

[P-73]

근적외선 투과스펙트럼을 이용한 감귤의 당산도 예측

이강진*, 최규홍, 손재룡, 최동수, 김기영
농촌진흥청 농업기계화연구소

여러 개의 광원에서 출력되는 에너지를 하나로 집광시킬 수 있는 광원장치를 개발하여 편평하게 놓여진 감귤에 조사하고, 이 때 투과된 근적외선 스펙트럼을 CCD배열센서로 측정하였다. 감귤의 크기와 자세가 투과스펙트럼에 미치는 영향을 살펴보고 획득된 투과스펙트럼으로 감귤의 당도와 산함량을 예측할 수 있는 지 검토하였다. 감귤을 투과한 스펙트럼을 측정할 수 있고, 이송과 동시에 배출 가능한 선별라인을 제작하였다. 배출되는 감귤의 배출속도를 증진시키기 위해 슬레노이드로써 감귤래치를 일정시간동안 타격한 이후, 배출가이드를 통해 감귤을 원활하게 배출할 수 있게 하였다. 굴절당도계와 자동적정장치로 측정된 당도와 산도를 투과스펙트럼으로 예측할 수 있는 모델을 개발하고 미지 시료에 대하여 예측한 결과, Range-normalization의 전처리와 1차 미분했을 때 SEC와 SEP가 각각 0.33, 0.42brix로 가장 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 감귤의 자세가 정밀도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 감귤의 자세를 달리하여 획득한 스펙트럼에 대해 내부 당도와 산함량을 예측해보았다. 즉, 센서부로 과일 꼭지부가 오게 하거나, 또는 밑면이 센서부로 오도록 감귤을 세워서 측정한 스펙트럼에 대해 당도를 예측한 결과, 과일 밑면이 센서로 향했을 경우 상관계수는 0.774, SEP 0.66brix로서 같은 적도부를 조사한 시료보다 정밀도가 떨어짐을 알 수 있었다. 꼭지가 센서부로 향했을 경우는 이보다 훨씬 떨어져 SEP가 3brix이상으로 예측하기 어려움을 알 수 있었다. 이로서 감귤이 안착된 자세가 정밀도에 주는 영향을 확인할 수 있었으며, 선별을 위한 자동 투입시에 자세를 항상 일정한 방향으로 유지할 수 있는 시스템이 선행되어야 할 것으로 판단되었다. 하우스 밀감과 노지 밀감을 초당 60cm의 속도로 이송하면서 투과스펙트럼을 측정하고 당도와 산도를 예측하였다. 하우스 밀감의 경우, 당도와 산도는 각각 0.8, 0.56의 결정계수값을 나타냈으며, 오차는 0.45brix, 0.07%로 나타났다. 조생온주 노지밀감의 경우, 당도와 산도, 속도의 결정계수는 0.5, 0.35, 0.77로 나타났고, 이 때의 오차는 각각 0.47brix, 0.12%, 1.69로서 하우스 밀감보다는 정밀도면에서 떨어지는 결과를 보였다. 이는 실험에 사용된 시료의 품질 범위가 하우스밀감보다 좁은 데서 기인하는 것으로서 실용상으로는 문제가 없을 것으로 판단되었으며, 산함량의 예측은 아직 미흡하지만 산함량이 많은 과일의 배제를 위해서 사용하면 실용상으로도 적용 가능할 것으로 판단되었다.

[P-74]

농가보급형 마늘쪽분리기 개발

이영희*, 조남홍, 박종률, 최승묵, 조광환, 김재규
농촌진흥청 농업기계화연구소

최근 중국산 마늘의 수입으로 인해 가격 경쟁력 측면에서 생산농가가 어려움을 겪고있는 실정이다.

