

Spettroscopia UV-Vis per la valutazione della qualità della paprika secondo il metodo ASTA 20.1

Dalla preparazione del campione all'analisi con lo spettrofotometro UV-Vis multicella Agilent Cary 3500



Autore

Yasurika Heenatigala
Agilent Technologies, Inc.

Abstract

Il colore vivace della paprika è un indicatore chiave della sua qualità e valore commerciale. Valutarne il colore mediante spettroscopia UV-Vis è fondamentale per garantire autenticità, soddisfazione del consumatore e conformità normativa. Questa nota applicativa illustra l'efficacia dello [spettrofotometro UV-Vis multicella Agilent Cary 3500](#), insieme al [software Agilent Cary UV Workstation](#), per un'analisi della qualità rapida, affidabile e standardizzata. Questo studio segue il metodo ASTA 20.1 per determinare il colore estraibile nei capsicum e nelle loro oleoresine.

Introduzione

La paprika è una spezia ampiamente utilizzata e apprezzata per il suo colore rosso intenso e il sapore caratteristico, che contribuiscono alla sua importanza sia in ambito culinario che commerciale. Essendo un prodotto molto richiesto ottenuto dai baccelli di capsicum essiccati, la paprika è soggetta a variazioni di qualità e adulterazioni che possono compromettere l'autenticità del prodotto, la fiducia dei consumatori e la conformità alle normative.

La spettroscopia UV-Visibile (UV-Vis) è una tecnica analitica rapida e riproducibile per valutare la qualità della paprika quantificando la concentrazione dei pigmenti. Nella paprika, l'intensità del colore deriva principalmente dai composti carotenoidi ed è comunemente valutata utilizzando il metodo ASTA 20.1¹, uno standard industriale consolidato che classifica commercialmente i campioni di paprika in base al valore cromatico numerico ASTA.

In questa nota applicativa abbiamo utilizzato uno spettrofotometro UV-Vis multicella Agilent Cary 3500 e il software Agilent Cary UV Workstation per determinare il valore cromatico ASTA di due campioni di paprika commerciale. Le misurazioni sono state eseguite in conformità con il metodo ASTA 20.1 per la determinazione del colore estraibile nei capsicum e nelle loro oleoresine.

Condizioni sperimentali

Preparazione del campione

Standard di riferimento: il metodo ASTA 20.1 richiede la generazione di un fattore di correzione dello strumento (If) per standardizzare le misurazioni dei campioni di paprika e garantire la riproducibilità delle misurazioni. A tal fine, è stato utilizzato un materiale di riferimento certificato (CRM) tracciabile secondo il NIST (Starna CRM 18294 – filtro metallo su quarzo 30%, con assorbanza specificata dal NIST nell'intervallo 0,4-0,6 a 465 nm) secondo il metodo ASTA 20.1.

Controllo solvente: acetone, grado ACS (Sigma-Aldrich, codice 179124, 2,5 L, numero CAS 67-64-1). Un campione di 3 mL di acetone di grado ACS è stato trasferito in una cuvetta standard in quarzo da 10 mm e utilizzato come bianco del campione.

Estratto di campioni di paprika: sono stati pesati circa 90 mg di campione di prova (acquistato localmente) con una precisione di 0,1 mg in un piatto di pesatura pulito, asciutto e tarato (campione 1: 92,5 mg, campione 2: 90,5 mg). Ciascuna porzione di test è stata trasferita in un matraccio tarato da 100 mL e diluita a volume con acetone. Le soluzioni sono state chiuse con tappo, mescolate e lasciate riposare per 16 ore a temperatura ambiente, al riparo dalla luce. Trascorso questo periodo, i matracci sono stati omogeneizzati e lasciati riposare per un tempo sufficiente affinché le particelle si depositassero. Un campione di 3 mL di ciascuna soluzione è stato trasferito in una cuvetta standard in quarzo da 10 mm e designato come estratto dei campioni di paprika.

Strumentazione

Una volta preparati i campioni e i bianchi, sono stati impostati i parametri utilizzando lo spettrofotometro UV-Vis multicella Cary 3500 e la Cary UV Workstation (Figura 1). Lo standard di riferimento è stato misurato seguendo i parametri elencati nella Tabella 1.

