

# 농산물 선별시설

김중훈 | 한국식품연구원 산업원천기술연구본부 유통연구단, jhkim@kfri.re.kr

수확한 농산물의 크기, 모양 및 색도 등의 외형적 특성과 당도와 산도 등의 내부 품질판정을 위한 비파괴 선별시설에 관한 내용이다.

## 머리말

농산물의 선별 및 등급판정 과정은 상품의 품질을 향상시킴과 동시에 가격을 결정하는 주요요인이다. 농가의 소득증대를 위해서는 생산과정에서의 생산비 절감을 위한 노력도 중요하지만 수확 후의 선별 및 품위판정 과정에서 우수한 개체를 균일하게 분류하여 규격출하 함으로써 소비자의 만족도와 상품의 부가가치를 높일 필요가 있다. 이러한 농산물의 품위판정 및 선별기술은 미국 등 선진국에서는 많은 연구가 수행되고 있고 실제 품위판정 및 선별시스템 개발에 신기술이 적용되어 사용하고 있다. 국내의 경우에도 관련기술에 관한 연구, 개발이 활발히 수행되고 있다.

국내에서 생산·보급되고 있는 선별기는 기존의 중량선별기와 드럼식 형상선별기와 더불어 비파괴 선별기술이 주목된 내외부 품질판정 선별기가 보급되고 있다. 중량선별기의 종류는 스프링식, 저울추방식의 기계식과 전자식이 모두 생산되어 보급되고 있다. 선별능력은 보통 시간당 4,500~5,000개 정도로 7~10단계로 선별할 수 있으며, 정밀도는 약 3g 정도다. 전자식 중량선별기는 초기에는 단지 중량 제어부만 내장되어 선과기능만 부여하고 있었으나 1990년 중반부터 계수처리 연산장치를 부착하여 대형 농산물산지

유통센터에서 이용 가능한 시설을 보급하기에 이르렀다.

농산물의 품질 판정은 크게 분석 대상물의 원래의 형태나 상태로부터 다른 형태나 상태로 변형, 조제하여 품질을 측정하는 파괴적 측정방법과 측정 대상체를 분쇄, 절단 등의 처리 없이 원래의 상태를 온전하게 유지한 채 품질을 측정하는 비파괴적 측정방법으로서 구분된다. 농산물산지유통센터에서 선별공정에 활용하고 있는 기술은 비파괴적 측정방법으로서 신속한 측정이 가능하고 시료의 전량검사가 가능하며, 전처리가 간단하고 동시에 여러 가지 성분을 분석할 수 있어 자동화된 선별 시스템에 이용되고 있다. 미국, 일본, 유럽 등 선진국에서는 비파괴 선별기술에 관한 많은 연구가 수행되어 실제 농산물의 품위판정 및 선별시스템 개발에 적용되어 사용되고 있다. 국내 비파괴 선별기술은 1980년대 후반부터 영상처리기술을 이용한 과실류 선별기가 학계와 기업체 등에서 활발한 연구가 진행되어 현재에는 국내에서 영상처리식 과일 선별기가 생산·보급되고 있다. 이 영상처리식 과일 선별기는 과일의 크기, 모양 및 색도 등의 외형적 특성을 선별 기준으로 사용하고 있다. 또한 근적외선(NIR, Near Infrared Reflectance) 등을 이용한 과실의 당도 및 산도 등의 내부 품질판정에 관한 연구도 1990년대 중반부터 활발히 이루어져 관련기술을 이용한 내부 품질판정기가 국내에 실용화되고 있다.



## 농산물의 선별에 이용되는 특성

농산물의 품질이란 과일이나 채소의 맛이나 촉감 그리고 시각적으로 나타나는 모양, 형태뿐만 아니라 특히 화훼작물의 경우 향기 등이 얼마나 우수한가를 나타내는 지표라고 말할 수 있다. 농산물 품질특성의 종류로는 크기, 모양, 색, 손상의 정도, 맛, 조직감 등이 있다. 이러한 농산물 품질 특성들은 대개 이용목적이나 개인에 따라 평가가 다르고 주관적이기 때문에 판정에 어려움이 뒤따르게 된다.

### 크기(Size)

일반적으로 농산물의 품질을 평가할 때 가장 먼저 고려의 대상이 되는 것이 크기이다. 작물에 따라 소비자가 좋아하는 크기가 있으므로 소비자의 기호에 커다란 영향을 미친다. 또한 농산물의 크기는 판매를 위한 선별의 일차적 요인이 된다. 농산물 크기에 영향을 주는 요인으로는 작물사이식재거리, 한 가지에 열리는 열매의 수, 물의 공급량, 성숙정도, 영양조건 등이 있다.

