



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0126150
(43) 공개일자 2024년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/25 (2006.01) G01N 21/17 (2006.01)

G01N 21/84 (2006.01) G01N 33/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 21/25 (2013.01)

G01N 33/025 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0018577

(22) 출원일자 2023년02월13일

심사청구일자 2023년02월13일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

조병관

대전광역시 유성구 학하로 33 학하리슈빌 학의뜰
아파트 103-701

권오태

대전광역시 서구 대덕대로 150 큰마을아파트 120
동 210호

(74) 대리인

이충한

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 가시광 및 근적외선 투과 스펙트럼을 이용한 파인애플 성숙도 예측 시스템

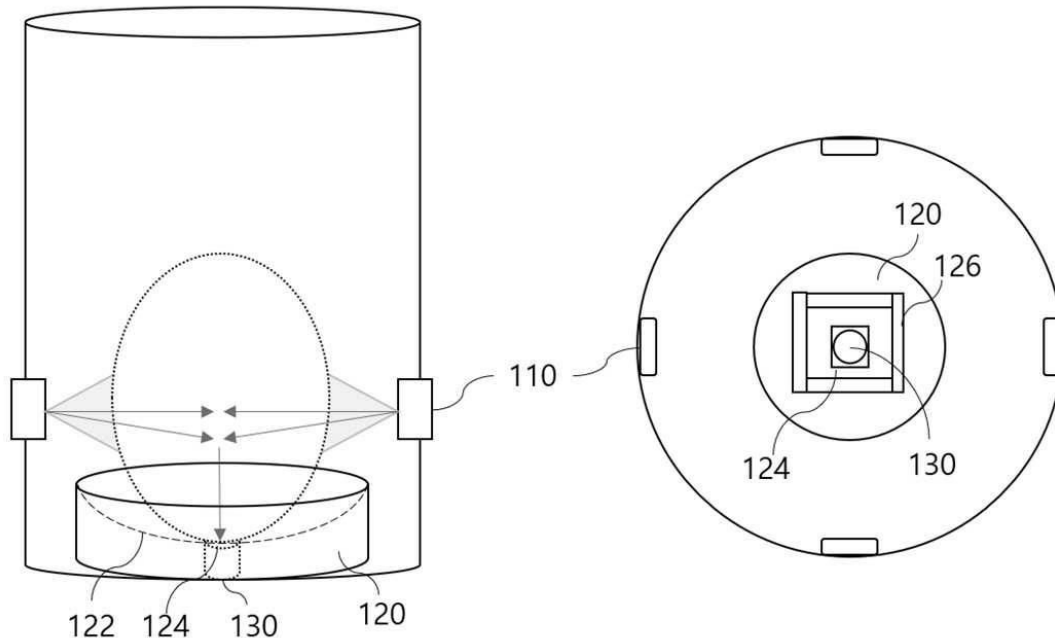
(57) 요약

본 발명은 파인애플의 성숙도 예측 모델에 관한 것으로, 본 발명의 일양태에 따르면, 분광 데이터 획득장치; 컬러 측정 장치; 파인애플 성숙도 예측 수단을 포함하는 파인애플 성숙도 예측 시스템이 제공된다. 파인애플 성숙도 예측 시스템은, 분광 데이터 획득장치로부터 파인애플의 분광 데이터를 획득하는 동작; 컬러 측정장치로부터

(뒷면에 계속)

대표도

10



파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하는 동작; 파인애플 성숙도 예측 수단으로부터 파인애플의 분광 데이터와 파인애플의 내부 컬러 데이터를 이용하여 파인애플의 성숙도를 판단하는 동작을 수행하고, 분광 데이터를 획득하는 동작은, 하나의 파인애플에 대해 5회 내지 10회의 분광 데이터를 획득하고 획득된 다수의 분광 데이터의 대표값을 설정하기 위하여 평균 분광 데이터를 획득하는 동작을 포함하고, 파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하는 동작은, 파인애플의 내부 컬러 데이터와 함께 표준 컬러 차트의 컬러 데이터를 함께 획득하는 동작; 및 표준 컬러 차트의 강도(intensity)의 값에 기반하여 표준 옐로우 데이터와 내부 컬러 데이터의 결합하여 정규화 데이터를 획득하는 동작을 포함한다.

(52) CPC특허분류

G01N 2021/1776 (2013.01)

G01N 2021/8466 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356233
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2022.05.01 ~ 2023.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

가시광 및 근적외선 투과 스펙트럼을 이용한 파인애플 성숙도 예측 시스템에 있어서,

파인애플 성숙도 예측 시스템은, 분광 데이터 획득장치; 컬러 측정 장치; 파인애플 성숙도 예측 수단을 포함하고,

파인애플 성숙도 예측 시스템은,

분광 데이터 획득장치로부터 파인애플의 분광 데이터를 획득하는 동작;

컬러 측정장치로부터 파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하는 동작;

파인애플 성숙도 예측 수단으로부터 파인애플의 분광 데이터와 파인애플의 내부 컬러 데이터를 이용하여 파인애플의 성숙도를 판단하는 동작을 수행하고,

분광 데이터를 획득하는 동작은, 하나의 파인애플에 대해 5회 내지 10회의 분광 데이터를 획득하고 획득된 다수의 분광 데이터의 대표값을 설정하기 위하여 평균 분광 데이터를 획득하는 동작을 포함하고

