

UV-Vis-Spektroskopie für die Beurteilung der Qualität von Paprika gemäß ASTA-Methode 20.1

Von der Probenvorbereitung bis zur Analyse mit dem
Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis



Autor

Yasurika Heenatigala
Agilent Technologies, Inc.

Zusammenfassung

Die lebhafteste Farbe von Paprika ist ein wichtiger Indikator für die Qualität und den Marktwert. Die Beurteilung ihrer Farbe mittels UV-Vis-Spektroskopie ist für die Authentizität, Kundenzufriedenheit und Einhaltung regulatorischer Vorgaben von wesentlicher Bedeutung. Diese Application Note zeigt die Effektivität des [Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometers](#) mit der [Agilent Cary UV Workstation-Software](#) für eine schnelle, zuverlässige und standardisierte Qualitätsbewertung. Diese Studie folgt der ASTA-Methode 20.1 zur Bestimmung der extrahierbaren Farbe in Paprikasorten und ihren Oleoresinen.

Einführung

Paprika ist ein häufig verwendetes Gewürz, das für seine tiefröte Farbe und sein charakteristisches Aroma geschätzt wird, die zu ihrer Prominenz in kulinarischen und gewerblichen Anwendungen beitragen. Als stark nachgefragte Ware, die aus getrockneten Paprikaschoten hergestellt wird, ist Paprika von Qualitätsschwankungen und Verfälschung betroffen, die die Authentizität des Produkts, das Kundenvertrauen und die Einhaltung regulatorischer Vorgaben beeinträchtigen können.

Die UV-Visible (UV-Vis)-Spektroskopie ist eine schnelle, reproduzierbare Analysetechnik zur Beurteilung der Qualität von Paprika durch die Quantifizierung der Pigmentkonzentration. Die Farbintensität von Paprika entsteht hauptsächlich durch Carotinoide und wird in der Regel mit der ASTA-Methode 20.1 beurteilt¹ – ein etablierter Branchenstandard, der Paprikaprobe für den Handel mit einem numerischen ASTA-Farbwert bewertet.

In dieser Application Note haben wir ein Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometer und die Agilent Cary UV Workstation-Software verwendet, um den ASTA-Farbwert von zwei gewerblichen Paprikaprobe zu bestimmen. Die Messungen wurden nach der ASTA-Methode 20.1 zur Bestimmung der extrahierbaren Farbe in Paprika und ihren Oleoresinen durchgeführt.

Experimentelles

Probenvorbereitung

Referenzstandard: Die ASTA-Methode 20.1 erfordert die Erstellung eines Gerätekorrekturfaktors (If), um Messungen von Paprikaprobe zu standardisieren und die Reproduzierbarkeit der Messungen sicherzustellen. Um dies zu erreichen, wurde ein auf NIST rückführbares zertifiziertes Referenzmaterial (CRM) (Starna CRM 18294 – Metall-auf-Quarz-Filter 30 %, mit nach NIST spezifizierter Extinktion im Bereich von 0,4 bis 0,6 bei 465 nm) gemäß ASTA 20.1 verwendet.

Lösemittelkontrollprobe: Aceton, ACS-Qualität (Sigma-Aldrich, Bestellnummer 179124, 2,5 l, CAS-Nummer 67-64-1). Eine 3-ml-Probe Aceton in ACS-Qualität wurde in eine 10-mm-Standard-Quarzküvette überführt und als Blindprobe verwendet.

Extrakt aus Paprikaprobe: Etwa 90 mg Testprobe (lokal beschafft) wurden in einer sauberen, trockenen und tarierten Waagschale auf das nächste Zehntel Milligramm (0,1 mg) gerundet abgewogen (Probe 1: 92,5 mg, Probe 2: 90,5 mg). Jede Testportion wurde in einen volumetrischen 100-ml-Kolben überführt und mit Aceton bis zum gewünschten Volumen verdünnt. Anschließend wurden die Kolben verschlossen und die Lösungen gemischt und für 16 Stunden bei Raumtemperatur vor Licht geschützt stehen gelassen. Nach dieser Zeitspanne wurden die Lösungen in den Kolben homogenisiert und ausreichend lange stehen gelassen, damit sich die Partikel setzen konnten. Eine 3-ml-Probe jeder Lösung wurde in eine 10-mm-Standard-Quarzküvette überführt und als die Extrakte der Paprikaprobe bezeichnet.