Tabella 1. Parametri di raccolta dati UV-Vis per Starna CRM 18294 utilizzando uno spettrofotometro UV-Vis multicella Cary 3500 di Agilent per calcolare il fattore di correzione dello strumento (If).

Impostazione	Parametro
Intervallo di lunghezze d'onda	Da 350 a 800 nm
Lunghezze d'onda di analisi	465 nm
Tempo per la media del segnale	0,1 sec
Intervallo dati	1 nm
Larghezza di banda spettrale	2 nm

I campioni sono stati quindi misurati seguendo i parametri elencati nella Tabella 2.

Tabella 2. Parametri di raccolta dati UV-Vis per l'analisi della paprika con uno spettrofotometro UV-Vis multicella Agilent Cary 3500.

Impostazione	Parametro
Intervallo di lunghezze d'onda	Da 350 a 800 nm
Lunghezze d'onda di analisi	460 nm
Tempo per la media del segnale	0,1 sec
Intervallo dati	1 nm
Larghezza di banda spettrale	2 nm

Entrambi i parametri del metodo sono stati impostati utilizzando un nuovo batch all'interno dell'applicazione di scansione.



Figura 1. Spettrofotometro UV-Vis multicella Cary 3500 di Agilent e software Cary UV Workstation di Agilent. Il modulo multicella fornisce otto canali di misurazione fissi.

Risultati e discussione

Fattore di correzione dello strumento (If)

Il metodo ASTA 20.1 fornisce i calcoli per determinare l'If, consentendo la standardizzazione delle misurazioni dei campioni di paprika e garantendo la riproducibilità delle misurazioni. Il fattore è calcolato come rapporto tra l'assorbanza dichiarata dal NIST per il CRM (0,4934 Abs) e l'assorbanza osservata in laboratorio.

Per calcolare l'If, è stata utilizzata la funzione software "end of sequence analysis" (analisi di fine sequenza) di Cary UV Workstation. Questo strumento aiuta gli utenti a produrre e analizzare quantitativamente i risultati all'interno dell'applicazione, semplificando il flusso di lavoro. In conformità con il metodo ASTA 20.1, sono stati inseriti due calcoli nell'analisi di fine sequenza nella pagina di impostazione della sequenza.

- "Analysis 1 (ValueAt(465))" (Analisi 1 (valore a (465))) è stata utilizzata per calcolare l'assorbanza a 465 nm
- "Analysis 2 (0,4934/ValueAt(465))" (Analisi 2 (0,4934/valore a (465))) è stata utilizzata per calcolare l'If

Sono state condotte dieci misurazioni separate per stabilire la deviazione standard relativa (RSD), che è risultata pari a $1,9366 \times 10^{-2}\%$, indicando una variabilità significativamente bassa tra le misurazioni (Tabella 3). Il metodo ASTA 20.1 richiede una RSD (10 misurazioni) $< 1,0\%$ per confermare la stabilità dello strumento.

Tabella 3. Deviazione standard relativa delle 10 misurazioni separate del materiale di riferimento certificato (CRM).

Misurazioni dello standard di riferimento	Assorbanza dichiarata dal NIST a 465 nm	Assorbanza osservata in laboratorio a 465 nm	Fattore di correzione dello strumento (If)
Analisi 1	0,4934	0,4916	1,0036
Analisi 2	0,4934	0,4915	1,0038
Analisi 3	0,4934	0,4915	1,0038
Analisi 4	0,4934	0,4917	1,0035
Analisi 5	0,4934	0,4918	1,0032
Analisi 6	0,4934	0,4916	1,0037
Analisi 7	0,4934	0,4916	1,0037
Analisi 8	0,4934	0,4917	1,0035
Analisi 9	0,4934	0,4917	1,0035
Analisi 10	0,4934	0,4917	1,0034
Media	0,4934	0,4916	1,0036
Deviazione standard	N/A	0,000095	0,00019
Deviazione standard relativa (RSD), %	N/A	0,019	0,019

I risultati delle analisi 1 e 2 sono stati automaticamente acquisiti in un report di scansione (discusso più avanti in questa nota applicativa). Ciò ha facilitato l'accessibilità dei risultati per successive analisi della paprika. Il fattore dello strumento è stato facilmente utilizzabile nei calcoli per correggere il valore cromatico ASTA di un campione di paprika.