파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하는 동작은, 파인애플의 내부 컬러 데이터와 함께 표준 컬러 차트의 컬러 데이터를 함께 획득하는 동작; 및 표준 컬러 차트의 강도(intensity)의 값에 기반하여 표준 옐로우 데이터와 내부 컬러 데이터의 결합하여 정규화 데이터를 획득하는 동작을 포함하는 것을 특징으로 하는

파인애플 성숙도 예측 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

파인애플 성숙도는 다음의 식;

$$Maturity\ Index = \frac{Standard\ Yellow\ intensity}{Internal\ Pineapple\ Intensity} \times 100$$

으로 구해지는 것을 특징으로 하는

파인애플 성숙도 예측 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

파인애플의 성숙도는 내부 컬러의 정규화 데이터와 전처리가 완료된 스펙트럼 데이터를 이용하여 PLSR(Partial Least Squares regression) 모델 중 SIMPLS 방법을 이용하여 구해지고, SIMPLS를 이용한 파인애플 성숙도 예측 모델 식은 다음의 식:

$$\hat{Y} = \beta X$$

$\hat{Y}$: 파인애플 성숙도 예측값(Maturity Index)

β : 베타계수

X : 스펙트럼 데이터의 흡광도

으로 표현되는 것을 특징으로 하는

파인애플 성숙도 예측 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하기 위해 문턱값 조정하는 영상 처리가 더 수행되는 것을 특징으로 하는 파인애플 성숙도 예측 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

컬러 측정 장치는 절단된 파인애플 샘플이 놓여지는 샘플 플레이트, 샘플 플레이트의 표면으로부터 수직방향으로 연장되어 형성된 수직 지지부, 수직 지지부와 직교하는 방향으로 연장되는 수평 지지부, 및 수평 지지부를 따라 수평 방향으로 슬라이딩 이동가능하게 장착된 RGB 카메라를 포함하는 것을 특징으로 하는

파인애플 성숙도 예측 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 파인애플의 성숙도 예측 모델에 관한 것으로, 보다 구체적으로 파인애플을 가시광 및 근적외선 투과 스펙트럼을 사용하여 스펙트럼의 피크(peak)를 이용한 PLSR(Partial least squares regression)을 통해 파인애플 성숙도 예측모델을 개발하여 파인애플 성숙도를 예측하는 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 과실이나 과채류의 당도, 산도 등의 성분함량이나 내부흡집, 갈변 등의 내부품질을 측정하는 방법으로는, 즙을 짜서 굴절당도계로 측정하는 파괴적인 방법을 주로 사용하고 있으나 최근에는 빛 예를 들어, 가시광선이나 근적외선 등을 이용하여 비파괴적으로 측정하는 방법이 사용되고 있다

[0005] 비파괴 검사 기술은 빛이 물체를 투과할 때 그 물체의 외부상태뿐만 아니라 내부상태에 따라 반사, 흡수, 투과 및 패턴이 달라지는 특성을 분석하여 물체의 품질을 예측하는 방법으로, 그 특성을 추출하는 분석법으로는 다중회귀분석법(MLR: Multiple Linear Regression Method)에서부터 부분최소자승회귀분석법(PLSR: Partial Least SquareRegression Method)까지 다양한 통계 기법을 사용한다.

[0007] 수많은 실험과 이러한 통계기법을 통해 빛의 거동 예를 들어, 반사, 흡수, 투과 등으로부터 내부품질을 예측하는 예측모델이 개발 되었고, 개발된 예측모델을 이용하여 시료에 대한 빛의 거동을 통해 당도를 포함한 내부품질을 예측하는 방법이 알려져 있다.

[0009] 파인애플의 경우, 출하 시기 및 유통 지역에 대한 선정은 파인애플이 성숙함에 따라 초록색으로 노란색으로 변해가는 과정을 통해서 지정된다. 초록색의 파인애플인 경우, 해외 유통으로 이루어지며 성숙이 진행됨에 따라 노란색으로 변화되었을 때, 국내로 유통이 이루어지며 이에 따라, 파인애플의 출하시기가 선정된다.

[0011] 하지만, 현재 관용적으로 사용되는 파인애플의 출하시기 선정 방법인 껍질색으로 판단하는 방법은 기후 변화에 의해서도 파인애플의 껍질색이 변화가 이루어지기 때문에, 파인애플의 껍질색이 노란색으로 변화되더라도 실제

파인애플의 내부 성숙도가 증가되지 않고 껍질색이 초록색인 상태와 동일한 것들이 존재한다.