마늘재배농가의 가격경쟁력을 향상시키기 위해서는 생력 기계화에 의한 생산비 절감이 필수적이며 노령화, 여성화되는 농촌현실을 감안하여 마늘 재배 일관기계화가 수반되어야 한다. 마늘수확기, 파종기, 줄기절단기, 통마늘 선별기 등이 개발되어 영농현장에서 활용되고 있으나, 종자 준비를 위한 마늘 쪽 분리기 및 선별기는 활용도가 낮은 편이었다. 이는 농가의 마늘재배 규모가 0.1 ~ 1.3ha로 대부분 소규모인 반면에 지금까지 개발되어 보급중인 기종은 대형이고 가격이 비싸며 구조가 복잡하거나 손상 발생이 높아 농가적응성이 낮기 때문이다. 본 연구는 고역작업이고, 파종작업이 어려워 마늘 재배농가의 기계화 요구도가 매우 높으나 기존 공급되고 있는 기종이 가격이 비싸고 구조가 복잡하며, 크고 무거운 농가가 사용하기에는 부적합하여 활용이 미흡한 종구용 마늘쪽분리기를 개발코자 하였다. 마늘쪽 분리장치를 설계하기 위해서 종구용 마늘의 품종별 크기 및 형상을 조사하고 기계적 특성을 분석하였다. 또한 작은 공간 내에서 마늘쪽분리에 적합한 마찰력과 압축력을 발생시키고 투입되는 마늘의 양에 관계없이 일정하게 분리하여 배출하며 분리된 마늘쪽과 껍질, 뿌리와 속줄기 등을 정선 할 수 있는 구조가 필요하기 때문에 본 연구에서는 이러한 착안점을 충족하기 위하여 내부에서 강제 이송되면서 원추 나선드럼 과 경사원통사이의 협소해지는 공간에서 압축압력이 상승하고 마찰력에 의해 통마늘이 분리되어 자유낙하 하면 송풍덕트와 배출구의 교차점에서 바람에 의해 정선되는 구조로 시작기를 설계하였다. 시작기의 쪽 분리부는 좁은 공간에서 쪽 분리효과를 극대화 할 수 있는 나선부착 원추드럼 및 경사원통형으로 제작하고 쪽 분리시 발생할 수 있는 손상을 최소화하기 위하여 드럼과 원통의 접촉면에 우레탄 재질을 사용하였다. 정선부는 분리된 마늘쪽과 외피, 뿌리, 줄기 등을 배출관에서 바람으로 정선할 수 있도록 송풍덕트와 배출관이 교차하도록 제작하였다. 종구용 통마늘의 크기를 조사한 결과 구경은 의성, 무안, 자봉이 각각 44.3, 51.9, 60.2mm이었으며, 통마늘의 평방향 최대 압축력은 의성, 무안, 자봉마늘이 각각 185.1, 145.8, 148.5N 이고, 마늘쪽의 생물체 항복강도는 의성, 무안, 자봉마늘이 각각 272.4, 336.2, 413.2N/cm²로 통마늘은 의성종이 단단하나 마늘쪽은 무안이나 자봉마늘에 비해 단단하지 않은 것으로 나타났다. 개발한 시작기의 현장시험 결과 무안마늘에서 1쪽 분리율은 75.9%, 손상율은 0.8%, 파종 후 출현율이 94.3%로 농가적응성 및 실용성이 높은 것으로 나타났으며, 시작기의 경제성을 분석한 결과 인력과 대비하면 쪽분리작업 노력을 94.8%절감하고, 소요비용을 91.5% 절약할 수 있는 것으로 나타났다.

[P-75]

농산물 포장용 골판지상자의 저온 고습조건에서의 수분흡습특성 및 압축강도에 관한 연구

이원옥*, 윤홍선, 이현동, 정 훈, 조광환, 박원규¹, 김만수²
 농촌진흥청 농업기계화연구소, 충남대학교 농업기계공학과

농산물 포장에 사용되는 골판지상자는 포장, 수송, 하역 및 저장 등의 유통과정을 거치면서 여러요 인들에 압축강도가 현저히 저하된다. 특히 저장 중에는 높은 상대습도로 인한 흡습열화, 적층기간의 증대, 팔레트 패턴(palletting pattern)에 의한 강도저하가 뚜렷하다. 최악의 경우 골판지 상자 생산시 초기강도의 10~20%밖에 기능을 다하지 못하는 경우를 볼 수 있게된다. 따라서 농산물의 골판지상자는 이와 같은 강도 저하요인들을 종합적으로 검토하여 상자의 필요 압축강도를 적용해야 할 것이다. 본