### 모양(shape)

농산물의 모양은 크기와 같이 농산물의 품질요인으로써 매우 중요하게 다루어지는 특성이다. 특정 농산물의 모양에 대해서 소비자는 선입관을 가지고 있으며 여기서 벗어난 농산물은 소비자의 기호를 충족시키지 못한다. 또한 모양은 농산물의 용도를 결정하는데 중요하게 이용되고 있다. 예를 들면 둥글거나 타원형의 감자는 포테이토칩의 원료로 적합하며, 모양이 일정하지 않은 감자는 전체를 갈아서 만드는 전분가공에 이용된다.

### 색깔(color)

색깔은 농산물을 구입하려는 소비자에게는 첫인상이므로 매우 중요한 품질특성이다. 색에 대해서도 소비자는 고정관념을 가지고 있으나 소비자가 선호하는 색은 농산물의 품질에 중요한 맛이나 영양과는 무관할 때가 있다. 농산물의 색깔에 영향을 주는 요인으로는 품종을 들 수 있으며 숙

성정도, 빛과 온도, 토양의 성질, 칼슘과 인산과 같은 영양조건, 수확 후 취급과정에서의 조건 등을 들 수 있다.

### 손상(damage)

손상은 농산물이 여러 가지 원인에 의해 흠의 발생, 기형 또는 병에 의하여 품질로써 완전하지 못한 상태를 말한다. 손상의 원인으로는 생물학적 손상, 재배중의 기후나 온도에 의한 환경적 요인, 영양조건에 의한 생리적 요인, 수확 시나 수확 후 처리시 부주의에 의한 기계적 손상, 농산물의 유전적인 변이에 의한 손상 등이 있다.

### 맛(taste)

최근 고품질 농산물을 선호하는 소비자의 기호도 변화에 따라 맛은 농산물의 등급판정에 중요한 요인으로 나타나고 있다. 품질특성으로서의 맛은 수확 후에야 평가가 가능하지만 소비자의 신뢰감에 큰 영향을 미친다. 맛은 사람마다 주관적이어서 객관적 평가가 어려운 항목으로서 과실의 경우 당도와 산도 등 소비자의 기호도에 가장 큰 영향을 미치는 요인을 사용하여 품질등급에 이용하고 있다. 맛에 영향을 주는 요인으로는 품종, 숙성도, 재배과정중의 일조량과 수분공급 정도, 영양조건, 수확 후 관리상태 등을 들 수 있다.

### 조직감(sense of tissue)

조직감에는 손으로 느끼는 감각과 입으로 느끼는 감각이 있는데 한마디로 말해서 농산물이 얼마나 딱딱하고 연한가를 나타내는 것이다. 조직감에 영향을 주는 요인으로 숙성도, 품종, 건물량, 재배조건, 저장온도를 들 수 있다.

## 농산물 등급 판정을 위한 비파괴 선별기술

농산물의 선별과 품질평가에 있어서 비파괴 검사에 관한 연구는 수십 년 동안 많은 연구가들이 흥미를 가져온 부분으로서 광, 전기, 자기, 진동 등의 물리적 에너지를 이용해서 대상물을 파괴하지 않고 대상물의 내부의 품질에 관련된 정보를 신

속히 얻으려는 방법을 말한다. 농산물의 품질판정에 적용이 가능한 비파괴 선별기술은 Acoustic response, Dielectric response, Microwave response, Impact response, Mechanical vibration response, Magnetic resonance, Machine vision, Optical properties 등으로 원하는 측정이 가능하더라도 경제성 측면에서 실용화하기에 어려운 점이 있다. 그러나 최근 비파괴검사와 관련된 장비의 발전 및 가격하락으로 인하여 비파괴 기술을 이용한 선별장치가 현실화되고 있다.

### 광학적 특성

비파괴적 품질평가에서 가장 성공적인 방법으로 인정되는 것 중에 하나이며, 이 방법은 농산물 및 식품의 광학적 특성을 이용하여 측정할 수가 있다. 일반적으로 광학적 특성의 측정은 가시광선(400nm ~ 800nm)과 근적외선(Near Infrared Radiation : NIR, 800nm ~ 2500nm)을 이용한다.

