 것이므로 이들 맛성분에 대한 분석연구가 그간 많이 발표되었다. 고추의 신미성분인 Capsaicin은 지용성이고 무색이며, Capsaicinoid류의 동족체는 capsaicin, dihydrocapsaicin, nondihydrocapsaicin 등이고 Capsaicinoid 함량을 정량하는 데는 주로 화학적, 기계적 방법이 이용되고 있으며 보편적으로 이용되고 방법들로는 Colorimetry, Spectrometry, Paper Chromatography, GC-MS와 High Performance Liquid Chromatography(HPLC) 등에 의해 측정하는 방법이다. 이 등은 한국산 고추의 품질평가 방법으로 HPLC를 이용하여 Capsaicinoid의 분석방법을 검토하고 품종, 재배지역 또는 건조방법에 따른 차이점을 비교하였으며, 조

등은 고추의 매운정도, 감미도, 붉은정도, 건조정도 등 고추의 품질평가에 영향을 미치는 각각의 화학성분을 근적외 분광분석법을 이용하여 신속·정확하게 측정할 수 있는 방법을 고안했다.

이상과 같이 고추의 매운맛은 Capsaicinoid 함량에 따라 좌우되고 이 함량을 측정하는 방법은 많은 연구자들에 의해 다양한 분석기기를 사용하여 분석되고 있는 실정인데 이들 분석방법 중 시료 전처리가 비교적 간단하면서 재현성이 있는 HPLC를 이용하여 고추의 Capsaicinoid 분석조건을 확립하였다. HPLC분석을 위한 column비교시 μ-Bondapak(Waters)과 Lichrosorb RP-18(Merck)를 비교한 결과 Lichrosorb RP-18(Merck)이 분리능이 높은것으로 나타났다. HPLC 분석을 위한 이동상의 선택에 있어서는 methanol이 분리도가 높고 머무름시간(RT)이 빠른 용매로 나타났으며, methanol의 농도를 65-75% 변경하여 검토한 결과 70%에서 Capsaicin과 Dihydrocapsaicin의 분리도가 높았다.

이상의 결과 고춧가루 Capsaicinoid 분석을 위한 실험조건을 다음과 같이 확립하였다. 1g의 분말시료에 aceton 13ml를 가하여 5시간 동안 진탕(30℃)한 후 상징액을 감압증류기로 농축하였다. 농축물에 methanol 2ml를 가하여 0.45μm HPLC용 filter로 여과한 후 Sap-Pak cartrige를 통과시킨 다음 HPLC로 분석하였다. HPLC의 기계적 조건은 표12에 나타낸 바와 같고, Capsaicin과 Dihydrocapsaicin의 표준시약은 Sigma제를 사용하였으며, 시료추출 및 eluent조제용 용매는 모두 HPLC용 특급시약을 사용하였다.

표 12. 고추에서의 매운맛 성분인 capsaicinoids 분석을 위한 HPLC조건

Instrument	Model ; Waters 510 HPLC pump Injector ; U6K-038369 Detector ; Young In M720 Absorbance Intergrator ; 746 Data Model
Column	Licrosorbe RP-18 (Merck)
Mobil phase	Methanol : Water (70 : 30)
Flow rate	1.0ml/ml
Injection volume	10μl
Detector	UV 280 nm
Chart speed	0.5cm/min

제 2 절 고춧가루의 이화학적 특성분석

1. 고추의 외형특성 평가

고추의 외형특성(면적(A), 둘레길이(P), 길이(L), 폭(R)등)을 화상 분석기를 이용하여 한 시료당 20회 반복 측정한 후 SAS통계 프로그램을 이용하여 주성분분석과 군집분석을 한 결과 아래 그림2와 같이 생산년도와 지역에 따라 외형특성이 그룹지어 지는 것을 볼 수 있었다.

93년도에 생산된 시료로 한국식품개발연구원에서 구한 시료들이 크기가 다른 시료보다 큰 것으로 나타났으며 94년도에 생산된 시료로 농협 회원조합들로부터 구한 시료들이 크기가 작은 것으로 나타났다.

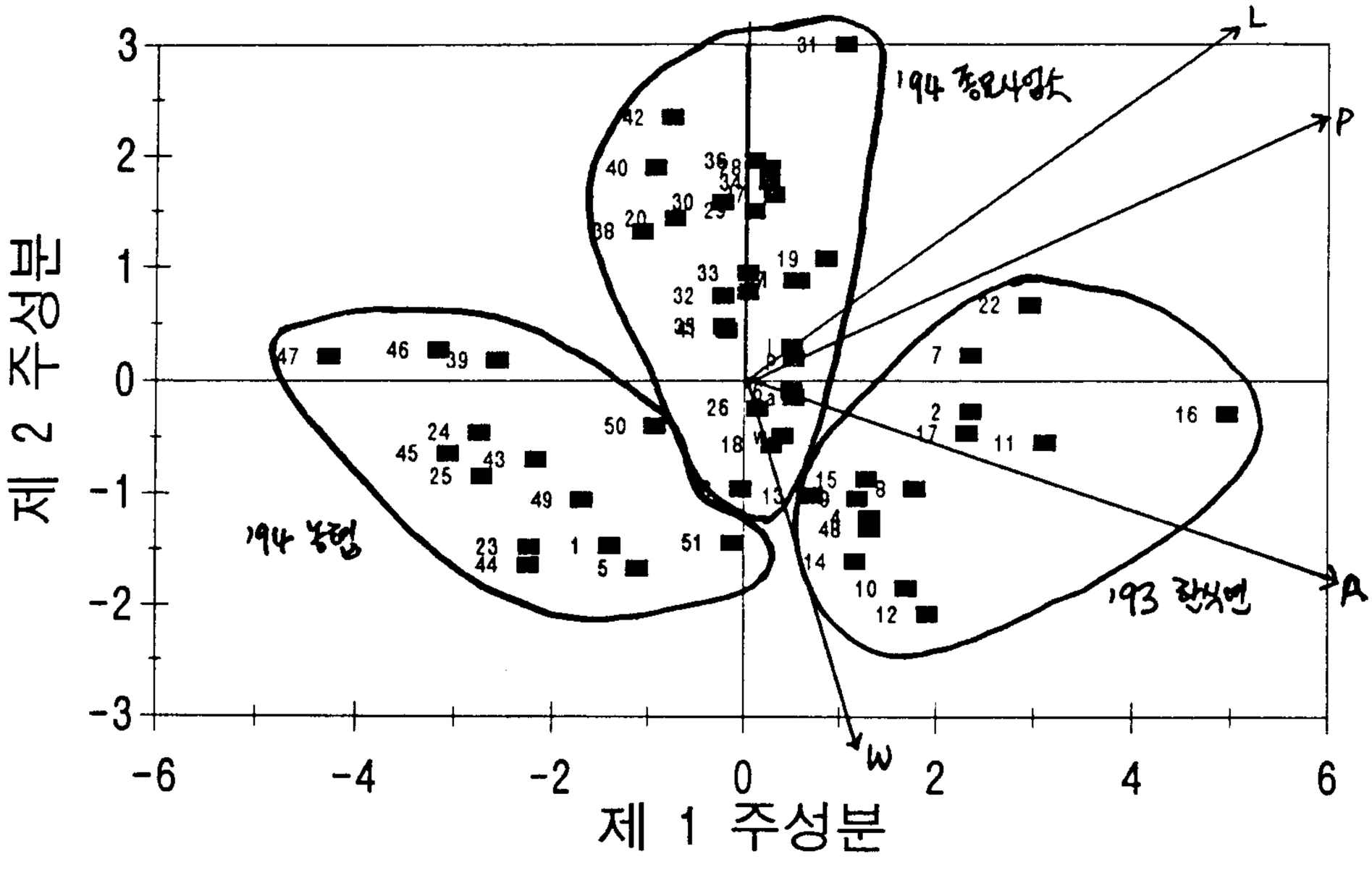


그림 2. 주성분분석과 군집분석에 의해 분석된 고추의 외형특성

2. 고추의 중량분석

고추 시료들의 과피, 씨, 꼭지 중량비율을 구한 결과 과피의 중량비는 48.9% ~ 72.2%의 범위로 나타났고, 고추씨의 중량비율은 19.4% ~ 41.8%를 보였으며, 꼭지의 중량비율은 6% ~ 12.4%로 나타났다. 고추씨와 과피의 중량비율 사이의 상관관계는 높은 부의 상관관계($r = -0.96$, $p < 0.0001$)를 나타내어 씨의 중량비가 높을 수록 과피의 중량비가 낮아짐을 알 수 있었다.

그림3과 같이 대부분의 시료들은 과피와 씨의 중량비가 대체적으로 비슷한 범위내에 분포하고 있으나 고추시료 중 청양(23, 24, 25, 46)은 과피의 중량비가 낮고 고추씨의 중량비가 높게 나타나 다른 시료들과 뚜렷하게 구별됨을 알 수 있었

다. 이상의 결과로부터 건고추의 괴피중량비가 큰 고추일수록 고춧가루의 수율 및 작업효율성과 밀접한 관계가 있으리라 추측되므로 고추 수매시 과피의 중량비가 큰 고추를 선택하는 것이 바람직하다 하겠다.

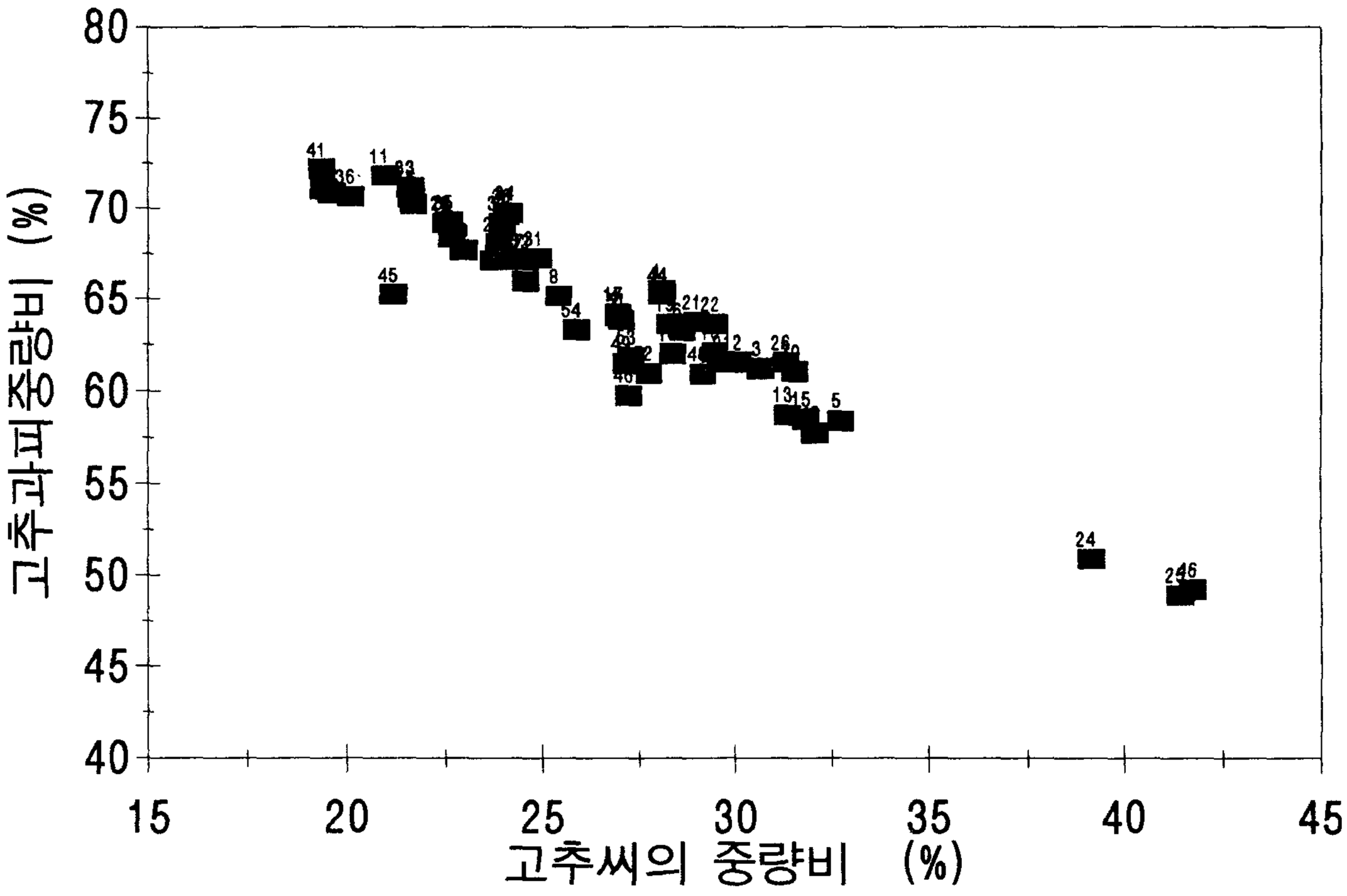


그림 3. 고추씨와 과피 중량비율 사이의 상관관계

3. 수분함량

시험에 사용된 고춧가루 수분함량 범위는 7.26%에서 11.29%로 나타났는데 이러한 낮은 수분함량 범위는 시료 분쇄전 수분을 많이 함유한 시료의 수분함량을

낮추어 고추분쇄를 용이하게 하기위해 40℃ 건조기에서 12시간 예비건조를 시켜 나타난 결과이다. 하지만 실제 시중에 유통되는 고춧가루의 수분함량은 11% 내외로 2차년도에는 수분범위를 넓게 조정하여 실험할 계획이다.

4. 고추와 고춧가루의 색 품질특성 분석

Colorimeter로 고추외피와 고춧가루의 L, a, b값을 측정한 결과 고추외피의 색도는 L값은 30.66 ~ 38.80, a값은 8.33 ~ 24.72, b값은 3.63 ~ 13.17로 나타났으며 고추외피의 a값과 b값이 증가할수록 어두운 검붉은색에서 밝은 붉은색을 띄었다(그림4, 5). 고춧가루의 색도는 L값은 48.93 ~ 55.99, a값은 19.99 ~ 30.61, b값은 19.99 ~ 32.94로 나타났다.

고춧가루의 색소함량을 측정한 ASTA color값은 35.07 ~ 163. 51로 측정되었으며 ASTA color값에 따른 고추외피의 색도변화는 관찰할 수 없었다(그림6). 생산년도에 따른 ASTA color 값을 비교해보면 그림7에서 보는 바와 같이 93년도산 고추시료에 비해 95년도산 고추시료의 ASTA Color 값이 높게 나타났다. 이러한 결과에 비추어 본다면 고추의 색소함량은 저장기간에 따라 변화됨을 알 수 있었고, 저장기간이 길어질수록 고추의 색깔은 변색되어 색소함량이 감소됨을 알 수 있었다.

표13에는 고추외피 색깔과 고춧가루 색깔 그리고 ASTA color값 사이의 상관관계를 나타내었다. 고추와 고춧가루의 L, a, b값 사이의 상관관계는 높지않게 나타나 본 실험에 사용된 고추시료의 색깔로 고춧가루의 색깔을 예측하는데 어려움이 있으리라 여겨졌다. 하지만 실제 시중에 유통되는 고춧가루는 본 실험에 이용된 고춧가루처럼 입자크기가 아주 작지 않고 커서 고추외피의 색깔이 그대로 고춧가루의 색깔에 직접적으로 영향을 주리라 사료된다.

ASTA color값과 고춧가루의 L, b값은 부의 상관관계를 a값과는 정의 상관관계를 나타내어 고춧가루 색이 붉으며 붉을수록 색소함량이 높은 것으로 평가되었다. 하지만 고추외피의 a값과 ASTA color값과는 상관관계가 없었다.

또한 고추와 고춧가루 L, a, b값들간의 차이를 살펴보면, a값의 차이는 적었지만 L값과 b값의 차이는 크게 나타났다(그림8). 이는 고추가 미세하게 분쇄되면서 고춧가루 입자들의 산란효과에 의해 나타난 현상이라 사료되며, 이에 앞으로 고춧가루의 입자크기에 따른 색깔변화에 관한 연구가 좀 더 필요하리라 생각된다.

