

## 연구과제 최종보고서

과 제 명	고춧가루의 이화학적 성분변화와 원산지 판별간의 비교 연구				
총연구기간	2018년 1월 ~ 2018년 12월	당해연도 연구기간	2018년 1월 ~ 2018년 12월		
수행부서/ 세부수행부서	시험연구소 원산지검정과 (자체)	연구 책임자	구분	직위	성명
			정	과장	한국탁
			부	주무관	김현정
		참여 연구원	직위		성명
			팀장		신병곤
			주무관		강동진
			주무관		이지혜
			주무관		장은희
			주무관		김정현
공무직		김은영			
참여부서					
사업구분	단년도 (√ ) 다년도 ( )	총 ( 1 )개년 중 ( 1 )차 연도			
연구결과 요약	<p>○ 보관기간 및 보관조건에 따른 원산지 검정 결과값 비교한 결과</p> <p>1) 근적외선분광분석기(FT-NIRS)를 이용한 검정결과</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 상온에서 외국산 검정시료 4점, 냉동에서 외국산 검정시료 1점이 외국산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위를 벗어난 결과를 나타내었으며 냉장에서의 외국산 시료는 보관기간 3개월 이후 6개 시료에서 초기 검정 결과값과의 재현성이 떨어지는 변화가 있어 저장시 유기성분 변화가 있는 것으로 판단된다.</li></ul> <p>2) X선 형광분석기(XRF)를 이용한 검정결과</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 보관기간 및 조건에 따른 검정결과값은 국내산 12점 검정시료는 국내산으로, 외국산 14점 검정시료는 외국산으로 모두 적합한 결과가 나타났다.</li></ul> <p>3) 보관기간, 조건에 따른 수분활성도 측정</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 월별 상온, 냉장, 냉동에서의 고춧가루의 수분활성도를 측정한 결과 0.50이하로 증식 및 곰팡이 독소 생성으로 인한 품질저하가 나타나지 않았을 것으로 생각되어 원산지 검정결과와는 연관성이 없는 것으로 판단된다.</li></ul>				

# 고춧가루의 이화학적 성분변화와 원산지

## 판별간의 비교 연구

### 1. 연구배경 및 목표

#### 가. 연구배경

고추(*Capsicum annuum* var. Longum)는 가지과 식물(Solanaceae plant)에 속하는 1년생 초본으로 원산지는 남아메리카로 알려져 있으며 열대에서 온대에 걸쳐 널리 재배되고 있다. 독특한 단맛과 매운맛이 특징인 고추는 대표적인 신미성(新味性) 향신 조미료로서 세계적으로 널리 이용되고 있다. 고추는 붉게 숙성된 홍고추를 수확하여 생식하기도 하고 이를 건조한 건고추의 형태로 이용하거나 건고추를 분쇄하여 분말 형태로 사용하는 고춧가루 그리고 유효성분을 추출하여 액상으로 이용하기도 한다.

2015년산 건고추 재배면적 감소와 대응 방향(한국농촌경제연구원, 2015)에 따르면 시장 개방과 농가의 고령화 및 노동생산성 저하 등으로 고추 생산량과 재배면적이 지속적으로 감소하고 있다고 한다. 이는 국내 고춧가루 상승과 고추 관련 품목의 수입증가, 자급률 하락으로 이어지고 있다. 이에 국내산과 외국산의 고춧가루 가격차가 커 고춧가루 판매업자 등이 부당이익을 취하기 위해서 값싼 중국산 고춧가루를 국산으로 둔갑시켜 거짓표시나 미표시를 일삼고 있다.

따라서 원산지검정과에서는 고춧가루 원산지 판별법을 근적외선분광법과 X-선 형광분석기로 개발을 하여 원산지조사업무 수행하는 기관에서 조사원이 조사과정에서 원산지 검정 의뢰되는 시료에 원산지 검정을 하여 원산지 단속 업무에 과학적인 수사자료를 제공하고 있다. 원산지 검정실적으로는 ('14년) 235/2,021 (1순위, 12%), ('15년) 309/1,619 (1순위, 19%), ('16년) 266/1,906 (2순위, 14%), ('17년) 260/1246 (1순위, 21%), ('18년) 218/1,001(21.8%) 으로 원산지 검정 상위품목이다.

농산물 원산지 표시 조사요령(농관원예규)시료의 보관 및 폐기 기한에서 시료 검정을 하고 남은 시료는 재검정 등에 사용할 수 있도록 결과통보서 발급일부터 3개월 이상 보관 규정하고 있다. 고춧가루와 같은 건조농산물의 저장성은 다른 생체

농산물에 비하여 보관상의 어려움은 덜하나 흡습성이 강하여 일부 미생물이 번식하거나 특정성분이 분해되어 유기성분 등 고유특성이 변질 될 수 있는 여지가 있기 때문에 실험을 통한 과학적인 근거마련과 보관기간에 따른 고춧가루 원산지 판별 검정결과에 영향을 미칠 수 있는 이화화적인 성분 변화가 있는지 검토하여 보다 정확한 과학적인 원산지 검정을 위하여 기초자료를 활용하고자 한다.

## 나. 연구목표

보관기간(한달 간격, 6~7개월간) 및 보관조건(상온,냉장,냉동)에 따라 고춧가루의 이화화적인 성분 변화가 안정적인지, 판별 검량식에 적용하여 원산지 검정결과에 영향을 미치는지를 연구한 결과를 근거로 「농산물 원산지 표시 조사요령(농관원예규)」 시료의 보관 및 폐기 기한 검토에 활용하고, 고춧가루 원산지 검정 정확성 및 신뢰도 향상하고자 한다

## 2. 연구내용 및 방법

### 가. 연구 내용

고춧가루 국산과 외국산 시료를 활용하여 맛, 향기, 영양성분 등의 유기물, 무기물 성분 함량 및 차이를 분석하여 데이터베이스(DB)화 한 후 2차적으로 빅데이터 분석(다중회귀분석)하여 국산과 외국산을 그룹화하여 검량식을 작성하고, 그룹화내의 기준값에 따라 수집된 국산, 외국산 시료로 검정에 활용하였다.

보관기간(한달간격, 7개월간) 및 보관조건(상온, 냉장, 냉동)에 따른 고춧가루 원산지 판별법이 개발된 근적외선분광분석기(NIRS)를 이용하여 원산지검정 결과값을 비교하고, 보관기간(두달간격, 6개월간) 및 보관조건(상온, 냉장, 냉동)에 따른 고춧가루 원산지 판별법이 개발된 X-선 형광분석기(XRF) 이용하여 원산지 검정 결과값 비교하였다. 또한 수분활성도는 저장성 미생물 성장과 식품의 풍미, 색, 향을 변화시키는 식품 내 화학적, 생물학적, 물리적 반응들과 관계가 있으므로 식품의 매우 중요한 특성이어서 보관기간(한달간격, 6개월간) 및 보관조건(상온, 냉장, 냉동)에 따른 고춧가루 수분 활성도 측정하였다.

