(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월29일
(11) 등록번호 10-1400649
(24) 등록일자 2014년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/25 (2006.01) *G01N 33/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0075180
(22) 출원일자 2013년06월28일
심사청구일자 2013년06월28일
(56) 선행기술조사문헌
JP2001211776 A
JP2006162454 A
KR1020100004129 A

(73) 특허권자
주식회사 에그텍
대전광역시 유성구 테크노 3로 77 (관평동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
조병관
대전 유성구 학하로 33, 학의뜰아파트 103동 701호 (계산동, 학하리슈빌학의뜰아파트)
장동일
대전 유성구 진잠로149번길 30, 204동 404호 (교촌동, 한승미메이드아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이충한, 특허법인 웰-엘엔케이

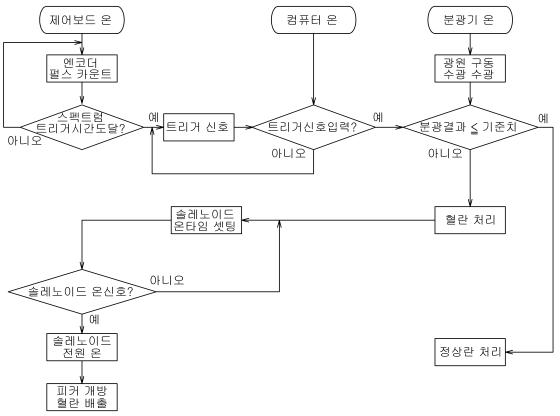
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 차영란

(54) 발명의 명칭 **가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법**

(57) 요 약

혈란 검사의 전반 과정을 자동화하여 보다 쉽게 란의 정상 여부를 검사를 할 수 있는 혈란 검출 방법에 관한 것으로서, 상세하게는 투광검사부를 통해 란의 모든 영역을 투과한 빛을 수집하고 수집된 빛을 스코프를 통해 분광 데이터를 생성한 후 컴퓨터에서 프로그램을 통해 투과스펙트럼 전체를 비교 판단하여 란의 정상 여부 즉, 혈란 여부를 판별하여 자동으로 배출시키거나 이송할 수 있게 함으로써 혈란의 검사를 보다 쉽게 할 수 있을 뿐만 아니라 원격 컴퓨터에서 원격으로 혈란 검출을 제어하고 모니터링 할 수 있는 혈란 검출 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김대용

대전 유성구 농대로21번길 22, 304 (궁동, 홍인빌라)

이홍석

경기 파주시 동패로 117, 301동 1506호 (동패동, 벽산아파트)

이은철

대전 대덕구 신탄진로218번길 12, 111동 304호 (와동, 와동주공아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	C0027982
부처명	중소기업청
연구사업명	중소기업 산학연 공동 기술 개발 콘소시엄
연구과제명	고품질 안전 계란 공급을 위한 계한 종합 품질 선별시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	충남대학교 산학협력단
연구기간	2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

가시광선 및 근적외선 광원으로부터 조사되어 란을 투과한 투과 스펙트럼을 분석하는 분광분석기를 포함하는 혈란 검출 시스템을 이용한 혈란 검출 방법에 있어서,

(a) 엔코더에서 발생된 펄스를 카운트하여 검사 대상란이 투광 검사부가 설치된 검사위치에 도달하는지 여부를 판단하는 단계,

(b) 상기 (a)단계에서 카운트된 펄스가 미리 설정된 펄스수에 이르면 광원, 수광수단 및 스코프에 구동신호를 전송하여 란의 전체 영역에 빛을 조사해서 란을 검사하는 단계,

(c) 상기 스코프에서 상기 (b)단계의 란 투광 신호로부터 분광데이터를 생성하는 단계,

(d) 혈란검출 프로그램에서 상기 (c)단계에서 생성된 분광데이터를 전달받아 란을 투과한 투과스펙트럼의 전 영역을 부분 최소 자승 판별 분석법(Partial least square-discriminant analysis; PLS-DA)을 통해 분석하여 검사 대상란이 혈란인지 여부를 판단하는 단계 및

(e) 상기 (d)단계에서 혈란으로 판별된 란은 이송하는 버킷을 구동시키는 버킷구동수단을 작동시켜 배출하고, 정상란으로 판별된 란은 이송수단을 구동시켜 후속 공정으로 이송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

란에 조사되는 빛의 파장은 란을 투과할 수 있도록 파장이 400 내지 1100nm 인 것을 특징으로 하는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 혈란검출 프로그램은 사용자에 의해 혈의 농도별 선택이 가능하며, 각 농도별로 혈란의 판단 기준이 되는 혈란기준값이 설정되고,

상기 혈란기준값은 사용자에 의해 임의 조절 가능한 것을 특징으로 하는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

혈의 농도별 선택은 0.01 mL 이상, 0.04 mL 이상, 0.07 mL 이상, 0.1 mL 이상 4단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

광원으로부터 조사되는 빛의 각도는 란의 중심을 지나는 수직선과 25 내지 34° 이고, 광원과 란 사이의 거리는

90 내지 120 mm인 것을 특징으로 하는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

스펙트럼 획득시 광 노출시간(integration time)은 30 ms이고, 스펙트럼의 노이즈를 줄이기 위하여 이동평균(Moving average) 기법을 적용하고, 이동평균은 평균 8 내지 12스탭(step)인 것을 특징으로 하는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 컴퓨터의 혈란분석 프로그램에서 판별된 란의 검사 정보는 통신망을 이용하여 원격의 관리컴퓨터로 전송되는 것을 특징으로 하는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법에 관한 것으로, 상세하게는 투광검사부를 통해 란의 모든 영역을 투과한 빛을 수집하고 수집된 빛을 스코프를 통해 분광데이터를 생성한 후 컴퓨터에서 프로그램을 통해 투과스펙트럼 전체를 비교 판단하여 란의 정상 여부 즉, 혈란 여부를 판별하여 자동으로 배출시키거나 이송할 수 있게 함으로써 혈란의 검사를 보다 쉽게 할 수 있을 뿐만 아니라 원격 컴퓨터에서 원격으로 혈란 검출을 제어하고 모니터링 할 수 있는 혈란 검출 방법에 관한 것이다.

[0002] 또한, 발명은 혈란 검출의 전반 과정을 자동화하여 보다 쉽게 란의 정상 여부를 검사를 할 수 있는 혈란 검출 방법에 관한 것이다.

[0003] 또한 소비자의 요구에 맞추어 선별 혈량을 선택할 수 있고, 선별된 혈량에 따른 혈란과 정상란을 구분하는 기준선의 값을 조절할 수 있어 소비자가 요구하는 혈의 량에 따라 맞춤형으로 혈란을 구분할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 계란을 비롯한 란(卵)류는 성장에 필요한 필수 아미노산은 물론 레시틴, 철분, 인, 비타민 A 등이 다량 함유되어 있는 완전식품의 하나로 다양한 음식의 부재료나 주재료로 많이 사용되고 있다. 특히, 계란의 국내 계란시장 규모는 년간 1조 2천억 원으로서, 국내 산란농장에서 1일 생산되는 계란의 단위면적당 생산량은 2011년 기준으로 3,770만 란이며, 계란소비량과 함께 계속 증가추세에 있다. 최근 들어 국내 양계업계는 국산 계란의 부가가치를 높이기 위해 시설의 자동화, 대형화, 고품질화에 집중적인 투자와 노력을 기울이고 있다. 특히 한-EU 및 한미 FTA에 효과적으로 대응하기 위해 국산 계란의 경쟁력 제고를 위한 다각적인 방안이 강구되고 있다. 이러한 노력의 결과로 우리나라의 계란 선별기의 기술수준이 높아진 것은 사실이나 아직까지 국내에서 개발되어 상용되고 있는 계란 선별기는 중량선별 및 포장에 기반한 선별기술에 국한되었다. 그 결과로 최근까지 선별속도를 높이기 위한 연구개발에 초점을 맞추어 그 선별속도를 30,000 egg/h까지 끌어올림으로써 선진국의 45,000 egg/h에 근접한 수준으로 도약하였다. 그러나 유럽 및 일본 등의 선진국 계란 선별기에 장착되어 있는 이상란 검출기능은 아직 국내에서 연구단계에 머물러 있는 실정이다.

[0005] 이러한 계란을 포함하는 란(卵)은 표면이 불량한 외부 이상과 껍질 내부에 결점이 있는 내부 이상으로 나뉘는데, 계란의 외부 이상에는 오물란(껍질에 각종 오물이 묻어 있는 계란) 및 파란(껍질에 눈에 보이지 않는 실금이 있는 계란)이 있고, 내부 이상에는 혈란(내부에 피가 포함된 계란), 난황이 손상 또는 없는 계란, 난황변질 및 썩은 계란 등이 있다. 계란은 내부 내용물만 섭취되므로 소비자들이 중요하게 여기는 품질 기준은 내부 이상의 유무이며 내부 이상 중 가장 흔하면서 검출이 어려운 종류가 혈란이다. 혈란이란 노른자 주위에 혈반이 존재하는 계란으로서, 이는 소비자가 제기하는 가장 큰 제품 불만요소이다. 혈란은 계란 노른자가 난소에서 배란될 때 발생하게 되는데, 스트레스나 환경적인 요인으로 언제든지 발생할 수 있으므로 이를 제품 출시 전에 선별해야 하나 이를 비파괴적으로 선별하기는 어려운 실정이다.

[0006] 이러한 혈란을 판별 또는 검사하기 위한 기술과 관련된 기술로는 크게 분광분석에 의한 방법과, 카메라를 이용한 영상처리를 이용하는 방법으로 나누어진다. 이 중에서 분광분석에 의한 방법에 관한 기술은 국내의 경우 근적외선을 이용하여 확산/반사되는 빛을 분석하여 판별하는 것이 대부분이고, 국외의 경우 가시광선에서 근적외선에 이르기까지 광범위한 스펙트럼 중 특정영역의 스펙트럼을 이용하여 투과되는 빛을 분석하여 판별하는 것이 주류를 이루고 있으며, 그 일예로는 비 특허문헌 1 및 2가 있다.

[0007] 비특허문헌 1은 (광학적 방법을 이용한 비파괴적인 계란의 신선도 분석 방법, 2007, 조성복 외) 텅스텐-할로겐(300 ~ 1,050 nm) 광원을 조사하여 계란의 저장기간에 따른 빛의 투과 및 반사 스펙트럼을 분석하였다. 이 기술은 빛이 계란에 투과되었을 때 638.18nm에서 빛의 투과 강도(intensity)가 급격히 증가하여 709.22 nm에서 최대 강도(intensity)를 갖고, 빛이 계란에서 반사되었을 때 반사 강도(intensity)는 643.01 nm에서 급격히 증가하여 772.68 nm에서 최대 강도(intensity)를 가짐으로써 계란의 저장기간이 길수록, 즉 계란의 신선도가 떨어질수록 빛의 투과 강도(intensity)가 증가하는 형상을 이용한 것이다.

[0008] 비 특허문헌 2는(근적외선 분광법을 이용한 새로운 비파괴적 계란 신선도 측정방법의 개발에 관한 연구, 2005, 김상호 외) 근적외선 분광 분석법을 이용한 계란 측정용 모듈을 사용하여 계란의 내부 품질 인자인 신선도를 전처리 없이 측정할 수 있는 방법에 관한 것으로서, 계란 신선도 검사에 적용하기 위하여 다변량 검량식인 PLS regression(Partial Least Square regression, 부분최소제곱회귀) 방법을 적용하였으며, 이 방법에 의하여 측정하였을 때 오차의 척도인 SEP(Standard Error of Prediction)는 1.35 HU(신선도지수)로 매우 좋은 결과를 얻었다. 이 결과에 근거하여 일반적으로 사용되는 기존의 품질검사를 위한 파괴형 다목적용 계란 품질 시험기에 사용한 동일 시료를 근적외선 분광법에 적용하여 비교 측정하였을 때 총 80개의 공시재료에 대하여 5 % 미만의 오차를 나타내었고, 그 결과 기존의 파괴형 다목적용 계란 품질시험기를 이용한 호우 유닛 값에 비해 근적외선 분광법은 비파괴 방식을 도입하여 분석시간이 현저히 줄어드는 장점이 있으므로 효율적인 품질 관리법이 될 수 있을 것으로 밝히고 있다.