[0013] 따라서, 파인애플의 성숙도를 통해 출하 시기를 선정하는 방안을 기후 변화에 영향을 미치는 파인애플의 껍질색이 아닌 보다 정확하게 예측하는 방법이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 대한민국 특허공개 10-2016-0008076(2016.01.22 공개)
(특허문헌 0002) 대한민국 특허공개 10-2013-0086161(2013.07.22 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 파인애플의 성숙도를 통해 출하 시기를 선정함에 있어 기후 변화에 영향을 받는 파인애플의 껍질색이 아닌 보다 정확하게 파인애플의 내부 성숙도를 예측할 수 있는 파인애플 성숙도 예측 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0018] 진술한 과제를 해결하기 위해 본 발명의 일양태에 따르면, 파인애플 성숙도 예측 시스템이 제공되고, 이 시스템은 분광 데이터 획득장치; 컬러 측정 장치; 파인애플 성숙도 예측 수단을 포함하고, 파인애플 성숙도 예측 시스템은, 분광 데이터 획득장치로부터 파인애플의 분광 데이터를 획득하는 동작; 컬러 측정장치로부터 파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하는 동작; 파인애플 성숙도 예측 수단으로부터 파인애플의 분광 데이터와 파인애플의 내부 컬러 데이터를 이용하여 파인애플의 성숙도를 판단하는 동작을 수행하고, 분광 데이터를 획득하는 동작은, 하나의 파인애플에 대해 5회 내지 10회의 분광 데이터를 획득하고 획득된 다수의 분광 데이터의 대표값을 설정하기 위하여 평균 분광 데이터를 획득하는 동작을 포함하고, 파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하는 동작은, 파인애플의 내부 컬러 데이터와 함께 표준 컬러 차트의 컬러 데이터를 함께 획득하는 동작; 및 표준 컬러 차트의 강도(intensity)의 값에 기반하여 표준 옐로우 데이터와 내부 컬러 데이터의 결합하여 정규화 데이터를 획득하는 동작을 포함한다.

[0020] 진술한 양태에서 파인애플 성숙도는 다음의 식;

$$[0021] \text{Maturity Index} = \frac{\text{Standard Yellow intensity}}{\text{Internal Pineapple Intensity}} \times 100$$

으로 구해질 수 있다.

[0023] 또한 진술한 양태에서 파인애플의 성숙도는 내부 컬러의 정규화 데이터와 전처리가 완료된 스펙트럼 데이터를 이용하여 PLSR(Partial Least Squares regression) 모델 중 SIMPLS 방법을 이용하여 구해지고, SIMPLS를 이용한 파인애플 성숙도 예측 모델 식은 다음의 식:

$$\hat{Y} = \beta X$$

$\hat{Y}$: 파인애플 성숙도 예측값(Maturity Index)
 β : 베타계수
 X : 스펙트럼 데이터의 흡광도

[0024]

[0025] 으로 표현될 수 있다.

[0027] 전술한 양태에서 파인애플의 내부 컬러 데이터를 획득하기 위해 문턱값 조정하는 영상 처리가 더 수행된다.

[0029] 또한 전술한 양태에서 컬러 측정 장치는 절단된 파인애플 샘플이 놓여지는 샘플 플레이트, 샘플 플레이트의 표면으로부터 수직방향으로 연장되어 형성된 수직 지지부, 수직 지지부와 직교하는 방향으로 연장되는 수평 지지부, 및 수평 지지부를 따라 수평 방향으로 슬라이딩 이동가능하게 장착된 RGB 카메라를 포함한다.

발명의 효과

[0031] 본 발명에 따르면, 파인애플의 성숙도를 통해 출하 시기를 선정함에 있어 기후 변화에 영향을 받는 파인애플의 껍질색이 아닌 보다 정확하게 파인애플의 내부 성숙도를 예측할 수 있는 파인애플 성숙도 예측 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1a는 본 발명에 따른 가시광 및 근적외선 투과 스펙트럼을 이용한 파인애플 성숙도 예측 방법에 이용되는 파인애플 분광 정보 획득 장치의 일례를 나타내는 도면;

도 1b는 도 1a에 이용되는 샘플 홀더의 다른 실시예를 나타내는 도면;

도 2는 분광 검출기에서 생성된 분광 데이터와 함께 파인애플의 성숙도를 판정하는데 이용되는 파인애플의 내부 컬러 데이터를 측정하기 위한 컬러 측정 장치의 일례를 나타내는 도면;

도 3은 분광 검출기의 CCD로부터 생성된 분광 스펙트럼의 일례를 나타낸 도면; 및

도 4는 전술한 바와 같이 파인 애플의 내부 단면의 색상의 스케일을 생성하는 것을 예시적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0036] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0038] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0040] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있

다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0042] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0044] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0046] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타내는 것으로 이해될 수 있다.

[0048] 도 1a는 본 발명에 따른 가시광 및 근적외선 투과 스펙트럼을 이용한 파인애플 성숙도 예측 방법에 이용되는 파인애플 분광정보 획득장치의 일례를 나타내는 도면이다. 도 1a에 도시된 바와 같이 파인애플 분광정보 획득장치(10)는 파인애플에 가시광 및 근적외선 광을 조사하기 위한 복수의 광원(110); 파인애플을 투과한 광을 취득하기 위해 광원의 하단부에 배치되는 샘플 홀더(120); 파인애플 홀더(120)의 하측에 배치되는 분광 검출기(130)를 포함한다.

[0050] 도 1a에 예시된 분광정보 획득장치(10)는 원통형의 몸체를 갖는 것으로 도시되고 있지만 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니고 광원(110)을 파인애플의 주변에 배치할 수 있는 구조라면 어느 기하학적 구조라도 채용될 수 있다.