## 나. 연구 방법

### 가) 재료 수집

국내산 12점: 생산 농가 방문, 지역농협 로컬푸드 등을 통하여 국내산 시료 12점  
과 농산물유통공사, 고춧가루 수입업체 등을 통해서 외국산 시료 14점을 수집하  
여 총 26점으로 분석에 활용하였다.

### 나) 분석 시료 점수

고춧가루 보관기간, 보관조건에 따른 시료 점수는 월 78점으로 7개월간 분석  
한 점수는 국내산 288점, 외국산 336점으로 총 624점을 분석하였다.

### 다) 분석 시료 전처리

고춧가루 시료를 40℃에서 4시간 열풍건조 후 Roller Mixer로 5회 이상  
분쇄하여 사용하였다.

### 라) 분석기기

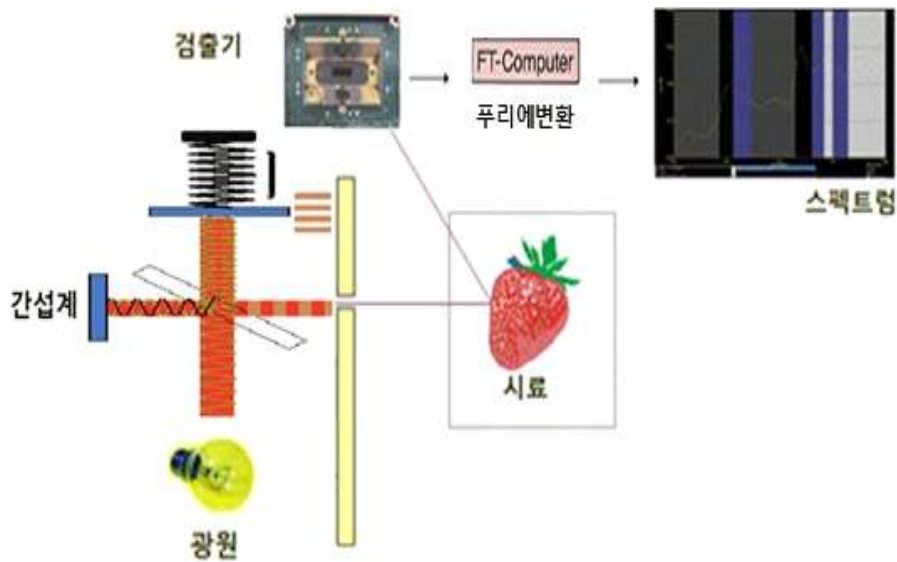
본 연구에 활용한 분석장비로는 근적외선분광분석기(FT-NIRS, Matrix,  
Bruker Optics, Germany), X선 형광분석기(X-ray Fluorescence spectrometer,  
Bruker Optics, Germany), 수분활성측정기(AquaLab Series 4TE, Decagon  
Devices Inc, American)이다

### 마) 분석기기 실험방법

#### (1) 근적외선분광분석기(FT-NIRS, Matrix, Bruker Optics, Germany)

##### ① 분석원리

농산물의 각종 분자결합 관능기(C-H, O-H, N-H, S-H)들은 근적외선 대  
역에서 분자진동에 의한 흡광이 일어나며 발생한 흡광에너지에 의해 스  
펙트럼을 얻는다. 스펙트럼 정보는 물리·화학적인 결합정보이므로, 국  
산과 외국 스펙트럼을 비교 분석하여 판별 파장 선별 및 수처리(math treatment)  
조건 설정 등을 통해 판별 검량식을 작성하여 원산지 판별한다.



### 푸리에 변환 근적외선 분광분석기(Fourier transform near-infrared spectroscopy)

광원으로부터 고정거울과 이동거울 각각에서 반사된 빛을 이용하여 간섭파를 얻고, 이를 컴퓨터에서 푸리에 변환을 이용한 수학적 계산으로 고감도의 근적외 스펙트럼을 얻을 수 있는 분석기기

### ② 분석 조건

시료 15 g을 51 mm diameter 시료컵(IN311-S Low OH Quartz, Bruker, Ettlingen, Germany)에 담아 근적외선 분광분석기(FT-NIRS MATRIX, Bruker optics)를 사용하여 근적외선 영역  $12,500\text{--}4,000\text{ cm}^{-1}$  범위에서  $16\text{ cm}^{-1}$  간격으로 시료의 반사도(Reflectance, R)를 측정하고 이를 토대로 흡광도( $\log 1/R$ , Absorbance)를 분석하였다

### ③ 검량식 작성(Calibration)

2014년에서 2018년도에 생산된 시료로 국내산 표준시료 300점, 외국산 표준시료 400점 사용하여 근적외선 대역  $12,500\text{ cm}^{-1} \sim 4,000\text{ cm}^{-1}$  범위에서 국내산, 외국산간에 성분차이에 따른 스펙트럼에 차이를 보이는 최적의 파장 구간 ( $9,403\text{ cm}^{-1} \sim 4,597\text{ cm}^{-1}$ )을 선발하였다. 고춧가루 표준시료로 얻어진 스펙트럼은 중첩으로 인해 생기는 noise와 bias를 줄이기 위해 2차 미분법을 수행하였으며 데이터 분석 프로그램 Opus(Ver 7.0, Bruker optics) 이용하여 검량식을 설정하였다.

국내산 고춧가루 loading value를 ‘100’ 으로 하고, 외국산 고춧가루

loading value를 ‘1’로 설정한 다음 2차 미분한 스펙트럼을 PLS(부분최소제곱법) 회귀 분석법을 이용하여 분석하여 검량식을 작성하였다. 그 결과 국산 300점 중 291점을 국내산으로 판별하여 97%의 정확도를 보여주었으며 외국산 400점 중 395점을 외국산으로 판별하여 98.8%의 정확도를 보여주었다. 전체 평균 판별식의 정확도는 97.8%로 높게 나타났다. 검량식 작성에 사용된 시료를 제외한 나머지 시료 이용하여 교차 검증(cross validation)을 하여 내부 검증한 결과 95.0% 판별 정확도를 나타냈다. 따라서 작성된 검량식을 본 연구에 검정 판별 검량식으로 활용하였다.