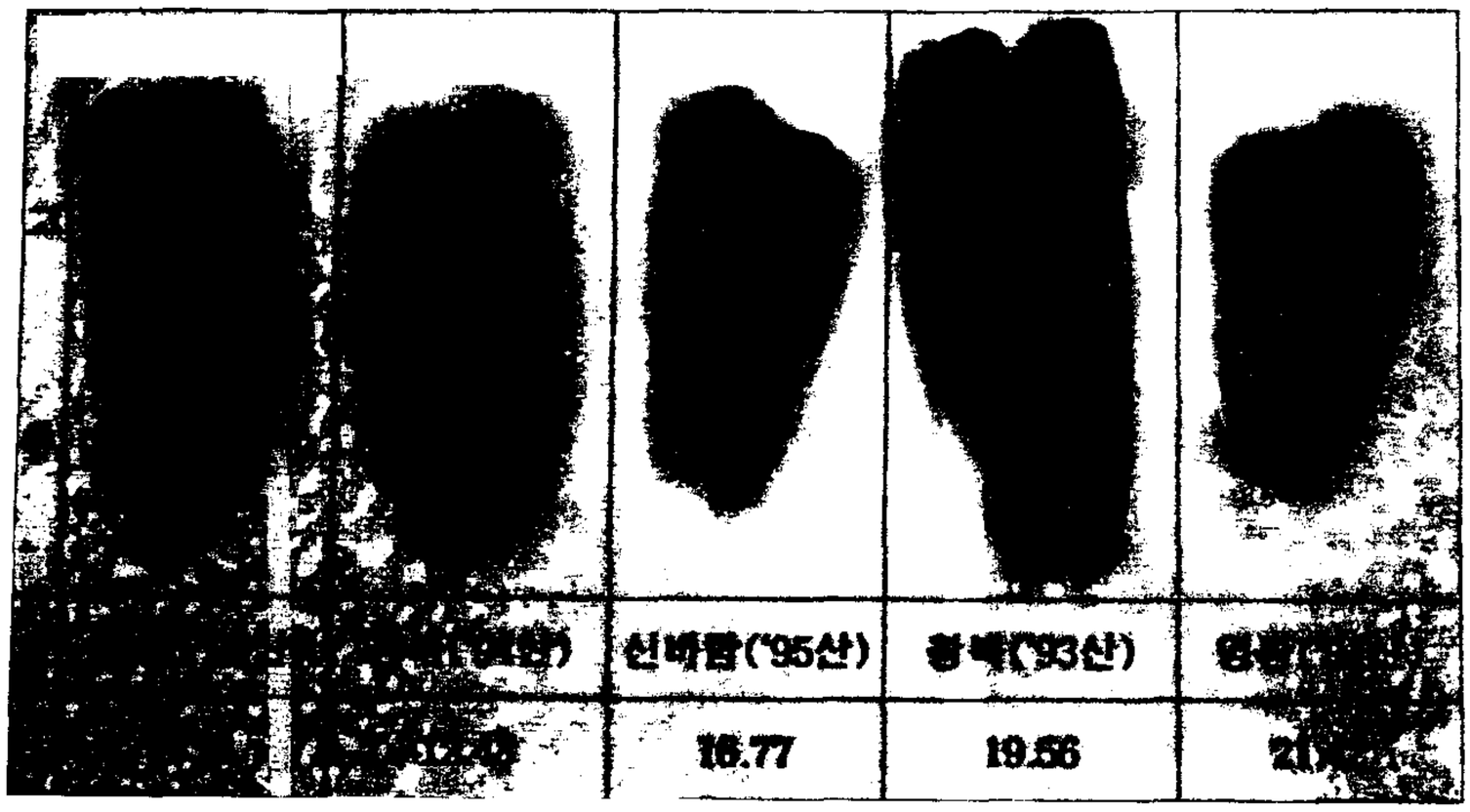


그림 4. 고추외피 a값에 따른 색상변화

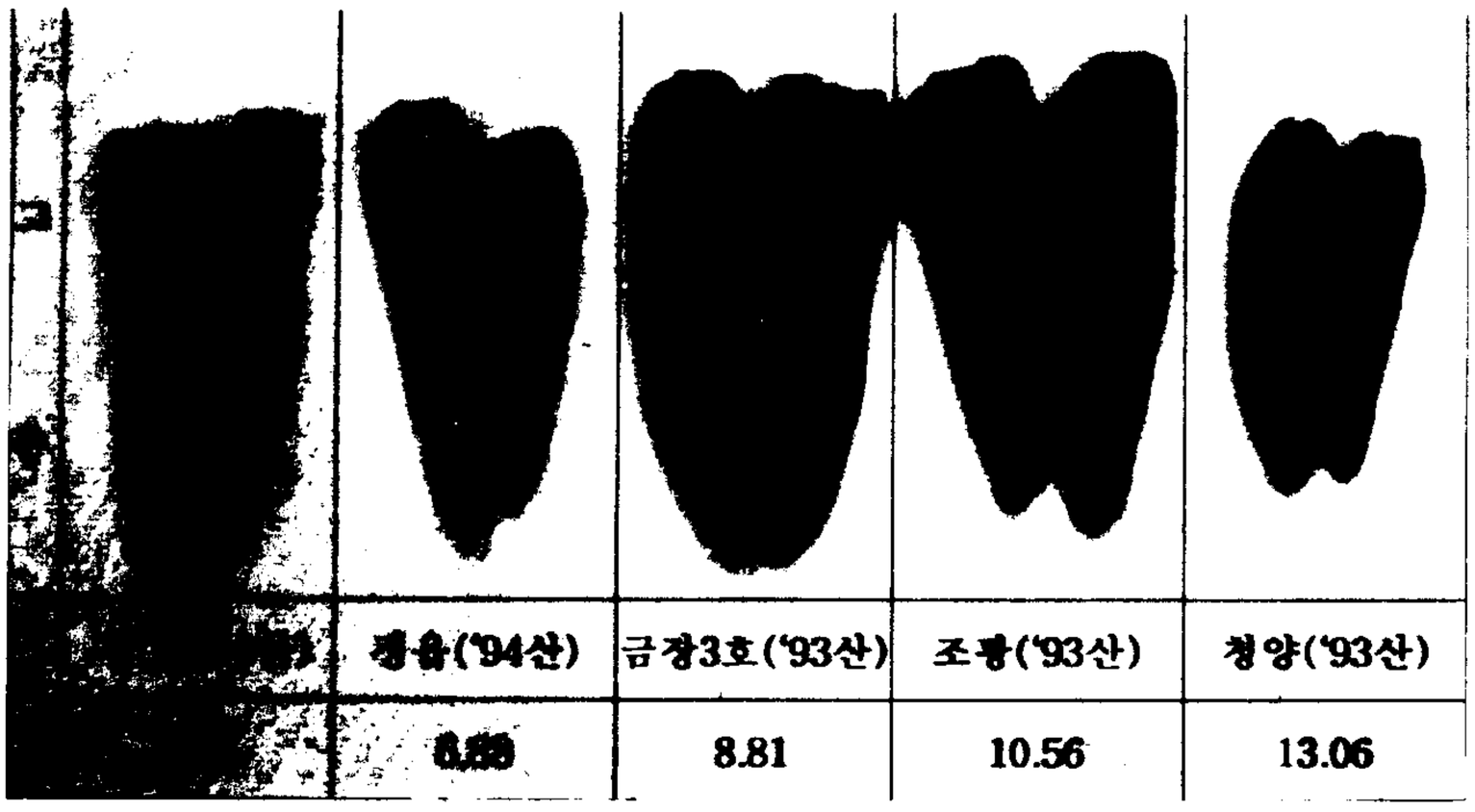


그림 5. 고추외피 b값에 따른 색상변화

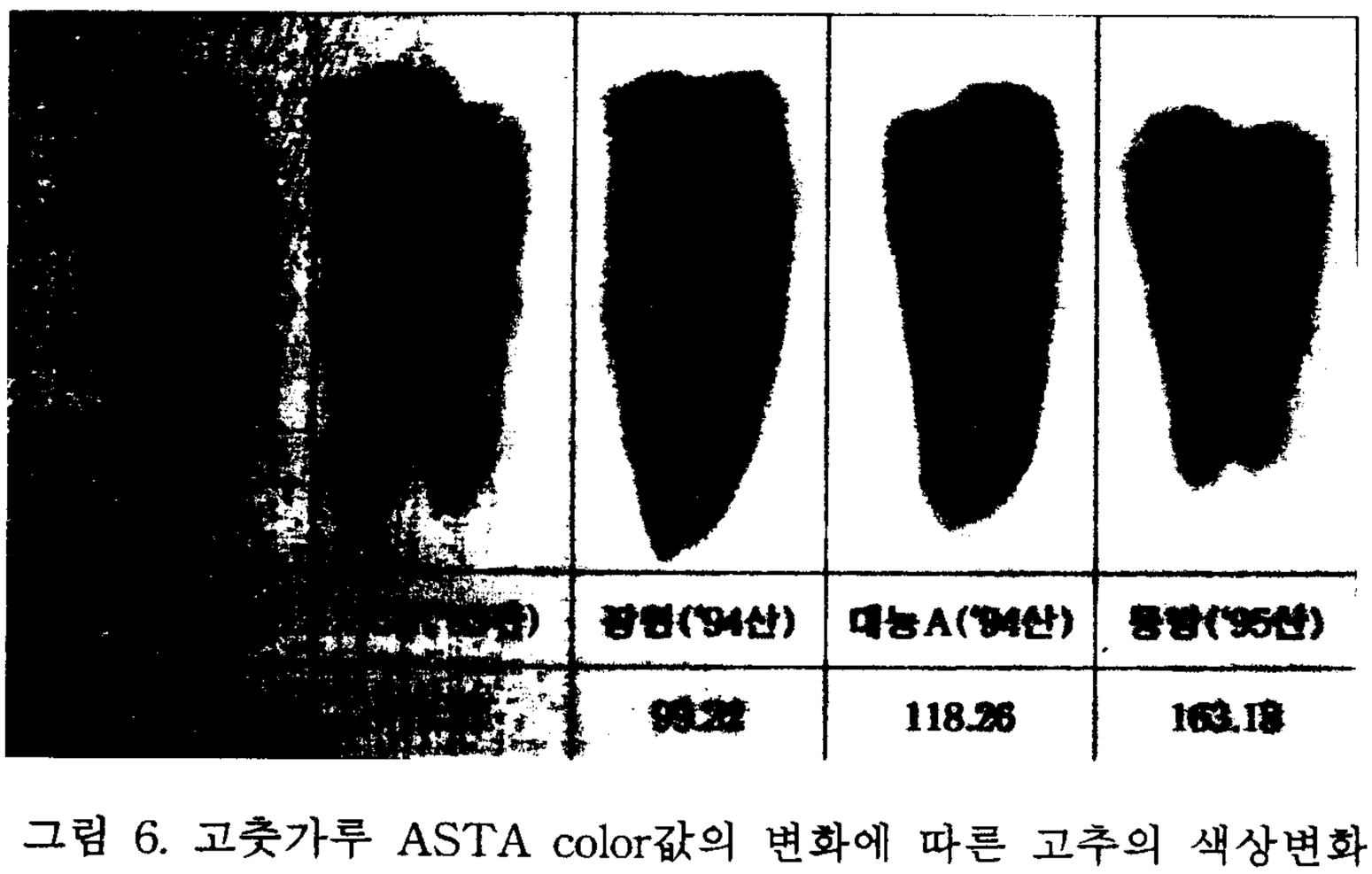


그림 6. 고춧가루 ASTA color값의 변화에 따른 고추의 색상변화

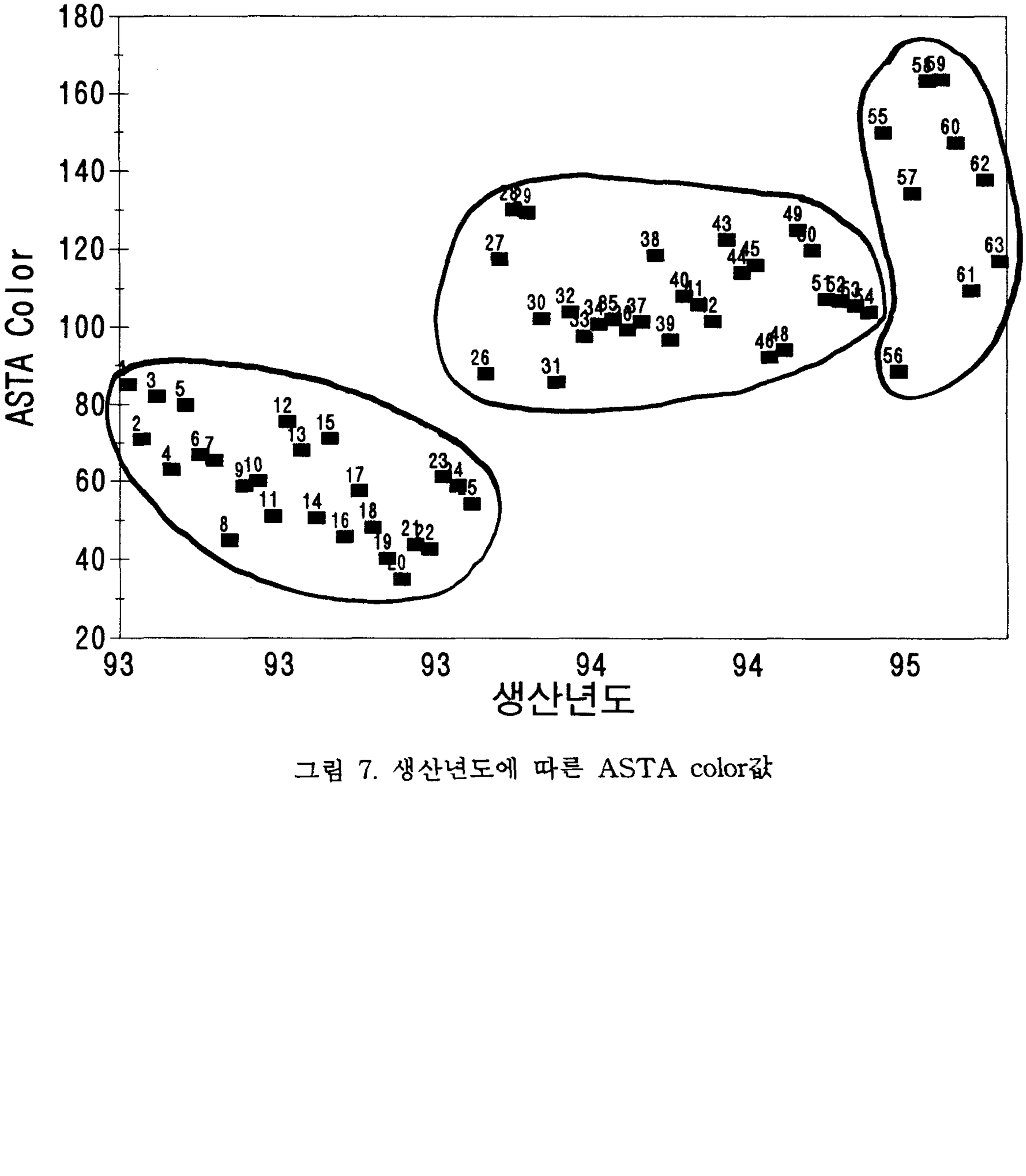


그림 7. 생산년도에 따른 ASTA color값

표 13. 고추외피 색깔, 고춧가루 색깔, ASTA color값 사이의 상관관계

	고 추 외 피			고 춧 가 루		
	L1	a1	b1	L2	a2	b2
a1	NS					
b1	NS	0.905****				
L2	0.406****	0.320*	0.502****			
a2	NS	0.281*	NS	NS		
b2	NS	0.436**	0.527****	0.742****	NS	
ASTA	NS	NS	-0.530****	-0.658****	0.699****	-0.486****

NS ; not signoficant

* ; $P < 0.05$, ** ; $P < 0.01$, *** ; $P < 0.001$, **** ; $P < 0.0001$

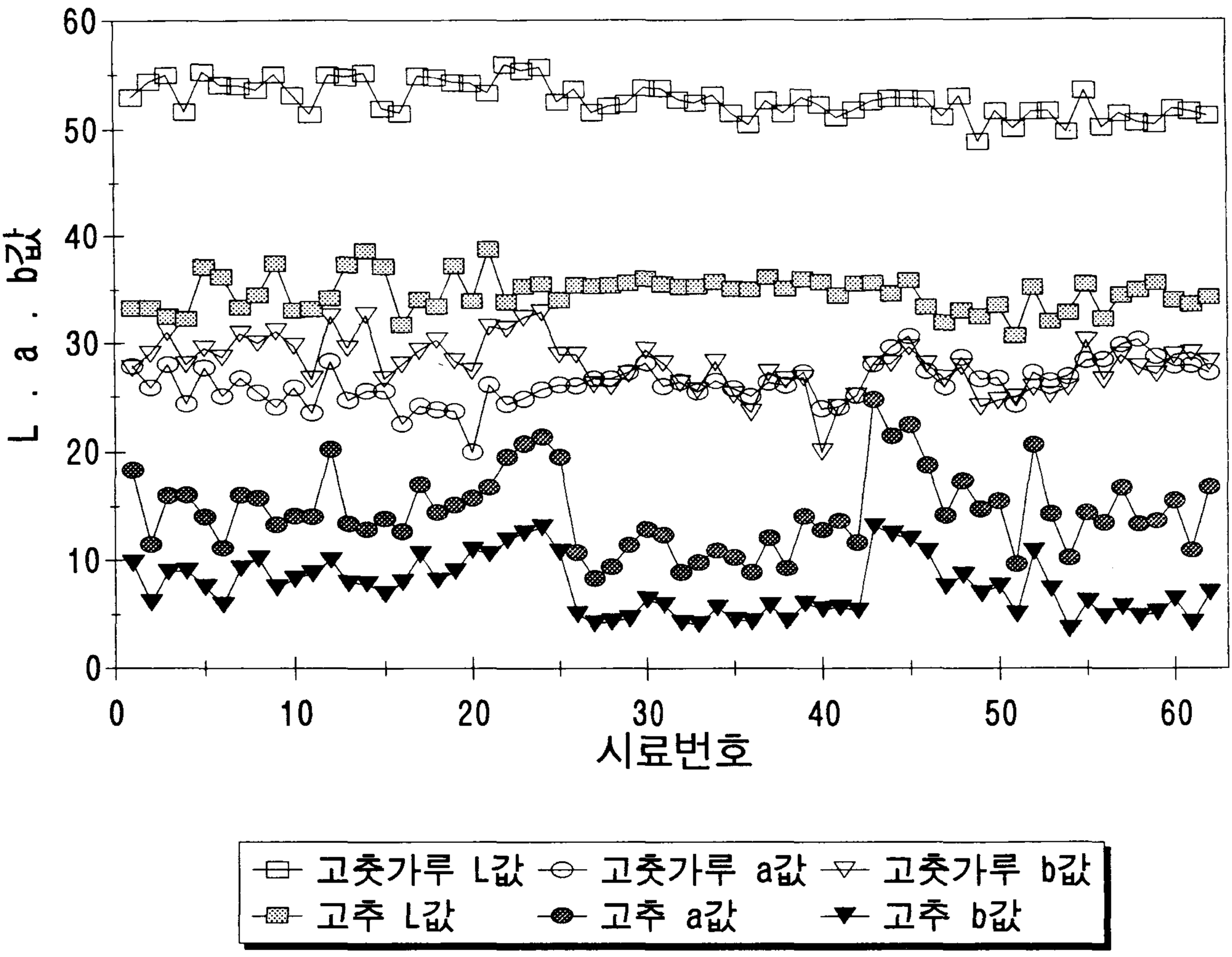


그림 8. 고추와 고춧가루의 L, a, b값 변화

5. 고춧가루의 유리당분석

62개 고춧가루 시료의 유리당 함량은 fructose, glucose, sucrose와 total sugar로 분석하였는데, fructose는 7.26 ~ 14.84g%였으며, glucose는 2.81 ~ 8.52g%, sucrose는 0.16 ~ 3.51g%로 시료간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(별표1). total sugar는 11.78 ~ 25.87g%로 나타났으며, total sugar에 대한 각 유리당의 함량비는 fructose, glucose, sucrose에 대해 각각 59.5%, 30.5%, 10%로 나타나 fructose가 고추의 주된 당임을 알 수 있었다.

6. 고춧가루의 Capsaicinoid 분석

고춧가루의 Capsaicinoids함량은 capsaicin과 dihydrocapsaicin함량을 합한 값으로 계산하였는데 Capsaicin함량은 0.09 ~ 217.4mg%, dihydrocapsaicin함량은 3.37 ~ 140.9mg%, total capsaicinoids는 2.34 ~ 306.0mg%로 시료간의 차이가 큰 것으로 나타났다(별표1). 시료 중 조광, 금장3호, 금탑 등의 품종은 capsaicinoids함량이 낮은 것으로 평가되었으며 청양은 Capsaicinoids 함량이 높게 나타나 매운맛 성분이 강한 품종임을 알 수 있었다.

제 3 장　　고추의 관능평가 분야

제 1 절　　서　　설

1. 관능검사란?

우리가 감지하는 식품의 품질은 인체의 오관(시각, 청각, 촉각, 후각, 미각)에 의해서 접수된 자극에 대한 인체의 물리·화학적 반응이 신경조직을 거쳐 뇌에서 인지된 것을 언어로 표현한 종합적인 심리적 결론으로 각 개인의 경험에 따라 형성된 식별기준에 의해서 주관적으로 평가된 것이다(그림9). 여기서 식별기준은 뇌속에 그려진 자와 같은 것으로 그 자의 눈금과 길이는 개인별로 다양하며, 훈련을 통해 동일한 눈금과 길이를 가진 판별의 자로 조정될 수 있다. 그래서 이러한 개인의 주관적인 평가를 객관적이고 재현성 있으며 작은 품질차이도 감지할 수 있도록 관능검사 요원의 능력을 길러주는 것이 관능검사 훈련의 목적이며 다음과 같이 나눌 수 있다.

- ㅇ 시료식품에 익숙하게 하고 그 식품에 대한 전문지식을 갖게한다.
- ㅇ 미각과 맛, 후각과 냄새, 시각과 색깔 그리고 조직감(texture) 등에 관한 기본지식을 이해시킨다.
- ㅇ 관능검사 요령과 평가방법을 숙지시킨다.
- ㅇ 합리적이고 안정된 공통의 평가기준을 확립시킨다.

고춧가루의 관능적 특성은 크게 다음의 세가지 관능검사 방법에 의해서 평가할 수 있다.

가. 소비자 기호도 조사(Consumer Preference Test)

소비자 기호도 검사는 검사제품에 대한 소비자나 소비 가능성이 있는 사람들의 개인적 반응인 선호도 혹은 기호도를 조사하며, 제품에 대한 의견 및 제품의

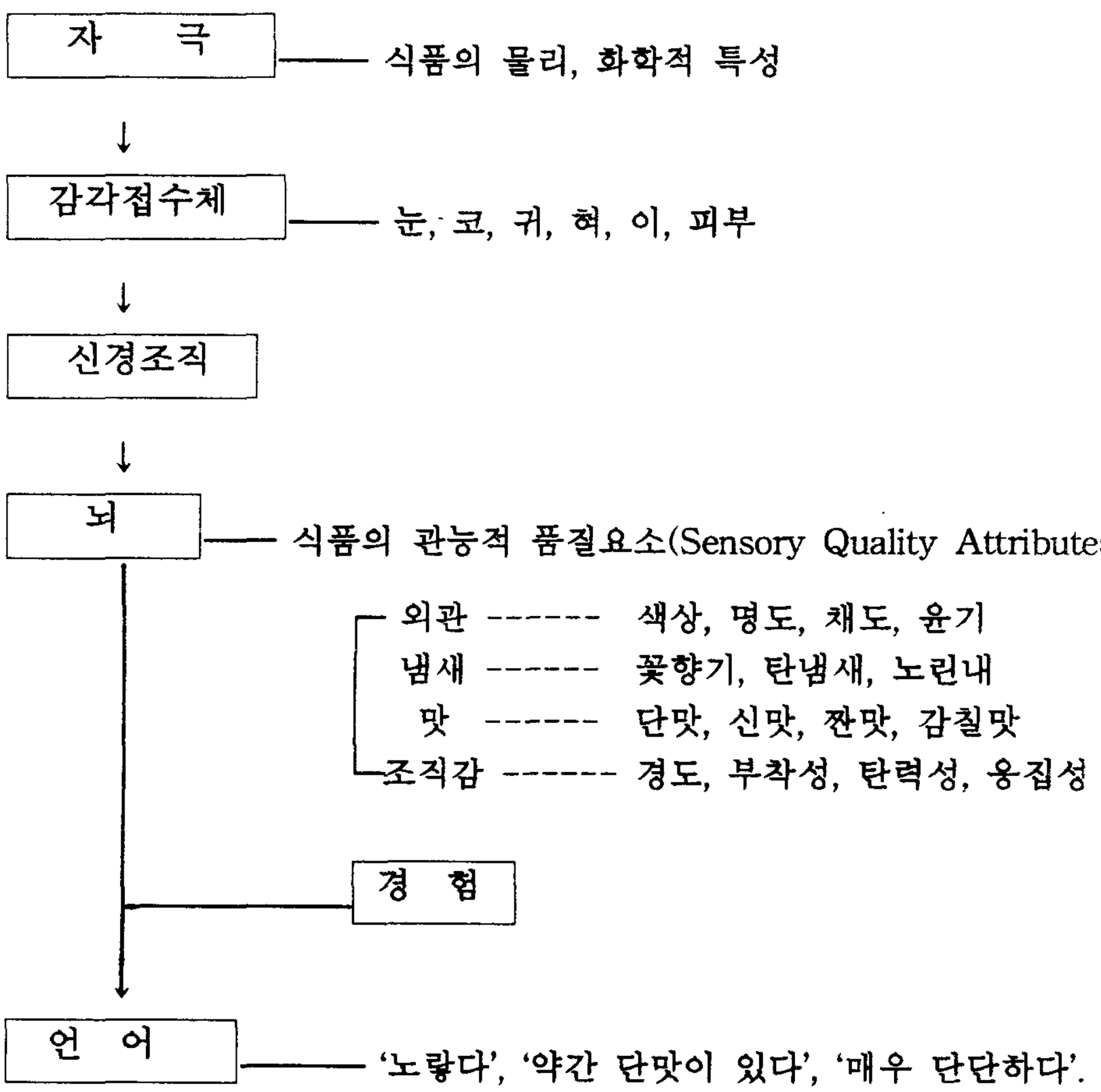


그림 9. 인간의 관능적 인식구조

특정성질에 대한 의견을 알아보기 위한 검사로 100명 이상의 소비자 패널을 필요로 한다. 소비자 기호도 검사표에는 평가내용 이외에 검사요원의 구매습관 및 연령, 수입, 직업 등의 인적사항을 묻는 질문을 포함시켜 얻은 결과를 인적사항에 따라 분류하여 원하는 정보를 보다 자세하게 분석할 수 있다. 검사방법에는 두 개의 검사물을 놓고 어느 것이 더 좋은 지를 결정하는 이점기호검사, 검사수가 3 ~ 5개인 경우 상대적인 기호의 순위를 결정하는 순위기호검사, 좋아하고 싫어하는 정도를 9점 척도에 의해 평가하는 기호척도법 등이 있다.

나. 차이식별검사 (Discriminative Test)

차이식별검사는 검사물들간의 차이를 분석적으로 검사하는 방법으로 크게 종합적차이검사(overall differerence test)와 특성차이검사(attribute difference test)로 나눌 수 있다. 종합차이검사는 시료간의 전체적인 차이 유무를 조사하는 것으로 두 검사물간에 차이가 있는지를 밝히는 단순차이검사(simple difference test), 삼점검사(triangle test) 및 일 ~ 이점검사(due-trio test) 등이 있다. 특성차이검사는 주어진 한가지 혹은 몇가지 특성에 대하여 검사물들이 어떻게 다른지를 평가하는 검사로 두 시료만을 대상으로 특성차이를 비교하는 이점 비교검사(paired comparison test), 세개 이상의 검사물의 순위를 정하는 순위법(ranking test), 주어진 척도내에서 특성강도를 점수로 나타내는 평점법(scoring test), 각 검사물을 기준 검사물과 비교하여 점수를 정하는 다시료비교검사(multiple comparison test) 등이 이에 속한다.

다. 묘사분석(Descriptive Analysis)

묘사분석은 검사제품에서 느껴지는 관능적 특성을 완전하게 묘사하고, 제품의 선호도에 영향을 주는 중요한 관능적 특성을 결정하는 기본적 자료를 제공하며, 원료 및 가공조건이 제품의 관능적 특성변화에 어떻게 영향을 주는 지를 알아내는데 도움이 되는 관능검사 방법이다. 묘사분석은 앞의 차이식별검사 및 선호도

검사에서 관능검사 요원 및 소비자가 무슨 이유때문에 시료간 차이를 인지하고 선호도를 다르게 평가했는지에 대한 원인을 규명해 품질차이에 대한 분석적인 정보를 제공해 준다.

2. 고춧가루의 관능검사 방법

문헌에 제시된 관능검사 방법들을 살펴보면 전 등(1979)은 고춧가루색의 육안적 등급을 식품전공 대학원생 2인 1조로 구성된 4개의 group으로 하여금 실내에서 백지 위에 일정량의 고춧가루를 놓고 적색도의 색차(농염)에 따라 고추의 등급을 결정한 보고가 있다. Nagle 등(1979)은 pepper puree에 대해 훈련된 panel이 시각적 분석을 하여 puree의 적색도와 황색도에 따라 순위 결정을 시도하였다. 이때 시료는 1½ inch 깊이의 white glass cup 15개에 1 inch 깊이로 puree를 채워 흰 천 위에 놓아 제시하였고, 햇빛파장의 형광광선을 비춰 준 상태에서 각 관능검사 요원이 시료의 순위를 1(less red)에서 15(more red)까지와 1(less yellow)에서 15(more yellow)로 해서 1주일의 간격을 두고 반복실험을 실시하였다고 한다.

Suzuki 등(1957)은 Capsaicin의 미각 최소 감지수준인 역치를 자극성 red pepper를 희석하여 평가하였다. 또한 Tood 등(1977)은 Capsaicinoid의 pungency 역치수준을 결정하기 위해 fresh chili와 red pepper에 대해 1군당 5명의 panel이 있는 4군의 panel group을 대상으로 예비훈련 기간 동안 panel member에게 다양한 pungency 수준의 Capsaicinoid가 함유된 10종의 평가시료를 제공하여 맛의 강도, 맛의 감지위치, 지속정도 등을 표현하게 하였으며, 이때의 Pungency 평가방법은 ASTA method 21.0(별표5)을 이용하여 3점 시험법에 의해 평가하였다.

이(1992)에 의한 고춧가루에 대한 관능검사에 관한 보고를 살펴보면, 입자크기의 차이에서 오는 오차의 감소를 위해 전기 분쇄기로 분쇄한 고추시료를 35mesh 체로 쳐서 petridish에 같은 양의 고춧가루를 담아 20 - 50대 주부 100명을 대상으로 색도, 색깔기호도, 매운냄새, 종합적 기호도 등을 scoring test하였다. 또한

고추가루의 수용성 추출물에 대한 관능검사에 대해서는 건물 중량으로 시료 10g을 취하여 100㎖로 채운 후 30분간 끓인 다음 Whatman No.4 여과지로 여과한 후 여과액을 10배 희석하여 관능검사 시료로 제시했으며, 10명의 관능검사 요원을 대상으로 매운 맛과 종합적 기호도를 ranking test하였다. 수용성 추출액의 묘사분석에 관한 실험으로는 고춧가루 수용액에 대해 우선 1회 검사시 5가지 시료를 제시하여 예비실험을 통해 평가용어를 결정한 뒤, 고추의 색에 대해서는 적색도, 황색도, 맛에 대해서는 매운맛, 단맛, 새콤한 맛, 쓴맛, 톡쏘는 맛, 텁텁한 맛, 떫은 맛 등을 선정하였다. 관능검사용 용지는 순간적으로 느끼는 맛을 망각하기 전에 질문지에 표현할 수 있도록 line의 왼쪽 닻(anchor)을 연하다로, 오른쪽 닻을 강하다로 정하여 시료를 마신 후 line위에 자극의 강도를 표시하도록 하였고 마신 후에 연상되는 고춧가루 관련식품을 서술하도록 하였다. 또한 제시된 용액과 용액 사이에 준비된 물과 식빵으로 구강을 헹구어 앞의 시료에 대한 연상과 잔미를 제거하도록 하였으며, 난수표를 이용하여 번호에 대한 선입견이 없도록 하였고, 측정시료에 대한 선입견을 줄이기 위해 시료의 위치를 변경하여 제시하였다.

한편 McComick회사에서 새로운 향신료의 공급처를 정하기 전에 새로운 향신료가 자체기준과 일치하는지를 평가하기 위해 훈련된 관능요원들을 대상으로 관능검사를 실시하는데 그 방법은 다음과 같으며, 향신료 평가제시 조건은 표14에 나타내었다.

- ㅇ 샘플을 계량한 다음 지정된 온도의 물을 첨가한다.
- ㅇ 샘플을 자동회전장치 위에서 혼합한다.
- ㅇ Mr. Coffee회사의 커피 여과지를 이용하여 여과한다.
- ㅇ 샘플번호가 부착된 5온스 플라스틱 컵에 시료를 30㎖씩 담아 유리덮개로 덮어 관능검사 요원에 제공한다.
- ㅇ 순서에 따른 오차(order bias)를 줄이기 위해 샘플 제시순서를 바꾼다.
- ㅇ 색깔의 차이(color difference)를 없애기 위해 붉은 광선을 이용한다.

표 14. 향신료 평가 제시조건

제품	매체	온도(℃)	양(%)	형태	침지시간 (min)
칠리페퍼(chili pepper)	토마토쥬스	20	0.04	분쇄형	45-60
파프리카 고추(paprika)	화이트소스	20	0.30	분쇄형	60
파프리카 고추(paprika)	물	70	0.15	분쇄형	30
고추 (red peppe)	물	20	0.02	분쇄형	60

McComick회사에서 주로 사용되는 관능검사 용어에 대한 개념은 아래와 같다.

ㅇ burning (타는듯한) ; 고추, 겨자나 다른 강한 조미료들과 같은 물질에 의하여 발생하는 뜨거운 느낌

ㅇ acrid (아린) ; 코를 찌르는 강한 냄새(pungent)

ㅇ heat (매운) ; 1) 고추 또는 후추와 같은 물질에 노출되었을 때 결과로 구강에서 경험되는 화학적으로 타는 듯한 감각특성. 그 감각은 구강 전체에 영향을 미치고 오래 지속된다.

2) 뜨거운 음식과 음료에 노출된 경우에 나타나는 물리적으로 나타나는 감각으로서 이 감각은 지속되지 않는다.

ㅇ pungent (자극성의) ; 암모니아, 겨자 갠 것, 고추냉이 같은 물질에 노출되었을 때 입, 코, 인두의 강에서 경험하게 되는 특정 형태의 자극적이나 화학적 감각으로 기본적인 감각은 코에서 인지하고 오래 남는다.

