

ASTA Method 20.1에 따른 UV-Vis 분광기를 이용한 파프리카 품질 평가

시료 전처리부터 Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis를
이용한 분석까지



저자

Yasurika Heenatigala
Agilent Technologies, Inc.

개요

파프리카의 선명한 색상은 품질과 상업적 가치의 핵심 지표입니다. UV-Vis 분광법을 통한 색상 평가는 진위 확인, 소비자 만족도, 규정 준수를 위해 필수적입니다. 본 응용 자료는 **Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광 광도계**와 **Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어**를 활용한 신속하고 신뢰할 수 있으며 표준화된 품질 평가의 효과성을 제시합니다. 이 연구에서는 ASTA Method 20.1에 따라 고추 및 고추의 올레오레진에서 추출 가능한 색소를 분석했습니다.

소개

파프리카는 진한 붉은색과 독특한 풍미로 널리 사용되는 향신료로, 요리 및 상업적 응용 분야에서 중요한 위치를 차지하고 있습니다. 파프리카는 말린 고추 꼬투리에서 생산되는 수요가 많은 상품이기 때문에 품질 차이와 불순물이 있을 수 있으며, 이는 제품의 진위성, 소비자 신뢰, 규제 준수를 저해할 수 있습니다.

자외선-가시광선(UV-Vis) 분광법은 색소 농도를 정량화하여 파프리카 품질을 평가하는 신속하고 재현성 있는 분석 기법입니다. 파프리카의 색상 강도는 주로 카로티노이드 화합물에서 비롯되며, 일반적으로 ASTA Method 20.1¹을 사용하여 평가됩니다. 이 분석법은 파프리카 시료를 수치화된 ASTA 색상값으로 상업적으로 등급을 평가하는 확립된 산업 표준입니다.

이 응용 자료에서는 Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광광도계와 Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어를 사용하여 두 가지 상업용 파프리카 시료의 ASTA 색상값을 측정했습니다. ASTA Method 20.1에 따라 고추와 고추의 올레오레진에서 추출 가능한 색소 측정을 수행했습니다.

실험

시료 전처리

참조 표준물질: ASTA Method 20.1에서는 파프리카 시료 측정을 표준화하고 측정 재현성을 보장하기 위해 기기 보정 계수(If)를 생성하도록 요구합니다. 이를 위해 NIST 추적 가능 인증 표준 물질(CRM)(Starna CRM 18294 - 금속-석영 필터 30%, NIST에서 465nm에서 흡광도 범위 0.4-0.6으로 지정)을 ASTA 20.1에 따라 사용했습니다.

용매 대조군: 아세톤, ACS 등급(Sigma-Aldrich, 부품 번호 179124, 2.5 L, CAS 번호 67-64-1). ACS 등급 아세톤 3mL 시료를 표준 10mm 석영 큐벳으로 옮겨 바탕 시료로 사용했습니다.

파프리카 시료 추출물: 약 90mg의 시험 시료(현지에서 구입)를 깨끗하고 건조하며 무게를 측정한 접시에 담아 0.1mg까지 계량했습니다(시료 1: 92.5mg, 시료 2: 90.5mg). 각 측정 시료를 100mL 용적 플라스크로 옮기고 아세톤으로 희석합니다. 용액을 마개로 막고 섞은 후, 빛을 피해 실온에서 16시간 동안 방치했습니다. 이 기간이 지난 후, 플라스크를 균질화하고 입자가 가라앉을 때까지 충분한 시간 동안 방치했습니다. 각 용액의 3mL 시료를 표준 10mm 석영 큐벳으로 옮기고, 이를 파프리카 시료 추출물로 지정했습니다.

기기

시료와 바탕 시료가 준비되면 Cary 3500 Multicell UV-Vis 및 Cary UV Workstation을 사용하여 측정 파라미터를 설정했습니다(그림 1). 참조 표준물질은 표 1에 기재된 파라미터에 따라 측정했습니다.

표 1. Starna CRM 18294의 UV-Vis 데이터 수집 파라미터(Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광 광도계를 사용한 기기 보정 계수(If) 계산).