Table 1. 고춧가루 판별식 정확도(NIRS)

구 분	국산	외국산	계
시료점수	300	400	700
판별	291	395	686
판별식정확도	97%	98.8%	97.8%

- ④ 검량식 산지 판별 범위를 국내산은 NIRS 판별기준값을 60이상 ~ 141미만으로 외국산은 -44 ~ 40미만으로 기준값을 설정하여 검정에 활용하였다

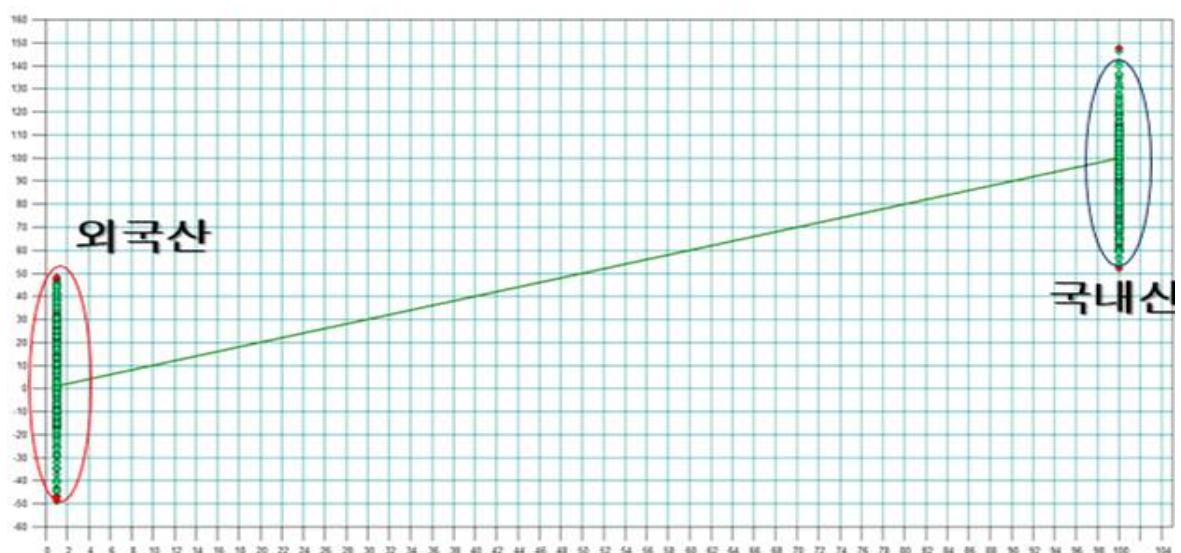


Figure 1. 부분최소제곱법(Partial least square)이용한 고춧가루 원산지 Score plot

## (2) X선 형광분석기(X-ray Fluorescens spectrometer, Bruker Optics, Germany)

### ① 분석원리

고전압을 이용하여 X-선을 발생시켜 이를 시료에 조사하면 형광현상에 의하여 시료에 함유된 원소별로 고유의 X-선이 방출하는데 이러한 형광 X-선을 검출해 무기성분의 종류와 양을 알 수 있다. 농산물은 원산지의 토양과 재배환경에 따라 무기원소의 함량이 다른 특성을 가지고 있다. 이런 특성을 이용하여 먼저 국산과 외국산 시료를 정성 분석하여 다량 무기성분을 파악한 후, 각 무기성분의 함량을 상대적 비교개념에 따라 백분비를 구해, 원소별 함량 분포를 그룹별로 통계 처리하여 원산지를 판별한다.

### ② 분석 조건

시료를 전자저울로 5.0g을 칭량하여 Sample Cup(33mm)에 담아 분석하여 Table 2와 같은 기기 조건으로 분석하였다.

Table 2. X선 형광분석기 기기조건

Voltage (KV)	Current (uA)	Beam Filter (um)	Live Time (S)	Limit (Kcps)
20	250	None	100	50
50	250	Cu 250	100	50
40	250	Al 500	100	50

### ③ 분석 방법

Figure 2와 같이 시료 칭량, 시료관에 장착, 무기성분별 함량 값 측정하고, 국산과 외국산 시료가 공통으로 갖고 있는 다량 무기성분을 분석용 Software인 Spectra EDX(Germany)의 반정량(Standardless)법을 이용하여 16종의 원소에 대한 시료별 원소 구성비를 얻은 다음, 이를 Multivariate Analysis 중의 한 방법인 Canonical Discriminant Analysis를 이용하여 원산지를 판별한다

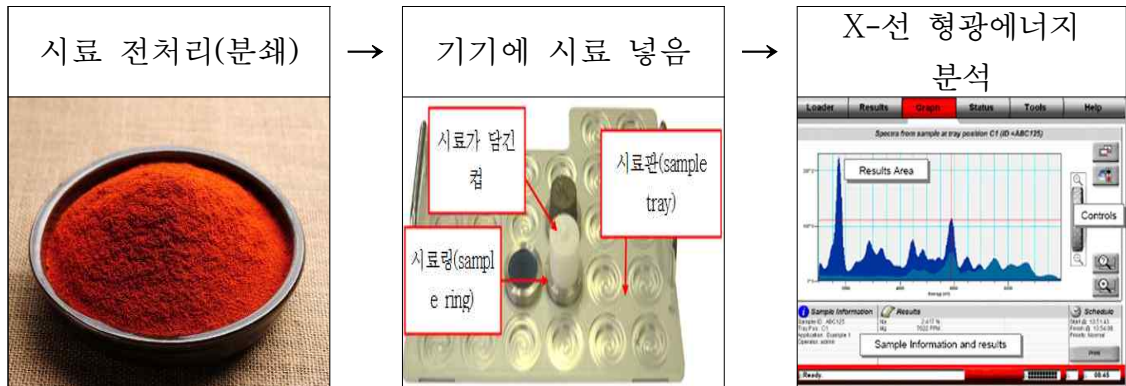


Figure 2. X선 형광분석기를 활용한 분석방법

고춧가루 판별 검량식은 국내산과 외국산 시료에 대하여 16종의 무기성분을 반정량법인 Standardless fundamental parameter(SLFP) 방법으로 무기성분 함량 분석 데이터를 얻었다. SLFP법은 시료와 matrix 조성이 동일한 인증표준물질이 없을 때 농산물과 광물 등에서 무기 함량 분석에 이용된다. 국내산과 외국산에서 차이가 있는 무기성분의 함량 데이터를 선택하여 이를 통계분석 software인 UNISTAT (ver 6.5, London, England)에 다변량통계분석법의 하나인 Canonical Discriminant Analysis를 이용하여 판별식을 설정한 기존의 고춧가루 판별 검량식을 활용하여 검정에 활용하였다.

$$Y=B_0+B_1X_1+B_2X_2+\cdots+B_nX_n$$

(Y: 판별분석값, B<sub>0</sub>: 상수, B<sub>n</sub>: 상관계수, X<sub>n</sub>: 각 무기성분 함량)

#### ④ 판별 검량식 정확도

Table 3. 고춧가루 판별식 정확도(XRF)

구 분		국산	외국산	계
사용시료		295	458	753
판별 결과	국 산	280	17	
	외국산	15	441	
정확도		94.92%	96.29%	95%



## ⑤ 결과판정

검정 의뢰된 시료의 검정값(XRF value)이 국내산 표준시료의 값에 속하면 국내산으로 판정, 외국산 값에 속하면 외국산으로 판정하였다.