[0009] 혈란을 판별 또는 검사하기 위한 기술과 관련된 기술과 관련된 특허문헌으로는 특허문헌 1내지 13이 있다.

[0010] 특허문헌 1 및 2 (대한민국 특허등록 제1066608호, 제1093157호)는 계란내 혈액을 측정하기 위해 계란에 광파장 1,100 ~ 1,700 nm 범위대의 근적외선을 주사하기 위한 광원모듈과, 계란으로부터 확산 및 반사되는 근적외선을 수집하여 스펙트럼 데이터로 출력하는 광검출모듈과 수집된 스펙트럼 데이터를 분석하여 혈란을 판단하는 데이터분석모듈을 포함하는 계란내 혈액 측정을 위한 비침습 근적외선 측정장치가 개시되어 있고, 특허문헌 3 및 4 (일본 특허공개 제2006-284310호 및 제2005-337754호)에는 투과광을 계란의 빛 투과도에 따른 노광 시간(exposure time)으로 수광하여 상기 노광 시간에서 검출된 투과광 데이터를 분석하여 계란의 내부 이상의 유무를 판정하는 검란방법이 게시되어 있고, 특허문헌 5(일본 특허공개 제2006-162454호)에는 계란에 빛을 조사하고 상기 계란을 투과한 투과광의 스펙트럼(spectrum)을 검출해 상기 투과광의 스펙트럼(spectrum) 검출치에 근거하여 얻을 수 있는 2차 미분치를 산출해 소정 파장 영역내에서 복수의 상기 2차 미분치의 차분을 비교하는 것으로써 상기 계란이 혈란인지 아닌지를 판별하는 혈란 비파괴 검출 방법이 제시되어 있고, 특허문헌 6(일본 특허공개 제2004-1541132호)에는 투과한 빛과 수광한 빛의 강도(light intensity)에 근거해 계란내 상태를 판정하는 방법으로서, 혈액이나 계란껍질 색에 의한 흡수의 영향을 받기 어려운 파장(620 nm)의 투과광 강도와 계란껍질색에 의해 큰 흡수가 인정되는 파장(645 nm)의 투과광 강도의 비와, 혈액에 의한 흡수의 영향을 별로 받지 않고 달걀 껍질색의 흡수의 영향을 받는 파장(590 nm)의 투과광 강도와 혈액의 흡수의 영향을 받는 파장(575 nm)의 투과광 강도의 비에 근거해 혈란을 판정하는 방법이 개시되어 있고, 특허문헌 7(일본 특허공개 제2003-232741호)에는 계란 투과광 분광 스펙트럼(optical spectrum)의 강도를 광원광의 분광 스펙트럼(optical spectrum)의 강도로 제산해 강도를 광투과율에 변환 후, 계란 성분이 대부분 흡광하지 않는 파장에서의 광투과율에서 분광 스펙트럼(optical spectrum)을 규격화한 후, 그 분광 스펙트럼(optical spectrum)의 2차 미분 곡선을 작성해 계란 껍질색소인 프로토포르피린(protoporphyrin)의 흡광 파장의 peak intensity로 계란껍질 색을 분류해 혈란의 헤모글로빈류(hemoglobin)의 흡광 파장 영역에서 검사 계란과 정상 계란의 분광 스펙트럼(optical spectrum)의 파형 유사도에 따라 계란껍질 색의 분류별로 혈란여부를 판별하는 방법이 게시되어 있고, 특허문헌 8(일본 특허공개 제2004-516475호)에는 가시 및 적외 영역의 파장 중의 선택된 파장에서 수광한 light intensity를 얻고, 이를 스펙트럼(spectrum)으로 변환해 상기 스펙트럼(spectrum)을 기존의 정상란의 스펙트럼(spectrum)과 비교해 혈란을 식별하는 방법이 개시되어 있고, 특허문헌 9(일본 특허공개 제2002-139426호)에는 정상란의 분광투과스펙트럼을 계란 껍질색마다 측정/수록하고, 검사란의 분광투과스펙트럼을 측정하여 600 nm대에서 계란 껍질의 흡광도를 분석하여 계란 껍질색을 판별하고, 그 껍질색에 맞춰 560 nm대의 스펙트럼과 비교하여 유사도를 상관계수로 분급하므로써 혈란유무를 판별하는 방법이 개시되어 있고, 특허문헌 10(일본

특허공개 제2001-327226호)에는 오렌지색 투과광량 및 적색 투과광량의 비가 소정 레벨 이하이면 혈란으로 판정하는 방법이 개시되어 있고, 특허문헌 11(일본 특허공개 제2001-318048호)에는 계란에 의한 파장 578 nm부근의 빛에 대한 흡광도, 파장 623 nm부근의 빛에 대한 흡광도 및 파장 643 nm부근의 빛에 대한 흡광도를 측정해 C1 및 C2를 미리 계란의 종류마다 설정된 계수로 하는 소정의 식에 따라서 혈란도를 산출해 혈란 여부를 판별하는 방법이 제시되어 있으며, 특허문헌 12 및 13(미국특허공보 제4,955,728호 및 제4,914,672호)는 적외선 검출기 및 계란으로부터 방출되는 적외선 복사를 이용하여 무정란으로부터 생존란을 구별하는 검란 장치를 기재하고 있고, 특허문헌 14(미국특허공보 제4,671,652호)는 복수의 광원과 그에 해당하는 광 검출기를 각각 일 열로 장착시키고 계란을 광원과 광 검출기 사이의 판 위를 통과시키도록 하는 투광장치를 기재하고 있다.

[0011] 이러한 종래의 기술들은 어느 일정 파장만으로 혈란 유무를 판별하기 때문에 광원의 안정성, 측정 온도 등에 따른 환경적 요인과 계란사이즈, 계란껍질에 묻은 오물 등에 따른 계란 개체의 특성에 의하여 판별율이 변동하는 문제가 있다.

[0012] 즉, 종래의 다양한 혈란 및 이상란 선별 시스템은 필터 등으로 몇 개의 파장을 이용하여 비율로 판별하고 있고, 이는 혈액에 존재하는 헤모글로빈의 파장을 이용하는 방법으로 국내에 유통되는 갈색란의 경우 표면에 존재하는 프로토포피린 성분과 헤모글로빈의 성분에 의해 검출되는 파장이 비슷하여 혈란의 검출에 오차율이 높은 문제가 있다.

[0013] 또한, 침투 후 반사되어 나오는 반사방식으로 혈란 및 이상란 선별 시스템을 구성할 경우, 혈란의 위치는 노른자 주위에 존재하므로 수 ㎜를 침투한 후 반사하는 방식은 부분적인 부분을 투과하여 반사되므로 혈란을 선별하기 어려운 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0014] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록 제1066608호

(특허문헌 0002) 대한민국 특허등록 제1093157호

(특허문헌 0003) 일본 특허공개 제2006-0284310호

(특허문헌 0004) 일본 특허공개 제2005-0337754호

(특허문헌 0005) 일본 특허공개 제2006-0162454호

(특허문헌 0006) 일본 특허공개 제2004-1541132호

(특허문헌 0007) 일본 특허공개 제2003-0232741호

(특허문헌 0008) 일본 특허공개 제2004-0516475호

(특허문헌 0009) 일본 특허공개 제2002-0139426호

(특허문헌 0010) 일본 특허공개 제2001-0327226호

(특허문헌 0011) 일본 특허공개 제2001-0318048호

(특허문헌 0012) 미국 특허공보 제4955728호

(특허문헌 0013) 미국 특허공보 제4914672호

(특허문헌 0014) 미국 특허공보 제4671652호

비특허문헌

[0015] (비특허문헌 0001) 광학적 방법을 이용한 비파괴적인 계란의 신선도 분석 방법(2007, 조성복 외)

(비특허문헌 0002) 근적외선 분광법을 이용한 새로운 비파괴적 계란 신선도 측정방법의 개발에 관한 연구

(2005, 김상호 외)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 개발된 것으로서, 국내 양계 환경에 적합하도록 투과식 분광분석 방법과 실시간 측정이 가능한 가시광선 및 근적외선(VIS/NIR) 분광분석 장치를 적용하여 란의 전체 영역을 투과한 투과 스펙트럼의 전 영역을 부분 최소 자승 판별 분석법(Partial least square-discriminant analysis; PLS-DA)으로 분석함으로써 고품질의 계란을 공급할 수 있게 할 수 있는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0017] 보다 상세하게 본 발명은 란 전체를 투과할 수 있는 광파장 400nm~1,100nm의 가시광선 및 근적외선을 사용해서 란 전체 영역의 투과광을 분석하여 계란 내의 혈액을 비파괴적인 방법으로 측정할 수 있는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0018] 또한 본 발명은 농도별로 다양하게 혈란을 검사할 수 있도록 판별 대상란의 혈란과 정상란을 구분하는 혈란기준값을 조절할 수 있도록 하여 판별 능력의 정도를 조절할 수 있는 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법은 가시광선 및 근적외선 분광분석기를 포함하는 혈란 검출 시스템을 이용한 혈란 검출 방법에 있어서, 분광분석기의 광원으로부터 조사되어 란을 투과한 투과스펙트럼을 분석하여 란에 혈이 존재하는 지 여부를 검사하되, 란에 조사되는 빛은 란의 전체 영역을 투과하게 하고, 란을 투과한 투과스펙트럼의 전 영역을 부분 최소 자승 판별 분석법(Partial least square-discriminant analysis; PLS-DA)을 통해 분석하여 혈란 여부를 판별하는 혈란검출 프로그램을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 이러한 혈란 검출 방법은 구체적은 과정은, 분관분석기를 구성하는 투광검사부의 컨트롤보드가 켜진 상태에서, 엔코더에서 발생된 펄스를 카운트하여 검사 대상란이 투광검사부에 도달하였는가를 판단하는 단계; 카운트된 펄스가 설정된 펄스수에 이르면 컴퓨터에서 트리거신호를 전송하여 투광검사부를 구성하는 광원, 수광수단 및 스코프에 구동신호를 보내어 란의 전체 영역에 빛을 조사하여 란을 검사하는 단계; 스코프에 전달된 란 투광 신호로부터 분광데이터를 생성하는 단계; 컴퓨터의 혈란검출 프로그램이 스코프로부터 전달된 분광데이터를 분석하여 검사 대상란이 혈란인지 여부를 판단하는 단계; 혈란으로 판별될 경우 상기 버킷을 구동시키는 버킷구동수단을 작동시켜 혈란을 배출하고, 정상란으로 판별된 경우 이송수단을 구동시켜 정상란을 후속 공정으로 이송하는 단계로 이루어질 수 있다.

[0021] 또한, 란에 조사되는 빛의 파장은 란을 투과할 수 있도록 파장이 400 내지 1100nm 인 것이 바람직하고, 상기 컴퓨터의 혈란검출 프로그램에는 사용자에 의해 혈의 농도별 선택이 가능하며, 각 농도별로 혈란의 판단 기준이 되는 혈란기준값이 설정되어 있으며, 이 혈란기준값은 사용자에 의해 임의로 조절이 가능하고, 상기 혈의 농도별 선택은 0.01 mL 이상, 0.04 mL 이상, 0.07 mL 이상, 0.1 mL 이상 4단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 광원으로부터 조사되는 빛의 각도는 란의 중심을 지나는 수직선과 25° 내지 34° 이고, 광원과 란 사이의 거리는 90 내지 120 mm인 것이 바람직하고, 스펙트럼 획득시 광 노출시간(integration time)은 30 ms,이고, 스펙트럼의 노이즈를 줄이기 위하여 이동평균(Moving average) 기법을 적용하고, 이동평균은 평균 8 내지 12스탭(step)으로 하여 투과스펙트럼을 획득하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 특히, 혈란분석 프로그램에서 판별된 란의 검사 정보는 통신망을 이용하여 원격의 관리컴퓨터로 전송되어 원격으로 제어 및 모니터일 할 수 있게 하는 것이 바람직하다.