ㅇ sharp (얼얼한) ; 다양한 종류의 산과 알코올과 같이 먹거나 냄새맡을 수 있는 물질에 대해 분명하게 강렬하거나 고통스러운 반응을 나타내게 하는 느낌

ㅇ tangy (짜릿한) ; 얼얼한 맛과 코를 쏘는 느낌

- ㅇ chemical heat (화끈한) ; 고추같은 것에 의한 구강에서의 화끈한 감각
- ㅇ pungent (톡쏘는 냄새) ; 고추, 고추냉이에 의해 후강에서 느껴지는 타는 듯한 감각이나 날카로운 느낌

이상의 문헌조사 결과 고춧가루의 관능적 평가는 크게 외관, 냄새, 맛, 기호도에 대한 평가로 나누어 볼 수 있으며, 외관에 관한 평가로는 주로 적색도가, 냄새에 관한 평가는 매운 냄새, 맛에 대한 평가는 매운 맛이 고춧가루의 특성을 대표하는 관능적 요소로 분석되었으며, 기호도에 관한 평가에 있어서는 색에 대한 기호도가 중요한 인자로 평가되었다.

이에 본 연구에서는 고춧가루의 주요 관능적 특성인 고추와 고춧가루의 붉은색과 매운맛을 평가하는데에 촛점을 맞추었으며, 평가방법은 차이식별검사를 통해 각 특성의 상대적인 강도를 비교함으로써 고춧가루 등급화를 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 시료의 선정

수집된 총 62개의 고추시료에 대해 적색도 및 기호도 등을 예비평가한 결과, 제시된 시료의 수가 많음으로 인해 관능검사 요원들이 각 시료에 대해 정확히 평가하는데 어려움이 있음을 알 수 있었다. 그래서 본 실험에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해 이화학적 분석결과에 따라 고추시료를 분류한 후, 분류된 각각의 시료 group에서 한 시료씩를 임의로 선정하여 관능검사 시료수를 10 - 12로 제한하였다. 즉 건고추와 고춧가루의 적색도에 대한 관능검사에는 a값에 따라 시료를 각각 12, 10 group으로 분류한 뒤, 각 group에서 한 시료씩을 선정했으며, 고춧가루 수용성 추출물에 대한 관능검사에는 매운 맛 성분인 Capsaicin함량에 따라 12 group으로 분류한 다음 각 group에서 한 시료씩을 선택하여 관능검사 시료로 사

용하였다.

2. 건고추의 적색도에 대한 관능검사

선정된 12종의 건고추는 꼭지를 제거한 뒤, 흰색 플라스틱 접시에 5 ~ 8개씩 놓아 시료로 제시하였으며, 12명의 관능검사 요원으로 하여금 밝고 어두운 정도(아주 검붉다 7점, 아주 밝고 붉다 1점)에 대해 Scoring test하였다. 고추의 적색도에 대한 관능검사는 3회 반복하여 실시하였고, 시료제시의 순서에 의한 오차를 줄이기 위해 각 평가시 마다 시료접시의 순서를 바꾸어 제시했으며 시료번호는 난수표를 이용하여 세자리 수를 선정해 사용하였다. 관능검사 용지는 그림11에 나타냈으며, 관능검사 결과는 분산분석과 Duncan's multiple range test를 통해 분석하였다.

3. 고춧가루의 적색도에 대한 관능검사

건고추를 분쇄전에 40℃ 열풍건조기에서 12시간 건조시킨 후, 과피만을 Cyclotec sample mill(Tecator 1093, Sweden)을 이용하여 분쇄한 다음 0.5mm체를 통과한 고춧가루를 시료로 사용하였다. 분쇄된 고추시료 4 ~ 5g 정도를 취하여 흰색 플라스틱 접시위에 올려놓고 각 시료간에 색깔차이를 좀더 잘 구별할 수 있도록 고춧가루를 편편한 판으로 눌러 준 다음 12명의 관능검사 요원을 대상으로 고춧가루의 적색도를 판정하게 하였다. 고춧가루의 적색도 평가는 건고추와 동일하게 Scoring test를 하였으며 관능검사 용지는 그림11에 나타냈으며, 분석분석과 Duncan's multiple range test로 결과를 분석하였다.

4. 고춧가루 수용성 추출물에 대한 관능검사

고춧가루 1.5g에 물 150ml를 첨가하여 회전식 진탕기에서 60분간 교반한 다음 Whatman No. 4 여과지로 여과한 후, 여액을 시료액으로 사용하였다. 시료액은 난수표를 이용해 선정한 세자리 번호가 부착된 종이컵에 30ml씩 동일 높이로 담

아 관능검사 요원에게 제공하였고 그림10에 나타낸 순서에 따라 추출액의 매운맛, 단맛, 매운냄새, 붉은정도를 평가하도록 하였다. 본 검사는 시간이 지남에 따라 관능검사 요원의 미각 둔화현상을 최소화하기 위해 제한된 형태의 균형불완비블럭(balanced incomplete block design)을 이용하여 시료를 제시하였다. 즉, 1회 관능검사시 각 관능검사 요원이 평가하는 시료를 4개로 제한하였고, 12명의 관능검사원을 12개의 블럭으로 취급하여 3회에 걸친 관능검사를 실시함으로써 결과적으로 각 시료당 평가회수는 12회가 되도록 하였다. 순서에 따른 오차(order bias)를 줄이기 위해 시료순서를 바꾸어 제시했으며 관능검사 용지는 그림12와 같이 7점 척도를 이용하여 Scoring test를 하였고 그 결과는 분산분석과 Duncan's multiple range test를 통해 분석하였다.

추출액의 색을 관찰한 후 붉은정도를 평가

↓

종이컵에 코를 대고 매운냄새에 대한 강도평가

↓

추출액의 맛을 평가하기 전에 정제수로 입안세정

↓

첫번째 시료를 맛본 후 매운맛과 단맛을 평가

↓

평가 후 입안을 세정하고 매운맛을 가시기 위해 식빵을 먹음

↓

식빵을 먹은 후 입안을 세정

↓

나머지 시료도 동일한 방법으로 평가

그림 10. 고춧가루 수용성 추출물에 대한 관능검사 순서

제 3 절 관능검사 결과

1. 건고추와 고춧가루의 적색도에 대한 관능검사

건고추의 밝고 어두운 정도에 관한 관능검사는 표15와 같이 금탑(홍농), 장호(서울), 광복(중앙)이 7.0, 6.46, 5.92로 짙은 검붉은색을 나타냈으며, 영광1, 영광2, 영광3이 2.33, 2.33, 2.67로 밝고 붉은색을 나타내었다. 건고추의 검붉은 정도는 소비자들의 구매에 영향을 미치는 매우 중요한 품질특성으로서 일반적으로 양건(태양에서 건조) 고추가 화건(화력 열풍건조) 고추보다 밝고 붉은색이 강한 것으로 알려져 있으며 소비자들은 검붉은색 보다는 밝고 선명한 붉은색을 선호하는 것으로 알려져 있다.

고춧가루의 적색도에 관한 관능검사 결과는 표15와 같이 정읍(양건), 영광2, 영광3의 시료가 6.83, 5.88, 5.83로 붉은 정도가 높게 평가되었고, 광복, 금장3호는 1.78과 1.75로서 붉은색 정도가 약한 것으로 판정되었다. 본 검사에 사용된 고춧가루는 0.5mm체를 통과한 것으로 일반적으로 가정에서 사용하는 고춧가루 입자보다 곱게 분쇄되어 고추입자들의 산란효과에 의해 건고추 고유의 외피색보다는 노란색, 주황색이 보다 강하게 인지되었다. 2차년도에는 고춧가루의 입자크기에 따른 색상측정을 통해 고춧가루 색에 영향을 끼치는 고춧가루 입자크기 분포도의 효과를 실험할 계획이다.

2. 고춧가루 추출액의 관능적 특성

고춧가루의 총당, Capsaicin함량, ASTA값과 고춧가루 수용성 추출물에 대한 관능검사 결과는 표16에 나타내었다. 추출액의 붉은 정도에 대한 평가는 시료간의 차이를 뚜렷히 육안판별할 수 있었으며, ASTA값과 밀접한 관계를 보이고 있음을 알 수 있었으나, 매운 냄새에 대한 평가는 각 시료간에 차이를 감지하지 못하는 것으로 나타났다. 고춧가루 추출액에 대한 단맛성분은 각 시료간에 뚜렷한 차이를 느끼지 못하는 있음을 알 수 있었는데, 이것은 고춧가루에 단맛 성분이 미량으로 존재하고, 관능평가시 매운맛으로 인해 단맛을 감지하는데 어려움이 있어

나타난 결과라고 사료된다. 또한 추출액의 매운맛에 대한 관능검사 결과는 영광2(6.50), 오륜(5.82), 청양(5.75), 주렁(5.50) 등의 시료순으로 매운맛이 강하다고 평가되었고, 조광(3.25), 금장3호(3.18)는 매운맛이 약한 시료로 판정되었다. 고춧가루의 매운맛 성분인 Capsaisinoid의 함량이 높은 시료일수록 대체적으로 추출액의 매운맛 정도가 높게 평가되었음을 알 수 있었다.

3. 화학적 성분조성과 관능적 특성과의 상관관계

건고추와 고춧가루의 색깔에 대한 물리적 측정치인 Hunter L, a, b, aL, E값과의 상관관계(표17)를 살펴보면, 건고추의 밝고 어두운정도는 a, b, aL, E값과 0.1% 유의수준에서 높은 부의 상관관계를 나타내어 이들 측정치가 건고추의 밝고 어두운 정도 즉, 검붉은 정도를 측정할 수 있는 지표가 될 수 있음을 나타내었다. 고춧가루의 붉은색은 L, a, b, aL, E값들과 각각 5%의 유의수준내에서 정의 상관관계를 나타내어 L, a, b값이 모두 큰 시료가 고춧가루의 붉은색이 강한 것으로 평가되었다. 또한 고춧가루의 총당, Capsaicinoid, ASTA 값과 추출액에 대한 관능검사 결과간의 상관관계는 매운맛은 Capsaicinoid 성분과 1% 유의수준의 높은 정상관관계(r=0.83)를 보여 Capsaicinoid 함량이 높은 고춧가루일수록 매운맛이 강하게 느껴진다고 단정짓을 수 있었다. 고춧가루의 수용성 추출물의 붉은정도는 ASTA값과 1% 유의수준의 높은 정상관관계(R=0.78)를 보여 추출액의 적색도와 ASTA와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

표 15. 건고추와 고춧가루의 적색도에 대한 물리적 측정치와 관능평가 결과

품 종	건고추의 색 특성				품 종	고춧가루의 색 특성			
	L1	a1	b1	R1		L2	a2	b2	R2
광복(봉화)	37.25	15.18	8.98	3.92$^{d*)}$	영광2	52.91	29.55	28.03	5.88$^{b*)}$
정읍(양건)	33.02	17.36	8.60	5.67^{bc}	금장3호(안동)	33.27	14.08	8.81	3.92^{d}
장호 (서울)	35.36	9.87	4.10	6.46^{ab}	장호(서울)	35.36	9.87	4.10	4.89^{c}
다복(양건)	32.47	16.04	8.93	4.09^{d}	금탑(신태인)	37.13	14.07	7.53	4.11^{d}
금탑(홍농)	35.34	8.33	4.13	7.0^{a}	조광(안동)	31.78	12.68	8.00	3.43^{e}
광복(함평)	33.86	19.56	11.89	3.08^{e}	영광3	52.86	30.61	29.54	5.83^{b}
금탑(안동)	36.25	11.19	5.90	5.42^{c}	광복(영월)	33.98	15.77	10.99	1.78^{f}
영광2	34.63	21.42	12.46	2.33^{e}	금장3호(원주)	37.40	13.45	7.92	1.75^{f}
영광4	35.19	20.62	10.79	2.67^{e}	정읍(화건)	48.93	26.61	24.03	6.83^{a}
조광 (신태인)	37.19	13.88	6.90	4.33^{d}	정읍(양건)	3.09	28.59	27.73	4.75^{c}
영광1	35.63	24.72	13.17	2.33^{e}					
광복 (중앙)	35.33	12.43	5.90	5.92^{bc}					

R1 : Redness of red pepper　　R2 : Redness of powder red pepper

*) : The means with same letter are not significantly different. ($P < 0.05$)

표 16. 고춧가루 추출액의 이화학적 · 관능적 특성

품 종	Chemical property			Sensory property			
	TS (g%)	Cap (mg%)	ASTA	R	P	S	H
금장3호(원주)	18.52	7.11	68.14	2.67^{d*}	4.33^{bcde}	4.00^{a}	3.18^{e}
금탑(창녕)	16.86	13.65	58.71	3.75^{cd}	4.67^{bcd}	4.18^{a}	4.67^{bcd}
광복(봉화)	22.97	21.76	40.26	3.33^{cd}	3.92^{cde}	4.27^{a}	4.00^{de}
조광(홍농)	12.82	32.82	103.63	5.0^{ab}	3.75^{de}	3.75^{a}	3.25^{e}
조흥(동원)	18.51	41.05	105.60	5.33^{a}	4.75^{bcd}	3.70^{a}	4.09^{cde}
대농A(제일)	14.68	53.55	118.26	5.33^{a}	3.92^{cde}	3.78^{a}	4.64^{bcd}
먹거리(동원)	71.34	71.05	101.33	6.0^{a}	4.08^{bcde}	4.00^{a}	5.25^{bc}
주렁(동원)	15.33	90.96	107.80	5.33^{a}	4.25^{bcde}	3.67^{a}	5.50^{ab}
오륜(서울)	13.10	121.43	100.72	5.25^{a}	5.08^{b}	3.27^{a}	5.82^{ab}
청양(영월)	17.56	154.76	61.28	3.25^{cd}	3.5^{e}	3.64^{a}	5.75^{ab}
영광2	13.67	280.28	113.77	4.08^{bc}	6.42^{a}	3.89^{a}	6.50^{a}
거성(서울)	13.10	67.34	129.95	5.17^{ab}	5.0^{bc}	3.60^{a}	3.91^{de}

TS : Total sugar
CAP : Capsaicinoids
S : Sweetness of pepper extact
R : Redness of red pepper extract
P : Pungent aroma of red pepper extract
H : Hot taste of pepper extact
* : The means with same letter are not significantly different, ($P < 0.05$)

표 17. 건고추와 고춧가루의 이화학적 · 관능적 특성사이의 상관관계

Chemical property / Sensory property	Red pepper					Red powder pepper							
	L1	a1	b1	aL1	E1	L2	a2	b2	aL2	E2	TS	TC	ASTA
R1	NS	-0.91*	-0.94**	-0.93*	-0.89*								
R2						0.71*	0.67*	0.66*	0.69*	0.70*			
R3											NS	NS	0.78**
P											NS	0.60*	NS
S											NS	NS	-0.59*
H											NS	0.83**	NS

TS : Total sugar
CAP : Capsaicinoids
R1 : Redness of peppers
R2 : Redness of powder peppers
NS : Not significant
aL2 : a2 x L2
E2 : SQRT($L2^2 + a2^2 + b2^2$)
R3 : Redness of pepper extract
P : Pungent aroma of pepper extract
S : Sweetness of pepper extact
H : Heat taste of pepper extact
aL1 : a1 x L1
E1 : SQRT($L1^2 + a1^2 + b1^2$)

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$ *** :$p < 0.001$

건고추의 "밝고 어두운 정도"에 대한 관능검사

성 별 : 남, 여 연 령 : _____

* 제시된 고추시료를 보시고 색깔에 대한 느낌을 나타내는 곳에 V 표를 해 주십시오.

느낌 \ 시료번호	306	570	116	510	730	355	371	966	720	589	533	141
아주 검붉다												
보통으로 검붉다												
약간 검붉다												
중간이다												
약간 밝고 붉다												
보통으로 밝고 붉다												
아주 밝고 붉다												

고춧가루의 "붉은색"에 대한 강도검사

* 제시된 고춧가루를 보시고 색깔에 대한 느낌을 나타내는 곳에 V 표를 해 주십시오.

느낌 \ 시료번호	306	570	116	510	730	355	371	966	720	589
아주 강하다										
보통으로 강하다										
약간 강하다										
중간이다										
약간 약하다										
보통으로 약하다										
아주 약하다										

그림 11. 건고추 및 고춧가루에 대한 관능검사 용지

고춧가루 수용성 추출액의 "붉은정도"에 대한 강도검사

성 별 : 남, 여 연 령 : _____

* 제시된 시료를 보시고 색깔에 대한 느낌을 나타내는 곳에 V 표시를 해 주십시오.

시료번호 / 느낌				
아주 강하다				
보통으로 강하다				
약간 강하다				
중간이다				
약간 약하다				
보통으로 약하다				
아주 약하다				

고춧가루 수용성 추출액의 "매운냄새"에 대한 강도검사

* 제시된 시료를 보시고 매운냄새에 대한 느낌을 나타내는 곳에 V 표시를 해 주십시오.

시료번호 / 느낌				
아주 강하다				
보통으로 강하다				
약간 강하다				
중간이다				
약간 약하다				
보통으로 약하다				
아주 약하다				

고춧가루 수용성 추출액의 "단맛"에 대한 강도검사

성 별 : 남, 여 연 령 : _____

* 제시된 시료를 보시고 단맛에 대한 느낌을 나타내는 곳에 V 표시를 해 주십시오.

시료번호 / 느낌				
아주 강하다				
보통으로 강하다				
약간 강하다				
중간이다				
약간 약하다				
보통으로 약하다				
아주 약하다				

고춧가루 수용성 추출액의 "매운맛"에 대한 강도검사

* 제시된 시료를 보시고 매운맛에 대한 느낌을 나타내는 곳에 V 표시를 해 주십시오.

시료번호 / 느낌				
아주 강하다				
보통으로 강하다				
약간 강하다				
중간이다				
약간 약하다				
보통으로 약하다				
아주 약하다				

감사합니다!

그림 12. 고춧가루 수용성 추출액에 대한 관능검사 용지

제 4 장　근적외선 분석분야

제 1 절　서　설

1. 근적외선 분석특성

최근 선진국의 식품제조업체나 검사 및 연구기관에서는 원료 농산물 또는 가공제품의 품질성분을 원료 및 제품의 상품적 가치가 손상되지 않은 채 단순히 물리적으로 분쇄한 시료를 사용하여 내부성분을 신속히 측정할 수 있는 방법을 개발하여 사용하고 있는데 이러한 기술을 비파괴분석법이라 한다. 비파괴분석법은 시료의 중량계측, 여과, 추출, 희석, 시약과의 반응, 가열 등의 조작을 필요로 하지 않으며 동시에 복수의 성분이 신속하게 측정되므로 제조공정 중 또는 제조현장에서 전수검사가 가능할 뿐 아니라 화학약품을 사용하지 않으므로 환경오염이 방지되기도 한다. 그리고 측정한 시료는 무손상 상태로 회수가 가능하므로 측정 후 같은 시료의 저장 및 가공 중의 변화상태를 관측할 수 있다는 장점도 있다. 특히 1960년 Norris 와 Ben-Gera에 의해서 개발되어 주로 북미에서 곡류성분 검사에 이용되고 있는 spectrophtometer를 이용한 식품의 구성성분 측정법인 근적외선 분광분석 즉, Near Infrared Reflectance Spectroscopic Analysis (NIRA)는 비교적 정확한 간편법으로서 그 조작이 간단하여 산업현장에서 이용되고 있다.

확산반사 spectroscopy의 개발의 동기는 분석대상인 식품 등이 spectrophotometer를 이용한 성분측정에서 빛의 투과율이 낮아 잘 이용되지 못하던 것을 확산 반사율을 측정하여 이러한 난점을 보안함으로써 이들 물질의 분석이 가능하게 되었다. 즉, 빛을 통과시키지 않고 물질에 일정 파장범위의 빛을 조사시키면 그 일부는 물질속에 흡수되고 또한 일부는 표면에서 반사되거나 물질속에서 굴절되어 다시 반사된다. 그때 반사되는 광에너지의 변화는 물질을 구성하는 화학물질의 농도나 구조에 의존하게 된다. 반사 스펙트럼에 영향을 미치는 인자로서는 물리적 특성 즉, 균질의 정도, 온도 및 화학적 성분 등의 영향을 받음으로 이에 주의를 기울여야 한다.

파장 700 - 2500nm 범위인 근적외선은 2500nm 이상의 중적외선 영역에서 흡수되는 O-H, N-H, C-H 그리고 C=O 진동의 overtone, combination 진동이 나타나는 곳으로 그 흡수도는 적외선의 기본진동보다 약 10배 이상 약하다. 그러나 이러한 단점은 오히려 시료를 희석하지 않고 그냥 고농도로 측정할 수 있게 되었으며 시료의 측정준비 과정이 간편하여 신속한 측정법으로 이용될 수 있다.

2. 근적외선 분석 응용영역

근적외분석법의 응용예는 농축산물의 1, 2차 가공품이 압도적으로 많으며 최근에는 화장품, 왁스, 세제, 제약, 화학섬유 등 화학공업의 영역에 까지 이용이 확대되고 있다.

1) 곡류에 관한 응용

소맥의 경우는 제빵, 제면, 제과 등 용도별로 적합한 단백질함량을 갖추고 있는지를 평가하는데 이용되어 왔으며 상업적으로 판매되고 있는 검량식이 개발되어 있다. 쌀의 경우는 식미가 좋은 품종을 선발, 육종하기 위한 프로그램이 개발되고 있다.

2) 축산물에 관한 응용

육제품으로서는 햄, 소세지 등의 수분, 단백질, 지방과 식염의 분석이 가능하다. 최근에는 원료육의 숙성, 가식 및 가공에 적합한 시기를 판정할 수 있는 연구도 진행되고 있다. 시유 및 유제품으로서 치즈, 버터 등의 일반성분과 식염이 측정되고 있다.

3) 사료에 관한 응용

생초, 건초 등의 성분분석법의 개량, 가축의 소화기관을 절개한 뒤 사료를 넣어 소화과정 중의 변화를 근적외 분석법으로 측정하고 있다.

4) 청과물에 관한 응용

과즙 및 과육의 절편에 관한 기초연구에 이어서 구상 과실의 당, 산 , 경도 등을 근적외선분석법으로 측정하려는 연구가 진행중에 있다.

5) 전매품에 관한 응용

담배잎의 경우는 환원당, 전분당, 수분, 알카로이드 등이 측정되고 있고 인삼의 경우는 조사포닌 및 약효성분의 측정에 관한 연구가 진행중에 있다.

6) 발효, 양조품에 대한 응용

알콜농도, 산도, 아미노산이 측정되고 있으며 최근에는 숙성년수 및 블랜딩비율의 판정 등이 가능하며 된장, 간장의 경우는 아미노산, 알콜, 지방, 수분 등을 측정하여 제조일시 및 롯트별 농도차를 없애기 위한 균일화 공정에 주로 사용되고 있다.

7) 전분당제조에 관한 응용

고정화 산소컬럼을 이용한 포도당, 맥아당, 과당 및 사이클로 덱스트린 등에 대해 생산과정 중의 농도측정, 제품의 순도측정에 관한 연구가 진행중에 있다.

이상과 같이 근적외선 분석법은 각 산업분야에 있어서의 실용성이 세계적으로 인정받아 보급이 날로 확대되고 있다.

3. 근적외선 분석기를 이용한 정량분석 방법

근적외선 분석기를 이용한 정량분석 방법은 그림13에 나타내었다.

1) 분석시료 수집

근적외선 분석에서는 시료의 수집양태에 따라 상당히 다른 결과를 도출해 내므로 시료수집 후 NIR스펙트럼을 얻고 기존분석법으로 분석을 한 다음 닫힌 집단

회귀분석을 수행하여 검량식을 얻은 후 미지의 시료를 분석하면 된다. 시료수집은 시료의 특성이 고루 분포되게 선정하여 검량선을 유도함으로써 수집된 시료의 특정범위에서는 안정된 결과를 얻을 수 있지만 검증을 통해 최종적으로 적절한 검량식을 채택함으로써 오류를 범할 소지를 줄여야 한다.

2) 수처리 방법

NIR 스펙트럼에 대한 수처리는 일반적으로 시료에 조사된 빛의 산란효과를 일차적으로 보정을 해주며 회귀분석의 변수를 줄이고 검량선을 안정하게 하는데 필수적인 방법으로서 시료의 입도, 결합도, 밀도, 방향, 높이, 단기변동 등의 물리적 요소들로부터 야기되는 오차발생을 해결할 수 있다. 근적외선 흡광스펙트럼 해석은 주로 미분법을 적용하는데, 이 방법은 1, 2, 3, 4차 미분법을 사용함으로써 바탕선의 변동 및 흡광도의 방해요인으로 인한 오차를 극소화하는 데는 좋은 방법으로 이용되고 있다.

3) 회귀분석

시료의 분석농도에 선형적이지 않고 흡광도의 변위가 농도변위에 비해 극히 미미하기 때문에 검량선의 작성은 다양한 회귀분석법을 사용해야 한다. 회귀분석에는 크게 선형회귀법과 다중회귀법으로 나눌 수 있는데 선형회귀법은 보편화된 회귀분석법으로서 변수증가법(Step-Up Regression)과 변수감소법(Step-wise Regression)으로 나누어지며 변수증가법에는 다중선형회귀법(MLR)이 있고 그 밖에 미분의 최적변수를 유도하는 Norris회귀법이 있다. 다중회귀법으로는 부분최소제곱법(PLS) 및 주성분분석법(PCA)이 있다. 회귀분석을 수행함에 있어 대원칙은 선형 혹은 다변수 회귀법 중 어떠한 회귀법을 적용해야 하는 지를 결정해야 한다. 회귀분석의 적용은 시료의 형태에 따라 달라지는데 닫힌 집단의 경우에는 주성분분석(PCA), 부분최소제곱법(PLS) 등을 적용할 수 있다.