## (3) 고춧가루 수분활성도 측정

### ① 분석기기 실험방법

수분활성도는 수분활성측정기(AquaLab Series 4TE, Decagon Devices Inc, American)를 활용하여 측정용기에 시료를 채운후 수분활성측정기를 이용하여 측정하였다

### ② 수분활성도

저장성 미생물 성장과 식품의 풍미, 색, 향을 변화시키는 식품 내 화학적, 생물학적, 물리적 반응들과 관계가 있으므로 식품의 매우 중요한 특성이다. 식품 변질의 원인이 되는 미생물이 실제 이용할 있는 수분량 표시한다. 대부분의 세균은 수분활성도 0.87 이상의 높은 수분활성도 일 때 생육이 가능하며, 곰팡이를 포함한 대부분의 미생물도 0.80 이상의 수분활성도를 가진 식품에서 급격히 증식하며, 0.80 이하의 낮은 수분활성도를 가진 건조식품이라고 할지라도 저장 온도와 습도와 같은 저장 조건이 변함에 따라 품질이 달라질 수 있다.(Ko JW 1999)

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 분석 결과

1) 근적외선분광분석기(FT-NIRS)를 이용한 보관기간, 조건에 따른 검정결과

가) 상온(15~25℃)에 보관한 검정 결과값 추이

고춧가루 저장시 검정 결과값의 변화를 측정하기 위하여 상온(15~25℃)에서 저장하면서 한달 간격으로 7개월간 검정결과 값을 분석한 결과 국내산 검정시료는 근적외선분광분석기의 국내산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위에 있었다. 외국산 시료는 4개월 후에 외국산 검정시료 1점, 5개월

이후 외국산 검정시료 3점, 7개월 후는 4점이 근적외선분광분석기의 외국산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위를 벗어난 결과를 나타내었다. 상온에서 장기간 보관시 유기산, PH, 지방산등의 변화로 인한 유기성분의 변화로 나타나는 결과로 판단된다.

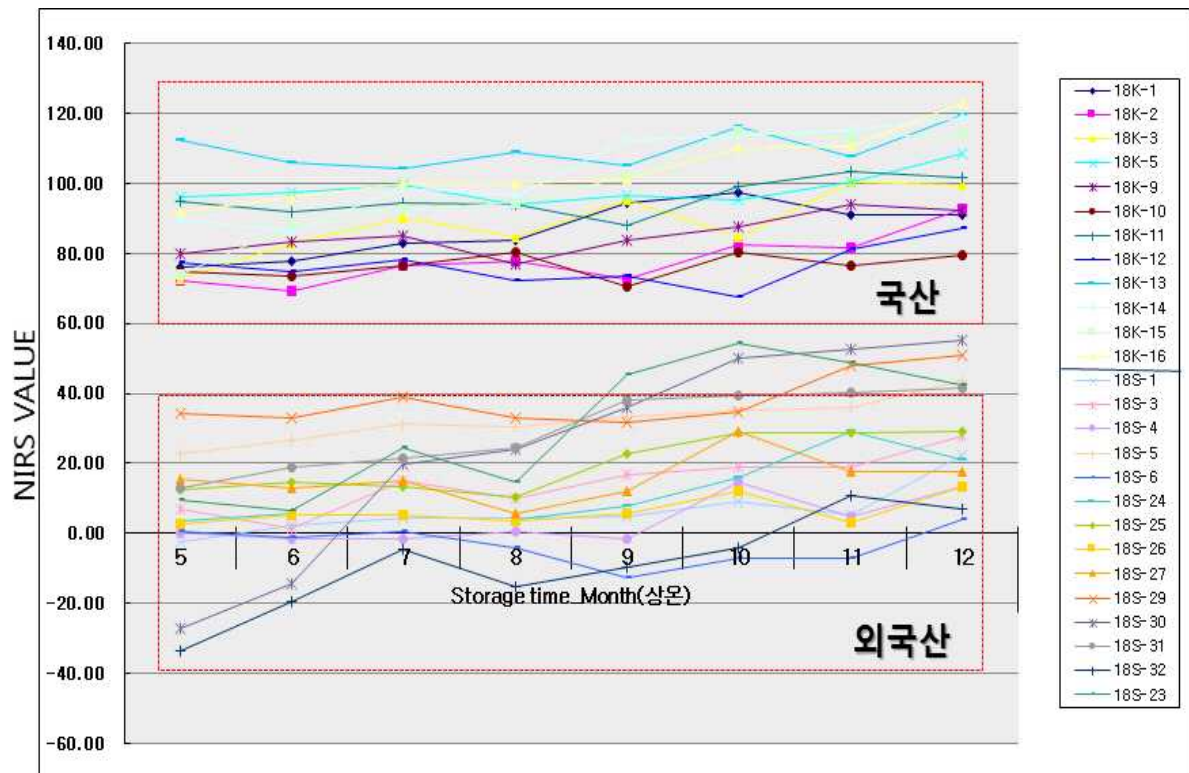


Figure 3. 상온에서의 저장기간에 따른 검정 결과값 변화

#### 나) 냉장(3~5℃)에 보관한 검정 결과값 추이

고춧가루 저장시 검정결과 값의 변화를 측정하기 위하여 냉장(3~5℃)에서 저장하면서 한달 간격으로 7개월간 검정결과 값을 분석한 결과 국내산 검정시료는 근적외선분광분석기의 국내산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위에 있었다. 외국산 시료도 외국산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위에 있었으나, 보관기간 3개월 이후 6개 시료에서 초기 검정 결과값과의 재현성이 떨어지는 변화가 있어 저장시 영향을 받는 것으로 보인다.

