



Application Note AN-NIR-144

Analisi del permeato del siero di latte con NIRS

Monitora facilmente i processi di produzione lattiero-casearia in pochi secondi

Il permeato del siero di latte, un sottoprodotto della produzione di proteine del siero di latte in polvere, contiene elevate quantità di lattosio, fosfati e minerali. Grazie al suo sapore dolce e delicato, il permeato del siero di latte viene spesso utilizzato in pasticceria e nella produzione di cioccolato.

La chiave per ottimizzare la produzione di permeato di siero di latte è controllare i flussi di produzione in tempo reale. È importante monitorare il processo produttivo con tecniche analitiche ad alta produttività per massimizzare la resa del prodotto e garantirne

un'elevata qualità. La spettroscopia nel vicino infrarosso (NIRS) è una tecnica di analisi rapida e priva di sostanze chimiche che può supportare questo tipo di analisi. La spettroscopia NIR può misurare simultaneamente i parametri qualitativi più importanti (ad esempio proteine, lattosio, umidità, ceneri, pH e fosfati) nel permeato di siero di latte, senza alcuna preparazione del campione. La soluzione NIRS è veloce, facile da usare e può essere utilizzata in linea o offline in un laboratorio di controllo qualità.

STRUMENTI PER L'ANALISI

158 campioni di permeato di siero di latte sono stati analizzati con Metrohm NIR Analyzer dotato di un accessorio per piccole tazze. Tutte le misurazioni sono state eseguite in modalità riflessione (1000-2250 nm).

RISULTATO

Gli spettri NIR ottenuti (**Figura 1**) sono stati utilizzati per creare modelli predittivi per i parametri di lattosio, umidità, pH, ceneri, fosfati e contenuto proteico. I dati spettrali sono stati preelaborati e la selezione della lunghezza d'onda è stata utilizzata per migliorare l'accuratezza dei modelli. Tutti i modelli sono stati validati utilizzando un set di validazione indipendente con una dimensione campionaria del 25%. I modelli

Il software Metrohm è stato utilizzato per l'acquisizione dei dati e lo sviluppo del modello predittivo.

di quantificazione mostrano un'elevata correlazione con i dati di laboratorio, $> 0,80$ (R²P), ad eccezione del lattosio con un valore di 0,70 (R²P).

I diagrammi di correlazione, insieme alle rispettive cifre di merito (FOM), sono visualizzati nelle **Figure 2–7**, che mostrano la precisione prevista per l'analisi di routine.

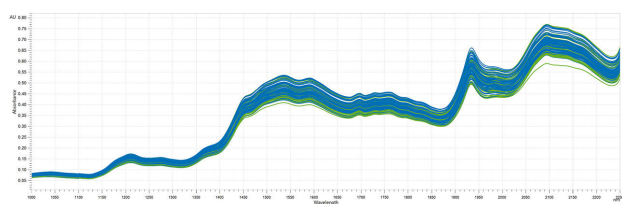


Figure 1. Selezione di spettri NIR di campioni di permeato di siero di latte. Il blu rappresenta i campioni di calibrazione, mentre il verde rappresenta i campioni del set di validazione. I dati sono stati ottenuti con Metrohm NIR Analyzer.

Risultato contenuto proteico

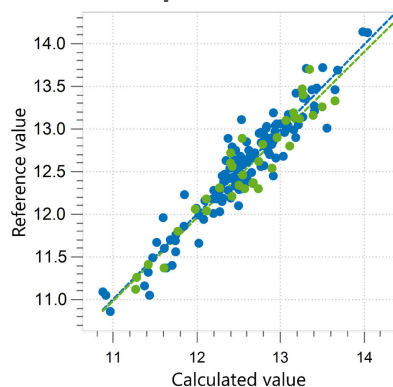


Figure 2. Diagramma di correlazione e rispettivi indici di merito per la previsione del contenuto proteico nel permeato di siero di latte utilizzando un analizzatore NIR Metrohm. Il set di dati di calibrazione è mostrato in blu, mentre il set di dati di validazione esterna è in verde.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.899	0.18	0.19	0.21

Risultato contenuto di lattosio

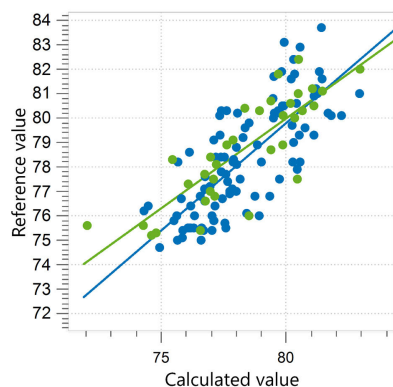


Figure 3. Diagramma di correlazione e rispettivi indici di merito per la previsione del contenuto di lattosio nel permeato di siero di latte utilizzando un analizzatore NIR Metrohm. Il set di dati di calibrazione è mostrato in blu, mentre il set di dati di validazione esterna è in verde.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.689	1.22	1.44	1.41