Geräte

Nach der Vorbereitung der Proben und Blindproben wurden auf dem Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis und in der Cary UV Workstation-Software die Einstellungsparameter festgelegt (Abbildung 1). Der Referenzstandard wurde gemäß den Parametern in Tabelle 1 gemessen.

Tabelle 1. Parameter der UV-Vis-Datenerfassung für Starna CRM 18294 mit einem Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometer zur Berechnung des Gerätekorrekturfaktors (If).

Einstellung	Parameter
Wellenlängenbereich	350 bis 800 nm
Wellenlängen der Analyse	465 nm
Signalmittlungszeit	0,1 s
Datenintervall	1 nm
Spektrale Bandbreite	2 nm

Anschließend wurden die Proben gemäß den Parametern in Tabelle 2 gemessen.

Tabelle 2. Parameter der UV-Vis-Datenerfassung für die Paprika-Analyse mit einem Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometer.

Einstellung	Parameter
Wellenlängenbereich	350 bis 800 nm
Wellenlängen der Analyse	460 nm
Signalmittlungszeit	0,1 s
Datenintervall	1 nm
Spektrale Bandbreite	2 nm

Beide Methodenparameter wurden mithilfe einer neuen Charge innerhalb der Scan-Anwendung konfiguriert.



Abbildung 1. Das Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometer und die Agilent Cary UV Workstation-Software. Das Multiküvetten-Modul bietet acht stationäre Messkanäle.

Ergebnisse und Diskussion

Gerätekorrekturfaktor (If)

Die ASTA-Methode 20.1 bietet Berechnungen, um den If zu bestimmen, was die Standardisierung der Paprikaprobe Messungen ermöglicht und die Reproduzierbarkeit der Messungen sicherstellt. Der Faktor wird als Verhältnis der vom NIST angegebenen Extinktion für das CRM (0,4934 Abs) zu der im Labor beobachteten Extinktion berechnet.

Zur Berechnung des If wurde die Funktion „End of Sequence Analysis“ (Analyse zum Sequenzende) der Cary UV Workstation-Software verwendet. Dieses Werkzeug hilft Benutzern, Ergebnisse innerhalb der Anwendung zu erzeugen und quantitativ zu analysieren, was den Arbeitsablauf vereinfacht. Gemäß ASTA 20.1 wurden in der Analyse zum Sequenzende auf der Sequenzkonfigurationsseite zwei Berechnungen eingegeben.

- Analyse 1 (Wert bei 465) wurde verwendet, um die Extinktion bei 465 nm zu ermitteln.
- Analyse 2 (0,4934/Wert bei 465) wurde verwendet, um den If zu berechnen.

Es wurden zehn separate Messungen durchgeführt, um die relative Standardabweichung (RSD) zu ermitteln. Diese betrug $1,9366 \times 10^{-2} \%$, was eine signifikant niedrige Variabilität zwischen den Messungen darstellt (Tabelle 3). Die ASTA-Methode 20.1 erfordert eine RSD (10 Messungen) $< 1,0 \%$, um die Stabilität des Geräts nachzuweisen.

Tabelle 3. Relative Standardabweichung der 10 separaten Messungen des zertifizierten Referenzmaterials (CRM).

Messungen des Referenzstandards	Vom NIST angegebene Extinktion bei 465 nm	Im Labor beobachtete Extinktion bei 465 nm	Gerätekorrekturfaktor (If)
Lauf 1	0,4934	0,4916	1,0036
Lauf 2	0,4934	0,4915	1,0038
Lauf 3	0,4934	0,4915	1,0038
Lauf 4	0,4934	0,4917	1,0035
Lauf 5	0,4934	0,4918	1,0032
Lauf 6	0,4934	0,4916	1,0037
Lauf 7	0,4934	0,4916	1,0037
Lauf 8	0,4934	0,4917	1,0035
Lauf 9	0,4934	0,4917	1,0035
Lauf 10	0,4934	0,4917	1,0034
Mittelwert	0,4934	0,4916	1,0036
Standardabweichung	n. z.	0,000095	0,00019
Relative Standardabweichung (RSD), %	n. z.	0,019	0,019

Die Ergebnisse von Analyse 1 und 2 wurden automatisch in einem Scan-Bericht erfasst (der weiter unten in dieser Application Note ausführlicher erörtert wird). Dies vereinfacht die Zugänglichkeit der Ergebnisse für die späteren Paprika-Analysen. Der Gerätekorrekturfaktor konnte in Berechnungen einfach genutzt werden, um den ASTA-Farbwert einer Paprikaprobe zu korrigieren.