설정	파라미터
파장 범위	350-800nm
분석 파장	465nm
신호 평균화 시간	0.1초
데이터 간격	1nm
스펙트럼 대역폭	2nm

그런 다음 시료를 표 2에 기재된 파라미터에 따라 측정했습니다.

표 2. 파프리카 분석의 UV-Vis 데이터 수집 파라미터(Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광 광도계 사용).

설정	파라미터
파장 범위	350-800nm
분석 파장	460nm
신호 평균화 시간	0.1초
데이터 간격	1nm
스펙트럼 대역폭	2nm

두 분석의 파라미터는 모두 스캔 응용 프로그램 내 새로운 배치를 사용하여 설정했습니다.



그림 1. Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광 광도계 및 Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어. Multicell 모듈은 8개의 고정 측정 채널을 제공합니다.

결과 및 토의

기기 보정 계수(If)

ASTA Method 20.1은 If를 결정하는 계산 방법을 제공하여 파프리카 시료 측정을 표준화하고 측정 재현성을 보장합니다. 이 계수는 CRM에 대해 NIST가 선언한 흡광도(0.4934 Abs)와 실험실에서 측정된 흡광도의 비율로 계산합니다.

If를 계산하기 위해 Cary UV Workstation의 "시퀀스 종료 분석" 소프트웨어 기능을 활용했습니다. 이 도구는 사용자가 애플리케이션 내에서 결과를 생성하고 정량 분석할 수 있도록 지원하여 워크플로를 간소화합니다. ASTA 20.1에 따라 시퀀스 설정 페이지 내 시퀀스 종료 분석에 두 가지 계산을 입력했습니다.

- 분석 1((465)에서의 값)은 465nm에서의 흡광도 측정에 사용됩니다.
- 분석 2(0.4934/(465)에서의 값)는 If 계산에 사용됩니다.

상대 표준 편차(RSD)를 결정하기 위해 10회 별도 측정이 수행되었으며, 그 결과 $1.9366 \times 10^{-2}\%$ 로 측정 간 변동성이 현저히 낮은 것으로 나타났습니다(표 3). ASTA 20.1은 기기 안정성을 확인하기 위해 $RSD(10\text{회 측정}) < 1.0\%$ 를 요구합니다.

표 3. 인증 표준물질(CRM)의 10회 개별 측정값에 대한 상대 표준 편차.

참조 표준물질 측정	NIST 선언 465nm에서의 Abs	실험실 측정 465nm에서의 Abs	기기 보정 계수 (If)
분석 1	0.4934	0.4916	1.0036
분석 2	0.4934	0.4915	1.0038
분석 3	0.4934	0.4915	1.0038
분석 4	0.4934	0.4917	1.0035
분석 5	0.4934	0.4918	1.0032
분석 6	0.4934	0.4916	1.0037
분석 7	0.4934	0.4916	1.0037
분석 8	0.4934	0.4917	1.0035
분석 9	0.4934	0.4917	1.0035
분석 10	0.4934	0.4917	1.0034
평균	0.4934	0.4916	1.0036
표준편차	N/A	0.000095	0.00019
상대 표준 편차(RSD), %	N/A	0.019	0.019

분석 1과 2의 결과는 스캔 보고서(본 응용 자료의 후반부에서 자세히 설명)에 자동으로 기록되었습니다. 이를 통해 이후 파프리카 분석에서 해당 결과에 액세스할 수 있도록 지원합니다. 기기 계수는 파프리카 시료의 ASTA 색상값 보정 계산에 쉽게 활용할 수 있습니다.

파프리카 시료 분석

ASTA Method 20.1은 아세톤으로 색소를 추출하고 460nm에서 흡광도를 측정하여 파프리카의 색상 강도를 측정합니다. 흡광도 측정값은 시료 무게와 함께 사용하여 ASTA 색상값을 계산합니다. ASTA 색상값은 파프리카 및 기타 향신료의 핵심 품질 지표로, 소비자 및 식품 제조업체에게 중요한 특성인 붉은색의 강도와 선명도를 나타냅니다.

