L'utilizzo della spettrofotometria VIS-NIR on line nella valutazione non distruttiva delle caratteristiche qualitative e della conformità dei prodotti alimentari

Il controllo della qualità dei prodotti tramite analisi strumentali è indispensabile sia nel settore agricolo che industriale per verificare la conformità ad uno standard aziendale o ad uno standard di legge come nel caso dei prodotti a denominazione di origine.
Tuttavia, la maggior parte dei metodi di analisi utilizzati, pur consentendo misurazioni con la precisione richiesta, impiegano un notevole investimento di tempo e denaro, non sono adatti per eseguire analisi direttamente in campo o in produzione rendendo necessari campionamenti selettivi che, oltre a rischiare di non essere rappresentativi, non forniscono risultati in tempi congrui con le esigenze del produttore. La spettroscopia VIS-NIR on line è una tecnica analitica rapida e non distruttiva ampiamente utilizzata nel settore agro-alimentare per effettuare analisi sia qualitative che quantitative fornendo risultati in tempo reale, e grazie agli strumenti portatili può essere applicata direttamente in linea.

Laboratorio	CRPA LAB
Area di specializzazione	Agroalimentare
Referenti	Anna Garavaldi, Valeria Musi
Keyword	alimenti, analisi non distruttive, spettrometria VIS-NIR, controllo qualità

"Tecnologia VIS-NIR nel controllo qualità degli alimenti"



Fig. 1: Spettrometro Corona 45 VIS-NIR-HR impiegato nella sperimentazione



Fig. 2: Campioni di Parmigiano Reggiano grattugiato sottoposti all'analisi

Descrizione

La spettrofotometria VIS-NIR (spettroscopia nel vicino infrarosso) è una tecnica rapida ed economica per l'analisi della composizione dei campioni alimentari, che non richiedono di essere "trattati", ma possono essere analizzati tal quali. Questa tecnologia si basa sull'esame dello spettro di luce residua in seguito all'attraversamento del campione da parte di un fascio di luce alle lunghezze d'onda del vicino infrarosso. Il sistema è di tipo predittivo per cui gli spettri ottenuti vanno correlati preliminarmente tramite analisi tradizionali a campioni con caratteristiche note per ottenere delle calibrazioni ottimali. E infatti è proprio la robustezza del modello di calibrazione che assicura l'accuratezza e la ripetibilità delle misurazioni NIR. Le misurazioni possono essere eseguite molto rapidamente, di solito il tempo di analisi è di soli 5-10 secondi. La tecnica non richiede pretrattamento del campione, uso di solventi e formazione speciale del personale, assicurando un'elevata precisione e riproducibilità dei dati. Rispetto ai metodi di analisi chimica tradizionale, l'analisi spettroscopica VIS-NIR è più veloce ed economica e risulta pertanto una tecnica di analisi molto interessante soprattutto nell'ambito del controllo qualità direttamente in linea per poter standardizzare la qualità e le tecniche di produzione garantendo la conformità dei prodotti.

Aspetti innovativi

L'utilizzo della spettroscopia VIS-NIR direttamente on line rappresenta una tecnica non distruttiva, consente la possibilità di ripetere più misure sullo stesso campione e di predire più parametri chimici e fisici contemporaneamente da un singolo spettro. Il vantaggio principale di questa tecnologia è la sua capacità di fornire dei risultati accurati in tempi rapidi. Questa caratteristica è estremamente importante nel settore alimentare, dove i prodotti sono altamente deperibili e devono essere commercializzati nel più breve tempo possibile. La spettroscopia VIS-NIR si adatta perfettamente alle moderne esigenze delle industrie alimentari, dove le catene di produzione sono principalmente automatizzate e la qualità degli alimenti deve essere monitorata costantemente in modo tale da standardizzare la qualità del prodotto finito. Inoltre, recenti studi di LCA, indicano che l'impatto ambientale calcolato per i metodi chimici è nettamente superiore a quello derivante dagli strumenti ottici.