Analyse von Paprikaprobe

Die ASTA-Methode 20.1 misst die Farbintensität von Paprika, indem Pigmente mit Aceton extrahiert werden und die Extinktion bei 460 nm gemessen wird. Der Extinktionsmesswert wird anschließend zusammen mit dem Probengewicht verwendet, um den ASTA-Farbwert zu berechnen. Der ASTA-Farbwert ist ein entscheidender Qualitätsparameter für Paprika und andere Gewürze, da er die Intensität und Lebhaftigkeit der roten Farbe angibt, die ein Schlüsselmerkmal für Verbraucher und Lebensmittelhersteller darstellt.

In dieser Studie wurden die beiden extrahierten Paprikaprobe jeweils dreimal gemessen, um drei Ergebnisreplikate zu erzeugen (Tabelle 4). Probe 1 hatte einen korrigierten ASTA-Farbwert von etwa 103, während für Probe 2 der korrigierte ASTA-Farbwert etwa 61 betrug, was eine niedrigere Farbintensität angibt. Der korrigierte ASTA-Farbwert wurde automatisch in einer einfach ablesbaren Wertetabelle generiert, und ein Scan-Bericht wurde automatisch an einen vom Benutzer definierten Speicherort exportiert.

Tabelle 4. Ergebnisse von beiden Paprikaprobe.

Lauf	Probe 1		Probe 2	
	Abs (460 nm)	Korrigierter ASTA-Farbwert	Abs (460 nm)	Korrigierter ASTA-Farbwert
Lauf 1	0,5771	102,6879	0,3349	60,9013
Lauf 2	0,5771	102,7045	0,3348	60,8997
Lauf 3	0,5768	102,6479	0,3343	60,8135
Mittelwert	0,5770	102,6801	0,3347	60,8715
		103		61

Zur schnellen und einfachen Durchführung dieser Analyse wurde die Funktion „End of Sequence Analysis“ (Analyse zum Sequenzende) (Abbildung 2 und 3) verwendet. Die Berechnungen wurden nach den Probenmessungen wie folgt automatisch durchgeführt:

- Bestimmung der Extinktion bei 460 nm (Analyse 1)
- Berechnung des ASTA-Farbwerts anhand der Extinktion bei 460 nm und des Testprobengewichts (Analyse 2)
- Berechnung des korrigierten ASTA-Farbwerts anhand des ASTA-Farbwerts und des mittleren zuvor berechneten If (Analyse 3)