빛을 시료에 조사하게 되면, 조사된 빛은 반사, 투과, 흡수, 분산 등의 작용을 하게 된다. 조사된 빛의 일정량은 표면으로부터 규칙적 반사광의 형태로 반사되어지며, 나머지 조사된 빛은 표면을 투과하여 세포구조안의 조그만 공극을 만나면, 사방으로 흩어지게 된다. 대부분의 방사 빛은 표면으로 되돌아 나와 흩어지게 되며, 나머지 흩어진 빛들은 시료의 더 깊은 곳으로 흘러가며 점차적으로 조사된 방향과 무관한, 표면에 도달하게 된다. 빛이 대상물을 통과하면서 일정량만큼 여러 가지 요소에 의하여 흡수되어진다. 이 흡수 특성을 구성요소에 따라 변하게 되며, 때로는 형광이나 DLE 형태로 변형되어지기도 한다. 이러한 여러 가지 특성을 이용하여, 과실의 당도, 산도 등 품질성분 평가, 수확 유무, 손상정도의 선별이 가능하고, 쌀의 정백정도, 등급 판정, 옥수수의 손상정도 측정, 토마토의 숙성도 측정 등에 적용되고 있다.

### 엑스선(X-rays)과 감마선(Gamma rays)

엑스선과 감마선 같은 단파장은 대부분의 농산물을 투과할 수 있다. 이들 광선의 투과 특성은 주로 농산물의 밀도와 흡수상관계수와 관계되어지며, 따라서 이들 엑스선과 감마선은 대상물의 밀도와 관계된 특성 요소 평가의 비파괴적 검사에 유용하다.

선진국의 경우 성숙해 가면서 점점 더 밀도가 높아지는 양상추의 속도판정을 위하여 엑스선과 감마선을 이용한 선별장치를 개발하여 양상추 수확기계에 적용하기도 하였다. 연구가들은 엑스선 기술이 사과에서의 손상도 측정이나 토마토에서 공핵(hollow heart) 판별, 복숭아에서의 쪼개짐 판정등 많은 분야에서 매우 유용하게 사용되어질 수 있음을 밝혀 주고 있다. 또한 엑스선 기술은 곡물의 이물질 선별기에 적용하여 사용되고 있다.

### 진동특성

과일이나 채소에서 진동특성은 주로 탄성적구조 질량 등에 좌우되며, 이들 특성을 이용하여 대상물의 경도를 측정할 수 있다. 저주파 진동 특성은 블루베리나 포도 같은 크기가 작은 과일에 적용하여 경도를 측정하여 해당 과실의 속도 판정을 가능하게 하였다. 대부분의 사람들은 사과나 룬 같은 과일의 속도 판정을 위해 두드려보고서 그 소리로 판정을 하게 된다. 1960년대 말에서 1970년대 초까지 과일의 음향특성에 관한 연구가 많이 이루어졌다. 사과의 진동 특성에 관한 연구에서, 진동에 의해 자극된 사과는 일정한 공명진동 특성을 보여주며, 공명진동이 과일의 크기와 경도에 매우 큰 영향을 준다는 사실을 밝혀냈다. 이러한 기술은 사과 또는 복숭아의 경도 측정에 활용되고 있다.

### 전기적 특성

농산물의 전기적 특성 연구는 지난 20년간 많은 연구가 이루어졌다. 대부분의 연구는 곡물이나 종자의 전기적 특성의 결정부분에서 이루어졌

다. 흡수성 물질 같은 대부분의 전기적 특성은 함수율에 따라 변하게 된다. 함수율과 전기적 특성과의 상관관계는 곡류와 종자의 함수량 측정을 위한 상업적 기술 발전의 기준을 제시해 줄 수 있었다. 함수율에 대한 전기적 측정 감도는 측정대상물의 종류, 청결도 등의 다른 변수들에 의해 변하기 쉽다는 어려운 점이 있지만 그동안 많은 노력으로 고춧가루 등 분체 농산물의 수분측정에 활용되고 있다.

**핵자기공명법**

**(Nuclear magnetic resonance : NMR)**

핵자기공명 기술은 수소원소의 집중현상을 검출하고 변화를 감지하며 물질 내에서 물과 기름의 결합현상을 검사하는데 이용된다. 핵자기공명법은 N극과 S극의 자석사이에 시료를 넣으면 시료를 구성하고 있는 원자핵이 각기 특유의 신호를 나타내는 것을 이용한 것이다. 핵자기공명 기술은 곡류와 종자류에서 함수량과 오일량의 평가에 주로 이용되어 발전하고 있다. 또한 사과와 바나나에서의 설탕함유량 평가와 아보카도의 오일량 평가에 적용할 수 있다.

