



Application Note AN-NIR-104

Analisi dei chicchi di caffè verde mediante spettroscopia nel vicino infrarosso

Risultati affidabili della densità, attività dell'acqua e umidità in pochi secondi

Prima di poter essere consumati, i chicchi di caffè crudi (verdi) devono essere tostati. Per i torrefattori, l'analisi continua dei chicchi di caffè verde consente di migliorare la gestione del magazzino. Queste informazioni aiutano i torrefattori a dare la priorità all'ordine dei lotti da elaborare e a ottimizzare le impostazioni di tostatura per una maggiore uniformità ed efficienza energetica. Tuttavia, il tempo, lo sforzo e i flussi di lavoro alquanto complessi richiesti quando si utilizzano metodi analitici tradizionali (ad

esempio, densimetri, analizzatori di attività dell'acqua) possono essere un inconveniente.

La spettroscopia nel vicino infrarosso (NIRS) è un metodo analitico rapido e multiparametrico adatto all'analisi della densità, dell'attività dell'acqua e del contenuto di umidità dei chicchi di caffè verde. Non sono richiesti né prodotti chimici né preparazione del campione, rendendo NIRS facile da usare in magazzino, vicino alla torrefazione o in un laboratorio di controllo qualità.

STRUMENTI DI ANALISI

Fino a 31 campioni di chicchi di caffè verde sono stati analizzati su Metrohm DS2500 Solid Analyzer con il supporto di DS2500 Holder e mini coppette per campioni NIRS (**Figura 1**). I chicchi di caffè verde sono stati posizionati nelle mini coppette NIRS per l'analisi in modalità di riflessione diffusa. L'acquisizione dei dati e lo sviluppo del modello di previsione sono stati eseguiti con il pacchetto software Vision Air Complete (**Tabella 1**).

I valori di riferimento per la densità, l'attività dell'acqua e il contenuto di umidità sono stati ottenuti con i rispettivi metodi primari. L'analisi dell'attività dell'acqua ha seguito le linee guida della norma ISO 18787, il contenuto di umidità è stato determinato secondo la norma ISO 6673 e la densità è stata determinata con una determinazione della densità impostata per una bilancia Precisa.

Tabella 1. Panoramica delle apparecchiature hardware e software.

Strumento	Codice articolo
DS2500 Solid Analyzer	2.922.0010
DS2500 Holder	6.7430.040
NIRS mini sample cups	6.7402.030
Vision Air 2.0 Complete	6.6072.208

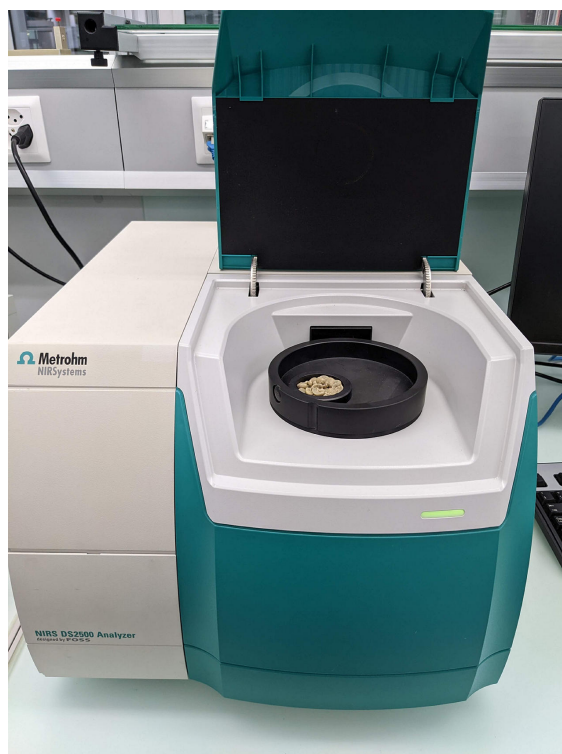


Figure 1. Metrohm DS2500 Solid Analyzer con chicchi di caffè verde contenuti in un mini recipiente per campioni NIRS.

RISULTATO

Gli spettri Vis-NIR ottenuti (**Figura 2**) sono stati utilizzati per creare modelli di previsione per i diversi parametri di riferimento. Per verificare la qualità dei modelli di previsione, i set di dati per l'attività dell'acqua e l'umidità sono stati suddivisi in set di calibrazione e convalida. Per la densità è stata

utilizzata una procedura di validazione leave one out. I diagrammi di correlazione che mostrano la relazione tra la previsione Vis-NIR e i valori di riferimento sono mostrati nelle **Figure 3-5** insieme alle rispettive figure di merito (FOM).