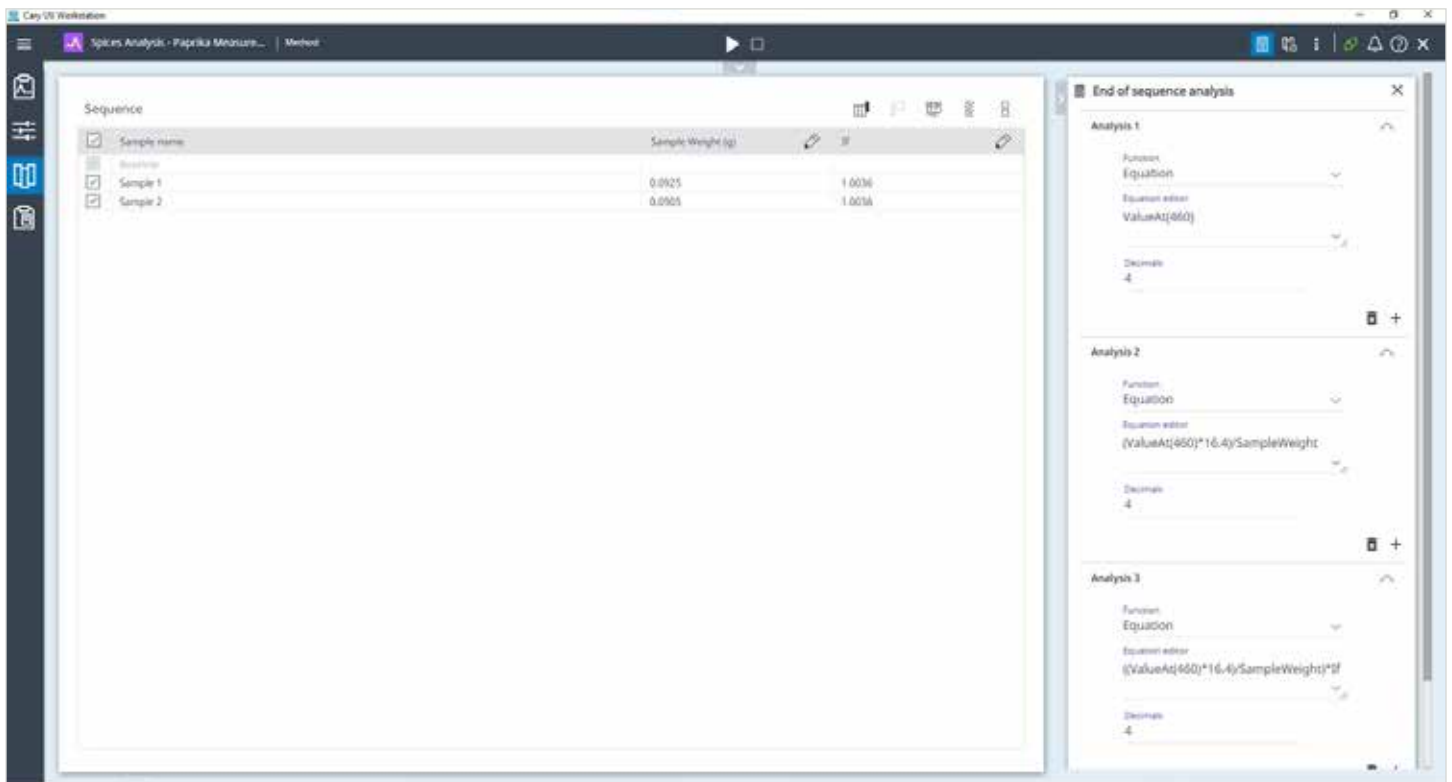


Abbildung 2. Die Sequenzseite für die Messung von Paprikaprobe mit Parametern wie dem Probengewicht und dem Gerätekorrekturfaktor (If), die für einfache Berechnungen direkt in Analysen zum Sequenzende verwendet werden können.