일반적으로 핵자기 공명 영상 기술은 의학분야에서 종거나 다른 이상 물질을 검사하는데에는 상업적으로 많은 성공을 이루고 있으며, 최근 농산물이나 식품의 선별 및 품질평가에 관한 연구가 활발히 수행되고 있다. 선진국에서는 핵자기공명 영상기술을 이용하여 사과에서 수핵 감지 및 농산물에서 여러 가지 다른 품질평가요소를 분석하는데 적용하기 위하여 많은 노력을 하고 있다. 이 기술은 농산물이 내부구조에 대한 좋은 자료를 제공해 줄 수 있으며, 내부 품질 요소 평가에 매우 유용한 방법이다. 예를 들자면, 손상

정도 측정, 병충해 검사, 속도 판정 같은 내부 품질요소 이외에도 기타 외부 품질 요소의 검사에도 매우 유용한 자료를 제공한다.

**영상처리(Image Processing)**

인간의 시각 능력을 대신할 수 있는 영상처리기술 방법은 그 동안 많은 발전이 이루어졌다. 농산물의 영상처리기술에 가장 중요한 요소는 신속하고 정확하게 영상을 분석할 수 있는 능력이다. TV카메라, X-ray 검색기, NMR 영상 같은 여러 가지 방법들이 농산물에서 색깔, 형태, 병, 결함 등의 내부적 외적요소의 검색에 용이하게 사용된다. 하지만 이러한 특성을 필요한 속도로 형상을 만들어 내기에는 많은 어려움이 있다.

최근에 영상처리 기술은 관련 장비의 단가 절감, 처리속도의 증가, 이미지 프로세싱을 위한 컴퓨터 하드웨어의 발달로 많은 부분에서 실용화되고 있다. 대부분의 과실의 크기, 색깔, 형태 등의 외형적 특성을 이용한 선별장치에 활용되어 현장에서 사용되고 있으며, 사과의 손상도에 따른 선별 분야, 비정상적인 영상특성과 예상가능한 정상적 영상특성 사이의 차이를 판별, 감자를 크기와 모양에 따라 선별, 복숭아에서 결함을 검사 등에 적용되고 있다.

표 1 ~ 표 8은 농산물의 외형, 크기, 색깔, 속도, 부패, 내부품질, 결함 등 품질인자에 대하여 비파괴 적용가능 기술을 나타낸 것으로, 농산물 품위판정 및 선별시스템 구축을 위한 조사연구(김 등, 1996)와 Nondestructive technologies for quality evaluation of fruits and vegetables(Spokane, 1993)에서 인용, 정리한 것이다.

<표 1> 농산물 외형의 품질인자 및 비파괴 적용기술

Quality parameter	Nondestructive technology
Geometry Appearance	Machine vision, compared with geometry algorithm Machine vision with artificial intelligence

<표 2> 농산물 크기의 품질인자 및 비파괴 적용기술

Quality parameter	Nondestructive technology
Diameter	Machine vision
Length	Machine vision
Cross section	Machine vision
Weight	Electronic weighing
Density	Calculate from size and weight Microwave response

<표 3> 농산물 색깔의 품질인자 및 비파괴 적용기술

Quality parameter	Nondestructive technology
Color hue range	Optical properties Machine vision as a spectrophotometer
Hue identification	Machine vision as a spectrophotometer
% of discoloration	Machine vision
% of surface color	Machine vision

<표 4> 농산물 속도의 품질인자 및 비파괴 적용기술

Quality parameter	Nondestructive technology
Firmness	Acoustic response (apple, melons) Impact response (apple, melons) Gas evolution detection Mechanical vibration response Impact response (apples, peaches) Ultrasonic transmission (watermelons) Microwave response
Sugar content	NIR, Delayed Light Emission Magnetic response (sugar refractometer) Dielectric response Soluble solids measurement

<표 5> 농산물 부패의 품질인자 및 비파괴 적용기술

Quality parameter	Nondestructive technology
Molds, decays	Visible and UV spectrum machine vision Optical properties
Rot	Visible and UV spectrum machine vision
Black-Rot	X-ray imaging Acoustic response