다중선형회귀분석법(MLR)은 측정성분에 따라 흡광봉우리가 독특하게 생기는

분석에 적용하여 흡광도의 변위가 측정성분과 비례하는 직접적인 측정에 효과적인 방법이며 주로 유기물 분석에 이용된다. 다중회귀분석 중 부분최소제곱은 흡광봉우리의 중첩 등으로 분석이 어려운 경우 및 무기물 등과 같이 직접적으로 흡광에너지에 기인하지 않는 성분의 측정에 유용한 방법이다.

4) 검증

검량선을 유도한 후 그 검량선의 진위를 파악해야 실제 사용할 수 있다. 검증방법에는 퍼센트(%)예측 또는 일상분석 등이 있는데 검량선 작성시 일반적으로 변수가 증가할수록 상관도는 좋아지나 실제로 검증을 하면, 변수갯수의 증가에는 한계가 있어 그 한계를 넘을 경우 잘 맞지않고 오차가 증가하므로 가장 적절한 변수의 선택이 중요하다.

5) 일상분석

일상분석 검량선 작성 및 검증을 통해 가장 적절한 검량선이 얻어지면 바로 시료를 분석하는 일상분석(routine analysis)을 하면된다. NIR분석법은 물리적인 요인에 영향을 받으므로 각 시료특성에 맞는 모든 분석조건이 일정해야 한다. 일상분석의 운용화일을 선정하면 실험실의 전문기술 요원이 아니라도 손쉽게 정확한 결과를 신속하게(약45초) 얻을 수 있으며 통계에 의한 공정관리까지 할 수 있는 기능이 마련되어 있다.

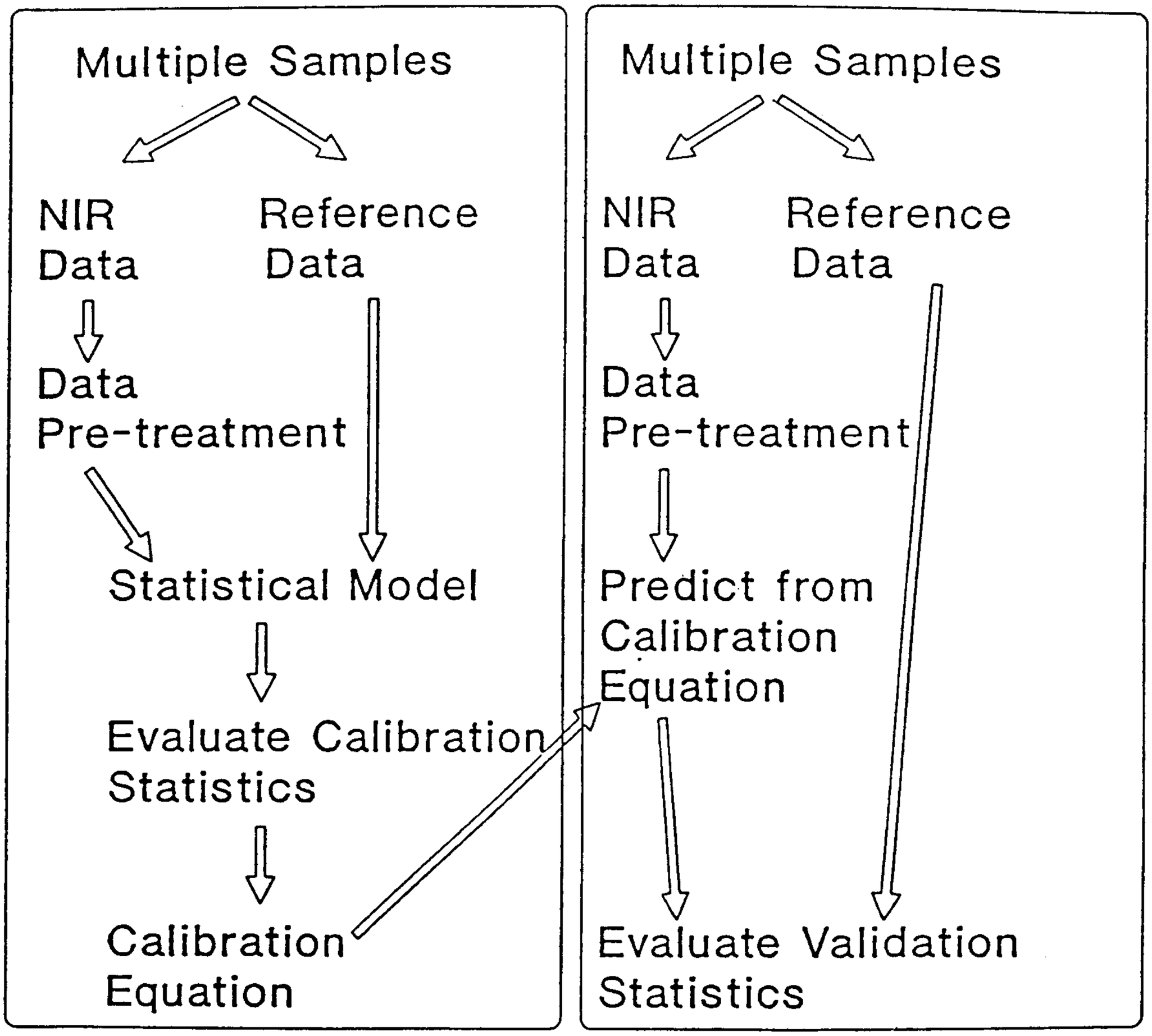


그림 13. 근적외선 분석기를 이용한 정량분석 절차

제 2 절　재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 시료는 제 2장에서 사용한 시료와 동일하다.

2. 방법

가. 고추의 이화학적 특성분석

제 2장에서 언급한 고추의 이화학적 특성분석 방법에 의해서 분석하였다.

나. 근적외선 스펙트럼 측정

분말시료 약 5g을 근적외선 스펙트럼 측정용 시료용기에 넣고 일정한 부피가 되도록 조정한 후 근적외선 분광분석기(NIRS Model 4500, NIRSystem사)에 장착한 뒤 NSAS(near infrared spectra analysis software)프로그램을 이용해 1300nm에서 2400nm까지 2nm간격의 흡광도를 측정하여 분석기준식을 작성하였다.

다. 분석기준식 작성

근적외 분광분석법으로 고추의 각 품질성분을 측정하기 위해서는 근적외파장의 선정 및 계수확정조작 등을 통한 검량식의 작성이 필요하며 이화학적 분석방법에 의해 측정된 수분함량, 색소(carotenoids), 색도(고춧가루의 붉은정도), 유리당, 매운성분(capsaicinoids)의 함량을 독립변수로 하고 특정한 파장에서 흡수된 흡광도를 종속변수로 하여 다중회귀분석 및 부분최소제곱분석을 수행하여 성분별 측정을 위한 분석기준식을 작성하였다. 이들 분석기준식 작성을 위하여 시료로 45개의 검량식 작성시료(calibration set)가 사용되었으며 분석기준식의 신뢰도를 알아보기 위하여 17개의 확인실험시료(validation set)에 적용하여 근적외선 분석치와 화학분석치 간의 표준오차(standard error of prediction;SEP)를 구하였다. 이때 이화학적 평가방법에 의해 측정된 결과와 NIR에 의해 예측된 결과 사이의 상관관계가 가장 높은 검량식을 구하기 위해서 2차 미분의 수학적 처리를 하였다.

제 3 절　결과 및 고찰

1. 시료 고춧가루의 품질성분 범위

고춧가루의 성분분석 결과는 제 2장 2절에 나타내었다.

2. 근적외 분광분석법에 의한 고추의 품질성분 측정

각 시료를 NIR에 의해 수학적 처리를 하지 않은 log(1/R)형태의 흡광도로 표현한 스펙트럼을 그림14에 나타내었다. 이 스펙트럼은 특정성분에 기인하는 각각의 band들이 심하게 중첩되어있으므로 이를 2차 미분처리 한 스펙트럼(그림15)을 분석에 사용하였다. 2차 미분처리를 한 시료의 스펙트럼은 그림15에서와 같이 1450nm, 1700nm, 1862nm, 1950nm, 2050nm, 2272nm, 2164nm, 2258nm, 2320nm 부근에서 현저한 흡광도의 변이를 나타내었다. 수분에서 유래되는 1400nm, 1900nm부근의 흡수와 색소(capsanthin)에서 유래되는 1700nm, 2300nm 부근의 흡수 및 당에서 유래되는 1450nm부근의 흡수가 혼존하고 있음을 보아 고추시료의 근적외 스펙트럼을 이용하여 품질과의 관련있는 화학성분의 측정이 가능함을 짐작할 수 있다.

가. 수분함량 측정

105℃에서 3시간 상압 가열건조해서 얻은 수분함량치와 근적외 스펙트럼 데이타와의 다중회귀분석 및 부분최소제곱분석의 결과는 표18과 같다. 수분함량 측정에 채택된 파장은 물의 1차, 2차배음에 귀속되는 것으로 나타났으며 다중회귀분석 결과 1개의 파장에서 4개의 파장까지로 구성되는 검량식을 미지시료에 적용시켜 측정 정확도를 조사한 결과 1950nm와 1440nm의 2개의 파장으로 구성되는 검량식이 측정오차(SEP) 0.345%로서 정확도가 높았으며, 또한 부분최소분석 결과

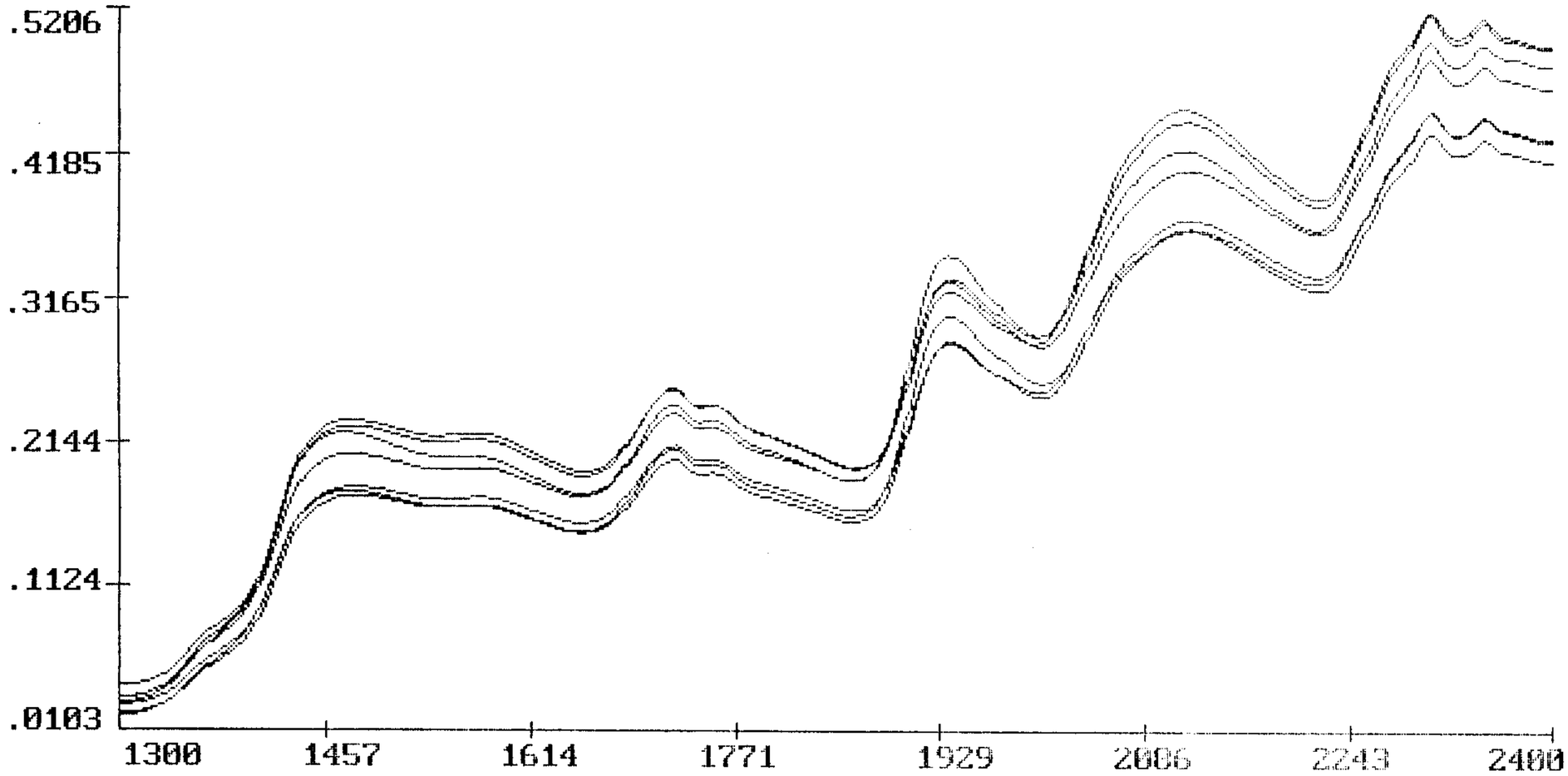


그림 14. 고춧가루의 NIR-infrared spectra

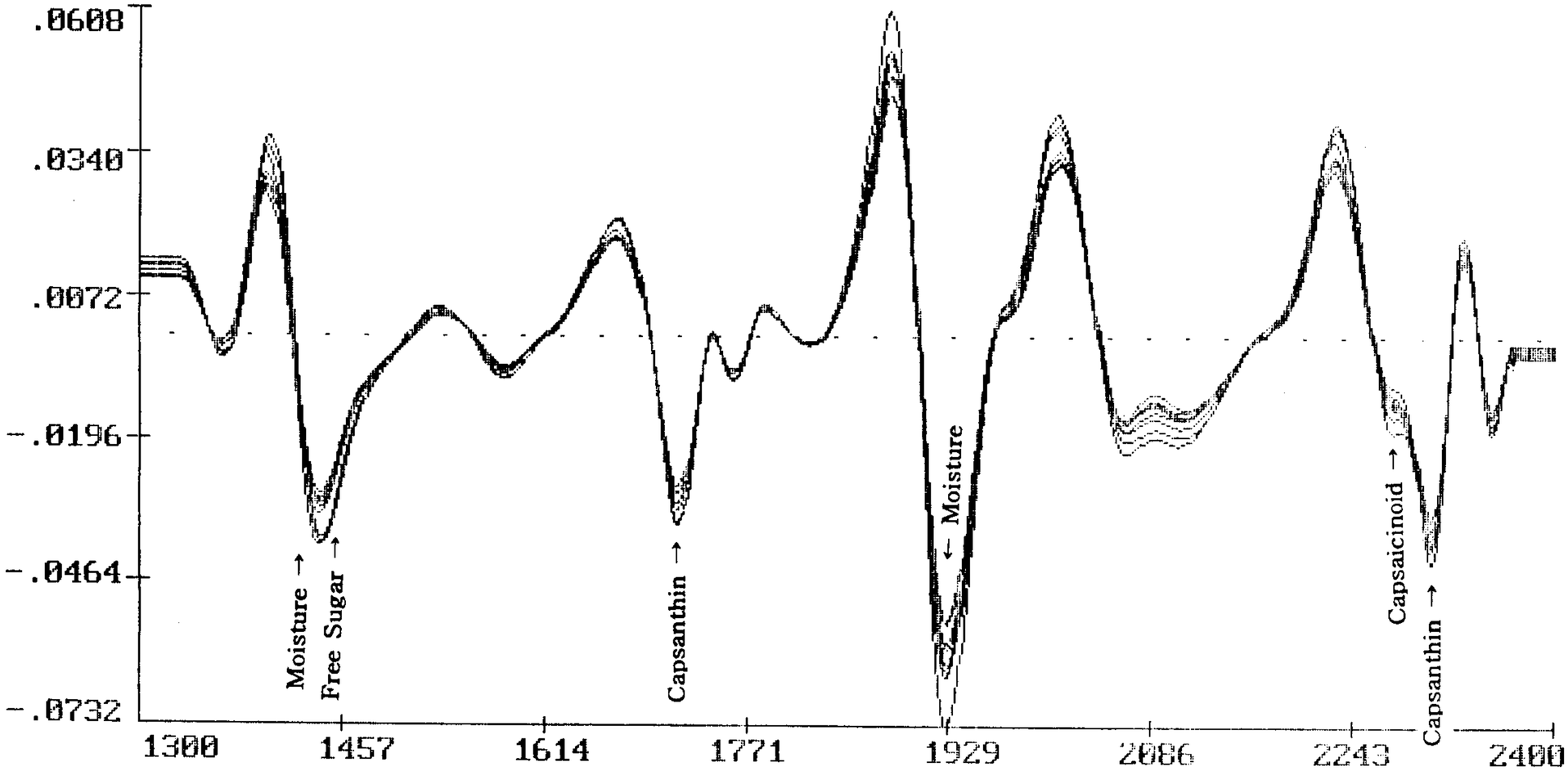


그림 15. 고춧가루의 NIR-infrared spectra의 2차미분

factor를 6개 선택한 검량식이 SEP가 0.300로서 다중회귀분석 결과보다도 정확도가 약간 높음을 알 수 있었다(표18). 수분함량치와 근적외 분석법에 의한 함량치와의 상호비교한 결과는 그림16과 같다.

조의 실험결과 수분함량의 측정은 진공건조법에 의한 수분함량치와 근적외스펙트럼 데이타와의 다중회귀분석결과 1240nm, 1328nm로 구성된 검량식에서 SEP가 0.5616%로서 본 결과보다 정확도가 낮게 평가되었다. 이는 수분의 이화학적 분석방법의 차이에서 오는 결과라 사료되며, 2장에서 언급한 것처럼 고춧가루의 수분함량 측정방법에 있어서는 진공건조법보다는 105℃, 3시간 건조방법이 고춧가루의 수분정량에는 적합한 방법이 될 수 있음을 확인하였다.

나. 색소(capsanthin)함량 분석

고춧가루의 추출색소 함량을 ASTA color값으로 표시한 수치와 근적외 스펙트럼 데이타를 다중회귀분석 및 부분최소분석한 결과는 표19와 그림17에 나타내었다. 다중회귀분석결과 2338nm, 1700nm, 1752nm 및 2050nm의 4개의 파장으로 구성되는 검량식이 SEP가 12.2로서 정확도가 높게 나타났다. Capsanthin 측정을 위해 선택된 1700nm 및 2338nm파장은 capsanthin 색소성분 구조에서 유래된 것으로 1700nm는 Capsanthin의 주된 골격을 이루는 C-H 기준 신축진동의 1차 배음에 귀속되는 것으로 판단된다. 또한 부분최소분석(PLS)을 한 결과 factor 2개를 선택한 검량식이 SEP가 31.1로 낮았으나 다중회귀분석(MLR)한 검량식에 비해 오차가 큰 것으로 나타나 색소성분은 SEP가 낮은 다중회귀분석 검량식이 정확도가 높은 것으로 나타났다.

표 18. 수분함량에 대한 다중회귀분석과 부분최소제곱분석에 의한 검량식과 확인시험결과

< 다중회귀분석결과 >

Wavelength used(nm)				Calibration		Validation	
				R	SEC	R	SEP
1950				-0.7995	0.363	0.669	0.765
1950	1440			0.8403	0.332	0.931	0.345
1950	1440	2362		0.8985	0.273	0.863	0.480
1950	1440	2362	2040	0.9358	0.222	0.927	0.356

< 부분최소제곱분석결과 >

Spectra set	Math treatment	No. of factor	Calibration		Validation	
			R	SEC	R	SEP
Original	2nd der.	4	0.9135	0.3352	0.938	0.328
Original	2nd der.	6	0.9435	0.2800	0.949	0.300

R : Multiple Correlation Coefficient

SEC : Standard Error od Calibration

SEP : Standard Error od Performance

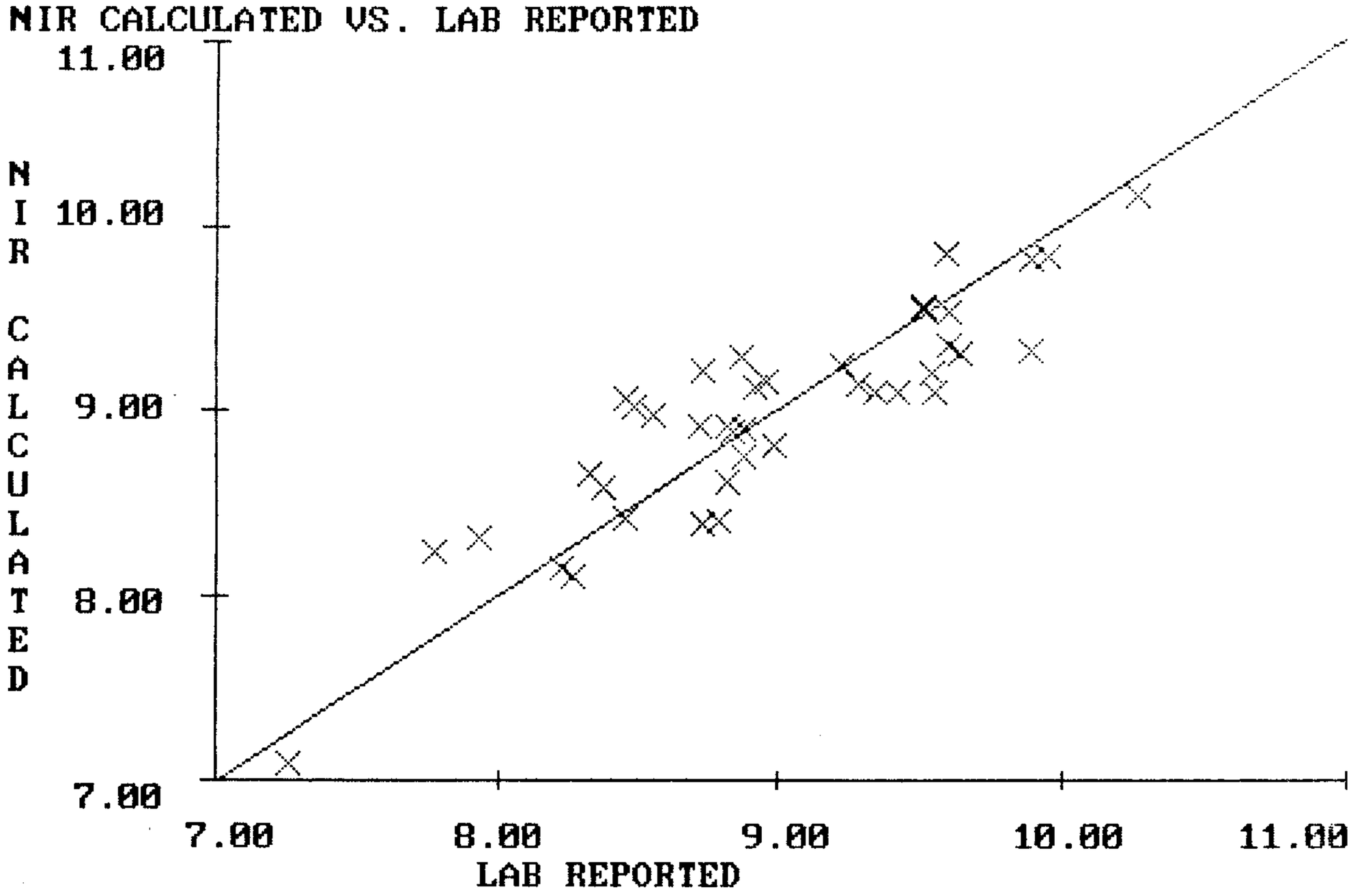


그림 16. 고춧가루의 수분함량과 근적외선분석결과의 상관관계

표 19. ASTA color값에 대한 다중회귀분석과 부분최소제곱분석에 의한 검량식과 확인시험결과

< 다중회귀분석결과 >

Wavelength used(nm)				Calibration		Validation	
				R	SEC	R	SEP
2338				0.8885	12.0	0.847	18.6
2338	1700			0.9005	11.5	0.864	17.6
2338	1700	1752		0.9229	10.4	0.929	13.0
2338	1700	1752	2050	0.9286	10.1	0.937	12.2

< 부분최소제곱분석결과 >

Spectra set	Math treatment	No. of PLS	Calibration		Validation	
			R	SEC	R	SEP
Original	2nd der.	2	0.8143	15.5299	0.460	31.1
Original	2nd der.	13	0.9898	4.5804	0.902	15.1

R : Multiple Correlation Coefficient

SEC : Standard Error od Calibration

SEP : Standard Error od Performance

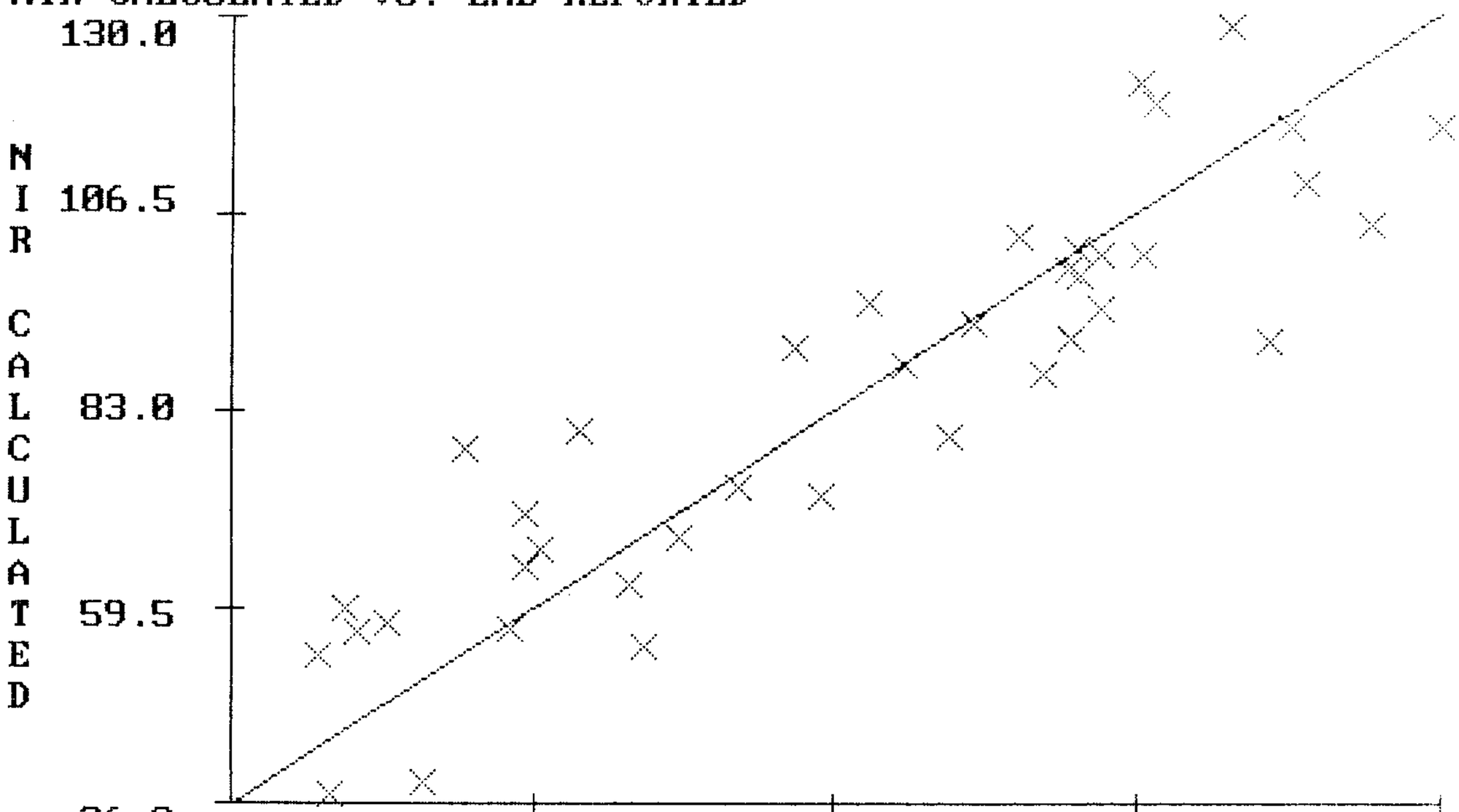


그림 17. 고춧가루의 색소(capsanthin)함량과 근적외선분석결과의 상관관계

다. 색도함량 분석

고춧가루의 붉은 정도를 Colorimeter로 측정하여 얻은 a값과 근적외분석 스펙트럼 데이타를 다중회귀분석 및 부분최소분석을 한 결과는 표20과 그림18에 나타내었다. 2300nm는 capsanthin 색소성분의 흡수파장으로서 다중회귀분석을한 결과 2272nm, 2322nm의 2개파장으로 구성된 검량식의 SEP가 1.14로서 정확도가 높은 것으로 나타났다. 부분최소분석 결과는 factor 13개의 검량식이 SEP가 1.02로서 다중회귀분석 검량식에 비해 정확도가 더 높은 것으로 나타났다.