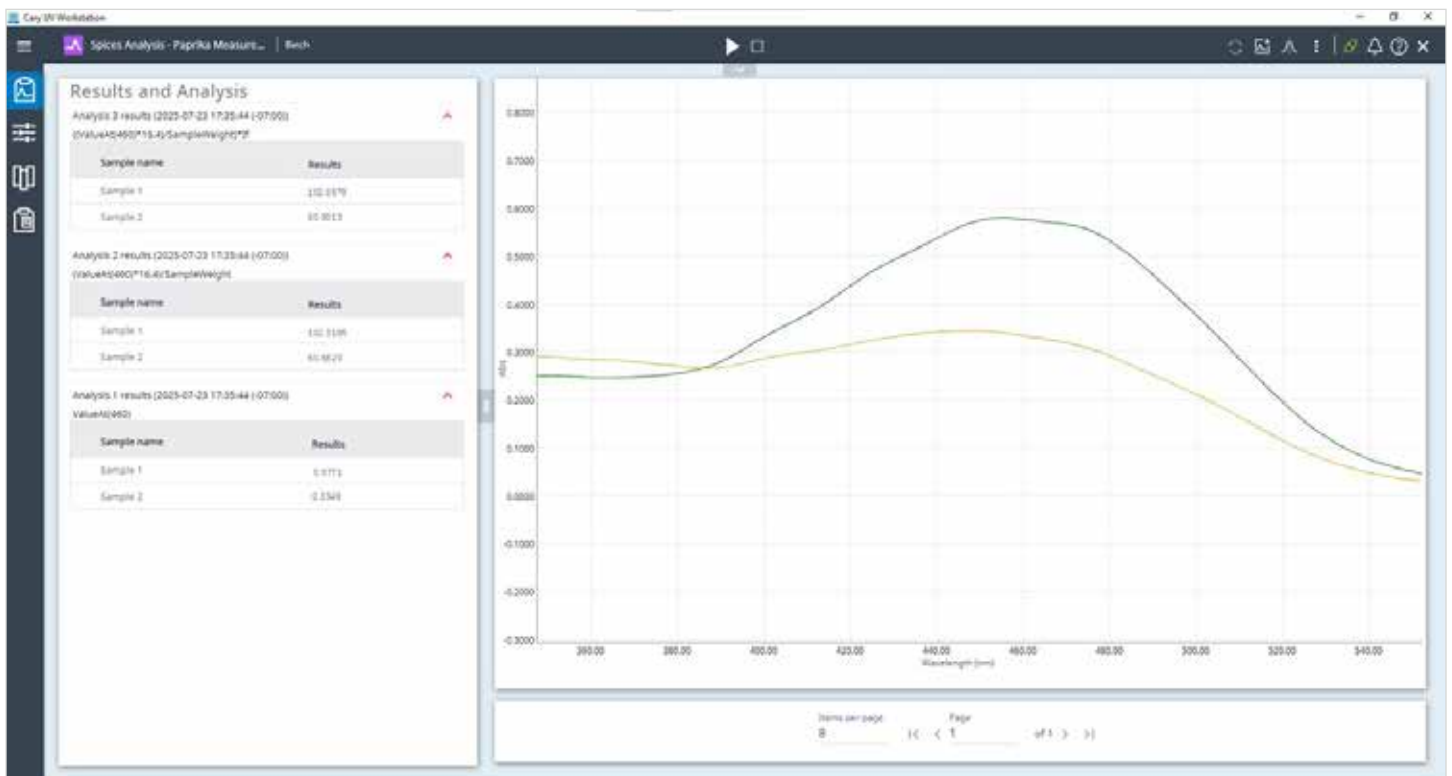


Abbildung 3. Messergebnisse. Die Agilent Cary UV Workstation-Software führt qualitative (Extinktionsdiagramme) und quantitative (Tabellen für die Analyse zum Sequenzende) Analysen mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche durch.

In einer separaten Scan-Charge wurden die Spektren der beiden Proben mithilfe der Funktion „Load Spectrum“ (Spektrum laden) der Software mit einer zuvor erfassten Messung der Proben bei 460 nm verglichen. Das skalierbare Diagramm bot eine klare Darstellung der Extinktionsvergleiche. Abbildung 4 zeigt die Schritte für den Vergleich der Messung einer beliebigen Probe innerhalb der sicheren Datenbank der Cary UV Workstation-Software.

Qualifizierungsberichte

Eine präzise, rückverfolgbare Dokumentation ist für die analytische Reproduzierbarkeit und Compliance entscheidend. Die Cary UV Workstation ermöglicht dies durch ein integriertes Berichtssystem.

Die Software erzeugt automatisch Scan-Berichte (PDF- und/oder CSV-Format), in denen die wichtigen Informationen zusammengefasst wurden (z. B. Geräteparameter, Methodeneinrichtung, Probeninformationen, Extinktionsspektren für Zielanalyten und quantitative Ergebnisse), wie in Abbildung 6 gezeigt. Die Inhalte des Berichts für die Paprikaprobe



Abbildung 4. Die Funktion „Load Spectrum“ (Spektrum laden) ermöglicht einfache Spektrenvergleiche zwischen beliebigen Proben, die mit dem Scan-Programm gemessen wurden. Probe 1 (grün) und 2 (gelb) wurden mit einer zuvor erfassten Probe (rosa) verglichen.