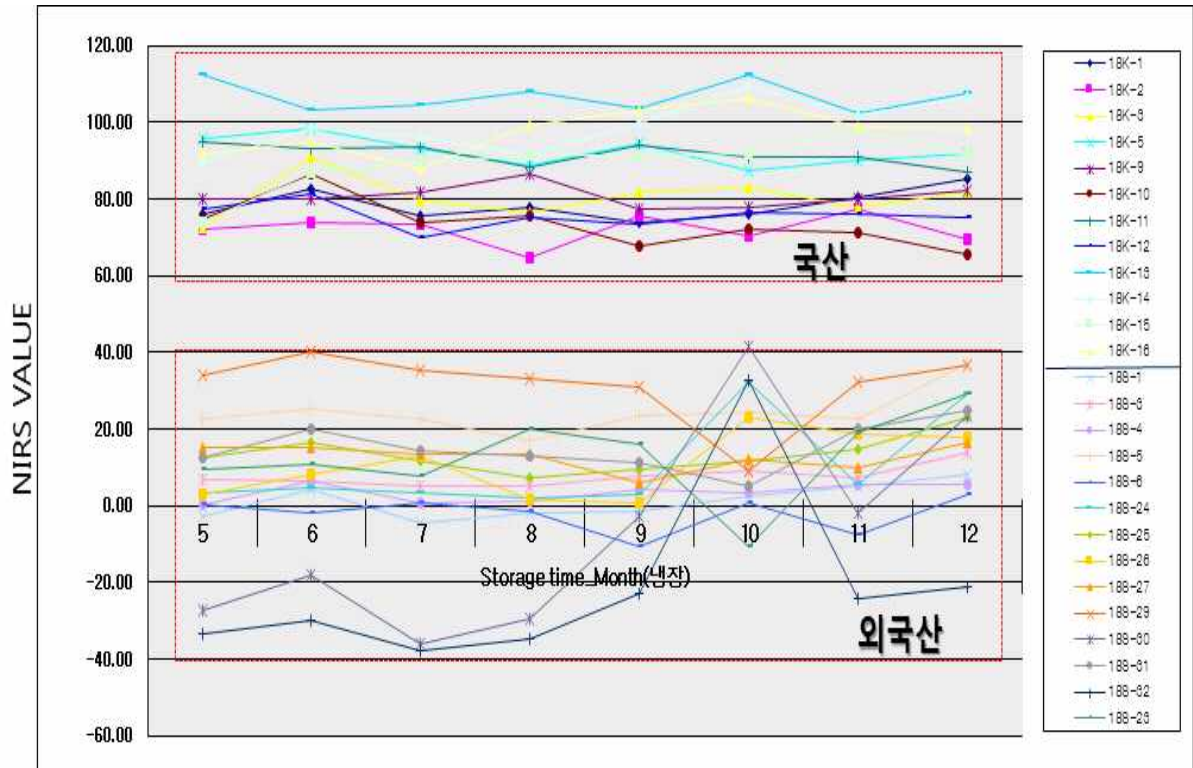


Figure 4. 냉장에서의 저장기간에 따른 검정 결과값 변화

#### 다) 냉동(-20℃)에 보관한 검정결과값 추이

고춧가루 저장시 검정 결과값의 변화를 측정하기 위하여 냉동(-20℃)에서 저장하면서 한달 간격으로 7개월간 검정결과 값을 분석한 결과 국내산 검정시료는 근적외선분광분석기의 국내산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위에 있었다. 보관기간 5개월 이후 외국산 검정시료 1점에서 근적외선 분광분석기의 외국산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위를 벗어난 결과를 나타내었으며 나머지 외국산 표준시료 DB(데이터이스) 기준값 범위에 있었으나 보관기간 5개월 이후 NIR 외국산 판별기준값 경계 근처에 있는 2개 시료에서 초기 검정 결과값과의 재현성이 떨어지는 변화가 있어 저장시 영향을 받는 것으로 보인다.

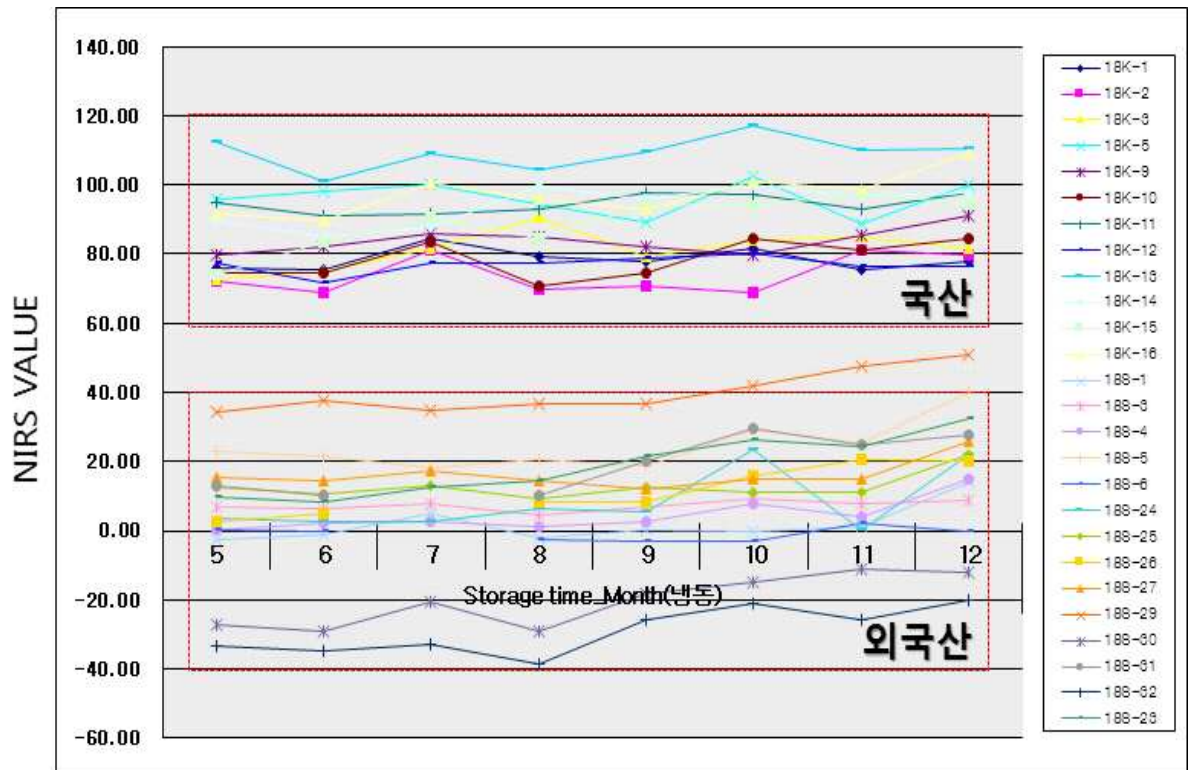


Figure 5. 냉동에서의 저장기간에 따른 검정 결과값 변화

2) X선 형광분석기(XRF)를 이용한 보관기간, 조건에 따른 검정결과 비교(2달간격)

가) 고춧가루에 포함된 16개 원소 함량Al, Si, P, S, Cl, K, Fe, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sn, Hg, Ti, Pb, Bi 측정하였다.