연구는 농산물의 저온저장 및 유통시 고습조건에서의 골판지의 수분 흡습 특성과 상자압축강도(Box Compression Strength)와의 열화특성을 구명하고자 원지의 구성, 라이너의 발수도, 골형태를 달리한 골판지를 공시재료로 사용하였다. 그 결과 온도변화에 따른 골판지 함수율변화는 골판지 원지 종류, 발수도 차이등에 관계없이 거의 일정한 값을 나타내어 온도가 골판지의 수분흡습에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 상대습도 변화에 따른 골판지의 함수율 변화는 상대습도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났으며 골판지의 수분흡습은 발수도 보다는 원지의 구성에 따라 영향을 많이 받는 것으로 나타나 골판지의 수분흡습을 줄이기 위해서는 발수도를 높이는 것보다 원지자체를 개선할 필요가 높은 것으로 나타났다. 수직압축강도는 상대습도가 증가함에 따라 크게 감소하여 상대습도가 수직압축강도에 미치는 영향이 매우 큰 것으로 나타났고 또한 상대습도가 증가함에 따른 수직압축강도의 저하비율은 골판지의 종류에 관계없이 거의 같은 것으로 나타났다. 따라서 수분흡습에 의한 수직압축강도의 저하를 방지하기 위해서는 원지를 개선하고 골의 형상을 2중양면으로 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 골심지에 싸이징 처리한 골판지의 함수율은 일반골심지에 비하여 함수율이 낮게 나타나 내습효과가 있는 것으로 나타났으나 골판지 제작시 라이너와 골심지의 접합과정에서 싸이징 처리된 골심지 부분에서의 접합성이 떨어져 수직압축강도의 외력을 받을 경우 압축강도가 낮게 나타나 골판지의 생산속도를 30%이상 낮추거나, 고성능의 접착제의 개발이 수반되어야 할 것으로 판단된다. 이상의 결과로부터 저온고습조건에서 안전하게 내용물을 보호할 수 있는 저온유통용 농산물 골판지 상자의 개선을 위해서는 고품질 원지의 생산기술 개발 및 골판지 상자의 구조개선 연구가 우선되어야 할 것으로 판단된다.

[P-76]

리프트롤러 형상식 선별기 개발

조남홍*, 이영희, 최승목, 박종률, 김재규, 김만수, 김봉석¹
 농촌진흥청 농업기계화연구소, ¹(주)평화인더스트리

양파와 감자는 농가의 주요 소득 작목으로 연간재배면적(2000)이 각각 16,773ha, 29,415ha에서, 각각 877,514톤, 140,915톤이 생산되고 있다. 특히 양파는 재배지역의 기후특성 및 여건에 따라 집단화되어 재배가 이루어지고 있다. 양파와 감자의 선별·포장에 소요되는 시간은 전체 노동투하 시간에 대하여 각각 13.6%, 10.3%를 차지하고 있어 노동 투하량이 많으나, 생력 기계화가 이루어지지 않아 정밀선별 및 포장출하비율이 낮아 부가가치가 낮은 실정이다. 수확 후 고품질 농산물을 소비자에게 공급하고 부가가치를 향상시켜 농가 소득을 증대시키기 위해서는 손상 없이 정밀하게 선별하는 작업이 중요하다. 농산물 표준출하규격에 의하면 감자와 양파의 등급별 크기기준은 특대, 대, 중, 소, 특소 등 4~5 등급으로 분류하고 있으며, 출하시 객관적인 기준 없이 인력 선별이 대부분 차지하고 있어 선별정밀도가 떨어지는 실정이다. 특히 감자와 같이 형상이 구형이 아닌 경우 현재 일부에서 이용중인 드럼형 형상 선별기로 선별할 경우 서로 부딪히고 구멍에 끼어서 표피 손상이 발생되어 상품성이 떨어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 형상이 균일하지 않거나 비교적 구형인 농산물의 손상을 최소화하면서 정밀 선별할 수 있는 리프트롤러 형상식 선별기를 개발하기 위하여 연구를 수행하였으며 그 주요결