라. 고춧가루의 유리당 함량

유리당은 fructose, glucose, sucrose 함량의 합계로서 나타내었으며 유리당 함량치와 스펙트럼 데이타간의 다중회귀분석 및 부분최소분석 과는 표21과 그림19에 나타내었다. 유리당 측정을 위해 검량식에 이용된 1450nm는 starch, sucrose 등의 O-H 기준 신축진동의 1차 배음에 귀속되는 것으로 판단되었다. 다중회귀분석의 정확도를 조사한 결과 1450nm로 구성된 검량식의 SEP가 1.76으로 나타났고, 부분최소분석의 결과 factor 3개를 사용한 검량식의 SEP가 1.81%로서 다중회귀분석의 1개 파장으로 선택된 검량식의 정확도가 좀 더 높은 것으로 나타났다.

마. 고춧가루의 Capsaicinoid 분석

Capsaicinoid는 capsaicin의 함량과 dihydrocapsaicinoid 함량의 합계로서 나타내었으며 capsaicinoid 함량과 근적외선 스펙트럼 데이타와의 사이에 다중회귀분석 결과 및 부분최소분석 결과는 표22와 그림20에 나타내었다.

다중회귀분석시 Capsaicinoid 측정을 위해 선택된 파장 중 2300nm는 CH 및 C=O 기준 신축진동으로 귀속되는데 이는 capsaicinoid의 화학구조 중 phenol기 및 methoxyl기와 관련이 있는 것으로 판단되며, 2320nm의 1개의 파장으로 선택된 검량식이 SEP가 25.1mg%로서 가장 낮았다.

부분최소분석결과 factor 8개로 구성된 검량식의 SEP가 19.0mg%로 낮았으나

표 20. 색도 a값에 대한 다중회귀분석과 부분최소분석에 의한 검량식과 확인시험결과

<다중회귀분석결과>

Wavelength used(nm)				Calibration R	Calibration SEC	Validation R	Validation SEP
2272				0.6549	1.31	0.825	1.08
2272	2322			0.8223	0.997	0.801	1.14
2272	2322	1768		0.8552	0.919	0.754	1.25
2272	2322	1768	2164	0.8667	0.897	0.744	1.27

< 부분최소제곱분석 >

Spectra set	Math treatment	No. of factor	Calibration R	Calibration SEC	Validation R	Validation SEP
Original	2nd der.	9	0.9351	0.6854	0.767	1.22
Original	2nd der.	13	0.9636	0.5523	0.846	1.02

R : Multiple Correlation Coefficient

SEC : Standard Error od Calibration

SEP : Standard Error od Performance

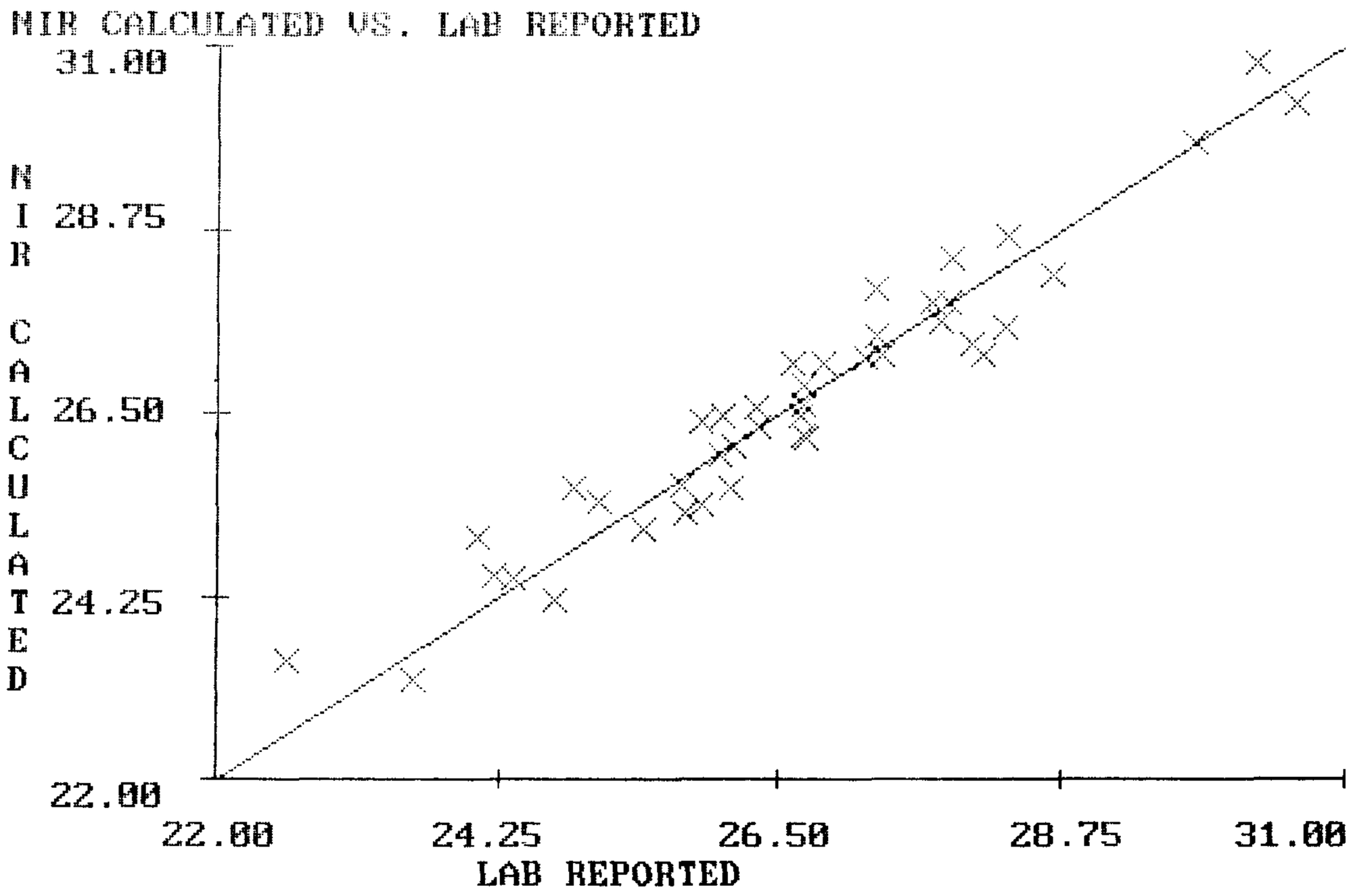


그림18. 고춧가루의 색도(a value)함량과 근적외선분석결과의 상관관계

다중회귀분석의 1개 파장으로 채용된 검량식 정확도가 더 높은 것으로 평가되었다. 조의 결과 GC에 의한 Capsaicinoid의 함량치와 NIR스펙트럼 데이타와의 측정 오차는 약 45mg%로서 본 실험에서 얻은 검량식이 좀 더 정확도가 높은 것으로 나타났다. 이는 Capsaicinoid 함량이 너무 적어서 근적외 영역에서 흡수강도가 미약하기 때문인 것과 HPLC에 의한 이화학적 분석시 전처리공정이 GC에 의한 전처리 공정보다 간단하여 오차가 줄어들었을 것으로 사료되며 차후 HPLC를 이용하여 전처리 공정개선을 통해 좀더 정확도가 높은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

표 21. 유리당 함량에 대한 다중회귀분석과 부분최소분석에 의한 검량식과 확인시험 결과

< 다중회귀분석결과 >

Wavelength used(nm)				Calibration		Validation	
				R	SEC(%)	R	SEP(%)
1450				0.9599	1.01	0.849	1.76
1450	1490			0.9655	0.949	0.810	1.92
1440	1490	1862		0.9677	0.931	0.791	2.04
1440	1490	1862	1566	0.9705	0.904	0.781	2.08

< 부분최소제곱분석 >

Spectra set	Math treatment	No. of factor	Calibration		Validation	
			R	SEC(%)	R	SEP(%)
Original	2nd der.	2	0.9410	1.0639	0.828	1.87
Original	2nd der.	3	0.9597	1.0384	0.840	1.81
Original	2nd der.	6	0.9666	1.9914	0.783	2.08

R : Multiple Correlation Coefficient

SEC : Standard Error od Calibration

SEP : Standard Error od Performance

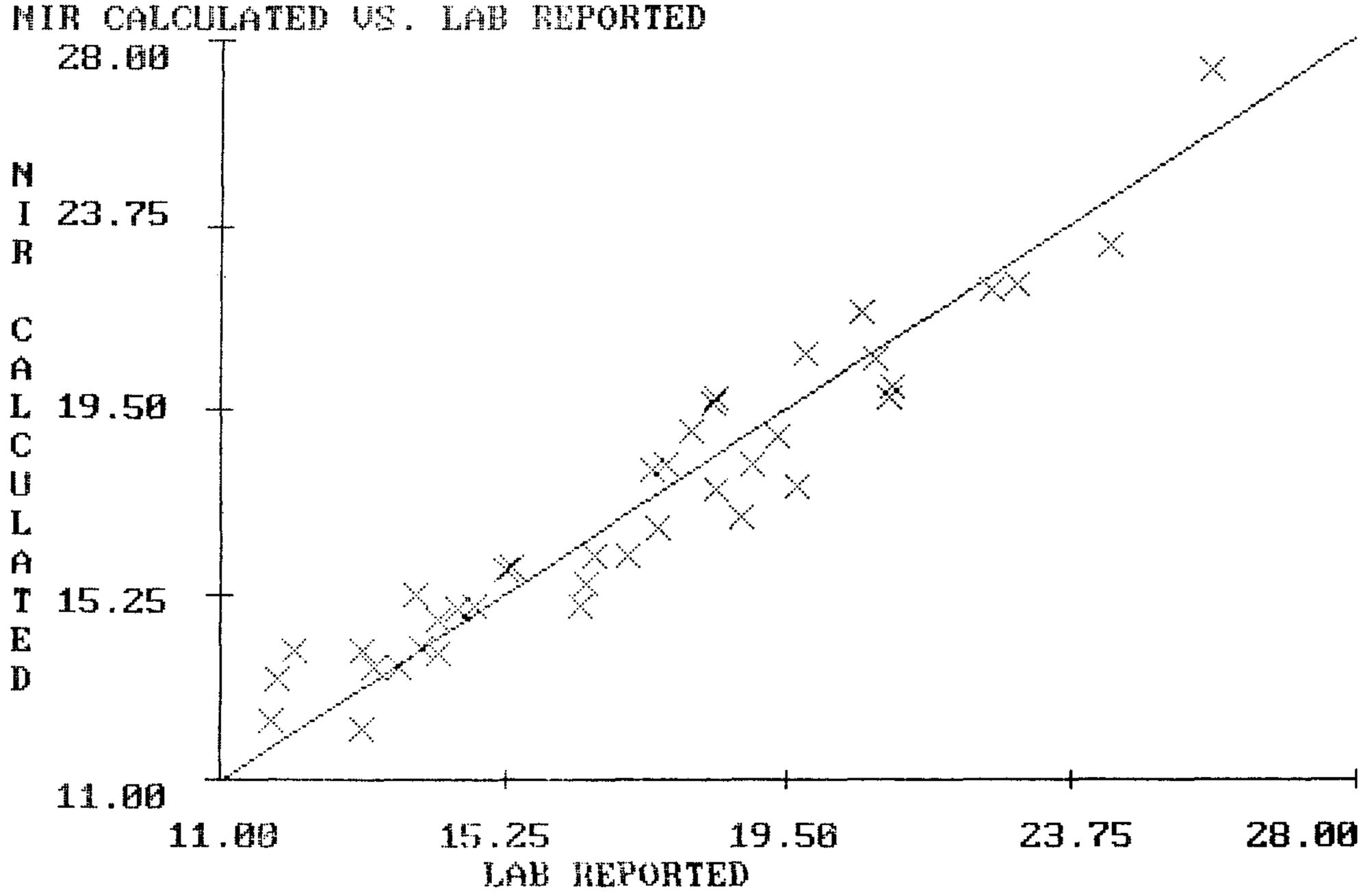


그림19. 고춧가루의 total sugar함량과 근적외선분석결과의 상관관계

표 22. Capsaicinoid함량에 대한 다중회귀분석과 부분최소분석에 의한 분석식과 확인실험 결과

<다중회귀분석결과>

Wavelength used(nm)				Calibration		Validation	
				R	SEC(mg%)	R	SEP(mg%)
2320				-0.8295	34.1	0.914	25.1
2320	1748			0.8956	28.0	0.855	32.1
2320	1748	2160		0.9151	26.3	0.894	27.7
2320	1748	2160	2258	0.9599	19.0	0.856	32.0

< 부분최소제곱분석 >

Spectra set	Math treatment	No. of factor	Calibration		Validation	
			R	SEC(mg%)	R	SEP(mg%)
Original	2nd der.	4	0.927	25.8	0.869	30.7
Original	2nd der.	8	0.989	12.4	0.952	19.0

R : Multiple Correlation Coefficient

SEC : Standard Error od Calibration

SEP : Standard Error od Performance

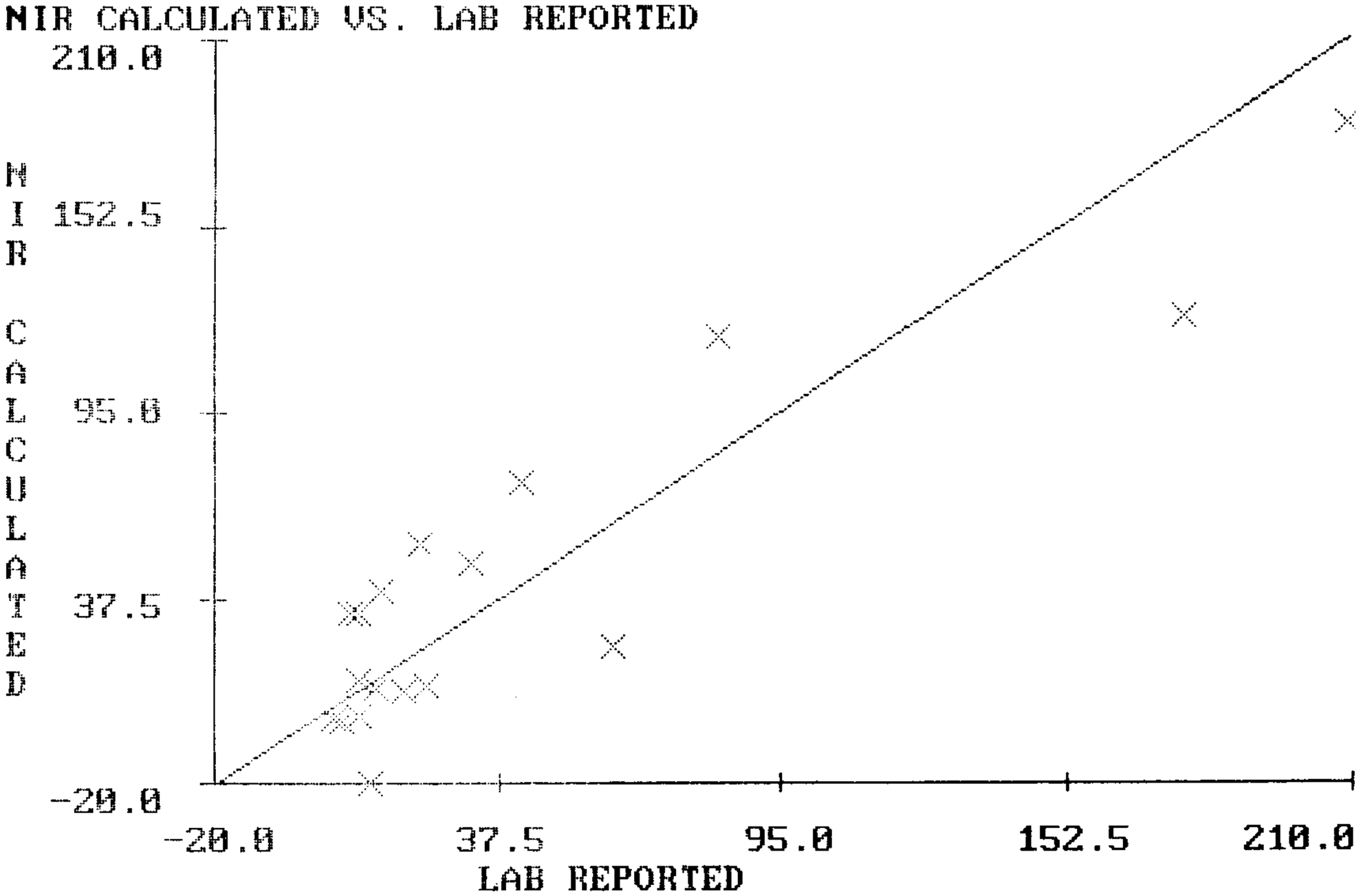


그림 20. 고춧가루의 capsaicinoid함량과 근적외선분석결과의 상관관계

여 백

별표 1. 건고추 및 고춧가루의 이화학적 특성

품 종	L1	A1	B1	E	C	H	L2	A2	B2
다복 (신태인)	53.02	27.87	27.72	66.00	0.991	39.31	33.29	18.33	9.76
〃 (안동)	54.43	25.87	29.03	66.89	1.113	38.88	33.32	11.50	6.11
〃 (영광)	55.02	28.03	31.05	69.11	1.103	41.83	32.47	16.04	8.93
〃 (의령)	51.66	24.36	28.02	63.62	1.146	37.13	32.30	16.05	9.05
금탑 (신태인)	55.38	27.73	29.54	68.61	1.060	40.51	37.13	14.07	7.53
〃 (안동)	54.15	25.10	28.69	66.22	1.140	38.12	36.25	11.19	5.90
〃 (영광)	54.05	26.73	30.94	67.77	1.153	40.88	33.40	16.06	9.29
〃 (원주)	53.64	25.41	30.04	66.52	1.176	39.34	34.52	15.79	10.19
〃 (창녕)	55.08	24.08	31.11	67.69	1.286	39.43	37.47	13.03	7.48
금장3호 (신태인)	53.18	25.85	29.73	66.18	1.146	39.39	33.10	14.10	8.26
〃 (안동)	51.44	23.55	26.65	62.53	1.126	35.56	33.27	14.08	8.81
〃 (영광)	55.06	28.30	32.56	69.94	1.146	43.14	34.27	20.23	10.02
〃 (원주)	54.85	24.69	29.56	67.02	1.193	38.51	37.40	13.45	7.92
〃 (창녕)	55.25	25.54	32.68	69.08	1.276	41.47	38.67	12.91	7.84
조광 (신태인)	51.94	25.57	26.70	63.75	1.040	36.97	37.19	13.88	6.90
〃 (안동)	51.52	22.55	28.04	62.84	1.240	35.98	31.78	12.68	8.00
〃 (영광)	54.94	24.20	29.31	66.81	1.206	38.00	34.09	17.05	10.56
〃 (창녕)	54.80	23.87	30.31	67.01	1.263	38.58	33.49	14.45	8.16
팡복 (봉화)	54.32	23.71	28.37	65.71	1.190	36.97	37.25	15.18	8.98
〃 (영월)	54.27	19.99	27.40	63.99	1.366	33.91	33.98	15.77	10.99
〃 (음성)	53.36	26.14	31.53	67.26	1.203	40.95	38.80	16.79	10.60
〃 (함평)	55.99	24.36	31.36	68.64	1.280	39.71	33.86	19.56	11.89
청양 (영월)	55.44	24.86	32.39	68.85	1.300	40.83	35.36	20.78	12.56
〃 (예천)	55.74	25.72	32.94	69.66	1.273	41.79	35.59	21.39	13.06
〃 (음성)	52.56	26.13	28.95	65.44	1.100	38.99	34.06	19.59	10.82
금봉 (홍농)	53.74	26.05	28.91	66.35	1.103	38.91	35.44	10.75	5.00
금탑 (홍농)	51.62	26.70	26.15	63.72	0.977	37.37	35.34	8.33	4.13
거성 (서울)	52.25	26.71	25.92	64.15	0.972	37.21	35.44	9.43	4.37
대왕 (농우)	52.44	27.26	27.13	65.03	0.997	38.46	35.68	11.48	4.61
시교333 (농협)	53.91	28.12	29.38	67.52	1.040	40.66	36.06	12.95	6.40
팡복 (중앙)	53.87	26.01	28.11	66.10	1.076	38.30	35.53	12.43	5.90

품 종	L1	A1	B1	E	C	H	L2	A2	B2
조광 (홍농)	52.82	26.35	26.28	64.61	0.993	37.21	35.30	8.92	4.24
장호 (서울)	52.51	25.45	25.60	63.72	1.003	36.09	35.36	9.87	4.10
오륜 (서울)	53.23	26.47	28.24	65.81	1.060	38.71	35.79	10.94	5.60
향촌 (한농)	51.58	25.75	25.20	62.91	0.976	36.03	35.08	10.29	4.50
장원 (한농)	50.54	25.05	23.58	61.13	0.940	34.40	35.04	8.90	4.33
P210 (형화)	52.71	26.32	27.20	64.89	1.030	37.85	36.20	12.15	5.80
대농A (제일)	51.53	26.03	26.57	63.55	1.013	37.19	35.09	9.28	4.39
돈지 (제일)	52.99	27.27	26.74	65.32	0.984	38.19	36.00	14.11	5.98
주렁 (동원)	52.33	23.92	19.99	60.91	0.837	31.17	35.71	12.83	5.50
조흥 (동원)	51.14	26.68	24.03	62.49	0.895	35.91	34.46	13.69	5.64
먹거리 (동원)	51.85	26.67	25.09	63.48	0.942	36.62	35.60	11.64	5.33
영광1	52.63	30.45	27.97	66.93	0.915	41.34	35.63	24.72	13.17
영광2	52.91	29.55	28.03	66.77	0.950	40.72	34.63	21.42	12.46
영광3	52.86	30.61	29.54	67.85	0.966	42.54	35.86	22.42	11.98
청양 (영월)	52.82	27.31	27.96	65.71	1.020	39.08	33.37	18.78	10.81
중과종(영월)	51.18	25.87	26.64	63.23	1.026	37.13	31.88	14.15	7.56
양건1(정읍)	53.09	28.59	27.73	66.37	0.966	39.83	33.02	17.36	8.60
화건1(정읍)	48.93	26.61	24.03	60.66	0.902	35.85	32.43	14.75	6.88
대과종(영월)	51.71	26.70	24.63	63.19	0.926	36.32	33.52	15.49	7.62
양건2(정읍)	50.10	24.29	24.90	60.99	1.020	34.78	30.66	9.68	5.02
화건2(정읍)	51.68	26.40	25.15	63.25	0.952	36.46	31.95	14.30	7.36
영광4	51.65	27.16	25.81	63.81	0.949	37.46	35.19	20.62	10.79
거성	49.77	26.85	25.80	62.16	0.961	37.23	32.80	10.24	3.64
광복	53.59	28.33	30.16	67.70	1.060	41.37	35.50	14.42	6.18
금탑	50.19	28.41	26.53	63.48	0.934	38.87	32.23	13.50	4.83
동방	51.47	29.81	28.80	66.09	0.966	41.45	34.43	16.75	5.72
대왕	50.67	30.31	27.70	65.22	0.913	41.06	34.96	13.41	4.81
이천년	50.48	28.69	27.01	64.04	0.941	39.40	35.62	13.71	5.20
한마당	51.97	27.79	28.78	65.59	1.030	40.00	34.03	15.53	6.44
만냥	51.65	27.85	28.96	65.43	1.036	40.17	33.58	10.95	4.20
신바람	51.29	27.19	28.15	64.51	1.030	39.13	34.25	16.77	6.99