<표 6> 농산물 내부품질의 품질인자 및 비파괴 적용기술

Quality parameter	Nondestructive technology
Spongy	Acoustic response (ultrasonic reflection)
Woodiness	X-ray machine vision
Water content	Microwave response NIR
Lipid content	Magnetic resonance
Internal breakdown	Acoustic response (ultrasonic transmission)
Open Spaces	X-ray machine vision Acoustic response(ultrasonic transmission)
Softness	Optical response(light transmission) Acoustic response (ultrasonic reflection)

<표 7> 농산물 결함의 품질인자 및 비파괴 적용기술

Quality parameter	Nondestructive technology
Cracks, splits	Visible and UV spectrum machine vision Ultrasonic and NMR imaging
Split pits	X-ray imaging(peaches)
Roots	Machine vision
Peeling	Machine vision(onions)
Thick skins	Optical response (IR, visible light reflection) Magnetic response(NMR)
Seeds, cores	X-ray machine vision Acoustic response(Ultrasonics)

<표 8> 농산물 상해의 품질인자 및 비파괴 적용기술

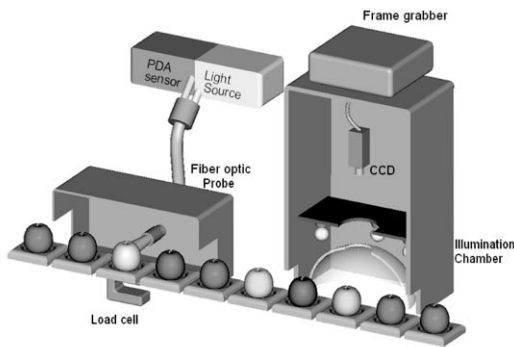
Quality parameter	Nondestructive technology
Cuts	Visible and UV spectrum machine vision
Worm holes	Machine vision
Indentations	Machine vision
Scars	Machine vision
Freezing	Visible and UV spectrum machine vision
Sunburn	UV spectrum machine vision
Hail damage	UV spectrum machine vision
Insects and worms	Machine vision Optical properties(oranges)
Peel Injury	Machine vision
Bruises	Acoustic response(ultrasonic reflection)

## 선별 시스템

최근 농산물 선별시설은 자동화 및 시스템화 되어 가고 있으며 외형, 중량 등과 함께 내부 품질 특성을 선별인자로 사용하고 있다. 대표적으로 과일의 경우 크기, 중량과 함께 비파괴 선별기술을 활용하여 형태, 색도, 당도, 산도 등 품질특성을 선별인자로 사용하고 있다. 최근 자동화된 선별 시스템은 이송 장치, 중량측정 장치, 외관측정 장치, 내부품질측정 장치, 배출 장치로 구성되어 진다(그림 1 참조).

### 이송 장치

그림 2는 버킷 방식의 이송장치를 나타낸 것으로 좌측의 이송컵은 반사식 또는 상부 투과식에 주로 이용할 수 있는 구조이며, 우측의 이송컵은 하



[그림 1] 자동화된 과일의 내외부 품질 선별 시스템

부 투과식에 주로 이용할 수 있는 구조로서 배출 시 스퀴노이드 동작에 의해 이송 컵을 기울임으로써 과일을 굴러 떨어지게 한다.

캐리어 방식은 롤러와 롤러 사이에 과일이 안착되어 이송되며, 고속의 대량처리 시스템에 비교적 적합한 형태의 이송방식으로서 감귤이나 토마토 등에서 많이 적용되고 있다. 캐리어식은 이송 속도를 다른 이송장치에 비하여 상대적으로 빠르게 할 수 있으며 캐리어 간격이 항상 일정하게 유지되므로 과일 각 개체의 품위 및 품질측정이 끝난 후 등급이 판정되면 등급별 배출장치 및 배출 알고리즘의 구현이 용이한 장점을 지니고 있다. 그러나 캐리어 간격이 고정되어 있으므로 캐리어의 간격을 벗어나는 과일은 하나의 캐리어에 광일이 탑재되지 못하는 현상이 발생하며, 캐리어의 간격에 비하여 너무 크기가 작은 과일은 이중 탑재 현상이 빈번하게 발생하는 단점도 지니고 있다(그림 3 참조).