본 연구에서는 추출된 두 파프리카 시료를 각각 3회 측정했습니다(표 4). 시료 1의 보정된 ASTA 색상값은 약 103이었고, 시료 2의 보정된 ASTA 색상값은 약 61로 색상 강도가 낮게 나타났습니다. 보정된 ASTA 색상값은 쉽게 읽을 수 있는 표 형식으로 자동 생성되었으며, 스캔 보고서는 사용자가 정의한 위치로 자동으로 내보내졌습니다.

표 4. 두 파프리카 시료의 결과.

분석	시료 1		시료 2	
	Abs (460nm)	보정된 ASTA 색상값	Abs (460nm)	보정된 ASTA 색상값
분석 1	0.5771	102.6879	0.3349	60.9013
분석 2	0.5771	102.7045	0.3348	60.8997
분석 3	0.5768	102.6479	0.3343	60.8135
평균	0.5770	102.6801	0.3347	60.8715
		103		61

이 분석을 쉽고 빠르게 수행하기 위해 시퀀스 종료 분석 도구(그림 2 및 3)를 사용하여 다음과 같이 시료 측정 후 자동으로 계산을 수행했습니다.

- 460nm에서 흡광도 측정(분석 1)
- 460nm에서의 흡광도와 시험 시료 중량을 이용한 ASTA 색상값 계산(분석 2)
- ASTA 색상값과 이전에 계산된 평균 If 값을 이용한 보정된 ASTA 색상값 계산(분석 3)