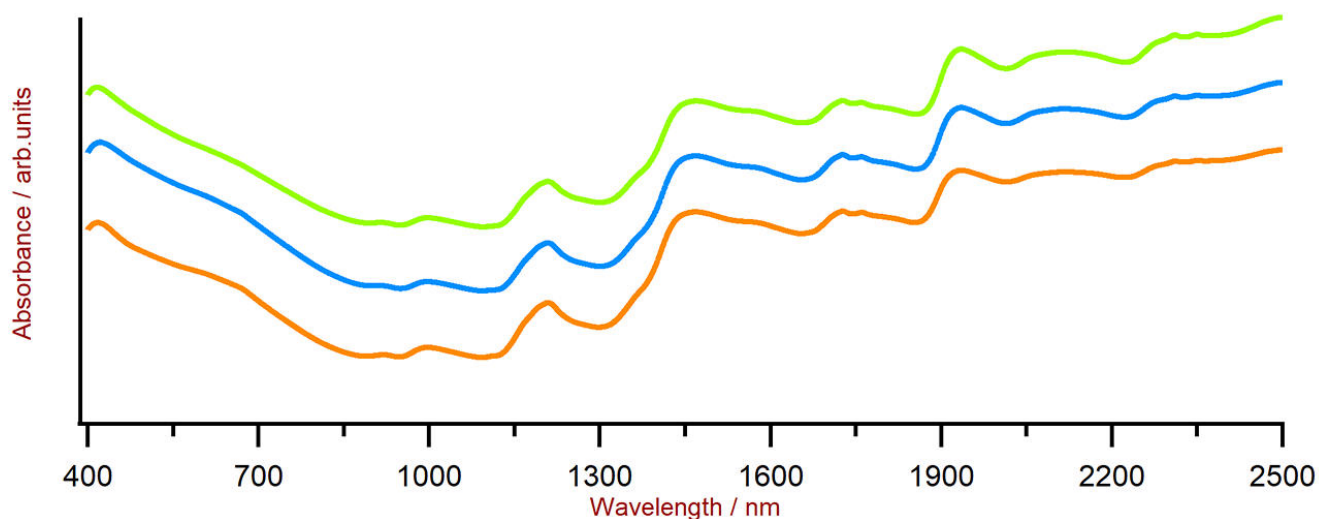
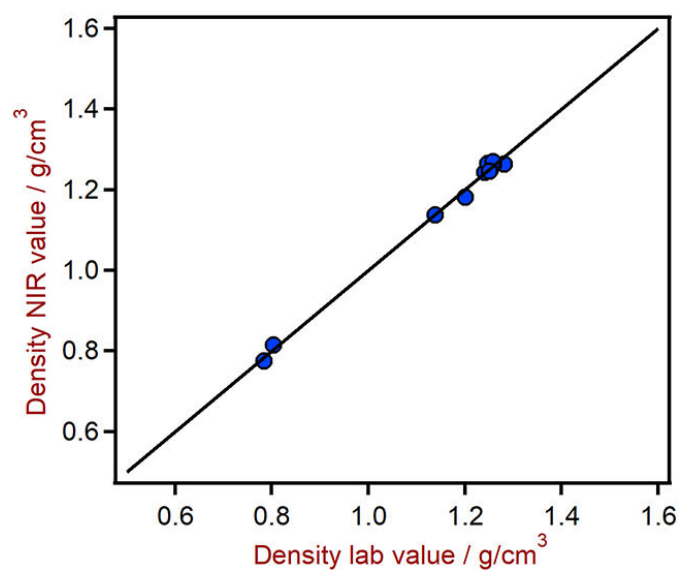


Figure 2. Selezione di spettri Vis-NIR di campioni di chicco di caffè verde. I dati sono stati ottenuti con DS2500 Solid Analyzer. È stato applicato un offset degli spettri per scopi di visualizzazione.

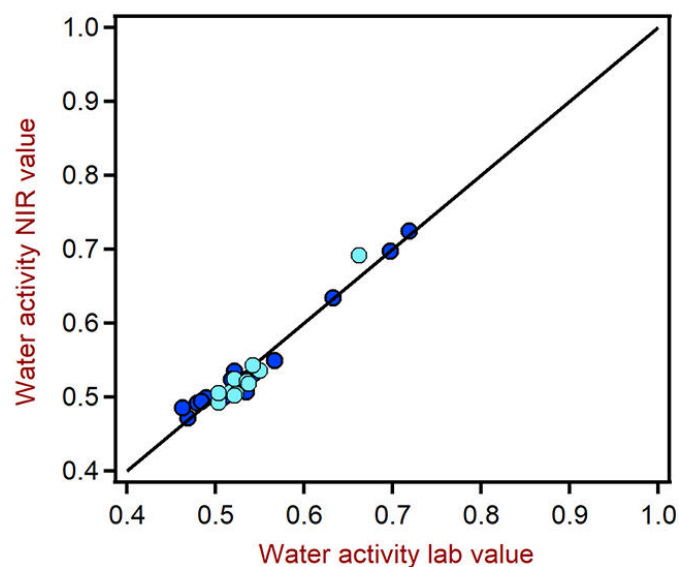
RISULTATO DELLA DENSITÀ IN CHICCHI DI CAFFÈ VERDE



Figures of Merit	Value
R^2	0.99
Standard Error of Calibration	0.015 g/cm ³
Standard Error of Cross-Validation	0.042 g/cm ³

Figure 3. Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione della densità dei chicchi di caffè verde utilizzando DS2500 Solid Analyzer. I valori di laboratorio sono stati determinati utilizzando la determinazione della densità impostata per una bilancia.