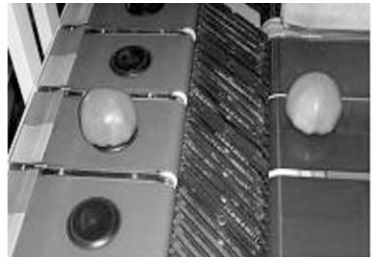
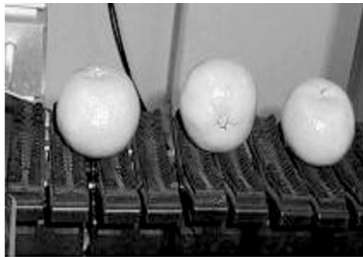
프리트레이(자유이송접시) 방식은 개별적인 이송컵 위에 과일을 올려놓은 채 공급 및 배출을 하는 형태로서 충격에 약한 복숭아나 배에 주로 많이 적용되고 있으며, 최근에는 거점 농산물산지유통센터를 중심으로 사과에도 많이 적용되고 있다. PK건반식은 감귤에 주로 적용되고 있으며, 프리벨트 방식은 이송컵 각각이 구동벨트를 갖추고 있어, 배출시 벨트 구동에 의해 과일이 배출되는 형태이다(그림 4 참조).



[그림 2] 버킷 방식 이송장치



[그림 3] 캐리어 방식 이송장치

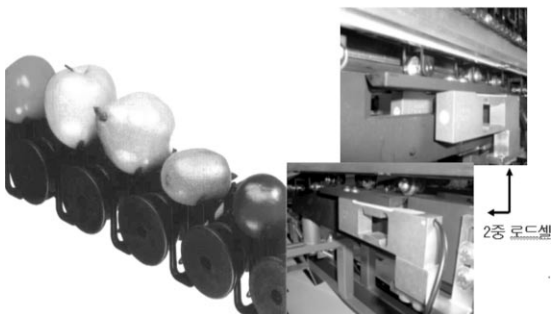


[그림 4] 프리트레이, PK건반, 프리벨트 방식 이송장치

### 중량측정 장치

과일의 무게는 전자식 무게측정 장치를 이용하여 1차적으로 각각의 빈 캐리어의 무게를 측정한다. 이후 캐리어와 과일의 전체 무게를 측정하여 빈캐리어의 무게를 뺀으로서 감귤만의 무게를 측정한다. 최근 전자식 중량측정 장치는 측정속도와 오차를 최소화하기 위하여 2중 로드셀 방식을 채택하고 있다. 2중 로드셀은 투입되는 과일의 수와 배출

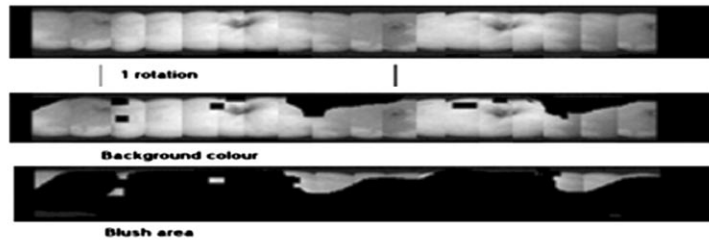
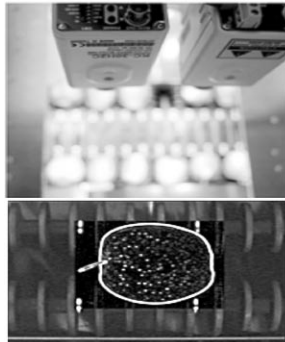
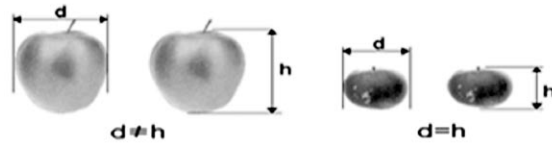
되는 과일의 수가 일정할 경우라면 투입되는 과일을 좌우의 로드셀로서 순차적으로 하나씩 측정함으로써 측정정밀도와 측정속도를 향상시킨 시스템이다. 현재 거점 농산물산지유통센터에 공급되는 전자식 무게측정장치는 표준오차 2%이내의 장치만 설치할 수 있도록 제도적으로 제한을 하고 있다(그림 5 참조).