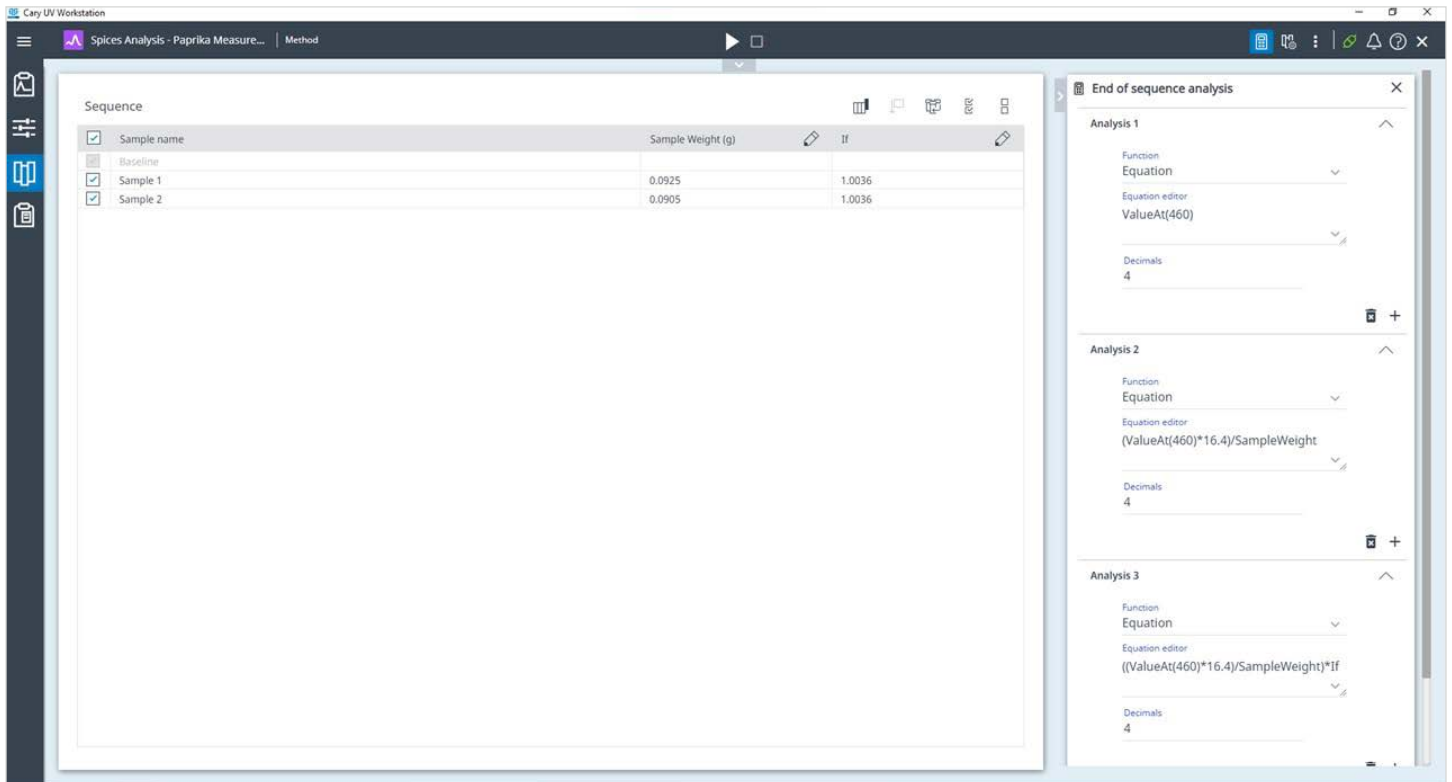


그림 2. 파프리카 시료 측정을 위한 시퀀스 페이지. 시료 무게와 기기 보정 계수(If) 등의 파라미터를 보여줍니다. 이러한 파라미터는 시퀀스 종료 분석에서 직접 사용되어 간편한 계산을 지원합니다.