나) 판별 분석 프로그램(UNISTAT)을 실행하여 판별식에 고춧가루 시료 분석 결과를 미지의 시료로 입력하여 정준판별분석 (Canonical Discriminant Analysis)을 사용하여 판별분석 한 결과 상온, 냉장, 냉동 각각 26점 시료 국내산 12점 검정시료는 국내산으로, 외국산 14점 검정시료는 외국산으로 모두 적합한 결과가 나타났다.

3) 보관기간, 조건에 따른 수분활성도 측정

식품에 미생물의 증식은 식품의 수분활성도와 밀접한 관련이 있어 보관기간, 조건에 따른 수분활성도를 측정하였다. 월별 상온, 냉장, 냉동에서의 고춧가루의 수분활성도를 측정한 결과 0.50이하로 나타났다.

대부분의 세균은 수분활성도 0.87 이상의 높은 수분활성도일 때 곰팡이를

포함한 대부분의 미생물도 0.80 이상의 수분활성도를 가진 식품에서 급격히 증식하는 것으로 알려져 있어 본 실험결과로 보았을 때 미생물 증식 및 곰팡이 독소 생성으로 인한 품질 저하가 나타나지 않았을 것으로 판단되어 보관조건, 기간에 따른 고춧가루 원산지검정 결과 값과 수분활성도 변화추이와 상관 연계성은 없는 것으로 보인다.

가) 상온(15~25℃)에 보관한 수분활성도 값 변화 추이

수분활성도\_Month(상온) <국내산>

	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
AW (평균)	0.2231	0.274	0.323	0.4272	0.4033	0.3289	0.3375

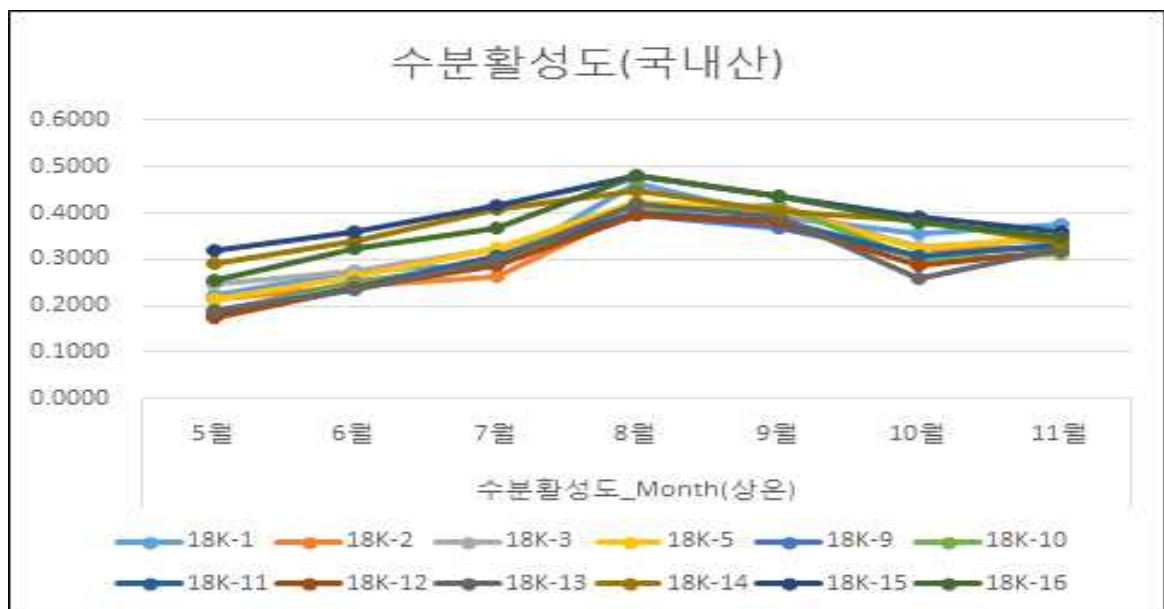


Figure 6. 상온에서의 저장기간에 따른 수분활성도 (국내산)

수분활성도\_Month(상온)

<외국산>

	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
AW (평균)	0.2266	0.3094	0.3817	0.4301	0.4253	0.2971	0.354



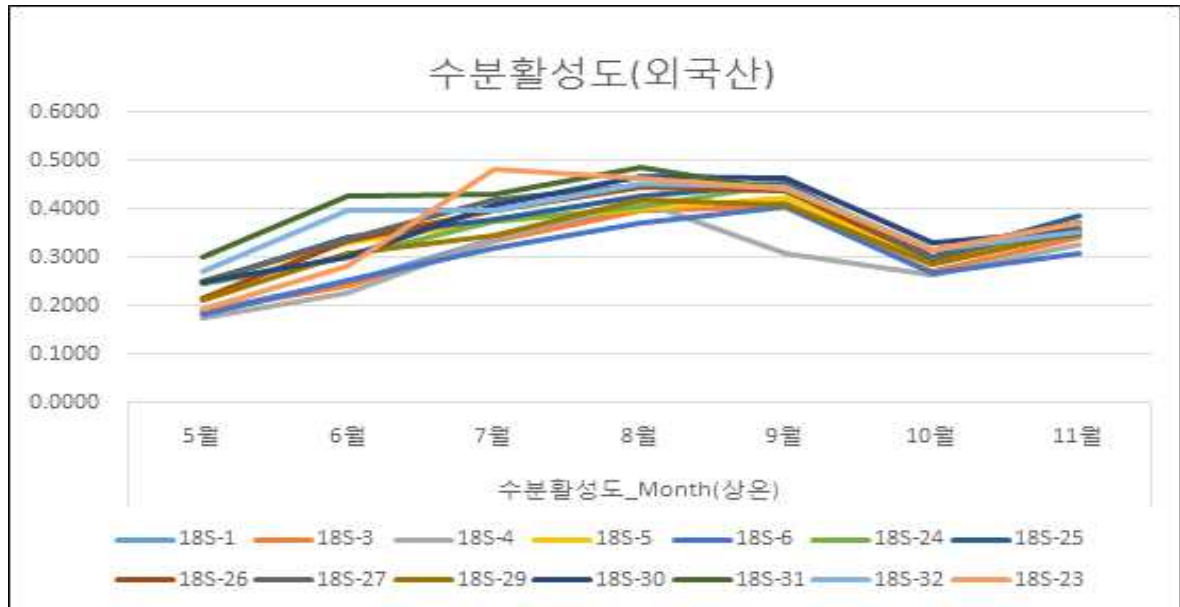


Figure 7. 상온에서의 저장기간에 따른 수분활성도 (외국산)