Analisi dei campioni di paprika

Il metodo ASTA 20.1 misura l'intensità del colore della paprika estraendo i pigmenti con acetone e registrando l'assorbanza a 460 nm. La lettura dell'assorbanza, insieme al peso del campione, viene quindi utilizzata per calcolare il valore cromatico ASTA. Il valore cromatico ASTA è un parametro di qualità cruciale per la paprika e altre spezie, poiché indica l'intensità e la vivacità del colore rosso, che è una caratteristica fondamentale per i consumatori e i produttori alimentari.

In questo studio, i due campioni di paprika estratti sono stati misurati tre volte ciascuno per produrre risultati triplicati (Tabella 4). Il campione 1 aveva un valore cromatico ASTA corretto di circa 103, mentre il campione 2 aveva un valore cromatico ASTA corretto di circa 61, ad indicare una minore intensità del colore. Il valore cromatico ASTA corretto è stato generato automaticamente in una tabella di valori di facile lettura e un report di scansione è stato esportato automaticamente in una posizione definita dall'utente.

Tabella 4. Risultati di entrambi i campioni di paprika.

Analisi	Campione 1		Tm (°C)	
	Assorbanza (460 nm)	Valore cromatico ASTA corretto	Assorbanza (460 nm)	Valore cromatico ASTA corretto
Analisi 1	0,5771	102,6879	0,3349	60,9013
Analisi 2	0,5771	102,7045	0,3348	60,8997
Analisi 3	0,5768	102,6479	0,3343	60,8135
Media	0,5770	102,6801	0,3347	60,8715
		103		61

Per eseguire questa analisi in modo facile e veloce, è stato utilizzato lo strumento di analisi di fine sequenza (Figure 2 e 3) per eseguire automaticamente i calcoli dopo le misurazioni dei campioni, come segue:

- Determinazione dell'assorbanza a 460 nm (analisi 1)
- Calcolo del valore cromatico ASTA utilizzando l'assorbanza a 460 nm e il peso del campione di prova (analisi 2)
- Calcolo del valore cromatico ASTA corretto utilizzando il valore cromatico ASTA e la media If calcolata in precedenza (analisi 3)