[0024] 상기 혈의 농도별 선택은 0.01 mL 이상, 0.04 mL 이상, 0.07 mL 이상, 0.1 mL 이상 4단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0025] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 혈란 검출 방법에 의하면, 란의 전체를 투과한 광을 분석하여 란의 혈란 여부를 검사함으로써 보다 정확하게 혈란을 판별할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 더욱이 이렇게 광이 란의 전체를 투과하게 하고, 광의 세기를 란 전체를 투과할 수 있는 정도의 400 내지 1100 nm의 가시광선 및 근적외선을 사용함으로써 광이 란을 충분히 투과하여 보다 정확한 검사 데이터를 얻을 수 있으며, 혈란을 판단하는 혈란기준값을 사용자가 임의로 조절할 수 있게 함으로써 사용자에 맞는 혈란 검출기를 제공할 수 있는 효과가 있는 것이다.

[0027] 또한 작업자가 선별하고자 하는 혈량을 선택할 수 있고, 아울러 선택된 혈량에서 혈란기준값을 임의 조절할 수 있도록 하여 혈란 판정의 정확도를 선택할 수 있게 함으로써 소비자가 원하는 수준의 고품질 계란을 경제적으로 선별할 수 있는 효과가 있다.

[0028] 또한, 전체적인 혈란 검출 과정을 원격에서 제어하고 모니터링 할 수 있으므로 혈란 검사 과정에서 강한 빛에 의해 작업자가 영향을 받지 않고 혈란 검사를 보다 쉽게 할 수 있는 효과도 있는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 혈란 검출 방법의 흐름도

도 2는 본 발명에 따른 혈란 검출후 혈란의 배출 흐름도

도 3은 정상란과 혈란의 스펙트럼

도 4는 본 발명에 따른 혈란 검출 방법을 실시하기 위한 실시예에 있어서, 시료와 광원 및 수광수단의 배치 상태의 일예의 사진

도 5는 본 발명에 따른 혈란 검출 방법을 실시하기 위한 장치에 설치되는 이송 버킷의 일예의 사진

도 6은 본 발명에 따른 혈란 검출 방법을 실시하기 위한 장치에서 스펙트럼 최적화 과정을 도시한 그래프

도 7은 본 발명에 따른 혈란 검출 방법을 실시하기 위한 장치에서 분광분석 장치의 일예의 사진

도 8은 파각란의 일예의 사진

도 9는 자연발생 혈란과 시료용 인공 혈란의 비교 사진

도 10은 본 발명에 따른 혈란 검출 방법을 실험한 실시예의 인공 혈란에 주입된 혈액 양의 사진

도 11은 정상란과 다수의 혈란의 스펙트럼 그래프들

도 12는 실험용 인공 혈란을 실험 후 깨뜨린 상태의 사진

도 13은 0.1 mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 그래프

도 14는 0.1 mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 란의 분포도

도 15는 0.07 mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 그래프

도 16은 0.07 mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 란의 분포도

도 17는 0.04 mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 그래프

도 18은 0.04 mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 란의 분포도

도 19는 0.01 mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 그래프

도 20은 0.01mL 혈액을 주입한 란과 정상란의 분석결과 란의 분포도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 혈란 검출 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0031] 본 발명은 광분석기에서 란에 조사되는 광이 란의 전체에 조사되게 하고, 란을 투과한 광의 전체 스펙트럼을 분석하여 혈란 여부를 검사하여 란의 크기나 종류에 대응되어 혈란을 조사할 수 있게 하기 위한 것으로서, 가시광선 및 근적외선 분광분석기의 광원으로부터 조사되어 란을 투과한 투과스펙트럼을 분석하여 란에 혈반이 존재하는 지 여부를 검사하되, 란에 조사되는 빛은 란의 전체 영역을 투과하게 하고, 란을 투과한 투과스펙트럼의 전체 영역을 분석하여 혈란 여부를 판별하는 것이 특징이다.

[0032] 먼저, 이러한 본 발명에 따른 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법을 구현하기 위한 장치에 대하여 간략하게 설명한다.

[0033] 본 발명의 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법을 구현하기 위한 장치 또는 시스템은 통상의 계란 선별시스템에 투광검사부(10), 스코프(20), 컴퓨터(30)를 설치하여 이루어진다.

[0034] 투광검사부(10)는 분광분석장치를 변형하여 사용할 수 있으며, 빛을 조사하는 광원과, 광원에서 조사되어 란을 투과한 빛을 수광하는 수광수단을 포함하고 있으며, 스코프(20)는 수광수단에서 수광되어 전달된 광신호로부터 분광데이터를 생성하는 역할을 한다.

[0035] 상기 투광검사부(10)의 일예는 계란의 스펙트럼 획득을 위한 400 ~ 1100nm 영역의 스펙트로스코피(USB4000, Ocean Optic Inc., U.S.A.)와, 100W 할로겐램프(LS-F100HS-IR, Seokwang Optical Co., LTD, Korea), Optic fiber(QP1000-2-VIS-NIR, Ocean Optic Inc., U.S.A.)를 이용하여 제작할 수 있고, 혈란 측정부는 외부의 빛과 차단이 되도록 어둡게 환경을 조성하는 것이 바람직하다.

[0036] 상기 컴퓨터(30)는 상기 투광검사부(10)와 스코프(20) 및 통상의 계란 선별시스템을 구성하는 이송수단(100)이나 버킷(100b)의 구동을 제어하는 역할을 하며, 스코프로부터 전달받은 분광데이터를 분석하여 혈란인지 여부를 검사하는 혈란검출 프로그램을 구비하고 있다.

[0037] 또한 검사 대상란이 상기 투광검사부(10)에 도달하였는지를 판단하기 위한 기준으로 펄스를 발생하는 엔코더(40)를 구비하고 있으며, 상기 엔코더에서 생성된 펄스를 상기 컴퓨터에서 계수하여 소정 펄스가 계수되면 검사 대상란이 투광감사부(10)에 도달한 것으로 인식하게 되는 것이다.

[0038] 본 발명은 이렇게 구성된 혈란 검출 시스템을 이용하여 혈란을 검출하기 위한 방법에 관한 것으로서, 상기 투광검사부의 컨트롤보드가 켜진 상태에서 엔코더에서 발생된 펄스를 카운트하여 검사 대상란이 투광검사부에 도달하였는가를 판단하는 단계; 카운트된 펄스가 설정된 펄스수에 이르면 상기 컴퓨터에서 트리거신호를 전송하여 투광검사부의 광원과 수광수단 및 스코프 구동신호를 보내어 란을 검사하는 단계; 상기 스코프에 전달된 란 투광 신호로부터 분광데이터를 생성하는 단계; 컴퓨터의 혈란검출 프로그램이 상기 스코프로부터 전달된 분광데이터를 분석하여 검사 대상란이 혈란인지 여부를 판단하는 단계; 혈란으로 판별될 경우 버킷을 구동시키는 버킷구동수단을 작동시켜 혈란을 배출하고, 정상란으로 판별된 경우 이송수단을 구동시켜 정상란을 후속 공정으로 이송하는 단계로 이루어진다.

[0039] 검사 대상란이 투광검사부(10)에 도달하였는지를 판단하는 단계는 상기한 바와 같이 엔코더에서 생성된 펄스의 수를 감지함에 의해 이루어질 수 있다. 즉, 검사 대상란은 통상의 계란 선별시스템을 구성하는 이송수단을 통해 이동하게 되고, 이송수단에 처음으로 검사 대상란이 공급되면 이를 감지하여 이후 이동에 소요되는 시간을 카운트하며, 이러한 이동시간 카운트 수단이 상기 엔코더에서 생성된 펄스와 펄스를 계수하는 컴퓨터의 프로그램이 된다. 물론 상기한 바와 같이 검사 대상란의 이동거리를 정확하게 인식하기 위해서 처음 검사 대상란이 공급되었을 때의 정확한 위치와 시간을 감지할 수 있어야 하고, 이러한 감지수단은 통상의 계란 선별시스템에 설치된 것과 동일 유사한 것으로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0040] 검사 대상란이 투광검사부(10)에 도달한 것으로 인식되면, 투광검사부를 구성하는 광원과 수광수단이 구동하여 광원으로부터 조사된 빛이 검사 대상란을 투과하여 수광수단에 입사되고, 수광수단은 입사된 투광을 스코프에 전달한다.

[0041] 란의 투과한 빛을 전달받은 스코프는 이 광신호를 변환하여 분광데이터를 생성한다. 스코프에 의해 분광데이터로 변환된 신호는 도 3에 도시한 바와 같이 그래프 형태로 표시될 수 있고, 이 정보는 컴퓨터(30)로 전달된다.

[0042] 분광데이터를 전달받은 컴퓨터는 자체 구비된 혈란검출 프로그램을 통해 해당 분광데이터의 투과스펙트럼을 분

석하여 혈란인지 정상란인지를 판별한다.

[0043] 이렇게 혈란검출 프로그램이 해당 분광데이터의 정상 여부를 판단하기 위해서는 기준값이 필요하며 이를 위해 상기 컴퓨터(30)의 혈란검출 프로그램에는 혈란을 판단 기준이 되는 혈란기준값이 설정되어 있다.

[0044] 상기 혈란검출 프로그램에 기 설정된 혈란기준값은 란의 종류나 크기에 따라 달리 설정할 수 있고 이는 사용자가 임의로 변경할 수도 있다. 이는 혈란판별의 분석 기법에 부분 최소 자승 판별 분석법(Partial least square-discriminant analysis; PLS-DA)을 사용함으로써 가능한 것으로서, 도 13 내지 20에 도시된 것과 같이 혈란기준값을 0.5로 설정하여 부분 최소 자승 판별 분석법을 통해 나타난 값이 1.5 ~ 0.5일 경우 혈란으로 판정하고, -0.5 ~ 0.5일 경우 정상란으로 판정을 하게 되는데, 상기 혈란기준값을 조정하므로서 혈란 판별의 수준을 조절할 수 있게 된다.

[0045] 가령, 혈란기준값을 0.5 보다 높게 유지할 경우 혈란으로 판정된 란 중 일부는 정상란으로 판정될 것이고, 혈란기준값을 0.5 보다 낮게 조정할 경우 정상란으로 판정된 일부는 혈란으로 판정될 것이므로 생산자는 소비자의 요구에 따라 판별의 정확도를 조절할 수 있게 된다. 아울러 혈란기준폭, 즉 1.5~0.5의 폭을 상한을 없애고 0.5 이상으로 설정하던가 아니면 그 폭을 1.5보다 더 크게 설정함으로써 판별의 정확도를 달리할 수 있다. 혈란기준폭의 설정은 정상란의 경우도 적용할 수 있다.

[0046] 여기서, 부분 최소 자승 판별 분석법(Partial least square-discriminant analysis; PLS-DA)은 기존의 MLR(Multiple Linear Regression), PCR(Principal Component Regression) 및 PLS(Partial Least Squares) 등으로 대변되는 다변량 회귀분석이 변수 개수와 개체 개수가 많은 대용량, 복합 자료에 대한 분석방법이므로 계산이 복잡하고 결과를 위해 많은 시간이 소요되는 문제점을 해결할 수 있다.