[0052] 광원은 바람직하게 가시광 및 근적외선 광을 조사할 수 있는 각종 램프가 이용될 수 있는데 예를 들면 600 내지 1000nm의 가시광선 및 근적외선 파장을 갖는 텅스텐 할로겐 램프 또는 LED 램프 또는 이들이 조합된 복합 광원 등이 이용될 수 있으며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0054] 도 1a에 도시된 바와 같이 분광정보 획득장치(10)의 하단부에는 파인애플이 재치되는 샘플 홀더(120)가 배치된다. 샘플 홀더(120)의 표면(122)은 광원(110)으로부터의 빛이 직접 분광 검출기(130)로 입사되지 않도록 오목한 표면 구조로 형성되고 오목 표면 위에 파인애플 샘플이 없어 진다. 광원(110)으로부터 분광 검출기(130)로의 빛의 직접적인 입사를 방지하기 위해 차광벽(126)이 샘플 홀더(120)의 표면(122)에 수직방향으로 돌출되어 더 형성될 수도 있다.

[0056] 도 1a에 도시된 바와 같이 광원(110)으로부터 조사된 광중 일부는 파인애플의 표면에서 반사되지만 입사 광의 일부는 파인애플로부터 흡수되고 내부로 전파되어 내부에서 반사 및 산란되어 분광 검출기(130)로 입사된다.

[0058] 분광 검출기(130)는 파인애플에 투사된 근적외선을 분광 검출기의 CCD로 수신하고 각 파장별로 A/D 변환을 수행하여 디지털 값으로 변환하여 스펙트럼 또는 분광 데이터를 생성하고 생성된 스펙트럼은 파인애플의 성숙도 판별을 위해 외부에 연결된 컴퓨터로 입력된다. 스펙트럼은 파인애플의 각 부분에 따라 변경될 수 있기 때문에 평균 스펙트럼을 구하기 위해 복수회 측정될 수도 있다. 예를 들면 측정된 분광 스펙트럼은 하나의 파인애플에 대해 5 내지 10회 얻어지고, 분광 검출기(130)에 연결된 컴퓨터는 분광 검출기(130)로부터 얻어진 다수의 스펙트럼에서 대표값을 설정하기 위하여 평균 스펙트럼이 계산될 수 있다. 도 3의 (A)는 분광 검출기의 CCD로부터 생성된 분광 스펙트럼의 일례를 나타낸다.

[0060] 도 1b는 도 1a에 도시된 분광정보 획득장치(10)의 하단부에는 배치되는 샘플 홀더(120)의 다른 예를 나타내는 도면이다. 도 1b에 도시된 바와 같이 샘플홀더(120b)의 표면은 도 1a에 도시된 바와 같이 광원(110)으로부터의 빛이 직접 분광 검출기(130)로 입사되지 않도록 오목한 표면 구조로 형성되고 오목 표면 위에 파인애플 샘플이 없어 진다. 광원(110)으로부터 분광 검출기(130)로의 빛의 직접적인 입사를 방지하기 위해 차광벽(126b)이 샘플 홀더(120)의 표면(122)에 수직방향으로 돌출되어 더 형성될 수도 있다.

[0062] 도 1a에 도시된 샘플 홀더(120)에서 샘플 홀더(120)의 중앙에 배치되는 개구(124)은 작은 원형 또는 작은 정사각형의 형태로 이루어져 있지만, 도 1b에 도시된 샘플 홀더(120)의 개구(124b)는 표면(122)을 따라 넓은 직사각형 형태로 배치된다. 도 1a에 도시된 샘플 홀더(120)의 경우 홀더의 트레이를 통한 개구(124)의 절단부가 작기 때문에 분광계는 매우 짧은 시간 동안 파인애플을 통해 투과된 빛을 수집할 수 있는 반면, 도 1b에 도시된 샘플 홀더(120)의 경우 분광계는 직사각형 형태로 넓어진 개구 구조로 인하여 더 오랜 시간 동안 파인애플을 통해 투과되는 빛을 획득할 수 있으며, 더 높은 통합 시간과 평균 스캔 시간이 획득될 수 있어 파인애플에 대한 강한 스펙트럼 신호가 관찰될 수 있다.

[0064] 도 3의 (A)는 분광 검출기의 CCD로부터 생성된 분광 스펙트럼은 컴퓨터에서 수신되어 SNV(Standard Nomnial Variate) 및 평활화(Smoothing)와 같은 전처리 과정을 거쳐 도 3의 (B)와 같이 정규화 스펙트럼으로 변환된다.

[0066] 근적외선 방사선과 파인애플 내부 입자 간의 상호 작용으로 인한 광산란은 종종 흡광도 수준의 이동을 생성하여 NIR 확산 반사 스펙트럼의 스펙트럼 해석 및 선형 보정을 더 어렵게 만들 수 있다. 광 산란은 경로 길이 변화를 초래하여 파장에 따라 변하는 배경 신호 레벨로 인해 베이스 라인 이동 및 곡률이 발생하며 이는 샘플 내에서 그리고 샘플간에 크게 다를 수 있다. SNV 변환은 산란 및 입자 크기의 곱셈 효과를 줄이고 신호의 전체 강도 차이를 줄일 수 있다. SNV 변환에 따르면 각 스펙트럼은 중앙에 배치된 다음 표준 편차로 나누어 스케일된다.