품 종	Fru (g%)	Glu (g%)	Suc (g%)	TS (g%)	Cap (mg%)	Dcap (mg%)	TC (mg%)	Mo (%)	ASTA
다복(신태인)	9.98	4.25	0.33	14.56	30.17	52.58	82.74	8.92	85.29
〃 (안동)	11.55	5.61	1.31	18.48	15.79	26.05	41.84	7.58	70.97
〃 (영광)	10.94	4.12	-	15.06	11.73	20.27	32.00	8.73	82.13
〃 (의령)	10.29	3.79	-	14.08	30.53	48.79	79.32	8.87	62.99
금탑(신태인)	10.35	3.65	-	14.00	8.91	22.53	31.44	9.57	79.95
〃 (안동)	11.34	5.72	1.02	18.08	4.31	13.99	18.30	9.54	66.89
〃 (영광)	10.18	3.78	-	13.95	7.55	17.82	25.37	8.55	65.42
〃 (원주)	13.44	6.92	0.51	20.88	2.3	6.76	9.0	9.89	44.88
〃 (창녕)	9.97	4.89	2.03	16.90	3.3	10.30	13.6	8.26	58.71
금장3호(신태인)	12.40	5.39	-	17.79	1.22	8.32	9.5	9.34	60.01
〃 (안동)	14.84	8.39	2.65	25.89	2.03	6.9	8.9	8.84	51.00
〃 (영광)	10.10	3.91	0.27	14.28	0.24	5.6	5.9	8.70	75.56
〃 (원주)	11.78	6.24	0.52	18.54	1.40	5.70	7.11	7.26	68.14
〃 (창녕)	11.28	5.10	2.37	18.75	0.09	3.96	4.06	9.60	50.62
조광(신태인)	11.95	5.60	0.16	17.71	-	3.37	2.34	9.23	71.21
〃 (안동)	14.80	8.08	1.97	24.85	3.52	8.68	12.21	9.51	45.78
〃 (영광)	11.22	5.21	1.28	17.71	2.80	9.23	12.03	8.47	57.54
〃 (창녕)	12.10	5.86	3.15	21.11	4.02	7.33	11.35	8.46	48.14
광복(봉화)	14.45	7.93	0.61	22.99	6.39	15.37	21.76	9.95	40.26
〃 (영월)	14.31	5.25	0.23	19.80	3.35	5.92	9.27	9.35	35.08
〃 (음성)	14.80	7.79	1.79	24.38	8.39	14.28	22.67	8.73	43.75
〃 (함평)	14.29	6.77	-	21.07	50.27	10.70	60.97	8.23	42.76
청양(영월)	12.10	4.92	0.57	17.58	88.21	66.55	154.76	8.72	61.28
〃 (예천)	12.36	5.87	0.78	19.02	103.88	72.75	176.63	8.72	58.85
〃 (음성)	11.19	4.61	0.39	16.20	125.17	84.49	209.66	10.27	54.08
금봉(홍농)	11.79	4.46	0.25	16.50	11.38	7.93	19.31	8.88	87.91
금탑(홍농)	8.93	3.03	0.18	12.15	14.35	17.03	31.37	9.51	117.34
거성(서울)	9.57	3.36	0.20	13.13	29.80	37.54	67.34	8.90	129.94
대왕(농우)	8.67	2.83	0.28	11.78	13.01	17.51	30.52	8.96	129.21
시교333(농협)	7.83	2.81	1.22	11.87	30.08	25.87	55.96	8.38	102.10
광복(중앙)	9.87	3.38	0.05	13.30	59.05	49.21	108.26	8.82	85.84
조광(홍농)	9.15	3.34	0.35	12.85	17.72	13.47	31.19	8.99	103.63

품 종	Fru (g%)	Glu (g%)	Suc (g%)	TS (g%)	Cap (mg%)	Dcap (mg%)	TC (mg%)	Mo (%)	ASTA
장호(서울)	9.86	3.73	0.69	14.291	60.96	60.88	121.84	9.60	97.54
오륜(서울)	9.07	3.35	0.70	13.134	58.61	62.82	121.43	9.37	100.72
향촌(한농)	12.26	5.35	1.62	19.240	15.24	18.99	34.23	11.00	101.89
장원(한농)	10.48	3.68	0.91	15.078	53.68	38.83	92.51	10.81	99.23
P210(형화)	10.38	3.94	0.51	14.83	13.34	12.00	25.34	9.35	101.2
대농A(제일)	10.33	3.78	0.59	14.71	23.82	29.73	53.55	9.64	118.26
돈지(제일)	10.39	4.52	1.70	16.61	37.99	55.19	93.19	9.89	96.55
주렁(동원)	10.41	3.79	1.15	15.36	48.33	42.63	90.96	10.69	107.79
조흥(동원)	12.07	5.48	0.99	18.54	14.77	26.27	41.05	11.29	105.59
먹거리(동원)	12.12	5.19	1.11	18.43	36.60	34.45	71.05	10.76	101.33
영광1	10.81	3.60	2.01	16.42	31.08	36.43	67.50	8.49	122.29
영광2	7.26	2.93	3.51	13.70	139.34	140.94	280.28	7.76	113.77
영광3	10.14	4.15	2.07	16.37	48.03	64.69	112.71	8.82	115.73
청양(영월)	12.97	7.05	2.56	22.58	217.44	88.59	306.04	8.36	92.16
중과종(영월)	12.24	5.81	1.34	19.40	31.48	34.78	66.27	9.55	94.02
양건1(정읍)	8.43	2.96	0.39	11.78	18.52	28.98	47.50	7.93	124.67
화건1(정읍)	11.89	5.57	1.37	18.83	42.22	44.69	86.91	8.88	119.53
대과종(영월)	12.39	6.09	0.91	19.39	43.64	60.05	103.69	9.59	107.02
양건2(정읍)	11.04	3.53	0.69	15.26	14.71	22.86	37.58	9.59	106.75
화건2(정읍)	11.60	5.03	0.71	17.35	28.24	34.22	62.45	8.27	103.64
영광4	12.86	6.23	0.61	19.71	44.09	56.34	100.44	9.29	105.49
거성	11.82	4.92	0.77	17.52	7.86	10.61	18.47	8.86	149.68
광복	12.38	6.17	0.24	18.80	24.24	20.02	44.26	8.79	88.51
금탑	14.05	8.52	-	22.57	3.68	5.40	9.08	9.35	134.10
동방	9.23	4.70	1.30	15.23	5.01	6.48	11.49	8.46	163.18
대왕	9.97	5.96	1.21	17.14	2.62	11.27	13.89	8.48	163.51
이천년	10.07	6.51	1.83	18.42	22.03	29.32	51.34	8.22	147.19
한마당	12.27	7.32	1.05	20.65	5.86	6.13	11.99	8.33	109.36
만냥	11.78	7.70	0.94	20.43	10.86	9.97	20.83	7.77	137.59
신바람	13.42	7.49	2.33	23.24	8.53	7.35	15.89	9.43	116.82

L1, a1, b1, : Hunter L, a, b, of powder red pepper

L2, a2, b2, : Hunter L, a, b, of dry red pepper

C = Hunter b1 / a1

E = SQRT(L^2 + a^2 + b^2) H = SQRT(a^2 + b^2):

Fru : fructose. Glu : glucose. Suc : sucrose.

TS : total sugar Cap : capsaicin.

DCap : dihydro-capsaicin. TC : total capsaicinoid

Mo : moisture of powder red pepper

별표 2. 건고추에 대한 품질기준(농산물 검사기준)

가. 적용대상 : 완숙된 붉은 마른 고추

나. 명　　표 : 재래종, 개량종

다. 규　　격

(1) 포장단위 무게 : 10kg, 18kg, 20kg (다만, 국내용은 20kg에 한한다.)

(2) 포　　장

(가) 자재 : 마대 또는 합성수지대로서 샐 우려가 없는 것. (다만, 국내용은 합성수　　지대에 한한다.)

(나) 방법 : 아가리를 2회 이상 접고 튼튼한 마사 및 합성수지의 실 또는 끈으로　　샐 우려가 없는 간격으로 봉제하거나 꿰매어야 한다.

(3) 품　　위

등급 \ 항목	최고한도					
	수분(%)	결점과 혼입율(%)		타명표과	탈락종자	이물
		중결점과	경결점과			
1등	15.0	0.0	10.0	3.0	1.0	1.0
2등	15.0	3.0	15.0	5.0	2.0	1.0

(정　　의)

1. 백분율(%) : 벼와 같다.

2. 수　　분 : 벼와 같다.

3. 결점과 : 1과마다 다음 표에 의하여 감정한다. 다만, 동일한 결점이 산재한 것은　　종합하여 판정하고 1과에 여러가지 결점이 있는 것은 가장 중한 결점에 따른다.

결점별 \ 기준	경결점과	중결점과
반점 및 변색	황백색 또는 녹색이 과면이 20% 이하이거나 과열로 인하여 검게 변한 것이 과면의 30% 이하인 것(꼭지부분 또는 끝부분이 약간 변색괴었거나 반점이 있는 것을 제외한다.	경결점과 기준보다 심한것
박 피	-	미숙으로 과피가 매우 얇고 주름이 심한 것
손 상	잘라진 것 또는 길이의 2분의 1 이상이 갈라진 것	-
충 해	과면의 20% 이하인 것	경결점 기준보다 심한것
오염과 및 기타	불량정도가 심하지 아니한 것 (경미한것은 제외)	불량정도가 심한 것

4. 타명표과 : 해당 명표외의 다른 명표와의 혼입율을 말한다.

5. 이 물 : 고추외의 것과 떨어진 꼭지를 말한다.

별표 3. 고춧가루 및 실고추에 대한 식품공전기준

14-11 고추가루 및 실고추

1) 정의

고추가루 및 실고추라 함은 가지과에 속하는 고추 또는 그 변종의 성숙한 열매를 건조한 후 실모양으로 절단한 것이거나 가루로 한 것을 말한다.

2) 원료의 구비요건

(1) 성숙된 것으로서 고유의 색택을 가지고 있어야 한다.

(2) 충분히 건조하여 변질되지 아니한 것이어야 한다.

3) 제조·가공기준

(1) 전처리과정을 거쳐서 흙, 모래 등과 같은 이물을 충분히 제거하여야 한다.

(2) 품질에 영향을 미치는 꼭지를 제거한 후 가공하여야 한다.

(3) 고추 이외에 다른 물질을 가하여서는 아니된다.

(4) 수분흡수로 인한 변질을 방지할 수 있도록 포장하여야 한다.

4) 주원료 성분배합기준

고추 100%

5) 성분규격

(1) 성상 : 고유의 색택을 가지고 이미·이취가 없어야 하며, 황백색 및 황갈색이어서는 아니된다.

(2) 수분(%) : 15.0이하

(3) 회분(%) : 8.0이하

(4) 산불용성회분(%) : 1.5이하

(5) 위화물 : 검출되어서는 아니된다.

(6) 타르색소 : 검출되어서는 아니된다.

6) 보존 및 유통기준

(1) 제품은 직사광선을 받지 아니하는 서늘한 곳에서 보관 유통하여야 한다.

7) 시험방법

(1) 수분

제7. 일반시험법 1. 일반성분시험법 1) 수분에 따라 시험한다.

(2) 회분

검체 2~4g을 정확히 달아 제7. 일반시험법 1. 일반성분시험법 2) 회분에 따라 시험한다.

(3) 산불용성회분

전항의 회분시험에서 얻은 회분에 10% 염산 25㎖를 가하여 5분간 끓이고 불용물을 정량여과지로 여과한 후 잔사를 열탕으로 씻고 건조한 다음 회화하여 얻은 회분을 산불용성회분으로 한다.

(4) 위화물

① 전분

검체 1g에 물 10㎖를 가하고 1~2분간 조용히 끓인 다음 식히고 이 상징액에 0.1N 요오드액 2~3방울을 가하여 잘 흔들어 섞을 때 현저히 청~청자색을 나타내면 전분이 있다. 또는 현미경으로 전분을 확인할 수 있다.

② 겨

검체 소량을 취하여 현미경으로 관찰할 때 특이한 형태의 황색섬유군과 석세포군이 있을 때는 겨로 위화한 것으로 의심할 수 있으므로 확인한다.

③ 탄산염

현미경으로 보면 백색의 덩어리가 있으며, 이에 10% 염산을 가할 때 발포하면서 녹으면 탄산염이 있는 것으로 추정된다.

(5) 타르색소

제7. 일반시험법 5. 착색료시험법에 따라 시험한다.

별표 4. 고춧가루에 대한 KS기준

한 국 산 업 규 격 KS

고 춧 가 루 H 2157 - 1993

Red Pepper, Ground

1. 적용 범위 이 규격은 성숙한 고추 열매를 말려 가루로 한 것에 대하여 규정한다.
   비 고 이 규격의 관련 규격은 다음과 같다.
   KS A 0201 활자의 기준 치수
   KS A 5101 표 준 체
   KS H 2156 고춧가루 시험 방법

2. 용어의 정의

2.1 굵은 고춧가루 김치 제조에 주로 사용되는 것으로서 KS A 5101의 표준체 850 μm 위에 55 % 이상 남는 것을 말한다.

2.2 보통 고춧가루 식품의 양념에 주로 사용되는 것으로서 KS A 5101의 표준체 850 μm를 60 % 이상 통과하고, KS A 5101의 표준체 425 μm 위에 60 % 이상 남는 것을 말한다.

2.3 고운 고춧가루 고추장 제조에 주로 사용되는 것으로서 KS A 5101의 표준체 425 μm를 95 % 이상 통과하는 것을 말한다.

2.4 씨 잔존량 고춧가루 제조시 과피와 분리되지 않고, 함께 분쇄되는 씨의 함량을 나타낸 것으로서 고춧가루 전체에 대한 씨의 무게비(%)를 말한다.

2.5 이 물 곤충, 곤충의 부서진 조각, 동물의 털, 곤충 및 쥐의 배설물, 곤충 알, 유충, 쇳가루, 토사, 모래, 유리 등 고추와 고추씨 이외의 것을 말한다.

2.6 위 화 물 전분, 겨, 탄산염을 말한다.

3. 종 류 고춧가루의 종류는 다음과 같이 구분한다.

3.1 굵은 고춧가루 매운맛, 순한맛

3.2 보통 고춧가루 매운맛, 순한맛

3.3 고운 고춧가루 매운맛, 순한맛

4. 품 질

4.1 고춧가루의 품질은 다음 표 1의 기준에 적합하여야 한다.

표 1 고춧가루의 품질기준

구분 \ 종류	굵은 고춧가루		보통 고춧가루		고운 고춧가루	
	매운맛	순한맛	매운맛	순한맛	매운맛	순한맛
성 상	고유의 색택으로 균일하고 이미, 이취가 없어야 한다.					
수 분(%)	13.0 이하					
회 분(%)	8.0 이하					
산불용성 회분(%)	1.5 이하					
캡사이신(mg%)	42.3 이상	42.3 미만	42.3 이상	42.3 미만	42.3 이상	42.3 미만
위 화 물	검출되어서는 안된다.					
착 색 료	검출되어서는 안된다.					
입 도	표준체 850 μm 위에 55 % 이상 남을 것.		표준체 850 μm 를 60 % 이상 통과하고, 425 μm 위에 60 % 이상 남을 것.		표준체 425 μm 를 95 % 이상 통과할 것.	
이 물	없어야 한다(사분은 0.03 % 이하).					

4.2 표 1 이외의 위생요구사항은 식품위생법에 따른다.

5. 시험 방법

5.1 수분, 회분, 산불용성 회분, 캡사이신, 위화물, 타르 색소, 입도, 이물시험은 KS H 2156 에 따른다.

6. 검 사 5. 에 따라 시험하여 4., 7. 및 8. 의 기준에 적합하여야 한다.

7. 포 장

7.1 포 장 재 내용물을 충분히 보호할 수 있는 포장재를 사용하여야 한다.

7.2 단위포장 내용량 포장에 표시된 내용량은 식품위생법에 적합하여야 한다.

8. 표 시

8.1 일괄 표시 사항 다음 사항을 아래 양식에 따라 용기 또는 포장의 보기 쉬운 곳에 일괄 표시하여야 한다.

(1) 영업 및 품목 허가 번호
(2) 품 명
(3) 규격번호
(4) 씨 잔존량
(5) 원 료 명
(6) 내 용 량
(7) 제조년 월 일
(8) 유통 기한
(9) 보존 방법
(10) 제 조 자

비 고 1. 표시에 사용하는 문자 및 테의 색은 배경의 색과 대조적이어야 한다.

2. 표시에 사용하는 문자는 KS A 0201에 규정하는 8포인트 활자 크기 이상의 통일된 활자로서 글씨체는 고딕체로 표시한다. 다만, 8포인트 이상 활자 크기로 표시하기 어려운 경우에는 허가관청의 사전 승인을 얻어, 활자의 크기 및 표시사항의 일부를 조정할 수 있다.

3. 원료명 표시 중 첨가물을 포함하는 경우에는 해당 첨가물에 관한 표시는 다른 원료명의 표시와 줄을 바꾸어 표시한다.

4. 영업 및 품목허가 번호와 규격번호에 대한 항목명 및 표시내용은 이 양식의 난에 표시하지 않고 다른 보기 쉬운 곳에 표시하여도 좋다.

8.2 표시 방법 일괄 표시 사항의 기재는 다음에 정한 방법에 따라 표시하여야 한다.

(1) 영업 및 품목 허가 번호 허가관청의 영업 및 품목 허가 번호를 표시하여야 한다.

(2) 품 명 품명의 표시는 표 2에 따라 기재한다.

표 2 품명 표시 방법

종 류 \ 표시방법		표 시 명
굵은 고춧가루	매운맛	굵은 고춧가루(매운맛)
	순한맛	굵은 고춧가루(순한맛)
보통 고춧가루	매운맛	보통 고춧가루(매운맛)
	순한맛	보통 고춧가루(순한맛)
고운 고춧가루	매운맛	고운 고춧가루(매운맛)
	순한맛	고운 고춧가루(순한맛)

(3) 규격 번호 규격번호는 KS H 2157로 기재한다.

(4) 씨 잔존량 잔존하는 씨함량을 % 단위로 기재한다.

(5) 원 료 명 사용한 원료는 다음의 구분 및 기재방법에 따라 그 제품에서 차지하는 비율이 큰 것부터 기재한다.

(5.1) 원 료 고추 등의 일반적인 명칭을 기재한다.

(5.2) 식품 첨가물 식품위생법에 따라 기재한다.

(6) 내 용 량 내용량은 g 또는 kg 단위로 기재한다.

(7) 제조년 월 일 다음의 보기에 따라 기재한다. 다만, 인쇄공정 상 항목명 바로 뒤에 표시하기 어려운 경우에는 일괄 표시란 밖에 표시하여도 좋다.

보 기 ○○년 ○○월 ○○일 또는

○○ ○○ ○○

(8) 유통 기한 제품의 품질수준이 KS 품질 수준 이상으로 유지될 수 있다고 제조자가 인정하는 기간을 기재한다. 다만, 인쇄공정 상 항목명 바로 뒤에 표시하기 어려운 경우에는 일괄 표시란 밖에 표시하여도 좋다.

(9) 보존 방법 개봉 전 또는 개봉 후의 보관상 유의점을 기재한다.

(10) 제 조 자 제조자 명 및 소재지를 기재한다.

8.3 표시 금지사항 다음에 기재하는 사항은 표시하지 않는다.

(1) 품평회 등에서 수상한 것처럼 오인시키는 용어

(2) 일괄 표시사항의 규정에 따라 표시된 내용과 모순되는 용어

(3) 기타 내용물을 오인시킬 우려가 있는 문자, 그림 및 표시

고춧가루 시험 방법 H 2156 - 1993

Testing methods for ground red pepper

1. 적용 범위 이 규격은 고춧가루 시험방법에 대하여 규정한다.

2. 시험 항목 수분, 회분, 산불용성 회분, 캅사이신, 타르 색소, 위화물, 입도, 이물

3. 시험 방법

3.1 수 분 미리 가열하여 항량으로 한 칭량병에 시료 3~5 g을 정확히 달아 105 ℃ 항온 건조기에 넣고 3~5 시간 건조 후, 데시케이터에 넣어 실온에서 방치 냉각시킨 다음 꺼내어 무게를 단다. 다시, 1~2 시간 건조하여 항량이 될 때까지 같은 조작을 반복하여 반복하여 다음과 같이 수분을 계산한다.

$$\text{수 분}(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

여기에서 W_0: 칭량병의 무게 (g)

W_1: 칭량병과 시료의 무게 (g)

W_2: 칭량병과 건조시료의 무게 (g)

3.2 회 분 시료 2~5 g을 정확히 달아 미리 전기로에서 항량을 구한 회화용기에 넣고 약한 불에서 탄화시킨 후, 전기로에 넣어 550℃ 전후에서 2~3 시간 회화시킨 것을 데시케이터에 넣고, 실온에서 방치하여 냉각한 후 무게를 단다. 항량이 될 때까지 이 조작을 반복하여 다음 식에 의해 회분량을 계산한다.

$$\text{회 분}(\%) = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

여기에서 W_0: 회화용기의 무게 (g)

W_1: 회화 후의 회화용기와 회분의 무게 (g)

S: 시료의 무게 (g)

3.3 산불용성 회분 3.2의 시험에서 얻은 회분에 10 % 염산 25 ml를 가하여 5분간 끓이고 불용물을 무회분 거름종이로 거른 후, 회화용기와 잔사를 염산이 검출되지 않을 때까지 더운물로 씻고 건조한 다음 회화하여 항량을 구하고, 다음 식에 의해 산불용성 회분을 계산한다.

$$\text{산불용성 회분}(\%) = \frac{W_2 - W_0}{S} \times 100$$

여기에서 W_0: 회화용기의 무게 (g)

W_2: 회화 후의 회화용기와 산불용성 회분의 무게 (g)

S: 시료의 무게 (g)

3.4 캅사이신 (capsaicin) 시료 5~10 g을 취하여 메틸알콜을 추출용매로 하여 진탕기에서 진탕시켜 캅사이신을 추출한다. 추출이 완료되면 감압 건고하고 헥산 50 ml에 녹여 분액깔때기로 옮긴 후, 80 % 메틸알콜을 50 ml씩 2~3회 가하여 메틸알콜층을 회수한다. 회수된 메틸알콜층은 다른 분액깔때기로 옮기고 포화 식염수 150 ml를 가한 후, 디클로로메탄을 50 ml씩 2~3회 가하여 진탕 분리 후, 디클로로메탄층을 회수한다. 회수된 디클로로메탄층에 무수 황산나트륨을 가하고 거른 후, 약 2 ml로 감압 건고시킨 다음, 가스 크로마토그래프에 주입하여 표 1과 같은 분석조건 하에 캅사이신 함량을 측정한다.

표 1 가스 크로마토그래프 분석 조건

사용 칼럼	BP－1 Capillary column
칼럼 오븐 온도	280℃(1분)－2.5℃/분－300℃(2분)
운반기체(Carrier gas)	질 소
주 입 량	0.5 μl
보충기체(make－up gas)	질 소
검 출 기	FID
주입기 온도	320℃
검출기 온도	350℃

3.5 착 색 료

3.5.1 타르 색소 거름종이 크로마토그래피법에 의해 다음과 같이 시험한다.

(1) 시약의 조제

(a) 탈지 양모 다음 2가지 방법 중 어느 하나로 조제한다.

(i) 제1법 백색양모 100 g을 강암모니아수 1～4 ml를 적당히 물에 희석한 용액 중에 담그고 가끔 저으면서 45℃에서 20～60분간 방치한 다음 건져 내어 가볍게 짜고, 다음에 희석한 암모니아수에 잠시 방치하였다가 건져 내어 처음에는 온수, 다음에는 냉수로 씻고 가볍게 짜서 바람에 말린다.

(ii) 제2법 속슬렛 추출기에서 석유에테르로 백색 양모를 충분히 탈지한 다음, 에테르를 실온에서 증발시켜 물로 충분히 씻고 가볍게 짜서 바람에 말린다.

(2) 시험용액의 조제

(a) 추 출 시료에 80 % 에틸알콜을 약 5배가량 가하여 가끔 흔들어 섞으면서 24시간 방치하고 상층액을 취하여 물중탕에서 $\frac{1}{5}$로 농축하고 약 $\frac{1}{4}$ 용량의 25 % 염화나트륨 용액과 약간 과량의 10 % 암모니아수를 가하여 분액깔때기에 옮겨, 같은 양의 석유에테르로 몇번 탈지한 다음, 아래층의 알칼리액을 6 % 아세트산으로 중화하여 색소 추출액으로 한다.