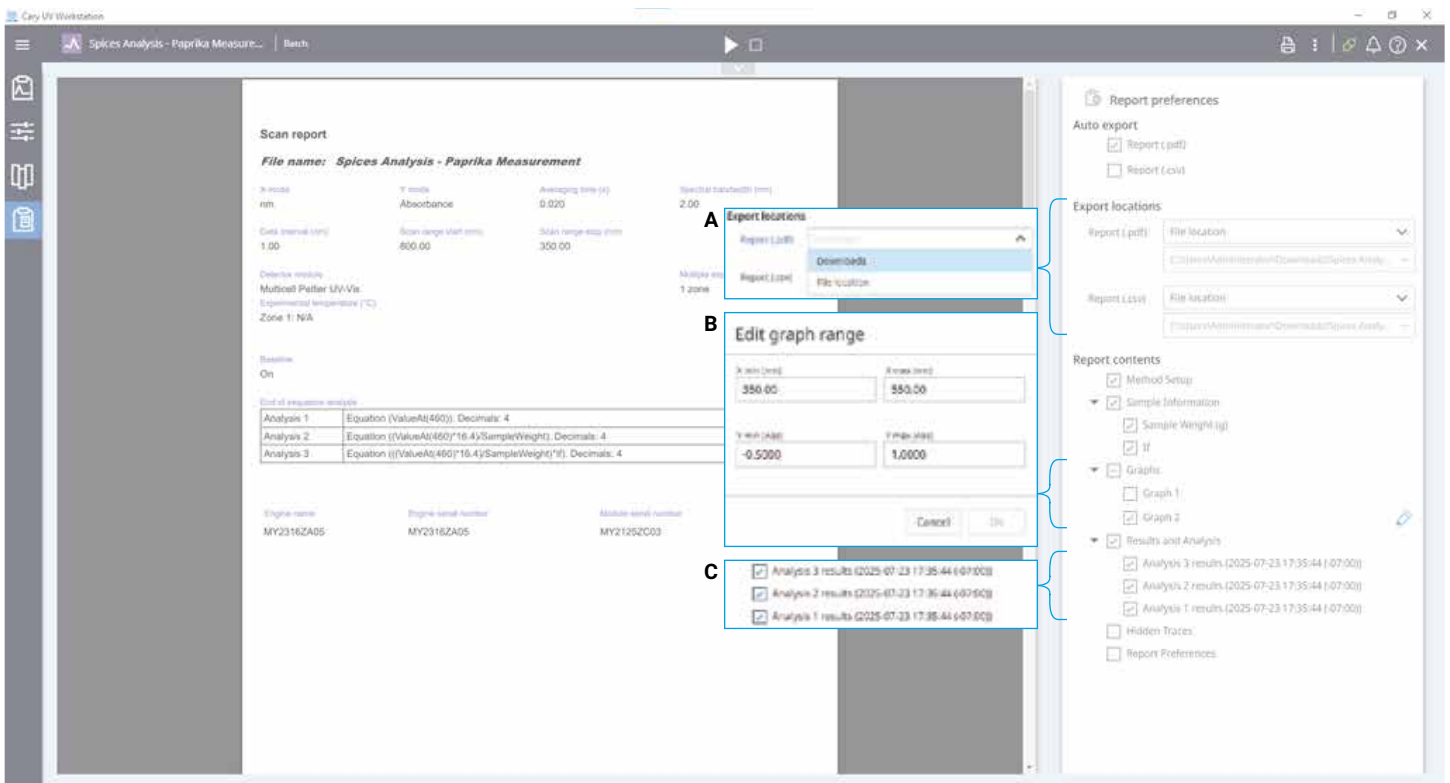


Abbildung 5. Die Agilent Cary UV Workstation-Software ermöglicht einem Anwender, die im Scan-Bericht angezeigten Inhalte auszuwählen. (A) Der PDF-Bericht wurde automatisch an einen benutzerdefinierten Speicherort exportiert. (B) Diagramm 1 (gesamtes Spektrum) wurde abgewählt, und Diagramm 2 wurde ausgewählt und verkleinert, sodass die Extinktion bei 465 nm besser abgelesen werden konnte. (C) Die Ergebnistabelle für die Extinktion bei 465 nm (Analyse 1), den ASTA-Farbwert (Analyse 2) und den korrigierten ASTA-Farbwert (Analyse 3) wurde für die abschließende Berichterstellung beibehalten.