[0068] SNV는 주로 광산란 보정으로 이용되는 방법이며, 평균과 표준편차를 이용한다. 현재 스펙트럼을 획득한 600 ~ 1000 nm로 범위에서 평균과 표준 편차를 이용하여 다음과 같은 식을 통해서 SNV를 적용한다.

$$X_{i,j}^{new} = \frac{X_{i,j}^{old} - \bar{X}}{S_i}$$

$X_{i,j}^{new}$: SNV 방법을 통한 i번째 샘플의 j 파장에서의 값

$X_{i,j}^{old}$: i번째 샘플의 j 파장에서의 측정값

$\bar{X}$: i번째 샘플의 평균값

S_i : i번째의 샘플의 표준 편차

[0069]

[0071] 분광 스펙트럼은 분광기에 의한 노이즈가 포함되어 있다. 이러한 노이즈는 스펙트럼 분석의 정밀도를 크게 저감하는 요인이므로 스펙트럼 평활화를 수행하여 스펙트럼에 포함된 노이즈를 제거한다.

[0073] 평활화 수행은 이동평균 필터링 방법을 이용하였으며, 이동평균 필터는 각 데이터 점을 범위 내에 정의된 이웃 데이터 점의 평균으로 대체하여 데이터를 평활화한다. 본 실시예에서는 다음과 같은 식을 통해서 평활화 수행된다.

$$[0074] \quad y_s(i) = \frac{1}{2N+1} (y(i+N) + y(i+N-1) + \dots + y(i-N))$$

[0076] 여기서 $y_s(i)$ 는 I번째 데이터 점에 대한 평활화된 값이고, N은 $y_s(i)$ 의 양쪽에 있는 이웃 데이터의 점의 개수이며 2N+1은 범위이다. 예를 들어, 범위가 5인 이동평균 필터를 사용하여 데이터를 평활화한다고 가정하면 y_s 의 요소는 다음과 같이 지정된다.

$$[0077] \quad \begin{aligned} y_s(1) &= y(1) \\ y_s(2) &= (y(1) + y(2) + y(3))/3 \\ y_s(3) &= (y(1) + y(2) + y(3) + y(4) + y(5))/5 \\ y_s(4) &= (y(2) + y(3) + y(4) + y(5) + y(6))/5 \end{aligned}$$

[0079] 도 2는 분광 검출기(130)에서 생성된 분광 데이터와 함께 파인애플의 성숙도를 판정하는데 이용되는 파인애플의 내부 컬러 데이터를 측정하기 위한 컬러 측정 장치(20)의 일례를 나타내는 도면이다.

[0081] 도 2에 도시된 바와 같이 컬러 측정 장치(20)는 기본적으로 절단된 파인애플 샘플이 놓여지는 샘플 플레이트(210), 샘플 플레이트(210)의 표면으로부터 수직방향으로 연장되어 형성된 수직 지지부(220), 수직 지지부(210)와 직교하는 방향으로 연장되고 수직 지지부(220) 상에서 슬라이딩 이동가능한 수평 지지부(230), 수평 지지부(230)을 따라 수평 방향으로 슬라이딩 이동가능하게 장착된 RGB 카메라(240)을 포함한다.

[0083] 파인애플의 내부 색상은 파인애플이 성숙되는 방향이 아래에서부터 위로 이루어지므로, 파인애플의 샘플은 중앙 지점으로부터 15cm 떨어진 부분에서 2.5cm의 두께로 단면을 획득하여 이루어지고, 파인애플의 컬러 데이터는 표준 컬러 차트와 함께 획득 되도록 구성된다.

[0085] RGB 카메라(240)는 전술한 바와 같이 수평 지지부(230)을 따라 수평 방향으로 슬라이딩 이동가능하고 또는 수평 지지부(230)가 수직 지지부(220) 상에서 수직 방향으로 슬라이딩 가능하게 형성됨에 따라 샘플 플레이트(210)에 놓여진 절단된 파인애플 샘플의 위치에 관계없이 정확하게 촬영하는 것이 가능하다.

[0087] 또한 절단된 파인애플 샘플의 노란 색상의 정도를 정확하게 나타내기 위해 표준 컬러 차트(Standard color chart)를 이용한다. 본 발명에서는 RGB 카메라(240)를 이용하여 파인애플의 내부 단면과 표준 컬러 차트를 함께 촬영하여 파인 애플의 내부 단면의 색상의 스케일을 생성하였다.

[0089] 도 4는 전술한 바와 같이 파인 애플의 내부 단면의 색상의 스케일을 생성하는 것을 예시적으로 나타낸 도면이다. 도 4에서는 파인애플의 내부 단면을 전처리한 후 단면의 색상에 따라 0 내지 100%의 색상 스케일을 나눈 일례를 나타낸다. 파인애플의 단면을 통해서 내부 색상 데이터를 획득하기 위해서 문턱값 조정하는 영상 처리가 행해질 수 있다.

[0091] 예를 들면, 파인애플의 내부 색상 영상 취득 시 수행되는 배경제거 작업을 예로 들 수 있다. RGB 카메라로 내부 색상 영상을 취득 시, 얻어지는 값은 Red, Blue, Green 채널의 0-255까지의 범위를 가지는 값을 얻어지게 된다. 이때, RGB 카메라를 통해서 찍은 영상은 파인애플만이 있는 것이 아닌 나머지 배경과 내부 영상을 취득하기 위해서 커팅이 이루어졌어도 파인애플의 외부 껍질의 색상도 얻어지게 된다. 따라서, 내부 색상의 주요 색은 노란 색은 Red와 Green 채널의 값이 주요한 조합으로 이루어지게 된다. 그러므로 원하지 않는 영역들의 제거는 Blue 채널의 값의 특정 값보다 높아지는 경우 제거하는 영상처리가 수행될 수 있다.