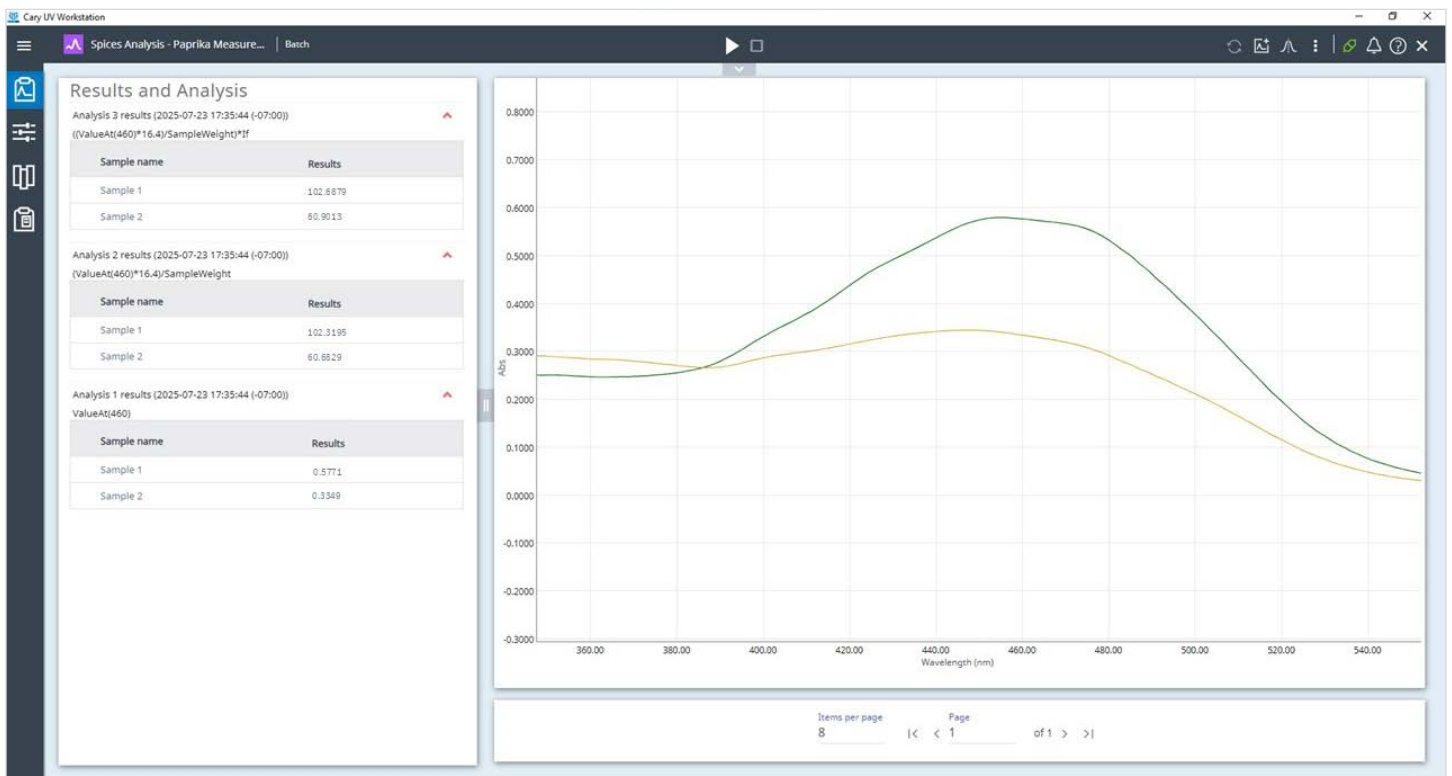


그림 3. 측정 결과. Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어는 사용자 친화적인 인터페이스를 통해 정성(흡광도 그래프) 및 정량(시퀀스 종료 분석 테이블) 분석을 수행합니다.

별도의 스캔 배치에서 두 시료의 스펙트럼을 "스펙트럼 로드" 소프트웨어 기능을 사용하여 460nm에서 이전에 수집한 시료의 측정값과 비교했습니다. 확장 가능한 그래프를 통해 흡광도를 시각적으로 명확하게 비교할 수 있었습니다. 그림 4는 Cary UV Workstation 보안 데이터베이스 내에서 시료의 측정값을 비교하는 단계를 보여줍니다.

보고서 작성

분석 재현성과 규정 준수를 위해서는 정확하고 추적 가능한 문서화가 필수적입니다. Cary UV Workstation은 통합 보고 시스템을 통해 이를 지원합니다.

이 소프트웨어에서는 그림 6과 같이 중요한 정보(예: 기기 파라미터, 분석법 설정, 시료 정보, 타겟 분석물의 흡광도 스펙트럼, 정량 결과)를 통합하여 스캔 보고서(PDF 및/또는 CSV)를 자동으로 생성했습니다. 파프리카 시료 보고서의 내용은 보고서 기본 설정을 사용하여 사용자의 응용 분야에 맞게 맞춤화되었습니다(그림 5). 또한 기능성을 위해 스펙트럼 그래프를 350-550nm 범위로 조정하였습니다.

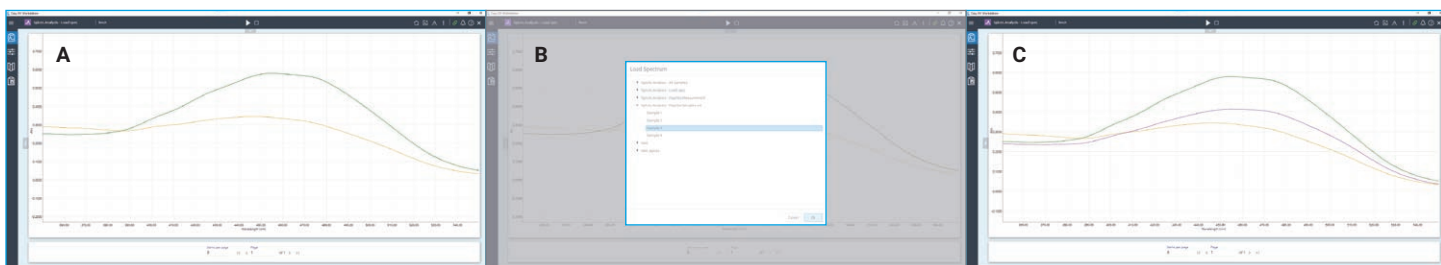


그림 4. 스펙트럼 로드 기능을 사용하면 스캔 프로그램을 사용하여 측정한 시료의 스펙트럼을 쉽게 비교할 수 있습니다. 시료 1(녹색)과 2(노란색)를 이전에 수집한 시료(분홍색)와 비교했습니다.