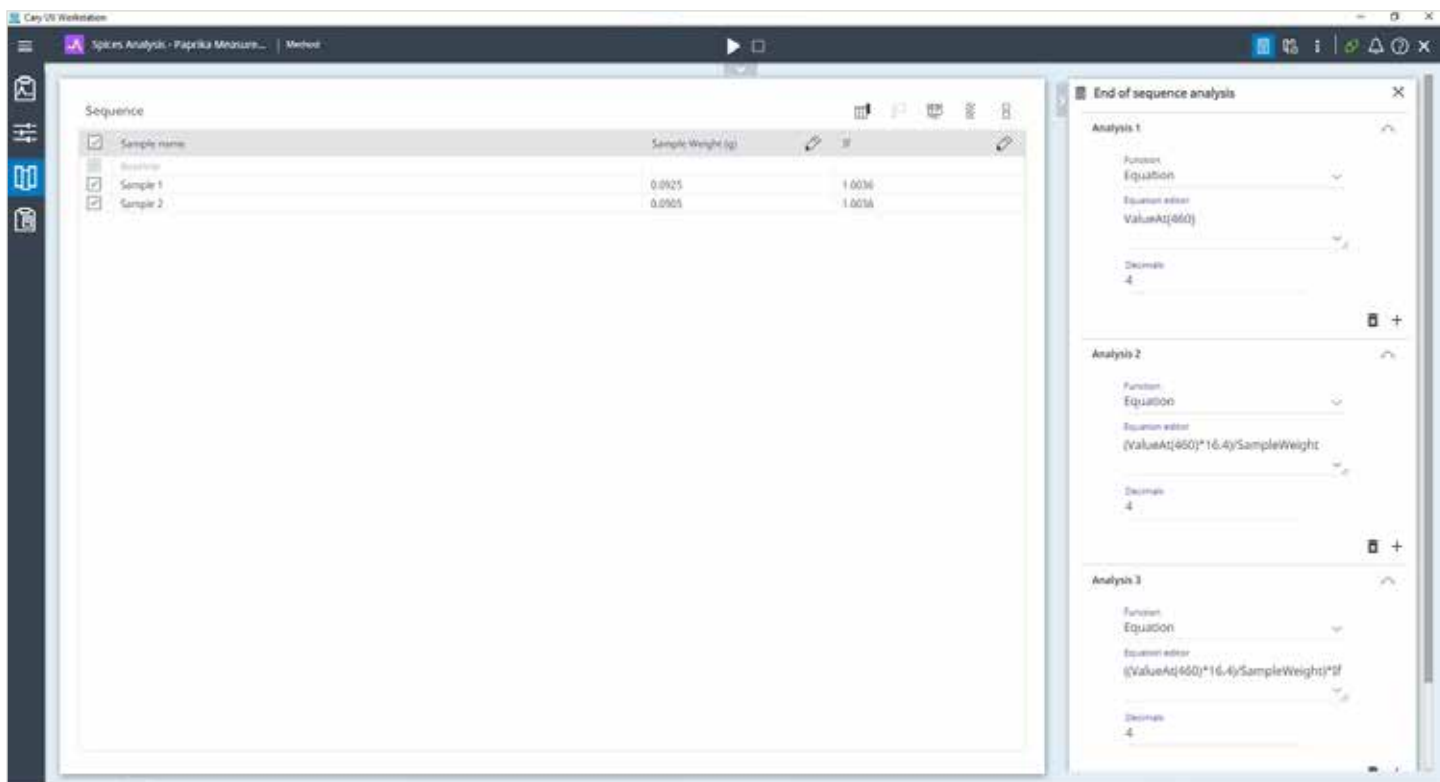


Figura 2. Pagina della sequenza per la misurazione dei campioni di paprika, che mostra parametri quali il peso del campione e il fattore di correzione dello strumento (If), che possono essere utilizzati direttamente nelle analisi di fine sequenza per facilitare i calcoli.