[0093] 진술한 바와 같이 영상처리는 ROI(Region of Interested, 관심영역)를 추출하기 위해 문턱값을 조정하는 영상처리가 실시된다. 내부 색상 데이터는 현재 RGB카메라를 통해서 얻은 파인애플 단면의 색상에 대한 Red,Green,Blue 채널의 intensity(value)값을 획득하게 된다. 예를 들어, R=0,G=0,B=0인 경우 그 부분에 대해서는 검정색으로 나타날 것이며, R=255,G=255,B=255의 값을 가진 경우는 흰색으로 나타나게 된다. 이러한 파인애플의 내부 단면은 파인애플의 성숙이 됨에 따라 노란색으로 변하게 된다. 성숙이 덜 되면 내부 단면은 옅은 노란색에 가깝고, 과성숙에 됨에 따라 내부의 색상은 갈색에 가깝게 되므로 RGB의 값을 통해서 성숙도를 판단하게 된다.

[0095] 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에서는 파인애플의 내부 단면과 표준컬러차트(Standard color chart)를 함께 취득하도록 구성된다. 이는 파인애플의 내부 단면 영상 취득 시, 취득한 순간의 광량이 일정하지 않고 변화될 수 있기 때문이다. 따라서, 기준으로 삼는 표준 컬러 차트(Standard color chart)의 강도(intensity)의 값이 영상 취득시 달라지게 되므로 파인애플 색상 데이터와 함께 영상이 획득된다. 표준 옐로우 데이터와 내부 색상 데이터의 결합 방법은 획득한 RGB 데이터의 위치를 확인 후, 그 범위의 표준 옐로우(Standard Yellow)의 데이터를 평균을 내어 1개의 대표값으로 생성하게 된다. 이후 파인애플의 내부 색상의 데이터도 똑같은 방법을 통해서 평균을 내어 똑같이 1개의 대표값으로 생성한다. 이후 표준 옐로우 데이터의 대표값을 기준을 삼아 파인애플 내부 색상을 나누어 정규화 데이터(nomalized data)를 획득한다. 획득한 값은 노란색에 가까울수록 1에 가깝고, 파인애플의 갈색부분이 존재함에 따라 즉, 파인애플이 과성숙이 되었을 때는 1보다 작아지므로, 이 문제를 해결하기 위해서 다음과 같은 식을 통해서 성숙 지수를 판단하게 된다.

[0096]

$$Maturity\ Index = \frac{Standard\ Yellow\ intensity}{Internal\ Pineapple\ Intensity} \times 100$$

[0098] 파인애플의 성숙도는 성숙도 예측 모델을 통해 파인애플의 근적외선 스펙트럼과 내부 색상 데이터를 이용하여 판정될 수 있다. 앞서, 도출한 정규화 데이터와 전처리가 완료된 스펙트럼 데이터를 이용하여 PLSR(Partial Least Squares regression)을 적용한다. 본 실시예에서는 PLSR 모델 중 SIMPLS 방법을 이용하였으며, 성숙도 예측 값은 파인애플의 내부 색상 데이터와 비교하였으며, 예측을 위해 이용한 데이터는 전처리가 완료된 스펙트럼을 사용하였다. 즉, 스펙트럼 데이터의 흡수도(Absorption)의 값을 통해서 파인애플의 성숙도를 예측하는 식을 도출할 수 있으며, SIMPLS를 이용한 파인애플 성숙도 예측 모델 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{Y} = \beta X$$

[0099]

$\hat{Y}$: 파인애플 성숙도 예측값(Maturity Index)
 β : 베타계수
 X : 스펙트럼 데이터의 흡광도

[0101] 베타 계수는 각 스펙트럼 데이터의 흡광도에 따라 다르게 나타나며, 각각의 인자들은 행렬로 이루어져있다. 이러한 베타 계수 및 성숙도 예측값을 얻기 위해서 획득한 스펙트럼 데이터를 칼리브레이션(Calibration) 및 베리데이션(Validation) 세트(set)로 구성하여 모델 구축 및 실제 성숙도 판정의 기준으로 삼은 내부 색상 데이터의 값의 예측 정확도를 확인하였다. 확인 결과 예측 R2값은 0.82이며, SEP(Standard error of prediction)은 10.8%로 도출되었다.

- [0103] 이와 같은 본 발명에 따르면 가시광 및 근적외선 투과 스펙트럼을 이용하여 파인애플의 분광 데이터 또는 스펙트럼을 얻을 수 있고, 획득된 파인애플의 분광 데이터 또는 스펙트럼의 특성을 통해 파인애플의 내부 컬러를 유추할 수 있고, 파인애플의 내부 컬러에 따른 파인애플의 성숙도를 판별할 수 있게 된다.
- [0105] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0107] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0109] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0111] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0113] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