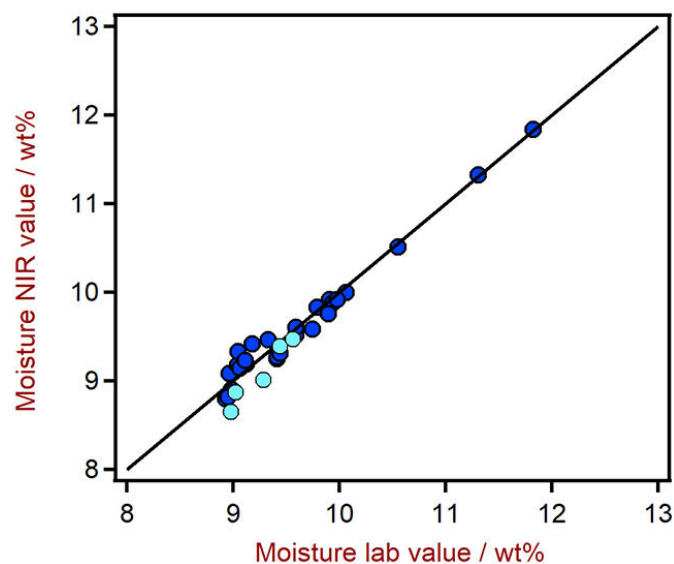
RISULTATO DELL'ATTIVITÀ DELL'ACQUA NEI CHICCHI DI CAFFÈ VERDE



Figures of Merit	Value
R^2	0.97
Standard Error of Calibration	0.014
Standard Error of Cross-Validation	0.017
Standard Error of Prediction	0.015

Figure 4. Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione dell'attività dell'acqua nei chicchi di caffè verde utilizzando DS2500 Solid Analyzer. I valori di laboratorio sono stati determinati secondo le linee guida della norma ISO 18787.

RISULTATO DELL'UMIDITÀ NEI CHICCHI DI CAFFÈ VERDE



Figures of Merit	Value
R^2	0.97
Standard Error of Calibration	0.133
Standard Error of Cross-Validation	0.149
Standard Error of Prediction	0.205

Figure 5. Diagramma di correlazione e rispettivi FOM per la previsione dell'umidità nei chicchi di caffè verde utilizzando DS2500 Solid Analyzer. I valori di laboratorio sono stati determinati secondo le linee guida della norma ISO 6673.

CONCLUSIONE

Questa Application Note mostra la fattibilità della spettroscopia nel vicino infrarosso per l'analisi della densità, dell'attività dell'acqua e del contenuto di umidità nei chicchi di caffè verde. Senza l'utilizzo di sostanze chimiche, questi parametri di qualità possono essere misurati con risultati ottenuti in meno di un minuto. Questo metodo di facile utilizzo

consente ai torrefattori di migliorare la gestione del magazzino selezionando i chicchi crudi da tostare in base agli indicatori della durata di conservazione. Inoltre, le impostazioni di tostatura possono essere ottimizzate per una migliore consistenza del prodotto e una maggiore efficienza energetica.

Internal reference: AW NIR CH-0068-042023

CONTACT

Metrohm Italiana Srl
Via G. Di Vittorio, 5
21040 Origgio (VA)

info@metrohm.it

CONFIGURAZIONE



DS2500 Solid Analyzer

Robusta spettroscopia nel vicino infrarosso per il controllo di qualità in laboratorio e nell'ambiente di produzione.

DS2500 Analyzer è la soluzione comprovata e flessibile per l'analisi di routine di sostanze solide, creme ed eventualmente anche liquidi lungo tutta la catena produttiva. Il design robusto rende lo strumento DS2500 Analyzer insensibile a polveri, umidità, vibrazioni e oscillazioni di temperatura e quindi ideale per l'utilizzo in ambienti di produzione difficili.

DS2500 copre l'intero campo spettrale da 400 a 2.500 nm e fornisce risultati precisi e riproducibili in meno di un minuto. DS2500 Analyzer soddisfa i requisiti dell'industria farmaceutica e supporta gli utenti, grazie alla facilità di utilizzo, nelle loro attività di routine quotidiane.

Grazie agli accessori perfetti per l'apparecchio, è possibile ottenere risultati ottimali anche con i tipi di campioni più impegnativi, quali per esempio sostanze solide a grana grossa come i granulati oppure i campioni semisolidi-liquidi come creme. Nella misurazione delle sostanze solide è possibile migliorare la produttività grazie all'impiego di MultiSample Cup, che consentono misure automatiche in serie fino a 9 campioni.