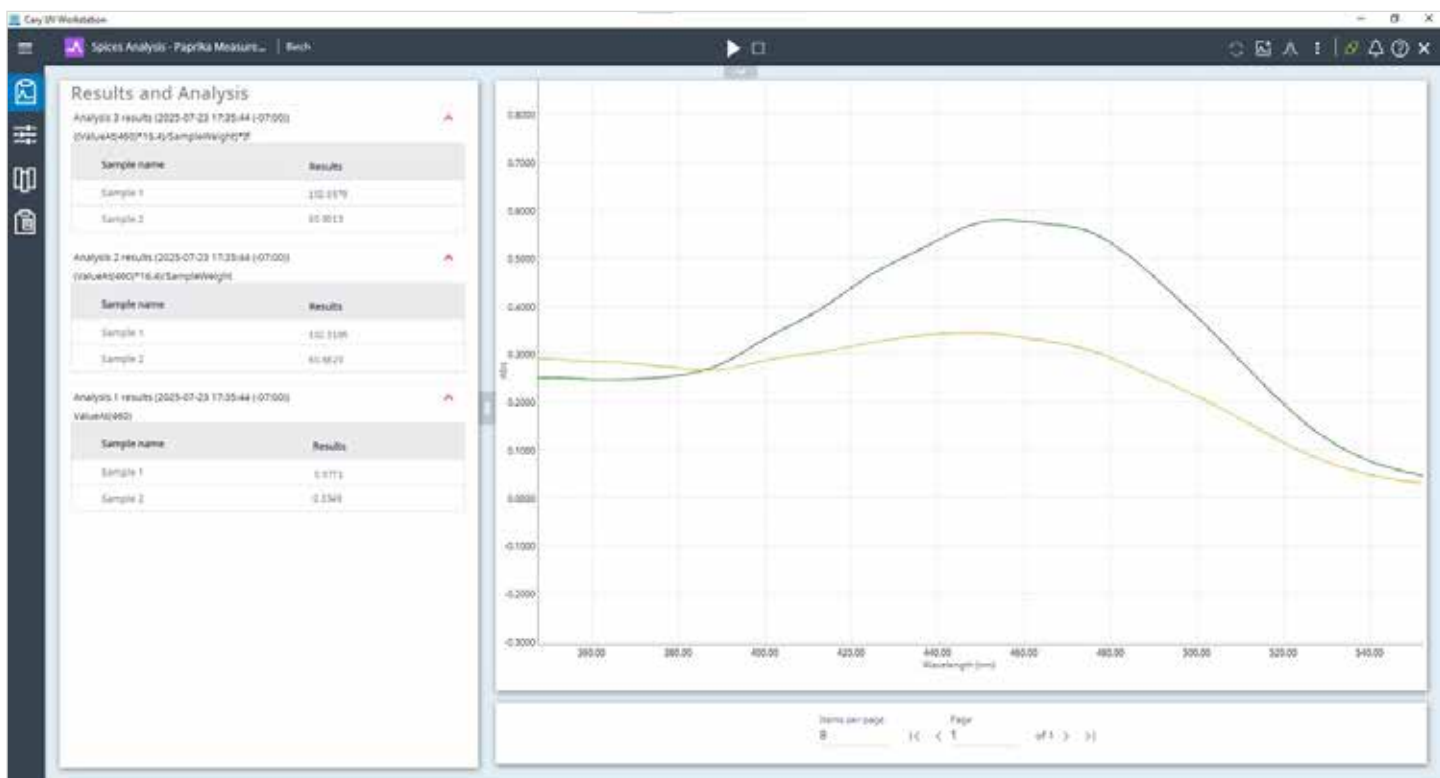


Figura 3. Risultati della misurazione. Il software Agilent Cary UV Workstation esegue analisi qualitative (grafici di assorbanza) e quantitative (tabelle di analisi di fine sequenza), con un'interfaccia intuitiva.

In un batch di scansione separato, gli spettri dei due campioni sono stati confrontati con la misurazione di un campione acquisito in precedenza a 460 nm utilizzando la funzione software "load spectrum". Il grafico scalabile ha offerto una chiara rappresentazione visiva del confronto delle assorbanze. La Figura 4 mostra i passaggi per confrontare le misurazioni di qualsiasi campione all'interno del database protetto di Cary UV Workstation.

Di qualifica

Una documentazione accurata e tracciabile è essenziale per la riproducibilità analitica e la conformità. Cary UV Workstation facilita questo processo attraverso un sistema di reportistica integrato.

Il software genera automaticamente report di scansione (PDF e/o CSV), che consolidano informazioni critiche (come parametri dello strumento, configurazione del metodo, informazioni sul campione, spettri di assorbanza per gli analiti target e risultati quantitativi), come mostrato nella Figura 6. Il report sui campioni di paprika è stato personalizzato in base all'applicazione dell'utente, utilizzando le preferenze di reportistica (Figura 5). Anche il grafico dello spettro è stato ridimensionato a 350-550 nm per motivi di funzionalità.

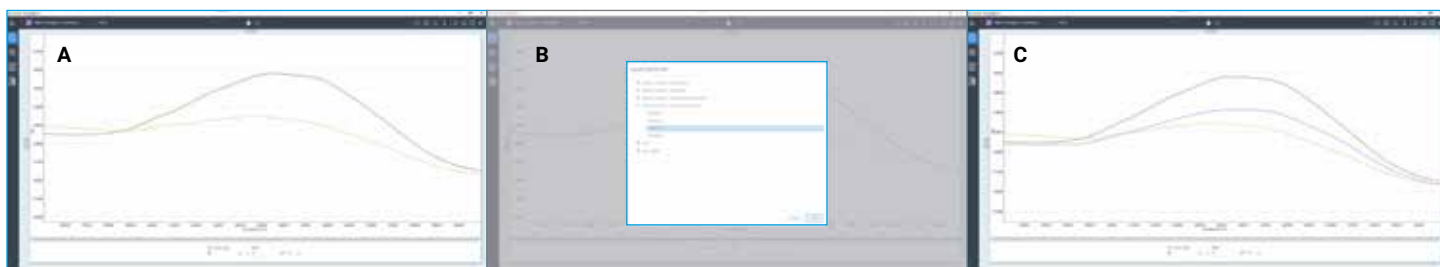


Figura 4. La funzione Load Spectrum agevola il confronto tra gli spettri di qualsiasi campione misurato utilizzando il programma di scansione. I campioni 1 (verde) e 2 (giallo) sono stati confrontati con un campione acquisito in precedenza (rosa).