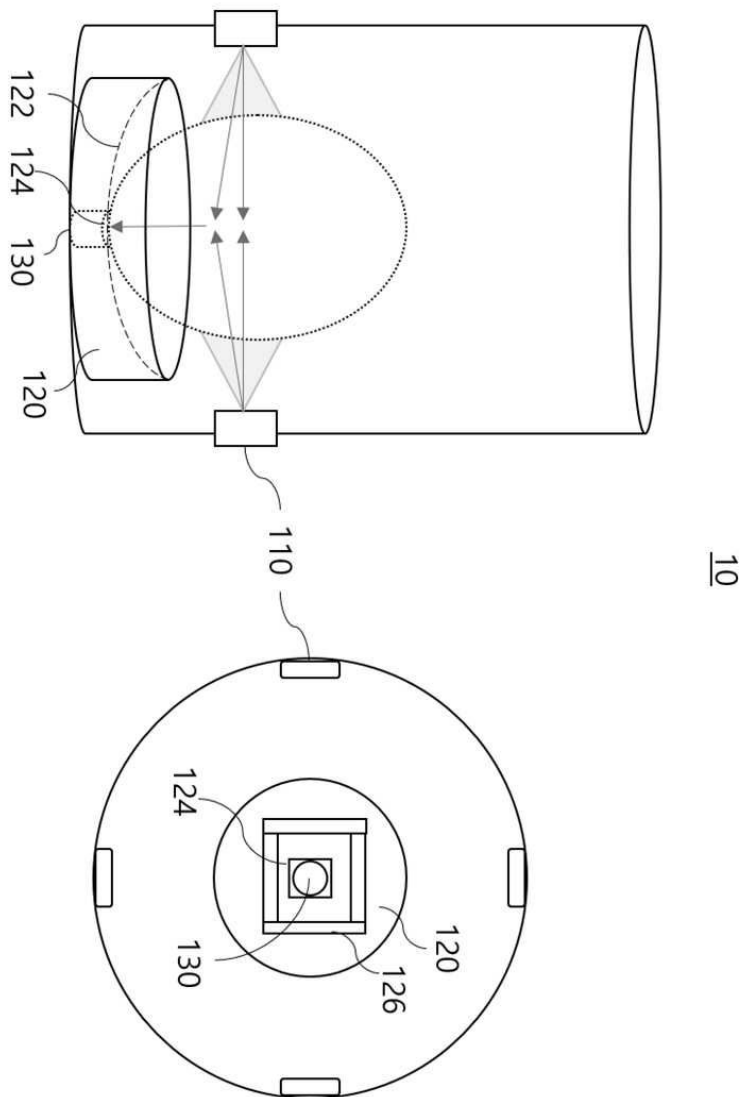
부호의 설명

[0115]

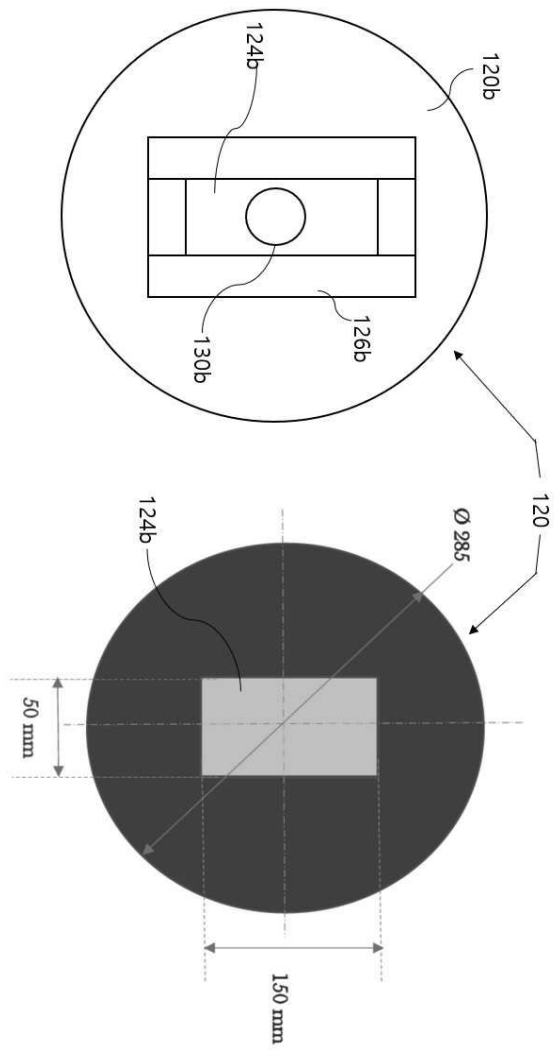
- 10: 분광정보 획득장치 110: 광원
120: 샘플 홀더; 130: 분광 검출기
126: 차광벽 124: 개구
220: 수직지지부 240: RGB 카메라
230: 수평지지부 210: 샘플플레이트