[0047] 검사 대상란이 혈란인지 여부를 판단하는 단계에서 혈란으로 판별되면 해당 혈란을 이송수단으로부터 분리하여야 하고 이를 위해 해당 혈란을 잡고 있는 버킷(bucket)(100b)을 구동시켜야 한다.

[0048] 이를 위해 상기 혈란검출 프로그램에는 버킷(100b)의 구동을 제어할 수 있도록 프로그램되어 있다.

[0049] 상기 버킷(100b)은 통상적으로 계란 선별시스템에 설치된 것과 동일 유사한 것으로 란이 잡히는 호형 홈이 형성된 집게형태로 이루어지고, 일측에는 버킷구동수단(100s)이 설치되어 있고 이 버킷구동수단(100s)을 컴퓨터에서 제어하여 버킷(100b)이 작동된다.

[0050] 상기 버킷구동수단(100s)은 통상의 계란 선별시스템에 구비된 것과 동일 유사하게 로터리 솔레노이드로 구성할 수 있고 이 로터리 솔레노이드에 전원을 인가함에 의해 상기 버킷이 개폐되어 란이 버킷으로부터 분리되어나 버킷에 의해 잡힌 상태를 유지하는 것이다.

[0051] 상기한 바와 같이 검사 대상란이 혈란일 경우에는 컴퓨터의 제어에 의해 상기 로터리 솔레노이드를 작동시켜 버킷을 개방함으로써 혈란이 낙하하여 다른 저장수단에 저장되고, 정상란일 경우에는 버킷을 개방하지 않고 이송수단(100)이 구동하여 후속 공정으로 란이 이동하는 것이다.

[0052] 이러한 본 발명에 따른 혈란 검출 방법에 있어서, 상기 컴퓨터의 혈란분석 프로그램에서 판별된 란의 검사 정보는 통신망을 이용하여 원격의 관리컴퓨터로 전송할 수도 있다.

[0053] 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 혈란 검출 방법이 사용되는 혈란 검출 시스템은 양계농장에 설치되어 있으므로 별도의 공간에서 원격으로 관리할 수 있도록 원격 컴퓨터를 더 구비하는 것이 바람직하다.

[0054] 이하, 상기와 같은 본 발명에 따른 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법에 따라 혈란을 검출하는 과정의 일예를 보다 상세하게 설명한다.

[0055] <실시예>

[0056] 본 실시예에서 분광분석 장치(USB4000, Ocean Optics Inc., USA)와 옵틱 파이버(QP1000-2-VIS-NIR, Ocean Optics Inc., USA), 할로겐램프(LS-F100HS-IR, Seokwang Optical Co., LTD, Korea) 등으로 분광분석 장치를 구성하였다. 가시광선 및 근적외선분광분석 장치는 통상의 계란 품질 선별시스템의 어느 위치에도 설치할 수 있는 소형인 것이 바람직하고, 실시간으로 측정이 가능한 휴대형을 사용하였다.

[0057] 특히 센서는 노출시간이 최소 3.8 ms로 설정할 수 있어 빠른 측정이 가능한 것이 고속 계란 선별장치에 적합한 것으로 판단하였고, 장치의 스펙트럼 해상도(optical resolution)는 1.5 nm이고, 스펙트럼영역은 471.4 ~

1,153.7 nm이다. 장치의 스펙트럼 영역은 혈란에 의한 계란 내부의 화학적 성분 차이가 분석에 반영되어 효과적인 검출이 가능할 것이다. 할로겐램프는 금코팅된 부분을 사용하여 보다 효과적으로 근적외선의 스펙트럼을 획득할 수 있도록 하였고, 여러 개의 할로겐램프를 사용할 경우 광원의 세기를 동일하게 맞추기 어려우므로 이의 조절이 가능한 디스트리뷰터(distributor)를 사용하였다.

[0058] 보다 정확한 란을 투과한 투과스펙트럼의 획득을 위해 시료(검사 대상란, 이하"시료"라 통칭함)와 광원의 위치 및 거리를 최적화하였다. 이러한 위치와 거리의 최적화는 광을 시료에 균일하게 조사하여 안정적인 스펙트럼을 획득하고, 광원에서 발생되는 열이 시료에 영향을 미치지 않도록 하기 위해서이다. 이에 따라서 도 4에 도시한 바와 같이 시료를 중앙에 두고 광원과 수광수단을 배치하여 구성하였다.

[0059] 광원은 단일 광원을 사용하는 것보다 2개를 사용하여 빛의 세기를 강하게 하되. 두 광원 간의 위치는 30° , 45° , 60° 로 실험을 해본 결과 30° 일 때 시료 표면을 균일하게 조사할 수 있었으며, 시료와 광원의 거리는 100 mm로 하였을 때 고속 선별을 위한 최소 노출 시간의 적용이 가능하였다.

[0060] 이때의 노출시간은 30 ms인 것이 바람직하다. 그 이상 광을 조사할 경우 광에 의해 시료가 가열되어 손상될 수 있고, 노출시간이 짧을 경우 분석에 충분한 투과스펙트럼을 얻을 수 없었다.

[0061] 또한 통상의 계란선별시스템은 도 5에 도시한 바와 같이 구성된 계란 이송부 버킷을 구비하고 있고, 란은 이러한 이송 버킷의 정중앙에 안치된 상태로 이송되되, 숨구멍이 항상 위로 한 채로 안착되어 이송된다. 이는 란의 숨구멍이 위치한 상단 부분과 난백이 꽉차있는 하단 부분과의 무게 차이를 이용하여 상단부에 비해 상대적으로 무거운 하단부가 먼저 버킷의 상부에 진입하게 하는 원리를 이용한다. 또한 계란의 진입시 버킷의 상단부에 충격을 가하고 버킷의 모든 부분이 진동되어 계란이 항상 정위치를 유지하게 한다. 이러한 버킷의 기능에 의해 계란이 항상 동일한 자세를 유지하고 있으므로 본 실시예에서는 계란의 숨구멍을 피하여 스펙트럼을 획득할 수 있도록 광원에서 조사되는 광이 계란 시료에 45° 로 조사되게 하고, 수광수단이 이를 수광하여 스펙트럼을 획득할 수 있도록 하였다.

[0062] 본 발명의 실시예에 따른 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법에서 사용되는 분광분석장치는 다양한 분야에 적용이 가능하도록 제작된 범용기기이므로 투과식 혈란 검출 방법에 적합한 스펙트럼 얻기 위해 최적 스펙트럼을 선정하는 과정을 수행하였다. 이는 안정적인 스펙트럼을 획득하여 분석에 노이즈가 포함되지 않도록 하기 위한 것이며, 혈란 판별의 정확도를 높일 수 있기 때문이다. 분석기법에 적용된 스펙트럼은 노이즈가 많이 포함될수록 판별의 정확도 및 정밀도가 낮아지고, 어떠한 파장영역에서 혈란을 판별하게 되는지 알 수 없게 된다. 따라서 노이즈를 줄이는 방법으로 낮은 파장부터 높은 파장으로 일정간격 만큼 이동하면서 주변의 값을 평균하여 나타내는 이동평균(Moving average) 기법을 적용하였고, 노이즈가 최소화되면서 최적의 스펙트럼을 나타낼 수 있는 이동평균 횟수를 고려하였다.

[0063] 도 6은 본 발명의 투과식 혈란 검출 방법을 위한 분광분석장치를 이용하여 투과스펙트럼을 획득한 결과 그래프로, 700 ~ 900 nm 영역을 확대하여 볼 때 아무런 처리를 하지 않은 경우, 도 6(a)와 같이 상당히 많은 부분의 노이즈 값이 확인되었다. 따라서 이동 평균(moving average)시킴으로써 도 6 (b), (c), (d)와 같이 노이즈를 제거하였다, 도 6(d)의 그림과 같이 주변 값 9를 적용하였을 때 안정적인 스펙트럼을 획득할 수 있었다. 이에 따라 본 실시 예에서는 이동 평균을 10으로 하여 투과스펙트럼을 획득하였다.

[0064] 본 발명의 실시예를 구현하기 위한 시스템은 상기한 바와 같은 과정을 통해 설계되고, 도 7 (a) 및 (b)와 같이 구현하였으며, 도 7 (b)와 같이 두 개의 광원을 사용하고, 두 광원 사이는 30° 로 설정하였다. 이송부의 경우 상용 계란 선별기의 이송부를 이용하여 프로토타입(Prototype)의 탈부착이 가능한 분광분석 장치를 설계하였다. 또한 외부의 빛에 노출될 경우 스펙트럼의 변이가 발생될 수 있으므로 계란의 스펙트럼만을 획득하기 위해 도 7 (a)에 도시한 바와 같이 스펙트럼 획득부의 위부에 커버를 설치하여 암실로 제작하였다. 암실 제작 시에 사용자가 내부를 확인할 수 있게 상단에 확인구를 설계하였으며, 확인구 폐쇄 시에 차광막을 이용하여 외부의 빛이 들어오지 않게 설계하였다.

[0065] 이송수단을 통해 이동하는 란이 수광수단과 광원의 정중앙에 왔을 때 스펙트럼을 획득해야 정확한 란 투과스펙트럼을 획득할 수 있고, 실제 농가에서 운용하는 선별기의 경우 계란판의 교체에 따른 가동 정지 및 파란에 의한 빈 이송 버킷의 유입 등에서도 계란의 스펙트럼을 컴퓨터가 인식할 수 있어야 한다. 이에 따라 엔코더를 이용하여 온라인 혈란 선별 시스템이 작동되면 트리거(Trigger)신호를 발생시키고, 이송수단의 일정한 지점에서 스펙트럼을 획득할 수 있도록 구성하였다. 트리거 신호를 컴퓨터에 전송하고, 혈란 검출 신호를 솔레노이드 밸브에 보내기 위해 제어보드를 이용하였다. 제어보드는 엔코더의 신호를 계산하여 계란 이송거리를 인식하여 정

확한 스펙트럼 측정이 가능하게 하였다. 정확한 혈란 배출을 위하여 제어기의 배출신호로 동작되는 솔레노이드 밸브를 사용하였다.

[0066] 위와 같이 셋팅된 본 발명의 투과식 혈란 검출 방법을 실행하기 위한 장치는 도 1에 도시한 바와 같은 흐름에 의해 이루어지는 프로그램에 의해 구동이 제어된다. 먼저, 컴퓨터 및 온라인 계란 선별 장치의 전원을 연결하게 되면 엔코더에서 버킷간의 이송거리를 계산한 후 검사 트리거 신호를 발생하여 계란 이송 버킷과 동기화 하게 된다. 버킷이 투광검사부(spectroscopy)의 수광수단의 정중앙에 위치할 때 투광검사부로부터 스펙트럼을 획득할 수 있게 하고, 획득된 분광데이터를 컴퓨터로 전송하도록 하였다. 전송된 데이터는 컴퓨터의 혈란검출 프로그램을 통하여 혈란 유무를 판정한다. 혈란의 유무를 판정된 신호는 컴퓨터에 버킷마다 메모리되고, 제어보드를 통해 솔레노이드에 신호를 주어 혈란을 선별하는 방식으로 프로그램을 구성하였다.

[0067] 상기와 같은 장치(또는 시스템)와 방법으로 혈란 검출 방법에 의한 실시예에서 검사대상란은 시중에 판매되고 있는 갈색란을 구입한 후, 세척하여 표면에 존재하는 이물질을 제거하였고, 스펙트럼에 영향을 줄 수 있는 파각란은(도 8 참조) 광원을 이용하여 확인한 후 실험재료에서 제외하였다.