나) 냉장(3~5℃)에 보관한 수분활성도 값 변화 추이

**수분활성도(냉장) <국내산>**

	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
AW (평균)	0.2231	0.2634	0.3827	0.3993	0.3176	0.2622	0.2957

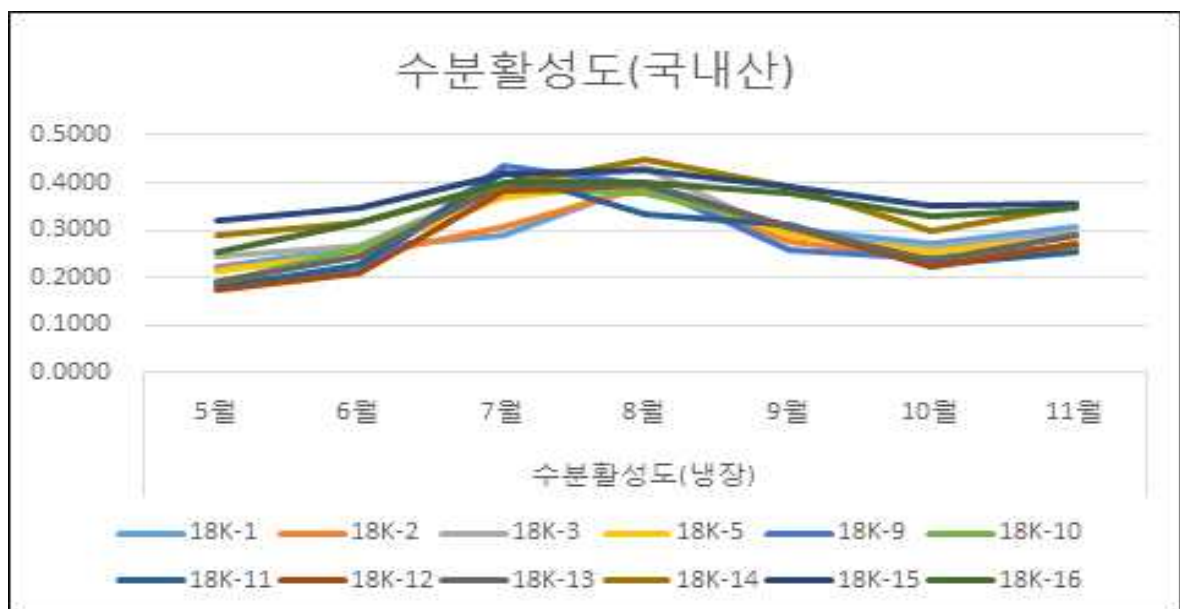


Figure 8. 냉장에서의 저장기간에 따른 수분활성도 (국내산)

수분활성도(냉장)							<외국산>
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
AW (평균)	0.2266	0.3276	0.4167	0.4089	0.3450	0.2974	0.3197

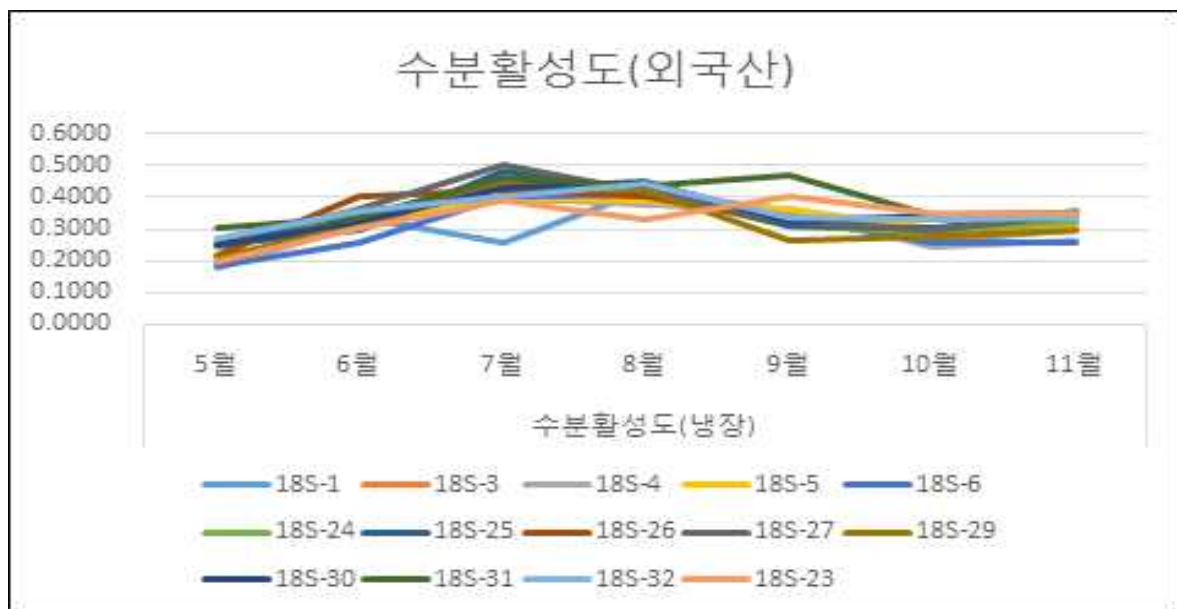


Figure 9. 냉장에서의 저장기간에 따른 수분활성도 (외국산)

다) 냉동(-20℃)에 보관한 수분활성도 값 변화 추이

수분활성도(냉동)							<국내산>
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
AW(평균)	0.2231	0.2643	0.3483	0.2617	0.2842	0.2420	0.2605