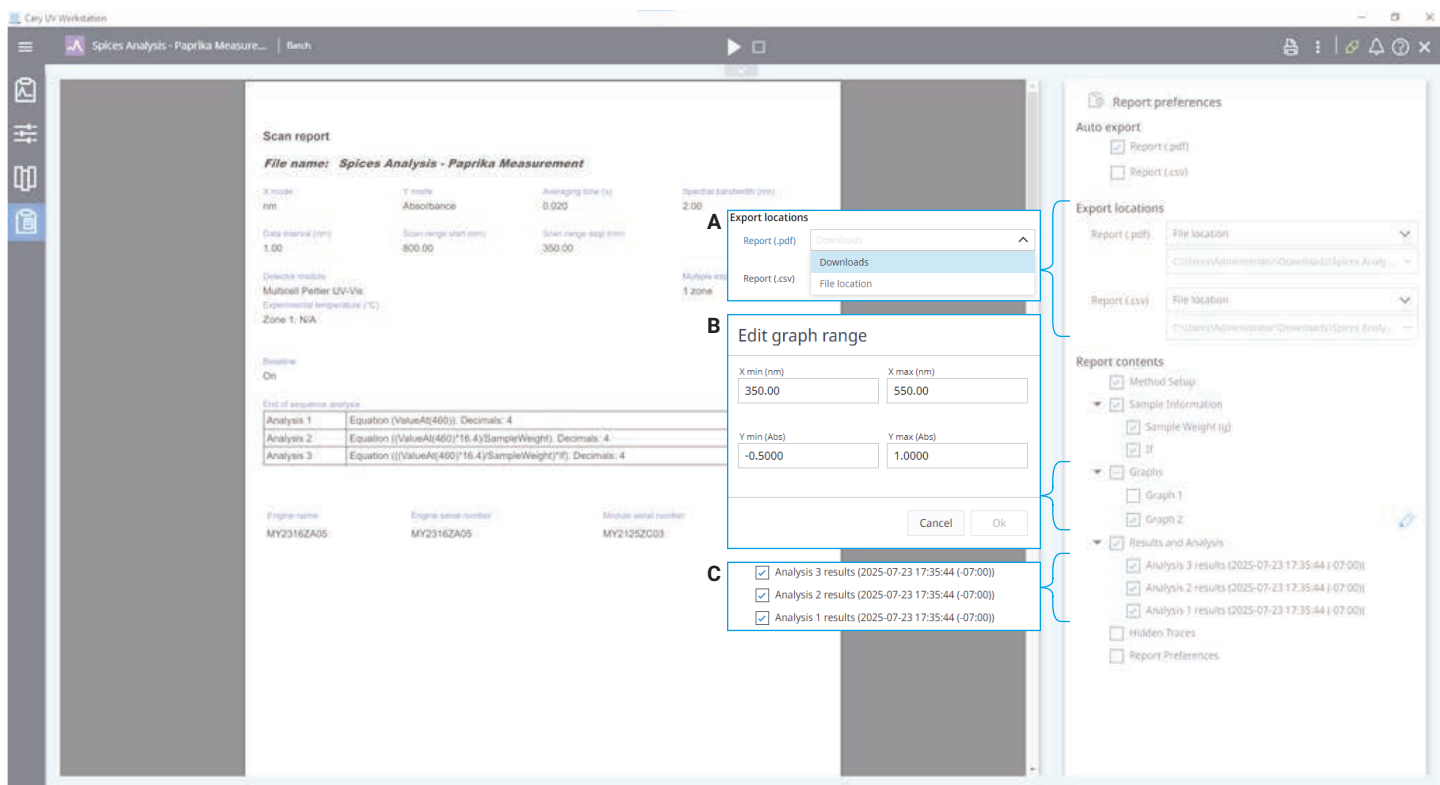


그림 5. Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어에서는 사용자가 스캔 보고서에 표시되는 내용을 우선적으로 선택할 수 있습니다. (A) PDF 보고서는 사용자가 정의한 위치로 자동으로 보내졌습니다. (B) 그래프 1(전체 스펙트럼)을 선택 해제하고 그래프 2를 선택하여 465nm에서의 흡광도를 더 명확하게 확인할 수 있도록 축소했습니다. (C) 465nm에서의 흡광도(분석 1), ASTA 색상값(분석 2) 및 보정된 ASTA 색상값(분석 3) 결과표를 최종 보고를 위해 보관했습니다.