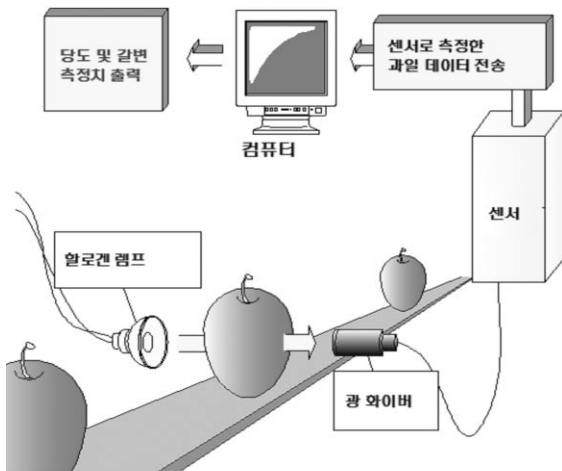
[그림 5] 이중로드셀 중량측정 장치

### 외관측정 장치

과일의 색택, 모양, 결함 등의 외관 판별은 CCD 카메라와 조명장치로 구성되는 영상처리 장치를 이용한다. 과일의 직경과 높이가 다를 경우에는 과일의 상하부 전체 면의 상태를 측정할 수 없으므로 과일을 회전시키거나 과일을 들어 올려 전체면을 측정할 수 있도록 시스템을 구성한다. 또한 카메라를 이용하여 표면상태를 검출하는 것은 한계가 있다. 그러므로 육안선별과 병행하여 보다 완전한 선별이 이루어지도록 해야 한다(그림 6 참조).



[그림 6] 카메라를 이용한 외관 측정



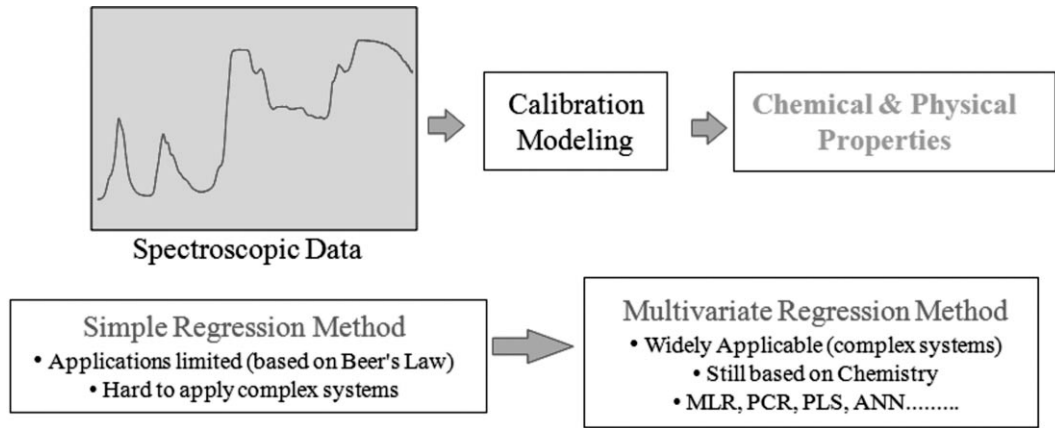
[그림 7] NIR을 이용한 비파괴 측정 시스템 구성

### 내부품질측정 장치

농산물 내부품질을 측정하는 대표적인 방법은 가시광선 및 근적외선 영역(600 ~ 1,100 nm)에서 빛의 투과 또는 반사스펙트럼을 분석하는 방법, 음파, X-선 등을 이용하는 것이다. 현재 농산물 산지유통센터에서는 주로 가시광선 및 근적외선 스펙트럼을 측정하는 방법이 사용되며, 수박의 경우에는 음파를 이용하기도 한다. 가시광선 및 근적외선 스펙트럼을 이용하여 측정할 수 있는 내부품질에는 당도, 산도, 함유량 등이 있으며 필요에 따라서는 색택과 숙도 등도 측정할 수 있다. 일반적인 시스템의 구성은 광원, 분광장치, 광프 로브 등으로 구성된다(그림 7 참조).

가시광선 및 근적외선 스펙트럼을 이용하기 위





[그림 8] 가시광선 및 근적외선 스펙트럼을 이용한 표준 검량선 개발과정

해서는 표준 검량선을 개발하여야 한다. 표준 검량선은 다양한 시료 수집 개 이상을 대상으로 투과(또는 반사)스펙트럼을 측정후 이들 스펙트럼을 분석하여 특정 내부품질인자와 관계를 정립할 수 있도록 개발한다. 이 표준 검량선을 이용하여 품질측정 및 등급판정에 활용한다(그림 8 참조).