(b) 정 제 색소 추출액 5 ml에 1% 아세트산 1ml를 가하고 탈지 양모 0.1 g을 넣고 잘 흔들어 섞어 물중탕에서 30분간 가온한 다음 양모를 건져 내어 물로 잘 씻는다. 염색 양모를 1 % 암모니아 용액 5ml에 넣고 가온하여 양모를 건져내고 아세트산으로 중화한 다음, 약 1% 농도로 조제하여 시험용액으로 한다.

(3) 조 작 크로마토그래피용 거름종이 끝에서 4 cm인 곳에 연필로 줄을 긋고, 그 위에 시험용액과 색소 표준용액을 각각 2 cm의 간격으로 미량 피펫 또는 모세관으로 지름 약 0.5 cm의 원이 되게 찍고 말린다. 이 거름종이를 규정의 전개 용매를 넣어 용기에 거름종이가 기벽에 닿지 않도록 하여 수직으로 매달고, 아래끝 약 1 cm를 전개 용매 중에 담가 뚜껑을 닫고 방치한다. 용매가 반점에서 13～25 cm 높이까지 상승하였을 때 거름종이를 건져 내어 말린 다음, 시험 용액과 색소 표준용액으로부터 전개된 반점의 위치와 색을 처음에는 자연광, 다음에는 자외선 약 365 nm에서 비교 관찰한다.

전개 용매

① 아세톤, 이소아밀알콜, 물(6 : 5 : 5)

② *n*－부틸알콜, 무수에틸알콜, 1 % 암모니아수(6 : 2 : 3)

③ 25 % 에틸알콜, 5 % 암모니아수(1 : 1)

3.5.2 유용성 색소 황산 반응 시험법으로 다음과 같이 시험한다.

(1) 시료 용액의 조제 시료 약 5 g을 마개달린 플라스크(200 ml)에 취하여 약 20 ml의 석유에테르를 가하고 30초간 흔들어 색소를 추출하여 석유에테르층을 시험 용액으로 한다.

(2) **조 작** 시료 용액 2 ml를 증발접시에 취하여 증발 건조한 후, 황산 2~3방울을 가할 때 청자색이 발색되면 유용성 색소의 존재를 확인할 수 있다.

3.6 **위 화 물**

3.6.1 **전 분** 시료 1 g에 물 10 ml를 가하고 1~2분간 끓인 다음 냉각하여 이 상층액에 0.1 N 요드액 2~3방울을 가하여 잘 흔들어 섞을 때 청자색을 나타내면 전분의 존재가 확인된다.

3.6.2 **겨** 시료 소량을 취하여 현미경으로 관찰할 때 특이한 형태의 황색 섬유군과 석세포군이 있을 때는 겨로 위화한 것으로 의심할 수 있다.

3.6.3 **탄 산 염** 시료 소량을 취하여 현미경으로 볼 때 백색의 덩어리가 있으며, 10 % 염산을 가할 때 발포하면서 녹으면 탄산염이 있는 것으로 추정된다.

3.7 **입도 시험** 시료 100 g을 규정된 크기의 체에 넣고(이 때 뚜껑과 받침을 끼운다) 체를 30° 각도로 기울인 다음, 왼손으로 체를 잡고 높은 쪽을 오른편으로 하여 체를 수평으로 움직이면서 분당 150회의 속도로 짧게 오른손을 치면서 체질한다. 매 25회를 친 후 체를 같은 방향으로 $\frac{1}{6}$ 쯤 회전시켜 가면서 체질을 계속하여 완료 후 체 통과량을 달아 비율(%)을 계산한다. 이 조작은 체 진탕기(sieve shaker)로 대신할 수 있다.

3.8 **이 물**

3.8.1 **가벼운 이물** 시료 약 50 g을 비커에 넣고 물 300 ml를 가하여 잘 저어 균일하게 한 다음, 염산 12 ml를 가하고 약 5분간 끓인 다음 식혀서 이를 와일드만 플라스크에 옮기고 물 400 ml를 가한다. 다음에 가솔린 25 ml를 가하고 플라스크를 약 45° 기울여 교반봉으로 잘 저어주고 약 30분간 방치하여 물층과 가솔린층이 분리가 되면, 물층이 플라스크의 가장 가는 부분까지 오게 한다. 고무마개를 가만히 끌어올려 플라스크의 목에 밀착시킨 다음 고무마개 윗부분의 가솔린층을 다른 비커에 옮기고 거름종이로 걸러 이 거름종이를 글리세린 시액(글리세린 : 알콜=1 : 1) 2 ml 정도에 적셔 현미경으로 검사한다(배율 20~80배).

3.8.2 **무거운 이물 (주로 사분)** 3.8.1에서 와일드만 플라스크에 남은 상층액을 버리고, 바닥에 남은 침전물을 분액깔때기에 옮겨 사염화탄소를 가하여 잘 흔들고 30분간 방치한 다음, 잔사를 무회분 거름종이로 흡인하여 걸러 거름종이 위의 이물을 현미경으로 검사한다. 모래, 토사 등 사분이 많을 때는 거름종이를 무게를 알고 있는 회화용기에 넣어 550°C 전후의 회화로에서 회화시킨 후, 항량이 되었을 때 다음과 같이 사분을 계산한다.

$$\text{사 분 (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

여기에서 W_0 : 회화용기의 무게 (g)

W_1 : 회화 후 회화용기와 회분의 무게 (g)

S : 시료의 무게 (g)

제 정 자 : 공업진흥청장 제 정 : 1988년 3월 5일

개 정 : 1993년 9월 21일 공업진흥청 고시 제 93-427호

원안 작성 협력자 : 한국산업표준심의회 식료품부회

심의 부회 : 한국산업표준심의회 식료품부회 (회장 유 태 종)

이 규격에 대한 의견 또는 질문은 공업진흥청 표준국 화섬표준과(503-7930)로 연락하여 주십시오. 또한, 한국산업규격은 산업표준화법 제7조의 규정에 따라 5년마다 한국산업표준심의회에서 심의되어 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

한국표준협회 발행

서울특별시 영등포구 여의도동 13-31 ☎ 369-8114, 369-8235~6

별표 5. 고춧가루의 품질특성분석을 위한 ASTA Analytical Method

Method 1.0

Preparation of Samples

Purpose: To prepare homogeneous samples for laboratory analysis.

A. Apparatus:

1. Mixer capable of mixing gross spice samples. A double cone blender such as the McClelland mixer is recommended.
2. Mill capable of grinding sample to particle size specified in Part B.

B. Procedure:

1. Blend all samples from a given lot in a mixer and remove 100g-200g aliquot unless otherwise specified in the method.
2. Grind aliquot to pass through a U.S. No. 20 sieve. Because of wide variations in composition within a spice, it is important that at least 99% of the aliquot pass through a U.S. 20 mesh screen or one with an equivalent mesh opening.
3. Mix ground sample thoroughly and store in a tightly sealed container in a refrigerator until analysis is performed.
4. At the time of analysis, mix the samples in the containers by rotating them before removing the aliquot for analysis. This is necessary to avoid stratification.
5. Allow the samples to reach ambient temperature.
6. It is important that each type of mill be used in such a fashion as to prevent undue heating during the grinding of samples in order to preserve the integrity of the sample.
7. Milling spices such as mace, nutmeg, and celery seed can be expedited by the addition of liquid carbon dioxide to the spice in the mill using a cylinder equipped with a dip tube, thus freezing the spice.

Notes:

1. Cassia, tumeric and ginger samples must be cracked before blending.

Moisture
(Distillation Method)

Purpose: To determine the moisture in all spices by co-distillation with toluene with the exception of capsicums and dehydrated vegetables (3).

A. Apparatus:

1. Glass distillation apparatus with ground glass joints constructed and assembled as shown in diagram.
   a. 500 ml. or 1000 ml., round-bottom, shortneck flask with a T.S. 24/40 joint.
   b. West condenser with drip tip, 400 mm. in length with a T.S. 24/40 joint.
   c. Bidwell-Sterling trap, T.S. 24/40 joint. 5 ml. capacity graduated in 0.1 ml. intervals.
2. Heat source capable of refluxing toluene in the apparatus above. An electric heating mantle with a variable power control and a magnetic Teflon covered stirrer is recommended.
3. Nylon bristle burette brush ½ inch in diameter or a wire loop. It should be long enough to extend through the condenser (ca. 450 mm.)

B. Reagent:

1. Toluene, A.C.S. grade.

C. Preparation of Sample:

1. Use Method 1.0.

D. Procedure:

1. Weight aliquot of sample to nearest 0.01 g. sufficient to yield 2 to 5 ml. of water (ca. 40 g.).
2. Transfer sample quantitatively to distilling flask and add sufficient toluene to cover the sample completely (not less than 75 ml.).
3. Assemble the apparatus as shown and fill the trap with toluene by pouring it through the condenser until it just fills the trap and begins to flow into the flask. Insert a loose non-absorbing cotton plug into the top of the condenser to prevent condensation of atmospheric moisture in the condenser.
4. Bring to boil and reflux at about 2 drops per second until most of the water has been collected in the trap, then increase the reflux rate to ca. 4 drops per second.
5. Continue refluxing until two consecutive readings 15 min. apart show no change. Dislodge any water held up in the condenser with a brush or wire loop. Rinse the condenser carefully with ca. 5 ml. toluene.

Moisture (Distillation Method) — Method 2.0

6. Continue refluxing for 3 to 5 min., remove the heat and cool the trap to 20 °C in a suitable water bath.

E. Calculation:

1. Moisture, $\% = \frac{\text{Vol. of water (ml.)}}{\text{Wt. of sample (g.)}} \times 100$

Notes:

1. The apparatus, including the condenser, should be cleaned with potassium dichromate-sulfuric acid cleaning solution, rinse with water followed by a rinse with 0.05N potassium hydroxide solution. Rinse with alcohol and drain for 10 min. This procedure will minimize the adherence of water droplets to the surfaces of the condenser and the Bidwell-Sterling trap.

2. A correction blank for toluene must be conducted periodically by adding 1.00 ml. of distilled water to 100 ml. of toluene in the distillation flask and run the method as described under procedure D1 through D6.

3. Use hexane instead of toluene for substances such as red peppers, paprika, chili powders, and dehydrated vegetables which contain larger amounts of sugars and other materials which may decompose at 100 °C to form water. Method 2.1 (vacuum oven) is the *preferred* method for these products because collaborative studies have shown it to have a significantly lower coefficient of variation between labs.

Moisture (Distillation Method) — Method 2.0

6. Continue refluxing for 3 to 5 min., remove the heat and cool the trap to 20 °C in a suitable water bath.

E. Calculation:

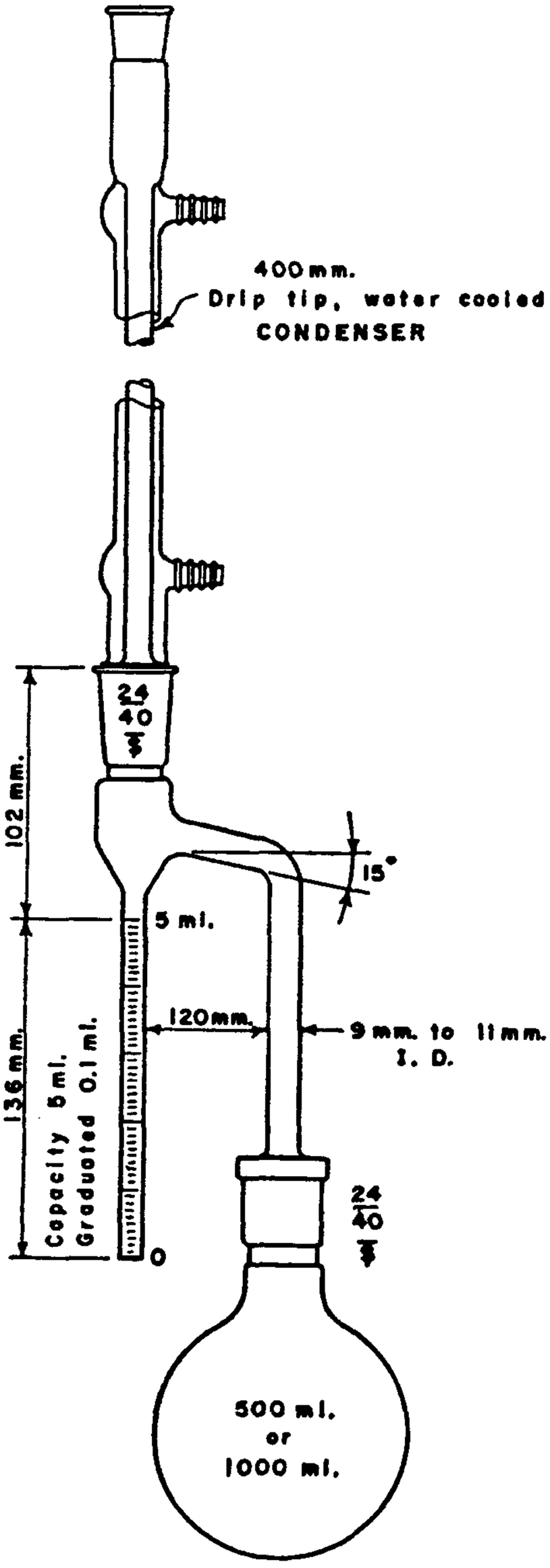
1. Moisture, $\% = \frac{\text{Vol. of water (ml.)}}{\text{Wt. of sample (g.)}} \times 100$

Notes:

1. The apparatus, including the condenser, should be cleaned with potassium dichromate-sulfuric acid cleaning solution, rinse with water followed by a rinse with 0.05N potassium hydroxide solution. Rinse with alcohol and drain for 10 min. This procedure will minimize the adherence of water droplets to the surfaces of the condenser and the Bidwell-Sterling trap.

2. A correction blank for toluene must be conducted periodically by adding 1.00 ml. of distilled water to 100 ml. of toluene in the distillation flask and run the method as described under procedure D1 through D6.

3. Use hexane instead of toluene for substances such as red peppers, paprika, chili powders, and dehydrated vegetables which contain larger amounts of sugars and other materials which may decompose at 100 °C to form water. Method 2.1 (vacuum oven) is the *preferred* method for these products because collaborative studies have shown it to have a significantly lower coefficient of variation between labs.



MOISTURE DISTILLATION APPARATUS

Method 2.1

Moisture
(Vacuum Oven Method)

Purpose: To determine moisture in capsicums, chili powders, dehydrated vegetables, and dehydrated onion and garlic by vacuum oven drying.

A. Apparatus:

1. Aluminum weighing dishes (3 inches in diameter and ¾ inch in depth) with tight fitting covers.
2. Analytical balance, sensitive to 1.0 mg.
3. Desiccator.
4. Vacuum oven with attachments for gas washing bottles suitable for drying air that is allowed to enter oven and equipped with a suitable manometer for verifying oven pressure.

B. Reagents:

1. Appropriate desiccant such as Drierite for desiccator.
2. Effective liquid desiccant such as conc. sulfuric acid for gas washing bottle.

C. Preparation of Sample:

1. **Ground samples should be used as received. Use method 1.0 for unground samples.**

D. Procedure:

1. Weigh 2.000g. to 5.000g. of well mixed sample into tared aluminum dish and immediately cover. The amount of sample taken should just be sufficient to cover the bottom of the dish but should not be less than 2.00g.
2. Place the dish and the cover into the oven separately and dry for 6 hr. at 70 °C under a pressure of not more than 100 mm. of mercury (3.9 in. of Hg). During drying, admit dry air (about 2 bubbles per second) into the oven through the gas washing bottle.
3. Remove the dishes and their matched covers from the oven and cover the dishes immediately, and immediately transfer them to the desiccator and cool. Weigh to the nearest 1.0 mg.

E. Calculation:

$$\% \text{ Moisture} = \frac{(\text{Initial wt.} - \text{Final wt.})}{\text{Initial wt.}} \times 100$$

Notes:

1. Do not place samples of high moisture with those of low moisture in the oven at the same time. This may cause incomplete drying of samples and an erroneous moisture value may result.
2. Do not stack dishes in oven as this may impair distribution of heat and the flow of air around the dishes.

Method 10.0

Sieve Analysis

Purpose: To determine the particle size distribution of prepared samples.

A. Apparatus:

1. Shaking device, Ro-Tap or equivalent.
2. Sieves, U.S. Standard or equivalent, eight inches in diameter, with cover and bottom pan (clean and free of oil and other contamination). (1)
3. Faucet washers, ¼ L (19/32 inches) rubber.
4. Balance, top loader, accuracy ±0.1 g.
5. Syloid #244, W. R. Grace & Co., Inc. sieved through U.S. No. 100 sieve.
6. Jar, 8 oz. screwcap.

B. Procedure:

1. Obtain the tare weight of each sieve, containing three fauct washers (see note 3) and nest the sieves in order of decreasing fineness; attach the cover and tared bottom pan.
2. Weigh 50.0 g. sample into tared 8 oz. screwcap jar.
3. Weigh 1.0 g. of Syloid 244, or equivalent, and add it to the contents of the jar. (2), (4)
4. Cap the jar tightly and mix by inversion until a uniform or homogeneous mixture results.
5. Transfer the mixture quantitatively to the top sieve.
6. Mount the next sieves in the Ro-Tap and shake two minutes plus an additional two minutes for each sieve (do not include the pan).
7. Reweigh each sieve with washers and the pan then subtract the tare weight to obtain the fraction retained.

C. Calculation:

$$\frac{\text{Grams Retained/Screen} \times 100}{\Sigma \text{g. Retained on Screens}} = \%\ \text{Retained on Each Sieve}$$

Report the amount (%) retained on each sieve and the pan.

Notes:

1. Acetone is recommended for cleaning screens.
2. 1.0 g. Additional Syloid may be added for spice powders containing larger amounts of oil, such as mustard flour, nutmeg and mace.
3. For leafy items, use washers only on the underside of U.S. 40 mesh or finer to prevent breakage of leaf.
4. Syloid not necessary for product coarser than U.S. 20 mesh.

Equivalent Sieve Sizes

Tyler Standard Mesh	U.S. Standard Sieve	Standard Silk
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	
9	10	
10	12	
12	14	
		0000
14	16	
16	18	
		000
20	20	
24	25	
		00
28	30	
		0
32	35	
35	40	
		1
42	45	
		2
		3
		4
48	50	
		5
60	60	
		6
65	70	
		7
		8
80	80	
		9
100	100	10

Method 20.1

Extractable Color in Capsicums and Their Oleoresins

Purpose: To determine the extractable color in capsicums and their oleoresins by measuring the absorbance of an acetone extract at 460 nm.

A. Apparatus:

1. Spectrophotometer—capable of accurately measuring A. at 460 nm.
2. Absorption cells—1 cm. square matched cells with stoppers.
3. Standard glass filter—(Standard reference material 2030 or 930D [30%T] from the National Bureau of Standards).
4. Volumetric flasks—100 ml. with ground glass stoppers.
5. Pipettes—transfer-type.

B. Reagent:

1. Acetone—reagent grade.

C. Procedure for Capsicums:

1. Unground capsicums must be ground to pass 1 mm opening sieve.
2. Accurately weigh 70 to 100 mg. of sample and transfer to a 100 ml. Vol. flask.
3. Fill to mark with acetone and stopper tightly.
4. Shake the flask and let stand 16 hr. at room temp. in the dark.
5. Shake the flask and allow 2 min. for the particles to settle.
6. Transfer a portion of the ext. to the spectrophotometer cell and measure the A. at 460 nm with an acetone blank.
7. Determine A. of glass filter at 465 nm.

D. Calculations for Capsicums:

1. Instrument correction factor $= I_f$

$$I_f = \frac{\text{NBS A. at 465 nm}}{\text{Lab A. at 465 nm}}$$

2. Extractable Color

$$\text{ASTA Color} = \frac{\text{A. of Acetone ext.} \times 16.4 \times I_f}{\text{Sample weight in gm.}}$$

E. Procedure for Oleoresins:

1. Mix sample well by shaking.
2. Accurately weigh 70 to 100 mg. of sample and transfer it to a 100 ml. Vol. flask.
3. Fill to mark with acetone, stopper it tightly and shake well.

Extractable Color in Capsicums and Their Oleoresins — Method 20.1

4. Allow the solution to stand for 2 min.
5. With a 10 ml. pipette, transfer 10.00 ml. of the solution into another 100 ml. Vol. flask, and dil. to mark with acetone, stopper tightly and shake well.
6. Transfer a portion of the solution to the spectrophotometer cell and measure the A. at 460 nm with an acetone blank.
7. Determine the A. of the standard glass filter at 465 nm.

F. Calculations for Oleoresins:

1. Instrument correction factor $= I_f = \frac{\text{NBS A. for glass filter at 465 nm}}{\text{A. of glass filter at 465 nm}}$

2. Extractable Color

$$\text{ASTA Color} = \frac{\text{A. of Acetone solution} \times 164 \times I_f}{\text{Sample weight in gm.}}$$

Notes:

1. The A. of the glass filter need only be determined once per day.
2. The recommended range of A. values is A = 0.30 and A = 0.70. Extracts having A. greater than 0.70 should be diluted with acetone to one-half the original concentration. Extracts having A. less than 0.30 should be discarded and the extraction performed with a larger sample.

Method 21.0

Pungency of Capsicums and Their Oleoresins
(Scoville Heat Test)

Purpose: To determine pungency in capsicum spices and oleoresins.

A. Apparatus:

1. Erlenmeyer flask, narrow neck, 125 ml. with ground glass stopper.
2. Pipette, serological, 1 ml. capacity, 0.01 ml. graduations.
3. Pipettes, volumetric transfer 2 ml. and 5 ml. capacity.
4. Volumetric flasks, stoppered, 50 ml. capacity, 100 ml. capacity.
5. Funnel, analytical 58°, short stem.
6. Filter paper, Whatman No. 1, 12.5 cm.
7. Paper cups.

B. Reagents:

1. Ethyl alcohol, 95%
2. Sucrose solution, 5% sucrose in tap water (w/v) i.e. 50 g. made up to a liter.

C. Preparation of Samples:

1. Ground capsicums and oleoresins should be used as is. Prepare unground capsicums as directed in Method 1.0. Oleoresins should be mixed thoroughly before taking sample.

D. Procedure:

1. Make an alcoholic extract of the sample according to Schedule A based on anticipated pungency. Ground capsicum should be extracted for a minimum of 16 hours. Shake occasionally. An oleoresin sample can be dissolved and used immediately.
2. Decant or filter to get a clear extract.
3. For the material to be tasted, dilute the quantity indicated in Schedule B to 50 ml. with 5% sucrose solution using pipettes and volumetric flask. In any given test start with an amount of alcoholic extract considered to be too small so that negative response will be obtained and increase the amount using Schedule B until three out of five tasters report positive results. Record individual response to each dilution. For selection of panelists see Note 1.
4. Before the first tasting and between each tasting have the individuals sip or rinse their mouth with water at 90°-100°F.
5. For tasting, 5 ± 0.1 ml. aliquots of the solutions prepared as indicated in step 3 are to be swallowed one at a time from small cups. The judgment as to whether or not heat is present is to be made between 20 and 30 seconds after swallowing. The minimum interval between tasting the solutions should be 5 minutes. (See Note 2).

Pungency of Capsicums and Their Oleoresins (Scoville Heat Test)

Method 21.0

6. Tasters are to continue through the sequences of solutions until each reports a definite burn sensation. (See Note 3). Report the heat units for the first solution for which three out of the five panelists report positive using values found in Schedule B.

Notes:

A panel of five reliable tasters is required.

1. Potential panelists should be given several trials at tasting a series of solutions which is known to contain the threshold heat response. A capsicum sample analyzed previously is suitable. The panelists' results for several days can be compared for agreement and with results of experienced individuals. It is important for potential panelists to learn their own threshold sensation to capsicum heat. For example, where the sensation occurs in their mouth. This experience may build sufficient confidence in individuals for them to judge their own performance. Some individuals may not qualify because of extremely poor repeatability. Others may not be capable of utilizing their taste sensation. Finally the threshold level of capsicum is not necessarily the same for each person. Results of this procedure can be biased if panelists are chosen for high or low sensitivity. A panel of five is not expected to indicate a threshold reaction on the same dilution. In fact, the pattern of positive response may include a range of dilutions.

   Experienced panelists who have respiratory infections, a recent exposure to highly seasoned foods or medications may be incapable of a reliable response. For this reason it is helpful to maintain experienced alternates.

2. An experienced panel may be capable of good performance without waiting 5 minutes between solutions. But allow 1.5 hours between panel sessions.

3. A great deal of time will be wasted if the panel is given solutions which are far too dilute. Therefore, knowledge of approximate Scoville value is a great aid in presenting the least number of solutions. In addition, the individual preparing the extract and solutions can perform preliminary tasting. Although, this will eliminate them from immediate participation as one of the five member panel.

Method 21.0

Schedule A

Make an extract according to anticipated pungency. Schedule B indicates range in Scoville units for each of the alcohol extracts indicated below.

A[1] 10.0 g. +50 ml. Ethanol	A 0.500 g. +50 ml. Ethanol
B[1] 5.00 g. +50 ml. Ethanol	B 0.250 g. +50 ml. Ethanol
C[1] 2.00 g. +50 ml. Ethanol	C 0.100 g. +50 ml. Ethanol
D[1] 1.00 g. +50 ml. Ethanol	D 0.050 g. +50 ml. Ethanol
	E 5.0 ml. of D made to 50 ml.
	F 5.0 ml. of D made to 100 ml.

Schedule B — Method 21.0

Place the indicated volume of alcoholic extract in a 50 ml. volumetric flask and dilute to mark with sugar solution.