Risultato contenuto di umidità

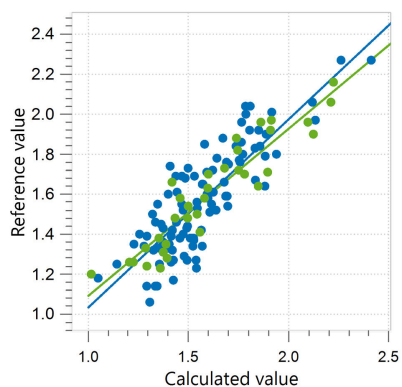


Figure 4 Diagramma di correlazione e rispettivi indici di merito per la previsione del contenuto di umidità nel permeato di siero di latte utilizzando un analizzatore NIR Metrohm. Il set di dati di calibrazione è mostrato in blu, mentre il set di dati di validazione esterna è in verde.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.864	0.13	0.14	0.11

Risultato contenuto di ceneri

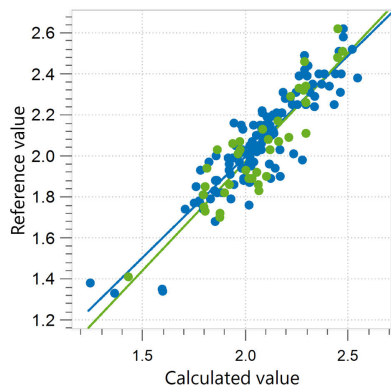


Figure 5. Diagramma di correlazione e rispettivi indici di merito per la previsione del contenuto di ceneri nel permeato di siero di latte utilizzando un analizzatore NIR Metrohm. Il set di dati di calibrazione è mostrato in blu, mentre il set di dati di validazione esterna è in verde.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.813	0.09	0.10	0.11

Risultato contenuto di fosfati

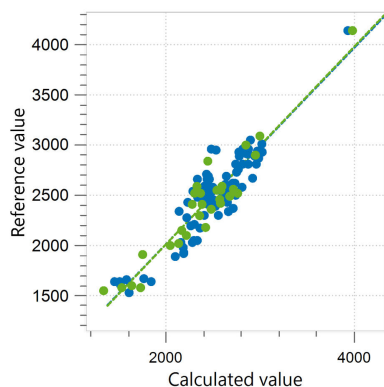


Figure 6. Diagramma di correlazione e rispettivi indici di merito per la previsione del contenuto di fosfati nel permeato di siero di latte utilizzando un analizzatore NIR Metrohm. Il set di dati di calibrazione è mostrato in blu, mentre il set di dati di validazione esterna è in verde.

R^2	SEC (ppm)	SECV (ppm)	SEP (ppm)
0.909	158	171	156

Risultato valore pH

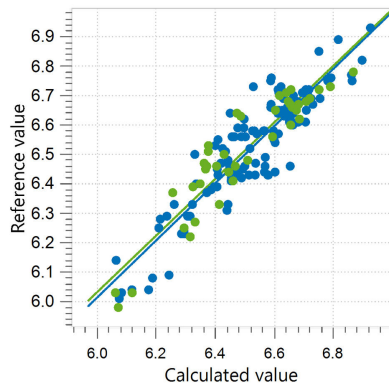


Figure 7. Diagramma di correlazione e rispettivi indici di merito per la previsione del valore di pH nel permeato di siero di latte utilizzando un analizzatore NIR Metrohm. Il set di dati di calibrazione è mostrato in blu, mentre il set di dati di validazione esterna è in verde.

R^2	SEC	SECV	SEP
0.862	0.07	0.08	0.08

CONCLUSION

Questa Application Note dimostra la fattibilità dell'utilizzo della spettroscopia NIR per il controllo di qualità del permeato del siero di latte. La spettroscopia nel vicino infrarosso è una tecnica analitica rapida e non distruttiva in grado di

monitorare il processo di produzione dei prodotti lattiero-caseari. Oltre all'analisi del permeato del siero di latte, anche il flusso di produzione delle proteine del siero di latte può essere monitorato tramite NIRS.

Tabella 1. Panoramica delle norme ISO per i diversi parametri utilizzati per determinare i valori di riferimento dei campioni di permeato di siero di latte.

Parametro	Metodo
Lattosio	ISO 22662:2024 Latte e prodotti lattiero-caseari – Determinazione del contenuto di lattosio mediante cromatografia liquida ad alta prestazione
Proteina	ISO 8968-1:2014 Latte e prodotti lattiero-caseari — Determinazione del contenuto di azoto Metodo Kjeldahl
Umidità	ISO 5537:2023 Latte in polvere e prodotti lattiero-caseari in polvere — Determinazione del contenuto di umidità con perdita durante l'essiccazione
Cenere	ISO/DIS 9877 Latte e prodotti lattiero-caseari — Determinazione del contenuto di ceneri mediante incenerimento

CONTACT

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

info@metrohm.it