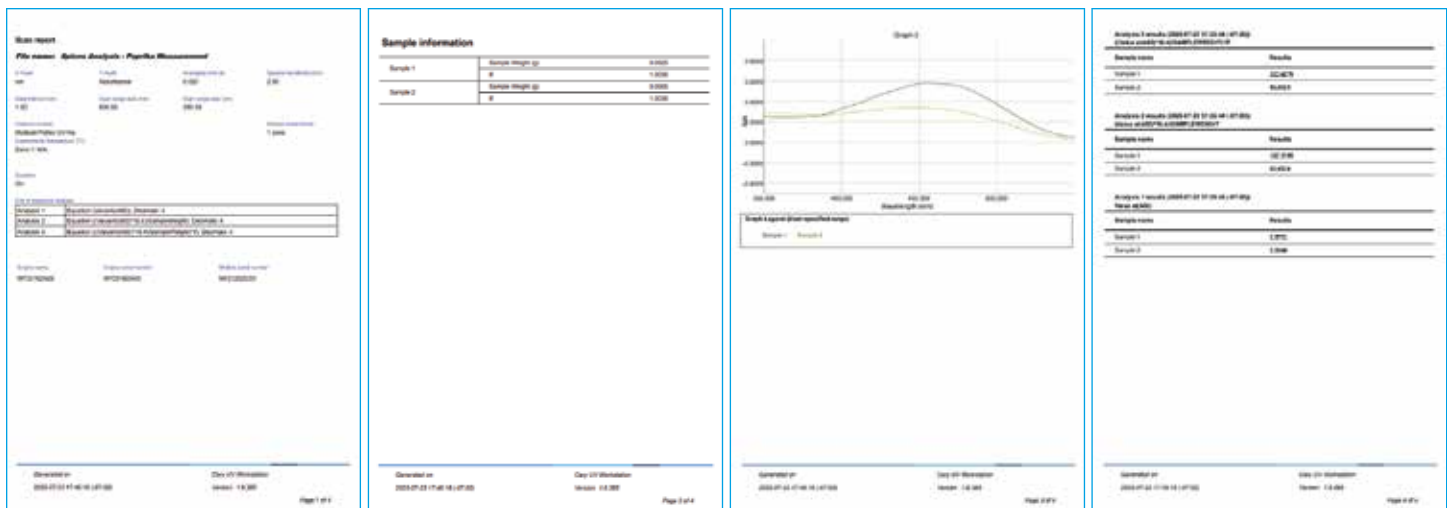


Abbildung 6. Der von der Agilent Cary UV Workstation-Software erstellte Scan-Bericht.

wurden für die Anwendung des Anwenders mithilfe von Berichtvoreinstellungen maßgeschneidert (Abbildung 5). Das Spektrendiagramm wurde zur Verbesserung der Funktionalität auf 350 bis 550 nm skaliert.

Fazit

Das Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometer mit der Agilent Cary UV Workstation-Software ermöglichte eine schnelle, zuverlässige und standardisierte Beurteilung der Qualität von Paprikaprogen. Unter Verwendung der etablierten Branchenmethode ASTA 20.1 bot das Cary 3500 System eine präzise Quantifizierung von Carotinoid-Pigmenten, die die Kategorisierung zur Beurteilung der Qualität vereinfachte.

Das Multiküvetten-Design mit hohem Durchsatz des Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometers ermöglicht die gleichzeitige Messung von bis zu sieben Proben und einer Referenz, was die Effizienz steigert und die Variabilität minimiert. Die Cary UV Workstation-Software vereinfacht die Datenakquisition und -analyse mit intuitiven Spektrenfunktionen wie dem Analysetool „End of Sequence Analysis“ (Analyse zum Sequenzende), das automatisch auf eine beliebige Scan-Methode angewendet werden kann, sowie Vergleiche von Spektren mit dem Tool „Load Spectrum“ (Spektrum laden).

www.agilent.com

DE-009374

Änderungen vorbehalten.

© Agilent Technologies, Inc. 2025
Gedruckt in den USA, 12. September 2025
5994-8612DEE

Von der Extinktionsmessung für Proben bis zur abschließenden Berichterstellung eliminierte das Cary 3500 System den Bedarf an einer manuellen Datenverarbeitung oder externen Werkzeugen. Das Ergebnis sind eine minimierte Komplexität und höhere Zuverlässigkeit.

Weitere Informationen

- [Agilent Cary 3500 Multiküvetten-UV-Vis-Spektralphotometer](#)
- [Agilent Cary UV Workstation-Software](#)
- [Häufig gestellte Fragen zur UV-Vis-Spektroskopie und -Spektrophotometrie](#)

Literaturhinweise

1. ASTA Method 20.1: Extractable Color in Capsicums and Their Oleoresins. Überarbeitet im Oktober 2004.