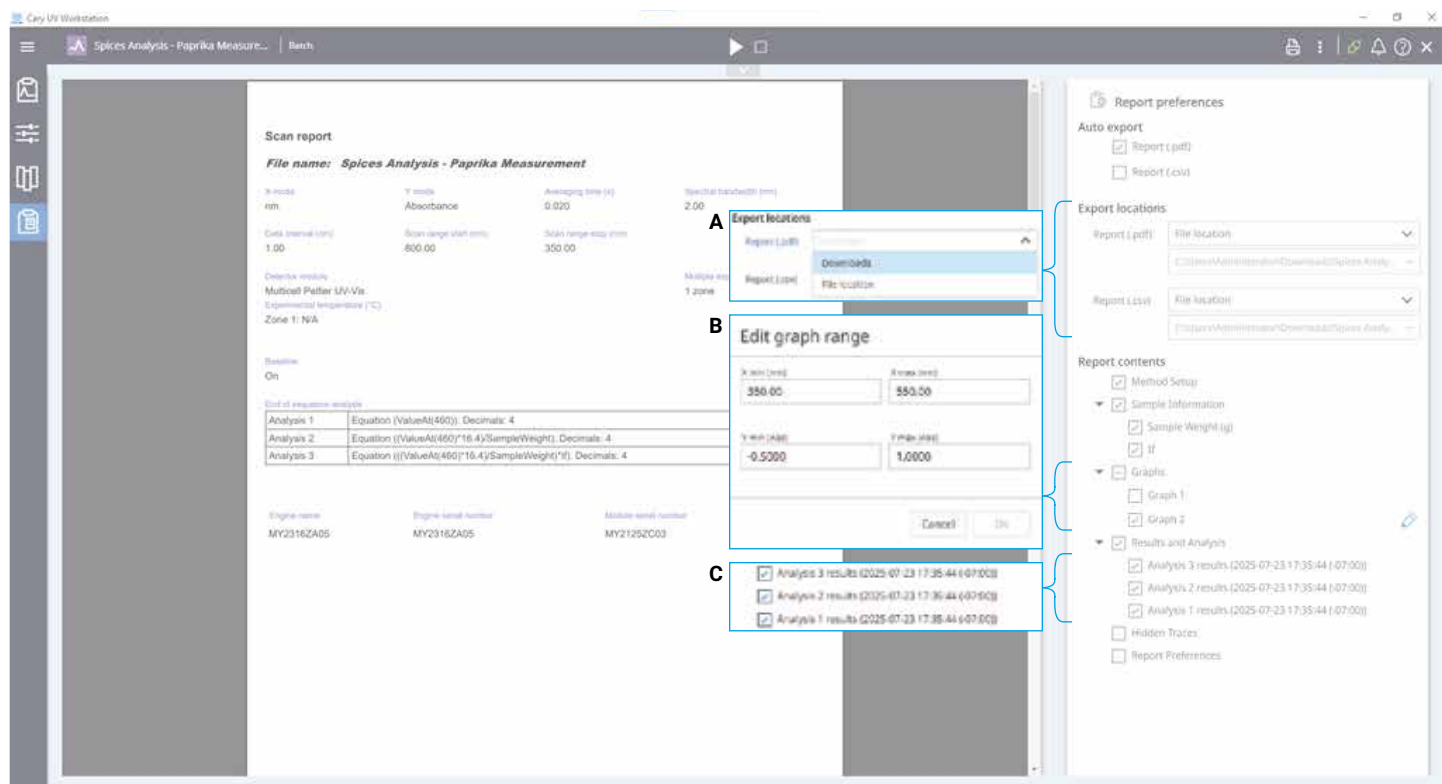


Figura 5. Il software Agilent Cary UV Workstation consente all'utente di selezionare in modo preferenziale il contenuto visualizzato all'interno del report di scansione. (A) Il report PDF è stato esportato automaticamente in una posizione definita dall'utente. (B) Il grafico 1 (spettro completo) è stato deselezionato e il grafico 2 è stato selezionato e ridimensionato in modo da poter leggere più chiaramente l'assorbanza a 465 nm. (C) La tabella dei risultati dell'assorbanza a 465 nm (analisi 1), del valore cromatico ASTA (analisi 2) e del valore cromatico ASTA corretto (analisi 3) è stata conservata per la reportistica finale.