과는 다음과 같다. 본 연구에서 개발한 선별기는 농산물이 호퍼에 공급되면 이송벨트컨베이어가 선별 부로 이송시킨 후 리프트롤러에 투입 이송되면서 롤러의 간격차이에 따라 선별 배출되면서 계량되는 일관작업형 구조로 구성되어 있다. 시작기 선별방식은 리프트롤러식으로 두 개의 롤러가 한조로 구성되며, 하나의 롤러는 일정하게 이송만 하고 다른 하나는 이동과 동시에 상승하면서 롤러사이의 간격이 점차 넓어짐에 따라 크기별로 선별이 이루어지며 등급별 조절방식은 캠과 랙기어를 이용하여 조절토록 하였다. 크기별로 4~5등급 선별할 수 있으며 동력원은 전동기이다. 롤러의 적정 주속도는 0.24~0.27m/sec범위였으며 감자와 양파의 선별 정밀도는 각 등급별로 86.5~94.5%범위로 인력의 82.0~89.5%비해 높았으며, 손상율도 0.1%이하로 낮은 것으로 나타났으나, 감귤은 선별정밀도가 2, 3, 4등급에서 82~85%로 낮아 시작기 롤러로는 적응성이 낮은 것으로 판단되었다. 적정 주속도 0.27m/s에서의 시작기 작업성능은 양파와 감자는 각각 시간당 2,098, 2,105kg으로 인력선별에 비해 각각 13배, 10배 능률적이었다. 경제성 분석결과 양파와 감자의 소요경비가 1톤당 각각 19,159원, 15,340원이 소요되어 인력선별비용 25,312원, 19,755원에 비하여 각각 24%, 22%의 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

[P-77]

장미, 국화 절화 선별을 위한 영상처리 알고리즘 개발

최승묵, 조남홍, 이영희, 박종률, 김재규, 서상룡¹
 농촌진흥청 농업기계화연구소, ¹전남대학교

화훼산업은 타 작목에 비해 소득이 높은 반면, 노동 및 자본 집약적 산업으로서 국민 소득이 증가하고 도시화와 산업화가 이루어질수록 자연에 대한 문화적 욕구가 증대되어 소득 작목으로서의 발전 가능성이 매우 높다. 특히 절화류는 수출유망 작목으로 1999년에는 6,700톤을 수출하여 전년대비 177.7%가 증가하였으며, 장미와 국화의 수출 증가율은 타 품목에 비해 높은 편으로 국화는 800.3%, 장미는 104.0%로 꾸준히 증가하고 있다.

그러나 선별은 거의 인력으로 이루어지고 있어 정밀하게 선별이 안되는 것으로 조사되었으며, 불균 일한 선별 때문에 수입국의 꽃 도매시장에서 꽃가격은 10 ~ 30% 수준으로 낮게 책정되고 있어 이는 수출 물량 확대의 장애 요인으로 작용하고 있는 것으로 조사되어 정밀하게 선별 할 수 있는 선별기의 개발이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 절화류중 수출물량이 많은 장미와 국화에 대하여 절화류 선별기를 개발하는데 이용하기 위한 영상처리 선별알고리즘을 개발하고 이의 정당성을 검증하였으며, 주요 실험 결과는 다음과 같다.

1. 절화 길이(꽃봉우리끝에서부터 꽃대의 끝부분까지)에 대한 측정 정확도는 실제 길이값과 영상처리 선별 알고리즘에 의한 측정 길이값과의 상관관계를 보면 장미와 국화의 경우 각각 $R^2=0.9948$ 와 $R^2=0.9993$ 으로 나타났으며
2. 꽃대 굵기에 대한 측정 정확도는 장미와 국화의 경우 꽃대의 실제 굵기값과 영상처리 선별 알고리즘에 의한 측정 굵기값과의 상관 관계는 각각 $R^2=0.8429$ 와 $R^2=0.9380$ 으로 나타났으며

3. 꽃봉우리 개화정도에 따른 상품(商品)으로서의 양(良), 불량(不良)을 판별할 수 있는 선별 정확도에 대한 실험은 장미의 경우 미개화 80%, 정상개화 85%, 과개화 85%를 판별할 수 있었으며, 국화는 미개화 85%, 정상개화 85%, 과개화 90%를 판별할 수 있었으며,
4. 그리고 꽃대힘정도에 따른 상품(商品)으로서의 양(良), 불량(不良)을 판별할 수 있는 선별 정확도는 장미와 국화 모두 양 90%, 불량 85%를 판별할 수 있었다.
5. 따라서 본 연구에서 개발한 영상처리 선별알고리즘은 장미와 국화절화의 선별기 개발에 이용할 수 있을 것으로 사료된다.