[0068] 혈란을 제작하기 위해 닭으로부터 채혈한 피를 헤파린이 첨가된 진공채혈관(Vacutainer) 용기에 넣어 4℃에서 보관하고, 실험 당일 검사대상란에 미세한 구멍을 내고 보관된 피를 주입하였다. 미세한 구멍은 스펙트럼의 검증 결과 구멍의 제작 전 후 스펙트럼의 변화는 발생하지 않았다. 도 9는 실제 혈란과 인공으로 피를 주입한 혈란을 비교한 사진으로, 두 란이 차이가 거의 없었다.

[0069] 표 1은 본 발명에 따른 작업자가 선별 혈량 선택을 위한 농도별 기초실험에 사용된 혈란 및 정상란의 시료수와 온라인 혈란 판별 방법을 위한 혈란 및 정상란의 시료수를 나타내었다.

표 1

[0070]

Experiment	Blood amount injected into eggs (ml)				Normaleggs	Total
	0.1	0.07	0.04	0.01		
Basic experiment	160	160	160	160	160	800
On-line model development	-	-	-	210	209	419

[0071] 본 발명의 온라인 혈란 판별 방법을 사용하여 계란을 공급하는 생산자는 소비자가 크레임을 제기하는 혈란의 농도에 대한 데이터베이스가 되어 있지 않은 실정이므로 다양한 농도의 혈란을 제작하여 본 발명의 혈란 검출 방법을 개발하여 생산자가 소비자 요구에 맞는 계란을 공급할 수 있도록 하여 란제품에 대한 불만을 최소화하는데 목적이 있다.

[0072] 따라서, 온라인 혈란 판별 방법을 본 실시예에서는 도 10에 도시한 바와 같이, 피의 주입량을 0.1 mL, 0.07 mL, 0.04 mL, 0.01 mL로 달리한 농도의 혈란을 제작하여 정상란과 판별 가능성을 확인하였다. 온라인 혈란 판별 방법의 실험을 위한 혈란의 시료는 0.01 mL의 최소 농도만을 적용하여 판별 가능성을 평가하였다. 그 이유는 통상적으로 소비자가 제품에 불만을 제기하는 최소 농도가 0.04 mL 정도 임을 감안할 때, 이 보다 적은 양의 0.01 mL에 대한 판별 정확도를 높게 유지할 수 있으면 소비자의 불만을 해소할 수 있기 때문이다. 여기서 소비자가 제품에 불만을 제기하는 최소 농도인 0.04 mL는 선별기 제작회사를 통해 실제 농가에 접수되는 경험칙적 혈액량으로서, 이는 통상적으로 소비자의 혐오감을 유발하는 크기이기는 하나 불만이 많지는 않은 것으로 파악됐다. 오히려 0.1 mL 정도 이상의 많은 혈액량에서 불만이 빈번하게 발생하고 있는데, 이는 대형급식소에서 많은 혈량이 포함된 문제의 혈란으로 인해 한꺼번에 요리된 나머지 계란 전체를 폐기해야하는 문제 때문인 것으로 파악됐다.

[0073] 도 11은 본 발명에 따른 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법을 이용하여 걸출된 혈란 및 정상란의 투과스펙트럼의 그래프이다.

[0074] 도시한 바와 같이, 시작부분과 끝부분은 노이즈가 많이 포함되어 있어 분석에서는 550 ~ 1050 nm 영역만을 도시하였다. 도 11 (a), (b), (c), (d), (e)는 정상란과 각각의 그룹의 전체 스펙트럼을 나타낸 것으로, 계란의 크기와 껍질의 두께, 표면의 색상이 스펙트럼 획득 당시의 환경에 의해 많은 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 획득한 스펙트럼은 헤모글로빈 영역인 580nm의 흡수 영역이 확인되었으며 갈색란에 나타나는 630 nm의 프로토포피

린 영역이 확인되었다. 특히 혈란과 정상란은 도 11 (d)에서 보는 바와 같이 미세한 스펙트럼의 차이를 확인할 수 있었는데 635 nm주변과 685 ~ 850 nm 영역의 넓은 범위에서 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 도 11 (f)는 정상란과 각각의 그룹인 0.1 mL, 0.07 mL, 0.04 mL, 0.01 mL을 주입한 혈란의 스펙트럼을 평균하여 나타낸 그래프이다.

[0075] 정상란과 혈란으로 구분한 시료 중에 내부 이상이 존재하거나 자연 발생된 혈란이 포함될 수 있으므로 스펙트럼을 획득한 후 껍질을 깨어 확인한 결과 도 12와 같이 정상란에 혈액을 주입한 것만을 실험 데이터로 남겼다. 각 그룹별로 3 ~ 4 개의 스펙트럼 이상 및 실험과정에서 손상된 시료를 제외하였다. 분석에는 그룹별로 동일한 시료 수인 160 개씩 추출하였다.

[0076] 표 2는 정상란과 0.1 mL의 피를 주입한 혈란의 부분 최소 자승 판별 분석 결과이다. 분석결과를 볼 때 정확도는 정상란의 경우 모두 100 %이고, 혈란의 정확도는 93 ~ 95 %에 해당하였다. 따라서 혈란의 정확도로 온라인 혈란 판별 방법을 선정하였다. 가장 우수한 온라인 혈란 판별 방법은 일정범위를 이용한 정규화 전처리에서 나타났는데 혈란의 정확도가 가장 높은 95.5 %이기 때문이다. 이때 개발된 온라인 혈란 판별 방법의 결정계수는 0.814이며 SEC는 0.216이었다. 검증(validation)의 결정계수는 0.765이고 SEV는 0.243이다.

표 2

Preprocessing		Sound Vs. 0.1 mL					
		Calibration		Validation		Accuracy (%)	
		R_c^2	SEC	R_v^2	SEV	Sound	0.1 mL
Raw		0.810	0.218	0.755	0.249	98.2	95.5
Normalization	Mean	0.818	0.214	0.773	0.239	100	93.7
	Maximum	0.815	0.215	0.766	0.243	100	93.7
	Range	0.814	0.216	0.765	0.243	100	95.5
MSC		0.797	0.226	0.761	0.245	100	93.7
SNV		0.808	0.220	0.761	0.246	100	94.6

R_c^2 : Coefficient of determination for calibration
R_v^2 : Coefficient of determination for validation
SEC : Standard error of calibration
SEV : Standard error of validation

[0077]

[0078] 도 13은 전처리별 PLS-DA의 결과들 중에서 가장 우수한 것을 그래프로 나타내었다.

[0079] 표 3은 온라인 혈란 판별 방법을 이용하여 예측한 결과와 정확도를 나타내었다. 정확도는 정상란의 경우 모두 정확하게 판단하였고, 혈란은 93 ~ 97 %의 정확도가 확인되었다. 예측의 결과는 최대값을 이용한 정규화에서 확인되었으며 0.765의 결정계수이며, 이때 SEP는 0.243이었다.

표 3

Preprocessing		Sound Vs. 0.1 mL			
		Prediction		Accuracy (%)	
		R_p^2	SEP	sound	0.1 mL
Raw		0.777	0.238	100	93.7
Normalization	Mean	0.774	0.239	100	95.8
	Maximum	0.765	0.243	100	97.9
	Range	0.762	0.245	100	97.9
MSC		0.751	0.251	100	93.7
SNV		0.751	0.251	100	95.8

R_p^2 : Coefficient of determination of prediction
SEP : Standard error of prediction

[0080]

[0081] 도 14는 정상란과 0.1 mL의 피를 주입한 혈란의 총 96개의 샘플의 예측결과이며, 정상란은 안정적으로 범위에 포함되었음을 확인할 수 있으나 혈란에서 1 개가 긍정오류(false positive)로 확인되었다.

[0082] 다음은 혈액을 0.07 mL 주입한 란과 장상란의 분석 결과이다.

[0083] 표 4는 정상란과 0.07 mL의 피를 주입한 혈란의 PLS-DA 결과이다. 분석결과를 볼 때 0.1 mL의 혈란의 결정계수는 비슷하였고 오히려 혈란의 정확도가 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 이는 0.1 mL의 혈란과 0.07 mL의 혈란 차이가 크지 않아 모델 개발에 비슷한 결과를 나타낸 것으로 판단된다.

표 4

Preprocessing		Sound Vs. 0.07 mL					
		Calibration		Validation		Accuracy (%)	
		R_c^2	SEC	R_v^2	SEV	Sound	0.07 mL
Raw		0.815	0.216	0.761	0.246	100	96.4
정규화	평균	0.821	0.212	0.775	0.238	100	98.2
	최대	0.811	0.218	0.769	0.241	100	98.2
	범위	0.817	0.214	0.761	0.245	100	99.1
MSC		0.821	0.212	0.746	0.254	100	99.1
SNV		0.804	0.222	0.760	0.246	100	100

[0084]

[0085] 또한, 0.1 mL의 피를 주입한 혈란의 스펙트럼에서 나타낸 바와 같이 측정 당시의 환경보다는 계란의 크기, 껍질의 두께, 표면의 색상에 의한 투과스펙트럼의 차이가 반영된 것으로 판단된다. 정확도는 일정범위를 이용한 정규화 전처리와 MSC의 전처리에서 혈란의 정확도가 99.1 %로 가장 높았으나 교정(calibration), 유효(validation)의 결정계수의 차이가 크지 않은 일정범위를 이용한 정규화 전처리를 선정하였다. 결정계수는 0.817이고 SEC는 0.214이다. 이때 0.761의 검증의 결정계수와 0.245의 SEV가 확인되었다.

[0086] 도 15는 0.07 mL의 피를 주입한 혈란의 전처리별 PLS-DA의 결과들 중에서 가장 우수한 것을 그래프로 나타내었다. 그룹 II의 혈란에서 1 개의 긍정오류(false positive)를 제외한 모두가 각각의 그룹에 속하는 것을 확인할 수 있었다.

[0087] 표 5는 표 4의 시료를 이용하여 예측한 결과와 정확도를 나타낸 것으로, 정확도는 아무런 처리를 하지 않은 전

처리에서 혈란의 정확도가 97.9 %로 가장 높게 나타났으며 이때 결정계수는 0.781이며 0.239의 SEP가 확인되었다. 가장 높은 결정계수는 SNV를 이용한 전처리에서 확인되었다.

표 5

Preprocessing		Sound Vs. 0.07 mL			
		Prediction		Accuracy (%)	
		R_p^2	SEP	sound	0.07 mL
Raw		0.781	0.239	100	97.9
정규화	평균	0.796	0.228	100	93.7
	최대	0.796	0.228	100	91.7
	범위	0.790	0.231	100	91.7
MSC		0.789	0.235	100	93.7
SNV		0.798	0.227	100	93.7

[0088]

[0089] 도 16은 전처리별 PLS-DA의 결과들 중에서 가장 우수한 결과를 그래프로, 그룹 II의 혈란에서 1개의 긍정오류(false positive)를 제외한 모두가 각각의 그룹에 속하는 것을 확인할 수 있었다.

[0090] 다음은 0.04mL의 혈액을 주입한 란과 장상란의 분석 결과이다.

[0091] 표 6은 정상란과 0.04 mL의 혈을 주입한 혈란의 PLS-DA 결과이다. 분석결과를 볼 때 앞의 결과보다 낮은 결정계수가 확인되었다. 정확도는 최대값을 이용한 정규화 전처리에서 혈란의 정확도가 93.7 %로 가장 높게 나타났으며 이때 결정계수는 0.737이고 SEC는 0.257이다. 검증의 결정계수는 0.641이며 0.303의 SEV가 확인되었다.

표 6

Preprocessing		Sound Vs. 0.04 mL					
		Calibration		Validation		Accuracy (%)	
		R_c^2	SEC	R_v^2	SEV	Sound	0.04 mL
Raw		0.717	0.267	0.631	0.306	98.2	93.7
정규화	평균	0.728	0.261	0.660	0.293	100	92.9
	최대	0.737	0.257	0.641	0.303	100	93.7
	영역	0.738	0.257	0.643	0.302	100	92.0
MSC		0.721	0264	0.655	0.295	100	93.7
SNV		0.735	0.258	0.672	0.288	100	93.7

[0092]

[0093] 도 17은 0.04 mL의 혈액을 주입한 란의 전처리별 PLS-DA의 결과들 중에서 가장 우수한 것을 그래프로 나타내었다. 그룹 II의 혈란에서 6 개의 긍정오류를 제외한 모두가 각각의 그룹에 속하는 것을 확인할 수 있었다.