검량선의 정밀도는 비파괴 선별의 신뢰성과 밀접한 관계가 있으므로 주의하여 개발하여야 하며 검량선 개발에 직접적으로 이용되는 투과(또는 반사)스펙트럼 데이터에 영향을 미치는 인자에 관하여 숙지하고 보다 안정적인 검량선이 개발되도록 다양한 스펙트럼 데이터를 측정하여야 한다. 검량선에 영향을 미치는 인자에는 측정 대상의 내부품질 외에도 선택, 크기, 경도, 시료의 온도 등이 있으며 광 측정시스템에서 광원의 세기, 광파이버의 휨 정도, 예비 가열시간, 시료의 이송 속도 등이 있다. 특히, 시료의 이송속도를 살펴보면 속도가 증가함에 따라서 스펙트럼의 강도가 약해지며, 전체적으로 흡광도가 변하여 스펙트럼의 모양(패턴)이 변하게 된다. 이것은 검량선의 정밀도를 떨어뜨리는 원인이 된다.

**배출 장치**

배출 장치는 선별된 과일을 상품화하기 위하여 결정된 등급별 배출용 컨베이어벨트에 낙하시켜

주는 역할을 한다. 배출 장치는 이송장치 및 선별 장치의 종류에 따라 다양하게 구성된다. 배출부에서는 선별된 과일이 낙하에 의한 손상, 과일과 과일의 충돌에 의한 압상 등이 발생하지 않도록 주의하여야 한다(그림 9 참조).

**맺음말**

최근 농산물에 대한 소비형태는 생활수준의 향상 및 식생활의 고급화와 다양화에 의해 고품질화, 안정성을 추구하게 되었고, 국가 간의 농산물 무



[그림 9] 선별시스템의 배출 장치

역자유화의 폭이 넓어져 가격 면에서 우위에 있는 수입 농산물과의 경쟁에서 국내 농산물이 생존하기 위해서는 보다 우수한 품질을 갖는 농산물의 생산과 함께 생산된 농산물의 품질에 따른 규격 선별이 이루어져야 한다.

근적외선을 이용한 농산물 선별 시스템은 20년 전만해도 장비가 고가이고 적용기술도 미비하여 농산물 선별 현장에서는 거의 사용되지 못했다. 그러나 꾸준한 기술개발과 함께 관련 장비의 가격이 하락으로 인하여 현재 국내 대부분의 거점 농산물산지유통센터에서 농산물의 내부품질 선별에 사용되고 있다. 현재에도 국내를 비롯한 세계 각국에서 농산물의 품질판정 기술을 향상시키기 위하여 Acoustic response, Dielectric response, Microwave response, Impact response, Mechanical vibration response, Magnetic resonance, Machine vision, Optical properties를 이용한 선별 기술 및 새로운 기술개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 향후 농산물 내부품질 판정을 위한 고성능의 선별 시스템은 수요는 국내뿐 아니라 중국, EU, 미국 등 세계적으로 증가할 것이며, 향후 전 세계적으로 주요 연구개발 대상이 되고 있다.

## 참고문헌

1. 김종훈. 2011. 농산물 선별 및 공정설계 기술. 농산물유통전문교육과정, 한국식품연구원.
2. 김철진, 조용진, 김종훈, Y.H. Han. 1996. 농산물의 품위판정 및 선별시스템 구축을 위한 조사연구. 한국식품연구원
3. 박재복, 김동철, 김종훈, 이충호. 1994. 영상처리를 이용한 농산물의 외형특성 판명기술 개발. 한국식품연구원
4. ASAE. 1993. Nondestructive Technologies for Quality Evaluation of Fruits and Vegetables. Proceedings of the International Workshop
5. Don E. Bary and Don McBride. 1992. Nondestructive Testing Techniques. John Wiley & Sons, Inc.
6. Raghavachari, K. 2001. Near-infrared Applications in Biotechnology. Marcel Dekker, Inc., NY, USA
7. Shigeo Yamamoto. 2010. Advanced Inspection Technology of Agricultural Products and Foods. ISBN978-4-7813-0247-8
8. Williams, P. C. 1996. Recent advances in near-infrared application for agriculture and food industries. Int. Japanese Conference on Near Infrared Spectroscopy, Tsukuba, Japan
9. 日本農業機械學會. 1991. 農産物の測定と計測方法に関する総合的研究. 農産物物性研究 第4集
10. 日本農業機械學會. 1995. 農産物の物性, 質評價および流通する総合研究. 農産物物性研究 第5集