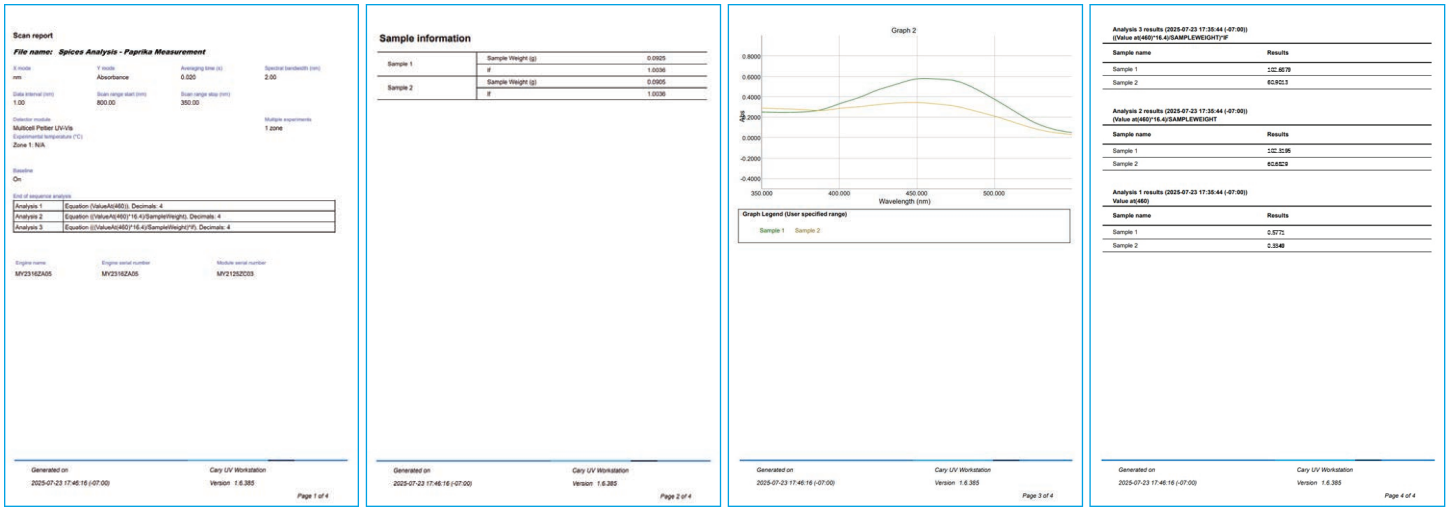


그림 6. Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어로 생성된 스캔 보고서.

결론

Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광 광도계와 Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어를 사용하여 파프리카 시료에 대해 신속하고 신뢰할 수 있으며 표준화된 품질 평가를 수행할 수 있었습니다. Cary 3500 시스템은 확립된 산업 표준 분석법인 ASTA 20.1을 사용하여 카로티노이드 색소의 정밀한 정량화 및 등급 분류를 지원했습니다.

Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광 광도계의 고처리량 Multicell 설계는 최대 7개의 시료와 참조 표준물질을 동시에 측정할 수 있어 효율성을 높이고 변동성을 최소화합니다. Cary UV Workstation 소프트웨어는 모든 스캔 분석법에 자동으로 적용할 수 있는 시퀀스 종료 분석 도구와 스펙트럼 로드 도구를 통한 스펙트럼 비교와 같은 직관적인 스펙트럼 기능을 통해 데이터 수집 및 분석을 간소화합니다.

Cary 3500 시스템은 시료 흡수 측정부터 최종 보고까지 수동 데이터 처리나 외부 도구가 필요하지 않으므로 복잡성을 최소화하고 신뢰성을 높였습니다.

추가 정보

- Agilent Cary 3500 Multicell UV-Vis 분광 광도계
- Agilent Cary UV Workstation 소프트웨어
- UV-Vis 분광기 및 분광 광도법 FAQ

참고 문헌

1. ASTA Method 20.1: Extractable Color in Capsicums and Their Oleoresins. 2004년 10월 개정.

www.agilent.com

DE-009374

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2025
2025년 09월 12일, 한국에서 인쇄
5994-8612KO

한국애질런트테크놀로지스(주)
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
DF타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090(고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com

 **Agilent**
Trusted Answers