[0094] 표 7은 표 6의 결과를 이용하여 예측한 PLS-DA 결과이며 최대값을 이용한 정규화 전처리에서 정상란과 혈란 모두가 97.9 %의 정확도가 확인되었다. 이 때 결정계수는 0.685이고, SEP는 0.283이다. 평균을 이용한 정규화 전처리에서는 보다 높은 결정계수와 정상란의 정확도가 100 %이나 혈란의 정확도를 우선순위로 모델의 선정기준에 의해 최대값을 이용한 정규화 전처리를 선택하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

표 7

Preprocessing		Sound Vs. 0.04 mL			
		Prediction		Accuracy (%)	
		R_p^2	SEP	sound	0.04 mL
Raw		0.689	0.281	97.9	93.7
정규화	평균	0.701	0.275	100	95.8
	최대	0.685	0.283	97.9	97.9
	영역	0.640	0.302	100	91.7
MSC		0.688	0.281	97.9	95.8
SNV		0.657	0.295	95.8	87.5

[0095]

[0096] 도 18은 전처리별 PLS-DA의 결과들 중에서 가장 우수한 결과를 그래프로 나타내었다. 개발된 모델은 혈란과 정상란 각각에서 1 개의 긍정오류를 제외한 모두가 각각의 그룹에 속하는 것을 확인할 수 있었다.

[0097] 다음은 0.01 mL의 혈을 주입한 혈란의 분석결과이다.

[0098] 표 8은 정상란과 0.01 mL의 혈을 주입한 혈란의 PLS-DA 결과이다. 분석결과를 볼 때 개발된 다른 모델보다 낮은 정확도와 낮은 결정계수가 확인되었다. 이는 미세한 혈의 농도가 계란의 내/외부 성분에 묻혀 스펙트럼의 특징을 잘 나타내지 못하는 것으로 판단된다. 가장 우수한 정확도는 일정범위를 적용한 정규화에서 나타났으며 정상란의 정확도는 92.0 %이고 혈란의 정확도는 92.9 %이다. 이때 결정계수는 0.648이고 0.297의 SEC가 확인되었다. 검증의 경우 0.538의 결정계수와 0.343의 SEV가 확인되었다.

표 8

Preprocessing		Sound Vs. 0.01 mL					
		Calibration		Validation		Accuracy (%)	
		R_c^2	SEC	R_v^2	SEV	Sound	0.01 mL
Raw		0.610	0.313	0.520	0.350	94.6	87.5
정규화	평균	0.652	0.296	0.546	0.340	91.1	92.0
	최대	0.647	0.298	0.538	0.343	92.0	92.9
	영역	0.648	0.297	0.538	0.343	92.0	92.9
MSC		0.637	0.302	0.548	0.339	92.9	91.1
SNV		0.647	0.298	0.551	0.338	92.9	92.0

[0099]

[0100] 도 19는 전처리별 PLS-DA의 결과들 중에서 가장 우수한 것을 그래프로 나타내었다. 그룹 II의 혈란에서 8 개의 긍정오류를 제외한 모두가 각각의 그룹에 속하는 것을 확인할 수 있었다.

[0101] 표 9는 표 8의 결과를 이용하여 예측한 PLS-DA 결과이며 정상란의 정확도는 모든 전처리에서 93.7 %로 나타났으며 혈란의 정확도는 87.5 %로 나타났다. 따라서 결정계수가 높은 것을 선정하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 전처리를 수행하지 않은 것은 시료보다 높은 결정계수라 제외하고 SNV를 이용한 전처리에서 가장 우수한 결정계수가 확인되었다. 결정계수는 0.635이고, SEP는 0.310이다.

표 9

Preprocessing		Sound Vs. 0.01 mL			
		Prediction		Accuracy (%)	
		R_p^2	SEP	sound	0.01 mL
Raw		0.648	0.301	93.7	87.5
정규화	평균	0.629	0.318	93.7	87.5
	최대	0.627	0.317	93.7	87.5
	영역	0.624	0.319	93.7	87.5
MSC		0.625	0.317	93.7	87.5
SNV		0.635	0.310	93.7	87.5

[0102]

[0103] 도 20은 전처리별 PLS-DA의 결과들 중에서 가장 우수한 결과를 그래프로 나타내었다. 혈란에서 6개, 정상란에서 3 개의 긍정오류를 제외한 모두가 각각의 그룹에 속하는 것을 확인할 수 있었다.

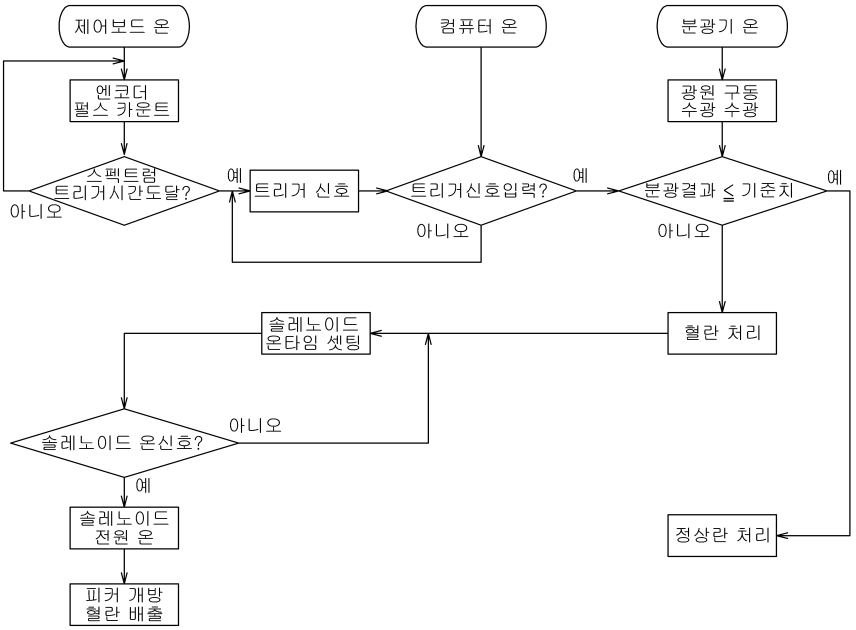
[0104] 위와 같은 실시예에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 가시광선 및 근적외선을 이용한 투과식 혈란 검출 방법은 소비자가 불만을 제기하는 최소 농도인 0.04 mL의 혈을 주입한 혈란의 정확도가 90 % 이상을 나타내고 있고, 0.01 mL의 피를 주입한 혈란도 87.5 %이상의 정확도를 나타내어 혈란의 판별에 효율적인 것을 알 수 있다.

부호의 설명

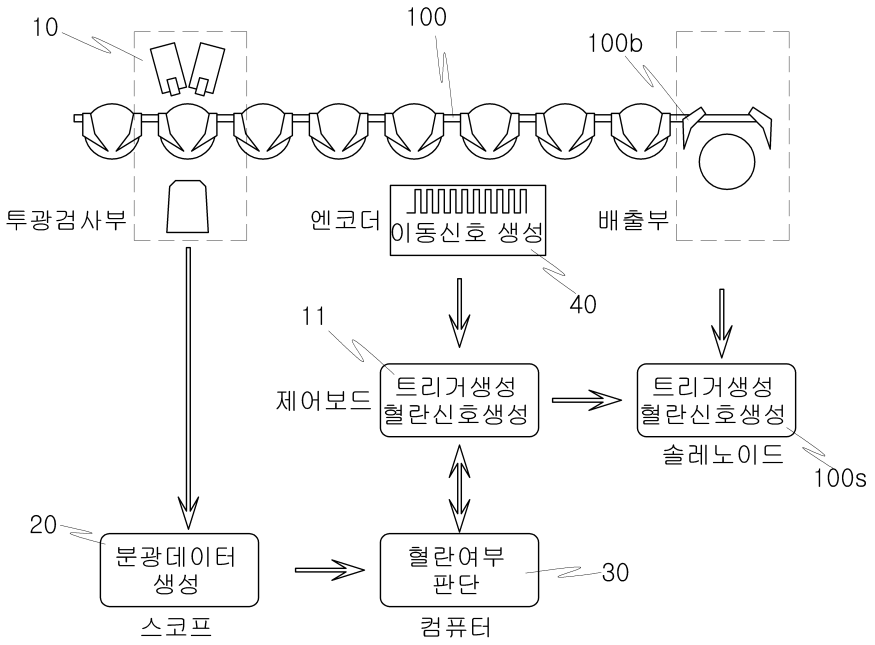
[0105] 10: 투광검사부 20: 스코프 30: 컴퓨터 40: 엔코더

도면

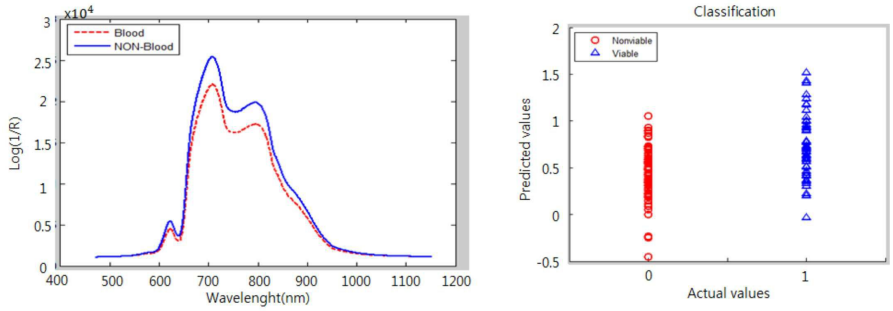
도면1



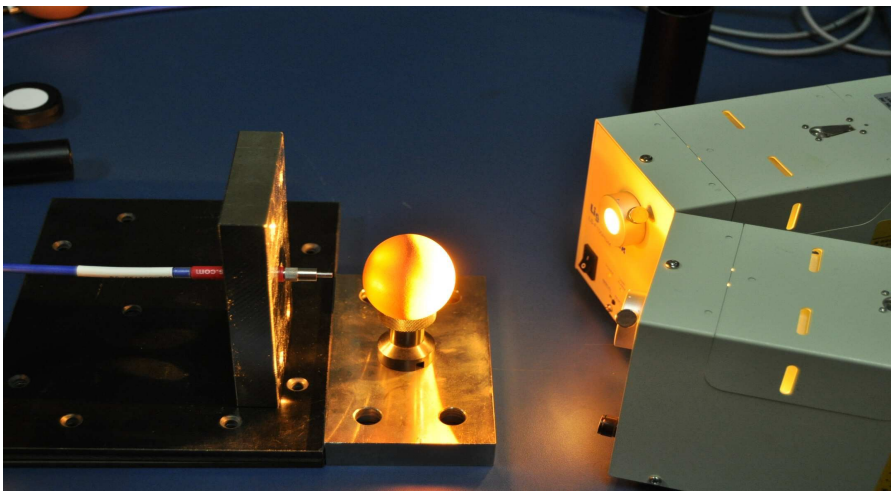
도면2


10
100
100b
투광검사부
엔코더
이동신호 생성
배출부
40
11
제어보드
트리거생성
혈란신호생성
트리거생성
혈란신호생성
솔레노이드
100s
20
분광데이터
생성
혈란여부
판단
30
스코프
컴퓨터