도면

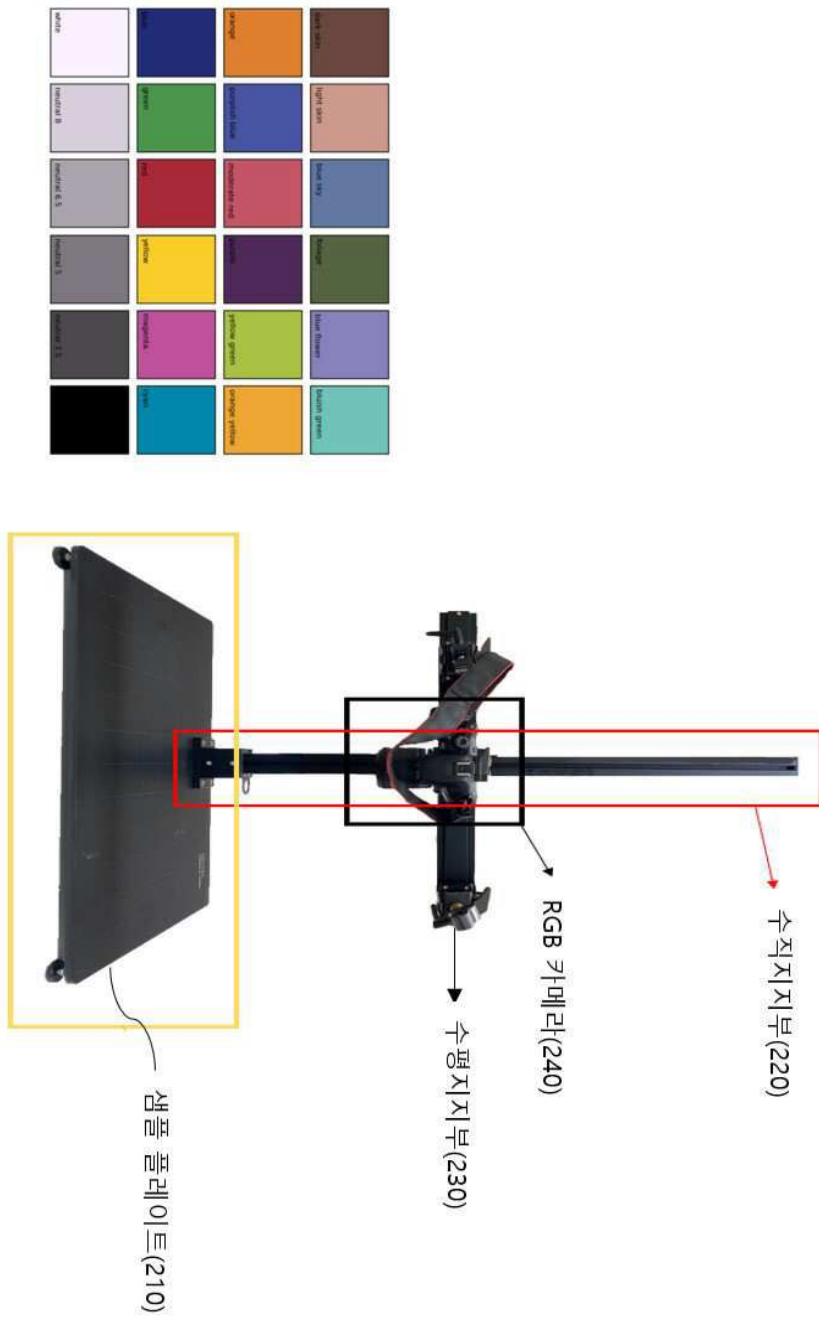
도면1a



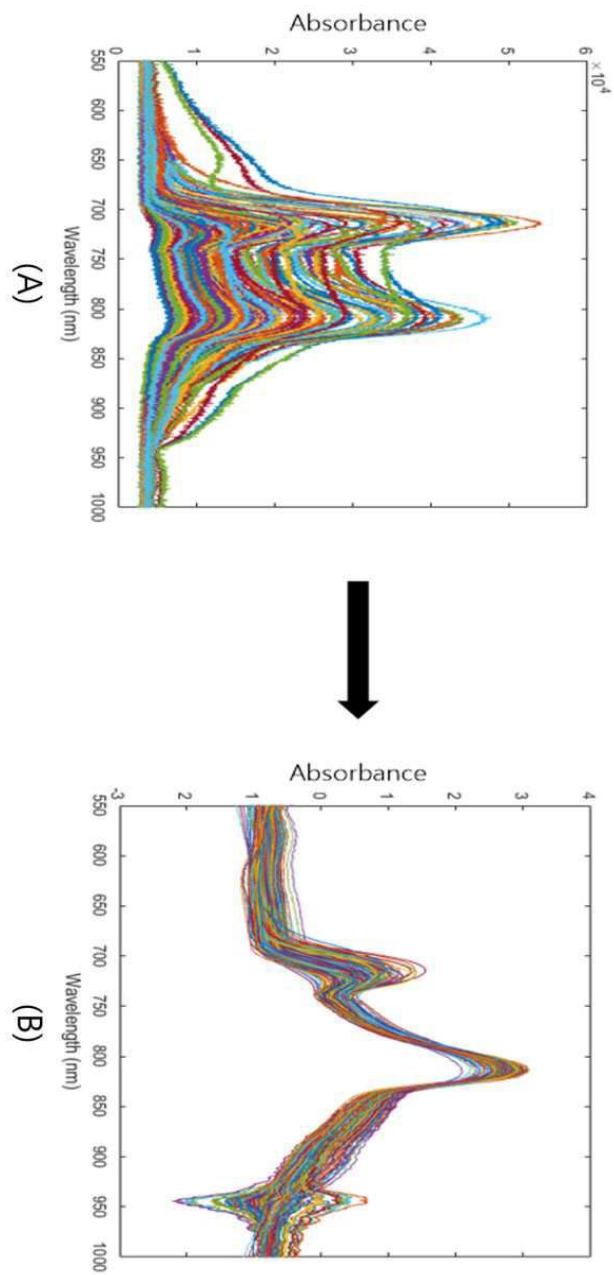
도면1b



도면2



도면3



도면4