Units	A[1] ml.	B[1] ml.	C[1] ml.	D[1] ml.
7,000				0.36
6,500				0.38
6,000				0.42
5,500				0.45
5,000				0.50
4,500				0.55
4,000				0.63
3,800				0.66
3,600				0.69
3,400				0.74
3,200				0.78
3,000			0.42	0.83
2,900			0.43	0.86
2,800			0.45	0.89
2,700			0.46	
2,600			0.48	
2,500			0.50	
2,400			0.52	
2,300			0.54	
2,200			0.57	
2,100			0.60	
2,000			0.63	
1,900			0.66	
1,800			0.69	
1,700			0.74	
1,600			0.78	
1,500			0.83	
1,400			0.89	
1,300			0.96	
1,200		0.42	1.04	
1,100		0.46	1.14	
1,000		0.50	1.25	
950		0.53		
900		0.56		
850		0.59		
800		0.63		
750		0.67		
700		0.72		
650	0.38	0.77		
600	0.42	0.83		
550	0.46	0.91		
500	0.50	1.00		
450	0.56			
400	0.63			
350	0.72			
300	0.83			
250	1.00			
200	1.25			
150	1.67			
100	2.50			

(continued)

Schedule B *(continued)*

M Units	A ml.	B ml.	C ml.	D ml.
100			0.25	0.50
95			0.26	0.53
90			0.28	0.56
85			0.29	0.59
80			0.31	0.63
75			0.33	0.67
70			0.35	0.72
65			0.38	0.77
60			0.42	0.83
55			0.45	0.91
50			0.50	1.00
45			0.55	
40			0.63	
37			0.68	
34			0.74	
31			0.80	
28			0.89	
26		0.38	0.96	
25		0.40	1.00	
24		0.42		
22		0.46		
20		0.50		
18		0.56		
16		0.63		
14		0.72		
12		0.83		
10	0.50	1.00		
9.5	0.53	1.11		
9.0	0.56	1.25		
8.5	0.59			
8.0	0.63			
7.5	0.67			
7.0	0.72			
6.5	0.77			
6.0	0.83			
5.5	0.91			

(continued)

Schedule B *(continued)*

M Units	D ml.	E ml.	F ml.
1,500			0.67
1,400			0.72
1,300			0.77
1,200			0.83
1,100			0.91
1,000		0.50	1.00
950		0.53	1.06
900		0.56	1.11
850		0.59	1.18
800		0.63	1.25
750		0.67	1.33
700		0.72	1.43
650		0.77	
600		0.83	
550		0.91	
500		1.00	
450		1.11	
400		1.25	
350		1.43	
300		1.67	
250		2.00	
200	0.25	2.50	
175	0.29		
150	0.33		
125	0.40		
100	0.50		
95	0.53		
90	0.56		

Method 21.1

Pungency of Capsicums and Their Oleoresins
(HPLC Method)

Purpose: To determine pungency levels in capsicums and their oleoresins.

A. Apparatus:

1. High pressure liquid chromatograph, pump flow rate (0.6 to 1.8 ml/min).
2. Detector
   a. UV at 280 nm, flow cell path (1 × 10 mm), greater than 700 ppm capsaicin.
   b. Fluorescence at 288 excitation, 320 emission, flow cell path of 10 × 1 micron, less than 700 ppm capsaicin.
3. Column: C18, 10 micron spherical, 4.6 mm × 250 mm.
4. Rheodyne syringe loading sample injector with 20 microliter loop.
5. 100 ml volumetric flask.

B. Reagents:

1. Acetonitrile, HPLC grade.
2. Dioxane, HPLC grade.
3. HPLC grade water.
4. HPLC grade methanol.
5. 2% perchloric acid.
6. 95% ethanol, saturated with sodium acetate.
7. HPLC grade sodium acetate.
8. Capsaicin (Wilshire Chemical—213-321-5875 or K and K Labs, ICN—516-433-6262 or other comparable quality.

C. Procedure:

1. Weigh sample into 100 ml. volumetric flask:
   a) 10.00 g for pungencies from 0 to 1000 ASTA Heat Units
   b) 1.00 g for pungencies from 1,000 to 10,000 ASTA Heat Units
   c) 0.10 g for pungencies greater than 10,000 ASTA Heat Units
2. Bring to 100 ml. with 95% ethanol saturated with sodium acetate.
3. Cap and place on hot plate at 60 °C or water bath for three hours, swirling occasionally.
4. Swirl and allow solids to settle.
5. Fill sample loop and elute with a mix* of: 48.4% methanol, 30.2% HPLC grade water, 13.3% dioxane, 7.9% acetonitrile, 0.2% of 2% perchloric acid.

Pungency of Capsicums and Their Oleoresins (HPLC Method)

Method 21.1

6. The first peak is the pigment peak, the second peak is capsaicin, the third peak is capsaicinoid.
7. Prepare capsaicin standards at 0.01, 0.10, 1.0 mg./ml. (label 10, 100 and 1,000 ppm capsaicin) in 95% ethanol, saturated with sodium acetate.

*For low pungency capsicums (less than 700 ppm capsaicin):

1. Prepare solvent mixture *A* (5.4% acetonitrile, 3.6% dioxane, 0.7% perchloric acid, 90.3% water) and *B* (9.0% acetonitrile, 18.0% dioxane, 73.0% methanol).
2. Program gradient separation: At 0 min. (0% solvent *B*); at 2.5 min. (increase *B* from 0 to 60% in 5 min.); 7.5 to 12.5 min. (isocratic at 60%); 12.5 min. (60% to 100% B).

Calculation:

1. Total capsaicin area = Area peak 2 + .82 Area peak 3.
2. $$\text{Capsaicin (ppm)} = \frac{\text{Total capsaicin area of sample} \times \text{ppm standard} \times 100}{\text{Total capsaicin area of standard} \times \text{g. sample}}$$
3. ASTA Pungency = ppm capsaicin
4. Pungency (Scoville) = ppm capsaicin × 15
   (assume Capsaicin standard at 15,000,000 Scoville)

Conversion Chart: ppm capsaicin to Scoville

ASTA PUNGENCY Capsaicin, ppm	Scoville, units
10	150
100	1,500
1,000	15,000
2,000	30,000
3,000	45,000
4,000	60,000
5,000	75,000
6,000	90,000
30,000	450,000
60,000	900,000
1,000,000	15,000,000

ppm capsaicin × 15 = Scoville units (assumes capsaicin = 15,000,000 Scoville)

Method 22.2

Microanalytical Analysis of Ground Capsicums
(Excluding Paprika)

Purpose: To isolate extraneous material of insect, rodent, other animal and bird origin from ground capsicums, excluding paprika, for microscopic detection and enumeration.

A. Apparatus and Equipment:

1. Stereoscopic binocular microscope—wide field with following minimum specifications: 3 parfocal objectives—IX, 3X and 6X or 7.5X; paired 10X wide field oculars, mounted on a base capable of illumination by reflected light. Ordinarily 30X magnification is used for routine examination of filter papers. Confirmation of suspect material at higher magnification may be required.
2. Microscope illuminator—preferably with a transformer or rheostat to vary light intensity, a focusing adjustment to give uniformly lighted field of view, and blue-white color from a cool low-voltage source.
3. Wildman trap flask—consists of a 2 L Erlenmeyer flask into which is inserted a close-fitting rubber stopper supported on a stiff metal rod, 3/16″ diam., and about 4″ longer than height of flask. Rod is threaded at lower end and furnished with nuts and washers to hold it in place on the stopper. Countersink lower nut and washer in the rubber stopper to prevent striking flask.
4. Filter paper: a) 24 cm. rapid flow (Whatman 2V, S & S 588, Reeve Angel 802 folded circles, or equivalent).
   b) high wet strength, rapid-acting, ruled with waterproof lines, 5 mm. apart (S&S #8 is satisfactory).
5. Hirsch funnel—to accomodate filter paper during filtration.
6. Suction flask and filtration funnel to provide suction by means of a H_2O aspirator or electric vacuum pump.
7. U.S. Standard No. 230 sieve, 8″ diam. with weave of "plain-not twill-type."
8. Magnetic stirrer with magnetic Teflon covered bars about 47 mm. x 9 mm (egg-shaped, round or octagonal).
9. Beakers, funnels, etc. Do not use polyethylene because insect fragments and rodent hairs may adhere to it.
10. Hot plate: adjust to bring 400 ml. of isopropanol in a 1000 ml. beaker to boil in 5 minutes.

B. Reagents:

1. 99% isopropanol
2. 95% and 60% ethanol in water.
3. Tween 80-ethanol-tetrasodium EDTA Premix: pour 420 ml. 60% ethanol in 1 L graduate. Add 80 ml. Tween 80 to 250 ml. glass stoppered graduate. Invert 250 ml. graduate over 3 L beaker and drain briefly. Rinse 250 ml. graduate with several portions of the 420 ml. 60%

Microanalytical Analysis of Ground Capsicums Excluding Paprika — Method 22.2

ethanol, pouring each into beaker. Add rest of 60% ethanol to beaker and start mag. stirring. Add 10 g. Tetrasodium EDTA to beaker while stirring rapidly. Add 500 ml. 60% ethanol and stir until uniform. Store in non-metal containers. Mixed reagent is stable several weeks.

4. Mineral Oil—Paraffin oil, white, light, 125/135, saybolt viscosity (38°), specific gravity 0.84-0.86 (24°). Fisher Scientific Co. No. 0-119 or equivalent.
5. Heptane—commercial heptane containing less than 8% toluene.
6. Flotation liquid—mineral oil and heptane (85+15)

C. Procedure:

1. Weigh 25.0 g. of capsicum (ground to pass U.S. No. 18 sieve) and place in a filter paper cup formed by fitting a 24 cm. filter paper around a 400 ml. beaker. Place cup with ground capsicums in a 1 L beaker.
2. Pour 400 ml. 99% isopropanol into the paper cup in the beaker. Place on a pre-heated hot plate, bring to a boil, then boil gently 10 min. (a "cold finger" should be used to condense vapors).
3. Remove cup from beaker without delay and let drain to slow drip. Discard liquid. Rinse beaker with isopropanol and replace cup in beaker and repeat twice with 400 ml. 99% isopropanol to remove oil and pigment.
4. Transfer sample quantitatively from cup into a prewashed U.S. No. 230 sieve. Avoid splashing and loss of sample.
5. Wash sample on sieve with 1200 to 1500 ml/min. of 55–70° water using a Fisher aerator until foam is gone and drainings are clear. Higher flow rates may cause breakage of fragments. (Note: Longer washing time than for paprika is needed.)
6. Add 600 ml. 60% ethanol to wash bottle. Place 6" diameter funnel in trap flask. Wash sample to the edge of the sieve and quantitatively transfer to the trap flask with 60% ethanol. Wash walls of flask and pour remainder of 600 ml. into flask.
7. Place on hot plate, bring to a boil, then boil gently 10 minutes, using gentle magnetic stirring to avoid splashing. Wash sides of flask every 2 minutes to prevent material from accumulating and drying on flask wall.
8. Remove from hot plate and cool to between 20 and 25° with cold water. Add 40 ml. flotation liquid down stirring rod.
9. Dilute to 800 ml. with 60% ethanol and stir mag. 5 minutes.
10. Set aside, add 100 ml. Tween 80—ethanol—tetrasodium EDTA premix, down stirring rod, and mix through liquid by gently swirling (to prevent foaming) stopper exactly 1 minute. Let stand 3 minutes. Wash sides of flask with 60% ethanol to keep solids down.

Microanalytical Analysis of Ground Capsicums Excluding Paprika — Method 22.2

11. Slowly add 60% ethanol down trap rod, maintaining stopper above oil layer, until oil just reaches neck of flask.
12. Gently swirl stopper through lower portion of flask to suspend settling.
13. Add 60% ethanol down rod to bring bottom of oil layer to a level 1 cm. above raised stopper.
14. Clamp rod with stopper at mid point of flask. Let stand 15 minutes. Then gently swirl stopper through upper half of liquid to hasten rising of oil droplets.
15. Let stand 15 minutes undisturbed (or longer, until air bubbles and oil have completely risen) and trap off into beaker, rinsing neck of flask with 60% ethanol. Filter onto ruled paper.
16. Add 30 ml. flotation liquid and stir manually 1 minute, with an up and down motion.
17. Clamp rod at mid point and let stand 10 minutes. Swirl stopper gently through upper half of liquid and adjust oil level.
18. Let stand 15 minutes undisturbed and trap off.
19. Rinse neck of flask with 95% ethanol.
20. Filter onto second ruled paper, rinsing beaker with 95% ethanol, and examine at 30X. Report numbers of insect, rodent hair, animal hair and feather barbule fragments.

Footnotes:

1. Periodically check the 24 cm. filter paper used under microscope for completeness of transfer of fragments.
2. When 230 sieve draining slows, wash with detergent, then 50% sodium hydroxide (heated if necessary).
3. Complete analysis without overnight interruption.

여 백

별표 6. 미국 고춧가루공장 연수 보고서

1. 미국 고춧가루 제조회사

가. Rogers Foods

- 미국 Universal Foods Corporation(Milwaukee, Wisconsin 주에 Headquarter 가 있음)의 자회사
- 1919년 이래로 농산물 건조산업에 선도적 역활을 담당함
- 고추재배단지, 고추육종연구소, 농기계연구소(경작 및 수확기계), 고추건조공장 및 분쇄공장, Blending공장, 품질검사연구소, 냉장저장고 등을 소유한 고추가공 회사임
- 건조 고춧가루제품 이외에 건조분말 양파, 마늘, 파슬리, 당근, 시금치 등을 생산하는 농산물 건조가공회사임
- Total Quality Management를 도입해 품질관리 및 인력관리의 효율화를 꽤함
- 주 고객은 소비자를 대상으로 소포장제품을 생산하는 소분업체와 유통업체 그리고 고춧가루를 이용해 다른 가공제품(소스, 스넥제품, 육가공제품 등)을 생산하는 업체들임

나. Gilroy Foods, Inc.

- 1981년 고춧가루 가공사업에 뛰어들어 현재 Rogers Foods, Cal-Compack Foods Inc.와 함께 3대 고춧가루 제조회사의 하나로 성장함
- 위에서 언급한 Rogers Foods와 같이 Quality제품을 생산하기 위해 필요한 제반시설 및 연구소를 갖춘 농산물 건조가공회사임
- 주 가공제품은 건조마늘, 양파, 고추가루임
- Gilroy Foods가 위치한 Gilroy라는 지역은 마늘 주산지로 매년 7월 말(1995년에는 7월 8 ~ 30일)에 Garlic Festival을 열어 마늘제품에 대한 다양한 시식회와 제품판매, 홍보를 하고 있으며 그 지역의 관광수익에도 일익을 담당하고 있음

2. 미국 고춧가루 제조회사의 고춧가루 제조공정 및 품질관리 체계

가. 고춧가루 제조공정 Flow Chart

Plant seed (파종) (2월 - 4월)

↓

Capsicum plants (재배)

Grow & Produce pepper

(3월 - 9월)

↓

Harvest (수확) (9월 - 12월)

↓

Wash (수세)

Sort (분류)

Slice (절단)

↓

Dehydrate (건조)

↓

Mill (분쇄)

Sift (체질)

Blend (교반)

↓

"In-Process" product

to storage (저장)

↓

Formulate to meet specifications

(배합비 조정)

↓

Blend (교반)

Cook (볶음)

Mill (분쇄)

Sift (체질)

↓

Package (포장)

나. 각 공정별 주요 품질관리 항목

1) Plant seed (파종) --- 육종학적 연구를 통해 품질이 우수한 새로운 고추품종을 개발하여 재배를 한다. 여기서 육종방향은 고춧가루를 이용하고 있는 가공업체와 소비자들의 Need 와 Want 및 병충해 저항성 등에 의해서 결정이 된다.

2) Capsicum Plants Grow & Produce Pepper (재배) --- 고추가 성장하는 동안 발육상태 및 투여된 농약의 종류, 투여량 등을 점검한다.

3) Harvest (수확) --- 고추의 성숙도 등을 고려해서 수확을 한 후 결점과(변색, 손상된 고추) 등을 검사한다.

4) Wash (수세), Sort (분류), Slice (절단) : 고추의 청결도를 향상시키기 위해 고추를 세척, 선별한다. 세척시 세척수는 적어도 한 Batch 당 2회는 교체해서 사용하며 매 Batch 당 염소함량을 check해서 세척수의 염소함량을 일정하게 해준다. 이 과정후 다시 한번 고추의 결점과를 선별하며 건조시 건조효율을 높이기 위해 고추를 1-2cm 크기로 절단한다. 절단시 사용된 절단기 칼날은 정기적으로 check하여 날을 세워주거나 다른 것으로 교체한다. 또한 이 공정에서 사용된 기기의 위생상태는 계속 점검하여 청결한 위생상태를 유지한다고 함.

5) Dehydrate (건조) : 고추건조는 완전 자동화된 건조기내에서 건조를 하는데 고추건조에 영향을 주는 인자는 온도, conveyer belt의 이동속도, 고추 건조체반 위에 쌓여있는 절단고추의 두께 등인데 각 건조단계에서 시료를 취해 수분함량과 색태를 분석하면서 건조조건을 조정한다. Gilroy Foods사 건조기의 건조단계는 총 11단계로 나누어져 있다고 하는데 각 단계마다 건조온도, conveyer belt의 이동속도, 열풍을 불어주는 방향 등을 변화시켜 건조가 가장 효율적으로 일어나게 조정을 해준다고 한다.

건조기의 건조능력은 생고추 480,000 pound/day(약 220ton/day)가 건조기에 들어가 4-5시간 정도 건조를 한 후 건고추 80,000 pound/day(약 36ton/day)를 생산한다고 함. 이 때 건고추의 수분함량은 2-5%정도로 조정한다고 함.

6) Mill (분쇄), Sift (체질), Blend (교반) : 고추의 분쇄공정은 hammer mill을 사용하여 30℃이하의 분쇄기 온도하에서 분쇄를 한다고 한다. 헝가리의 paprica가루를 제조하는 공장에서는 분쇄기 주위에 액체 이산화탄소나 액체질소를 순환하게 해서 분쇄시 paprica시료가 열에 의한 품질변화를 최소한으로 받게 조정한다고 하는데 미국에서는 고춧가루 생산량을 고려하여 그 생산량에 적합한 분쇄능력을 가진 hammer mill만 선택한다면 분쇄시 발생하는 열을 최소한(30℃이하)으로 조절해 줄 수 있다고 한다.

1개의 분쇄기에는 10개의 체가 연결되어 있어 고추가루의 입자크기를 조정해 줄 수 있으며 3,000 - 4,000 pound(1,400 - 1,800kg)의 고춧가루시료를 한 단위로 lot 번호를 부여한 후 500g정도를 sampling해 품질검사 시료로 한다고 하며 Gilroy Foods가 가지고 있는 hammer mill의 용량은 150,000 pound/day(68ton/day)라 함. 분쇄된 고추분말에 대한 품질검사 측정항목은 다음과 같다.

Q.C. Control Test

가) ASTA color : 고춧가루 추출액의 색깔 --- Spectrophotometer로 측정

나) Pungency : 고춧가루의 매운맛 정도, capsaicin함량으로 분석 --- HPLC로 측정

다) SCAN : 고춧가루의 표면색깔(surface color) --- Colorimeter로 측정

라) Microanalytical properties : 이물질 검사(곤충알, 쥐의 털, 모래 등) --- 현미경 으로 측정

마) Microbiology : 대장균, 세균수, 미생물배지에 의한 미생물수 측정

바) Mesh : 고춧가루의 입자크기(Particle size), 체를 이용한 입도분포 측정

사) Moisture : 고춧가루의 수분함량 측정 --- Vacuum oven에 의한 수분측정,
70℃, 6시간

7) "In-Process" Product to Storage (저장) : 분쇄된 고추가루는 판매될 때까지의 저장기간을 고려하여 각각 다른 저장온도 조건에서 저장하며 저장고의 온도와 고춧가루시료의 수분활성도(water activity)를 고려하여 제품의 품질을 관리한다. 저장할 때 포장방법은 비닐봉지에 밀봉한 후 압축종이로 된 원통형 상자에 넣어 보관한다. 이 때 포장단위는 220pound(약 100kg) 정도이다.

<저장기간에 따른저장온도>
1개월 이하 저장 : 25℃, 6개월 이하 저장 : 4℃, 6개월 이상 저장 : 0℃

8) Formulate to meet Specifications(배합비 조정) : 고춧가루 제품의 배합비는 실제 고춧가루를 구매하는 업체의 요구사항에 따라 저장고에 있는 고춧가루 시료 중에서 선택하여 혼합한 후 납품을 한다. 이 때 업체에서 요구하는 사항은 주로 고추가루의 색태와 매운맛 성분의 함량이다. 각 업체가 요구하는 고춧가루 Spec은 비밀사항으로 각 업체별로 보안을 유지하며 철저히 관리를 해주고 고춧가루공장 나름대로 배합비를 조정한 제품도 개발해 판매를 하기도 한다.

9) Blend (교반), Cook (볶음), Mill (분쇄), Sift (체질) : 앞 공정에서 조정된 배합비에 의해 고춧가루는 교반되고 고객의 요구에 따라 볶음공정을 거쳐 덩어리지는 시료가 생기지 않게 다시 분쇄와 체질을 한다. 교반공정에서 한번에 사용되는 고춧가루의 양은 약 3,000 - 6,000 pound(1,400 - 2,800kg)로 약 15분간 교반을 하며 고춧가루 시료의 수분함량을 9 - 12% 정도로 맞추기 위해 물을 분무해주면서 교반을 한다. 이러한 공정은 미국 고춧가루 분쇄공정의 특이한 점으로 배합비를 맞추기전까지의 고춧가루시료의 수분함량은 2 - 5%로 조정함으로써 저장시 변질

정도를 최소화하고 저장공간도 줄여주는 효과를 꽤하기 위함이라 사료된다. 제품 납품시 9 - 12% 로 수분함량을 조정하는 이유는 색깔변색을 최소화하면서 미생물학적으로 안전성이 있게 수분함량을 증가시키는 것으로 여기서 수분함량을 어떻게 조절해 주느냐에 따라 고추가루의 생산량이 차이가 날 수 있는 공정이다.

미국에서는 고춧가루를 사용하는 식품 가공업체에서 볶은 고춧가루를 요구하는 경우가 많은데 이러한 요구조건을 충족시켜주기 위해 고춧가루 가공공장은 고춧가루를 볶는 기계설비를 갖추고 있다. 교반공정이 끝난 최종제품에 대해서는 과연 고객의 요구조건에 부합되는 제품이 만들어 졌는지 확인하기 위한 품질검사가 이루어지며 이 때 평가하는 검사항목은 위에 제시한 7개 검사항목과 동일하다.

10) Package (포장) : 배합비 조정에 의해 최종적으로 만들어진 고춧가루는 여러 포장단위로 포장이 되서 label과 중량 등을 확인한 후 납품을 하게 된다.
여기서 포장단위는 소분업체와 대량으로 고춧가루를 사용하는 2차 가공업체에 납품할 경우는 100kg 포장을 사용하고 소분업체에서 소비자 대상으로 판매할 때의 포장단위는 후추나 마늘가루와 같은 일반적인 향신료의 양념병을 사용하여 포장을 한 후 판매를 한다.

3. 종합 Discussion

가. 농협 고춧가루공장도 미국 고춧가루 공장과 같이 원료고추의 품종을 관리하여 재배할 수 있는 방안이 요구되며 경쟁력 있는 고춧가루 제품을 생산하기 위해서는 종자연구소, 농민, 농협 고춧가루공장 등 3자간의 유기적인 협조가 절실히 필요하다.

나. 앞서 설명한 바와 같이 미국의 고춧가루 분쇄공장은 처음 세척공정부터 최종 포장공정에 이르기까지 국내 농협 고춧가루 공장의 공정과 차이점이 많으며 그 차이점은 아래와 같다.

<농협 고춧가루공장의 공정과 미국 고춧가루공장 공정간의 차이점>

공 정	국내공정	미국공정
원료의 세척공정	건고추를 공기세척, 증기세척	생고추를 깨끗한 물로 세척, 행굼
고추꼭지 제거공정	압축roller와 인장roller 이용하여 85%제거, 인력에 의해 나머지 15% 제거	없음 미국에서는 고춧가루 제조시 꼭지를 제거하지 않는다고 함
건조공정	증기세척된 건고추를 재건조하는 공정, 최종 수분함량을 13-14%로 조정	생고추를 건고추로 만드는 공정으로 고추를 1-2cm 크기로 절단해서 자동화 line에서 최종수분함량을 2-5%로 건조함
분쇄공정	roll mill을 사용하여 분쇄	hammer mill을 사용하여 분쇄
배합공정	없 음	고객이 원하는 고춧가루의 색태와 매운맛을 조정하여 배합. 최종 수분함량을 9-12%로 맞추어 주기위해 분무기로 가수를 함
볶음공정	없 음	고객의 요구사항에 따라 고추가루를 cooking해서 납품
금속성 이물질제거공정	자석선별기에 의해 철분제거	없 음
살균공정	자외선 살균	없 음
포장공정	10kg의 대용량 혹은 100-1000g의 소용량 비닐포장	100kg의 bulk 비닐, 종이포장 혹은 60-70g의 유리병, 플라스틱병 소포장
품질검사 규격	식품공전 규격과 KS 규격 1. 성상 2. 수분 3. 회분 4. 산불용성 회분 5. 위화물 6. 타르색소 7. Capsicin함량 8. 입도 9. 이물	미국 고춧가루공장 규격 1. 고춧가루 추출액 색깔 2. Capsicin 함량 3. 고춧가루 표면색깔 4. 이물 5. 미생물검사 6. 입도 7. 수분 8. 육안평가