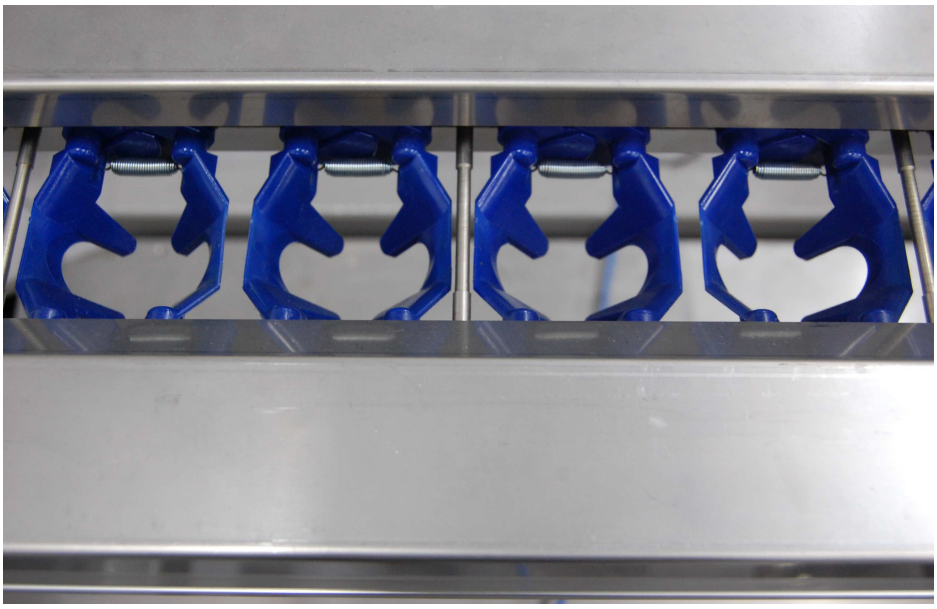
도면3


x10^4
Blood
NON-Blood
Log(1/R)
Wavelenght(nm)
Classification
Nonviable
Viable
Predicted values
Actual values

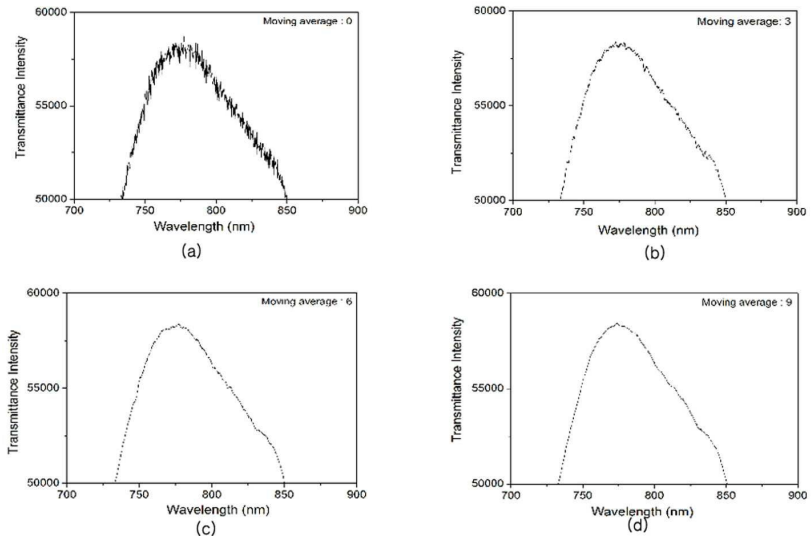
도면4



도면5



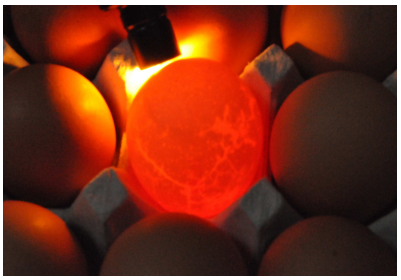
도면6


Moving average : 0
Transmittance Intensity
60000
55000
50000
700
750
800
850
900
Wavelength (nm)
(a)
Moving average: 3
Transmittance Intensity
60000
55000
50000
700
750
800
850
900
Wavelength (nm)
(b)
Moving average : 6
Transmittance Intensity
60000
55000
50000
700
750
800
850
900
Wavelength (nm)
(c)
Moving average : 9
Transmittance Intensity
60000
55000
50000
700
750
800
850
900
Wavelength (nm)
(d)

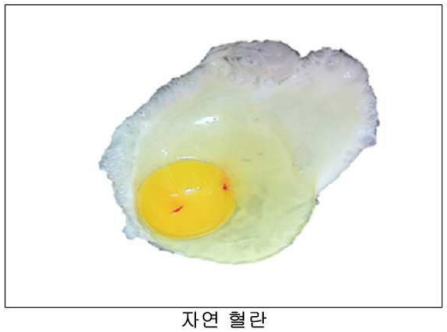
도면7


(a)
(b)