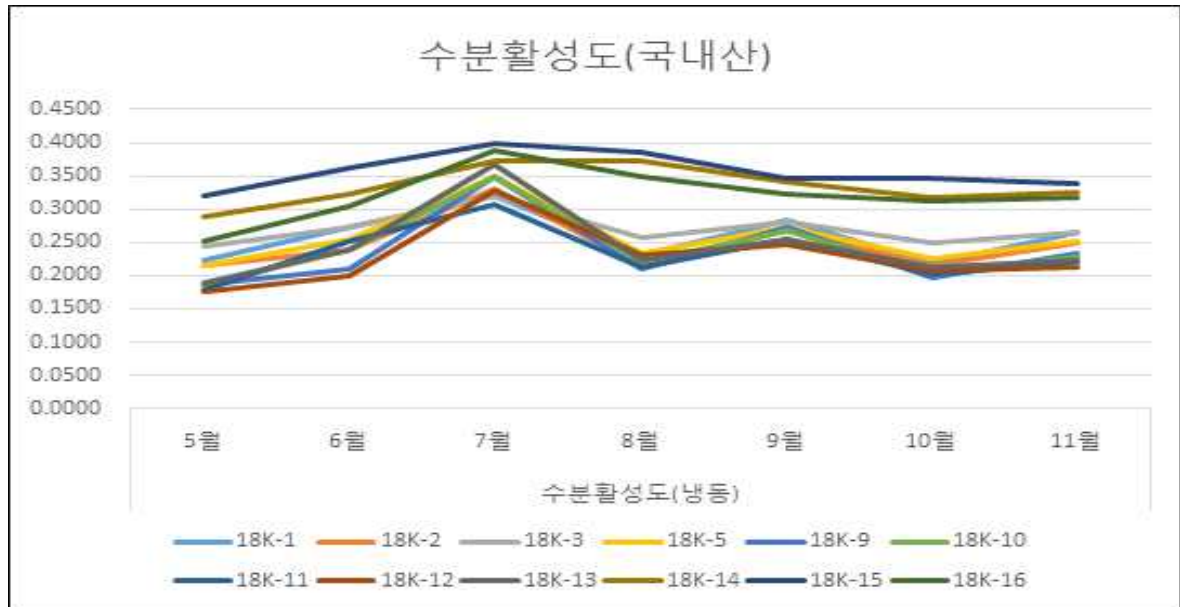


Figure 10. 냉동에서의 저장기간에 따른 수분활성도 (국내산)

수분활성도(냉동)					<외국산>		
	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
AW (평균)	0.2644	0.3578	0.4490	0.4327	0.3528	0.3137	0.3660

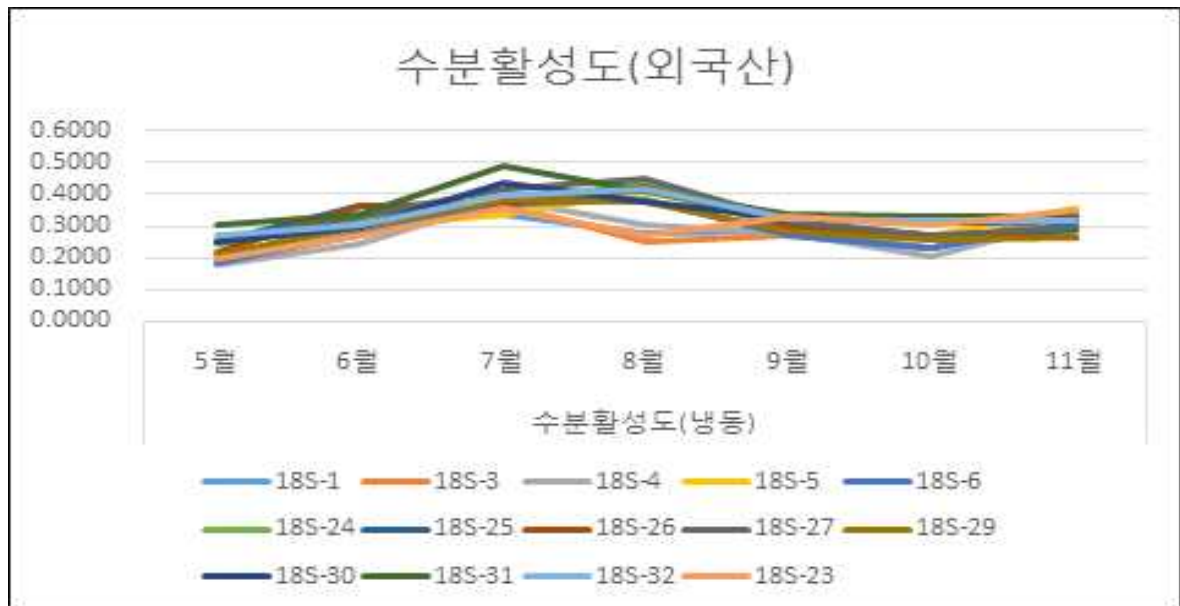


Figure 11. 냉동에서의 저장기간에 따른 수분활성도 (외국산)



#### 4. 기대성과 및 활용방안

국립농산물품질관리원 예규 제 209호 「농산물원산지 표시 조사요령」  
[별표 3] 4. 시료의 보관 및 폐기에 아래와 같이 규정되어 있다.

##### [별표 3]

#### 4. 시료의 보관 및 폐기

가. 시험연구소장 및 지원장은 시료검정을 하고 남은 시료는 재검정 등에 사용할 수 있도록 냉장·냉동 등을 통해 변질 또는 기타 품위가 손상되지 않도록 하여 **결과 통지서 발급일로부터 3개월 이상 보관하고**, 원산지 검정법 개발 및 보정용 등으로 사용한 시료는 1년 이상 보관할 수 있다. 다만, 보관 중 변질될 우려가 있다고 판단되거나 보관할 필요가 없다고 판단되는 시료는 보관기간에 관계없이 폐기할 수 있다.

의뢰된 시료검정을 하고 나서 남은 시료는 결과 통지서 발급일로부터 3개월 이상 보관하게 되어 있으나 고춧가루 3개월 이상 장기간 보관되는 경우 변질, 부패 등의 요인으로 유기 성분 등이 변할 가능성이 있어 초기 검정결과와 다른 결과나 NIRS 검정 결과값의 재현성 문제시 검정 성적서의 신뢰도 문제가 야기 될 가능성이 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구결과를 활용하여 재검정 시료의 보관기간을 (예시) ‘결과 통지서 발급일로부터 3개월 동안으로 보관하고’ 라고 개정하여 시료의 보관기간을 명확히 하여 관리할 수 있도록 하는데 기초자료로 활용하고자 한다.

#### 5. 참고문헌

Beuchat LR, Komitopoulou E, Beckers H, Betts RP, BourdichonF, Fanning S, Ter Kuile BH (2013) Low-water activityfoods: Increased concern as vehicles of foodborne pathogens.J Food Prot 76(1): 150~172.

Dong-Jin Kang, Ji-Young Moon, Dong-Gil Lee, and Seong-Hun Lee, Identificati

on of the geographical origin of cheonggukjang by using fourier transform near-infrared spectroscopy and energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 48, No. 5, pp. 418~423 (2016)

Ji-Yeon Kim, Young-Min Bae, Jeong-Eun Hyun, Eun-Mi Kim, Jong-Chan Kim and Sun-Young Lee(2017), Microbiological Quality of Dried and Powdered Foods Stored at Various Relative Humidities, East Asian Soc Diet Life 27 (5): 576~582

Misun Sung, Hye Jeong Kang, and Yoonsook Kim(2012), Relationship between Physicochemical and Sensorial Properties of Red Pepper Powder under Different Storage Conditions J Korean Soc Food Sci Nutr 41(10), 1423~1430