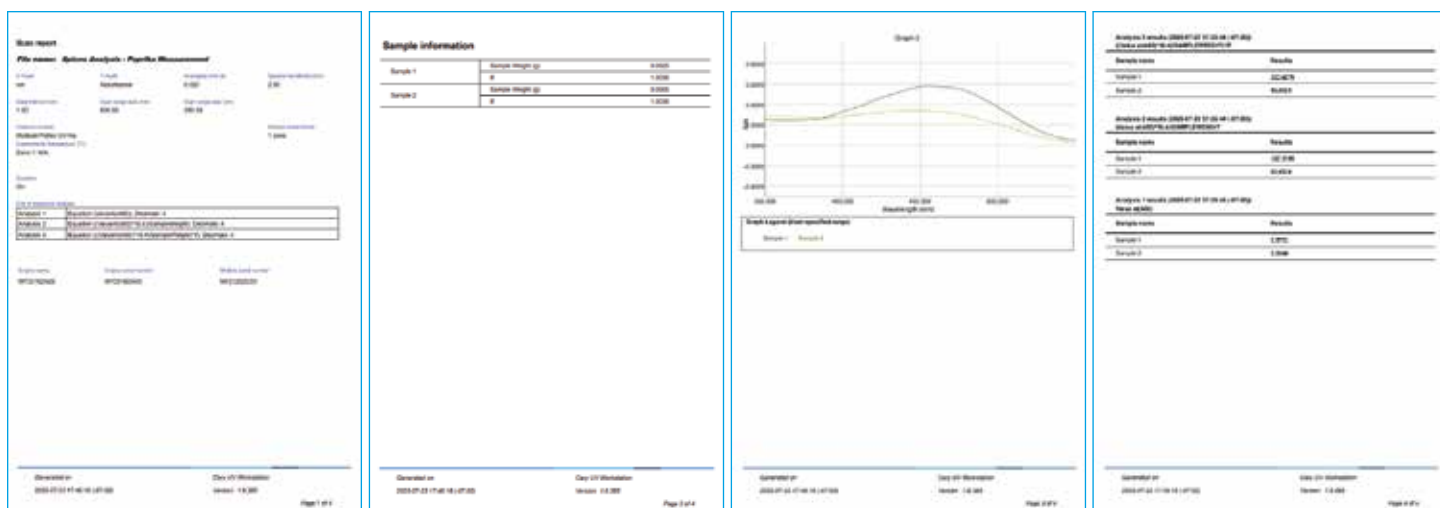


Figura 6. Report di scansione generato dal software Agilent Cary UV Workstation.

Conclusione

Lo spettrofotometro UV-Vis multicella Agilent Cary 3500, insieme al software Agilent Cary UV Workstation, ha consentito un'analisi della qualità rapida, affidabile e standardizzata dei campioni di paprika. Utilizzando il metodo industriale consolidato ASTA 20.1, il sistema Cary 3500 ha fornito una quantificazione precisa dei pigmenti carotenoidi, supportando la classificazione per categorie.

Il design multicella ad alta produttività dello spettrofotometro UV-Vis multicella Cary 3500 consente la misurazione simultanea di un massimo di sette campioni e un riferimento, migliorando l'efficienza e riducendo al minimo la variabilità. Il software Cary UV Workstation semplifica l'acquisizione e l'analisi dei dati con funzioni spettrali intuitive, come lo strumento di analisi "End of sequence", che può essere applicato automaticamente a qualsiasi metodo di scansione, e il confronto degli spettri tramite lo strumento "Load spectrum".

Dalla misurazione dell'assorbanza del campione alla reportistica finale, il sistema Cary 3500 ha eliminato la necessità di elaborazione manuale dei dati o di strumenti esterni, riducendo al minimo la complessità e facilitando l'affidabilità.

Ulteriori informazioni

- Spettrofotometro UV-Vis multicella Cary 3500 di Agilent
- Software Agilent Cary UV Workstation
- Domande frequenti sulla spettrofotometria e sulla spettroscopia UV-Vis

Bibliografia

1. ASTA Method 20.1: Extractable Color in Capsicums and Their Oleoresins. Revised October 2004.

www.agilent.com

DE-009374

Le informazioni fornite possono essere soggette a modifica senza preavviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2025
Stampato negli Stati Uniti, il 12 settembre 2025
5994-8612ITE