도면8



도면9

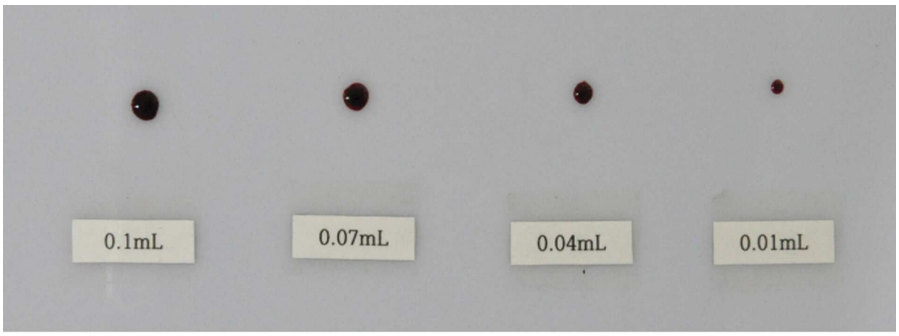


자연 혈란

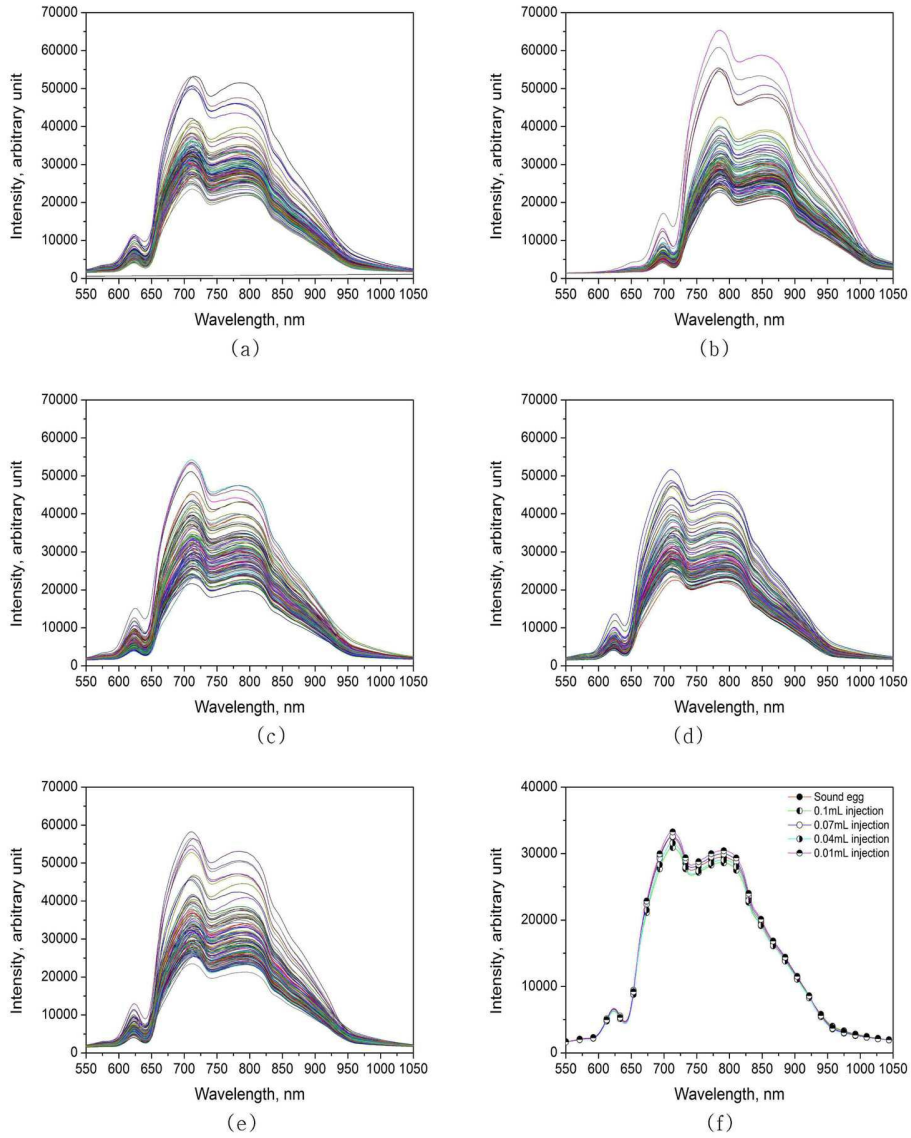


인공으로 제작된 혈란

도면10

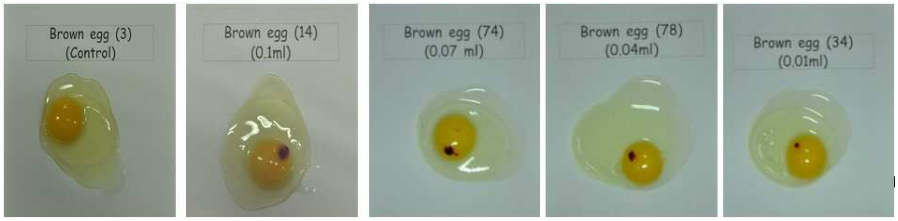


도면11

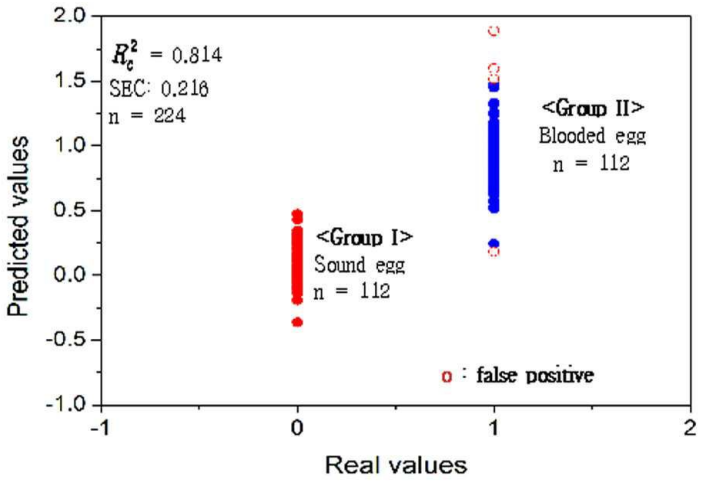


(a) 정상란, (b) 0.1mL, (c) 0.07mL (d) 0.04mL, (e) 0.01mL, (f) 중간스펙트럼

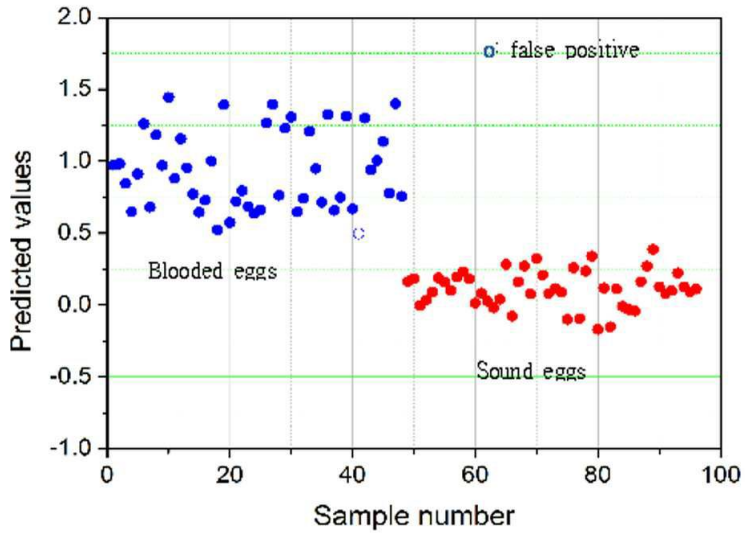
도면12



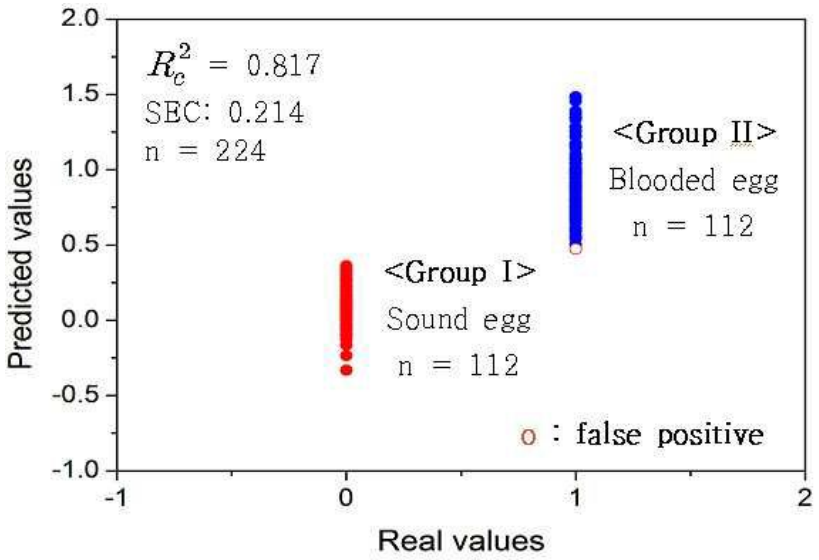
도면13


R_c^2 = 0.814
SEC: 0.216
n = 224
<Group II>
Blooded egg
n = 112
<Group I>
Sound egg
n = 112
o : false positive
Predicted values
Real values
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-1
0
1
2

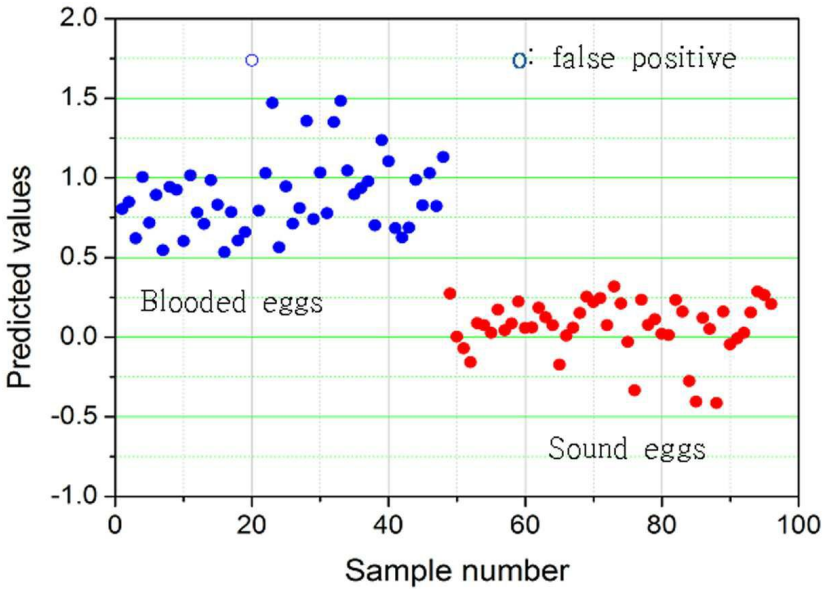
도면14


o: false positive
Blooded eggs
Sound eggs
Predicted values
Sample number
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
0
20
40
60
80
100

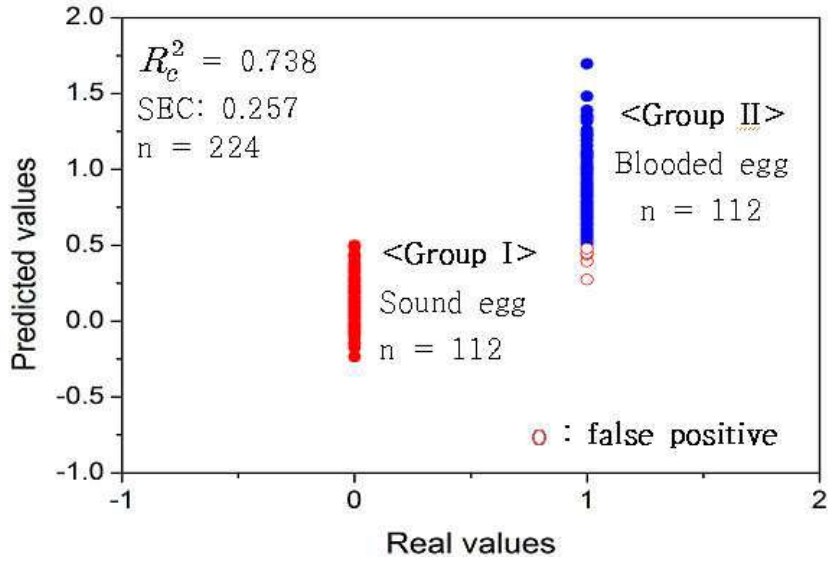
도면15


R_c^2 = 0.817
SEC: 0.214
n = 224
<Group II>
Blooded egg
n = 112
<Group I>
Sound egg
n = 112
o : false positive
Predicted values
Real values
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-1
0
1
2

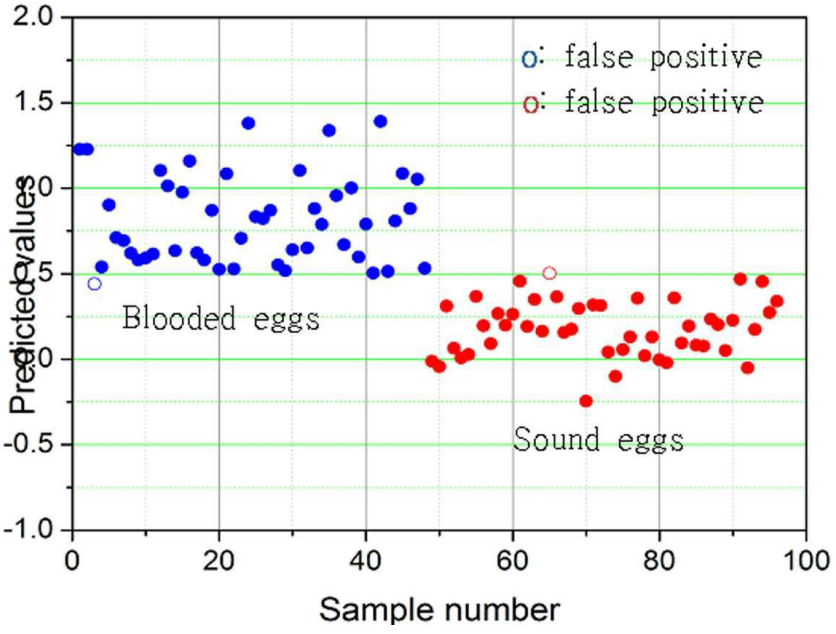
도면16


o: false positive
Blooded eggs
Sound eggs
Predicted values
Sample number
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
0
20
40
60
80
100

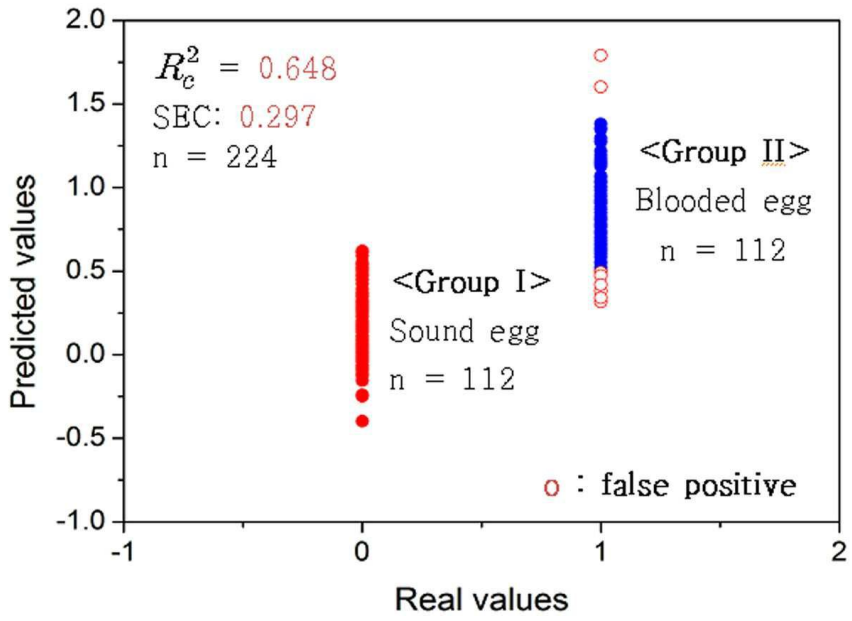
도면17


R_c^2 = 0.738
SEC: 0.257
n = 224
<Group II>
Blooded egg
n = 112
<Group I>
Sound egg
n = 112
o : false positive
Predicted values
Real values
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-1
0
1
2

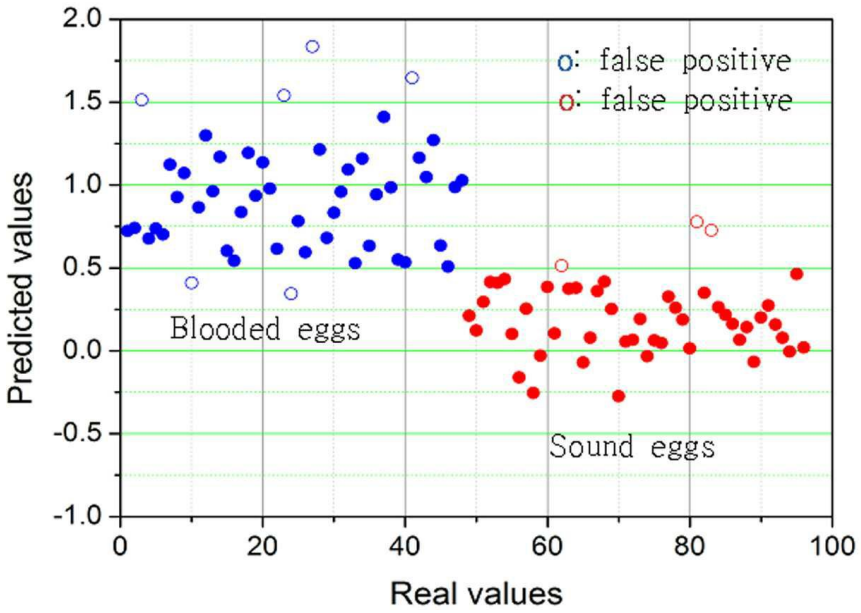
도면18


o: false positive
o: false positive
Blooded eggs
Sound eggs
Predicted values
Sample number
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
0
20
40
60
80
100

도면19


R_c^2 = 0.648
SEC: 0.297
n = 224
<Group I>
Sound egg
n = 112
<Group II>
Blooded egg
n = 112
o : false positive
Predicted values
Real values
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-1
0
1
2

도면20


o: false positive
o: false positive
Blooded eggs
Sound eggs
Predicted values
Real values
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
0
20
40
60
80
100