Applicazioni

La spettroscopia VIS-NIR si applica soprattutto ad alimenti e mangimi. Rappresenta uno strumento efficace per misurare umidità, proteine, grassi, acidi grassi liberi, etanolo, densità, solidi, acidi organici, profilo dei carboidrati e altri importanti costituenti. Si applica anche nelle scienze dei materiali per misurare lo spessore del film e studiare le caratteristiche ottiche delle nanoparticelle. Le tipologie di strumentazioni NIR oggi disponibili sul mercato sono diverse: comprendono strumenti di tipo portatile, utili sia per l'uso in campo che in laboratorio, e applicazioni NIR "on line", su linee di selezione e confezionamento.

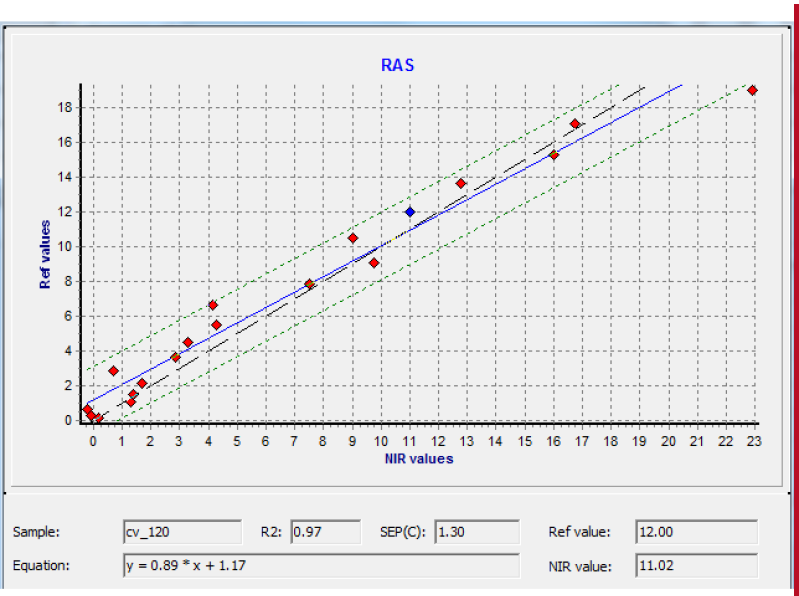


Fig. 3: Set di validazione per il contenuto di crosta

Partner coinvolti	Caseifici e laboratori di grattugia di Parmigiano Reggiano
Tempi di realizzazione	3 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 4 - tecnologia validata in laboratorio
Valorizzazione applicazione	Da questa prima calibrazione esplorativa sembrano esserci i presupposti per considerare di adottare la spettroscopia VIS-NIR direttamente “in linea” per controllare il dosaggio della crosta nel grattugiato e rispettare così i requisiti riportati nel disciplinare della DOP. Inoltre, il monitoraggio strumentale in continuo del dosaggio della crosta consentirebbe di addizionare quantità di crosta molto prossime al quantitativo massimo consentito senza pericolo di oltrepassare il limite, traendo un indubbio vantaggio economico.

Esempio di applicazione

Verifica della potenzialità della spettroscopia VIS-NIR nel controllo della quantità di crosta presente nel Parmigiano Reggiano DOP grattugiato attraverso una prima calibrazione esplorativa

Il disciplinare di produzione ammette nel grattugiato di Parmigiano Reggiano DOP l’impiego di una quantità di crosta non superiore al 18%. Lo studio intende creare la curva di taratura che consentirà di applicare la spettroscopia VIS-NIR nel controllo della quantità di crosta addizionata direttamente “on line” sulla linea di produzione e confezionamento del grattugiato.
Inizialmente sono stati scansionati 71 campioni per valutare la fattibilità dello studio, successivamente sono stati inseriti altri 30 campioni per ampliare il dataset. Infine, è stato creato un file di validazione per verificare la robustezza del modello costruito.
I primi 71 campioni contenenti quantità note di crosta comprese tra lo 0 e il 100%, hanno fornito un errore medio abbastanza alto (SECV = 2.68), ma una correlazione in cross-validazione elevata (RSECV = 0.98). L’inserimento degli altri 30 campioni, contenenti basse percentuali di crosta, comprese tra 0.1 e 5.0% ha consentito di abbassare l’errore medio. Infatti, elaborando la totalità dei 101 spettri campionati nella sola regione spettrale NIR, la correlazione in cross validazione si è confermata elevata (RSECV = 0.97), mentre l’errore medio è diminuito di 1 punto (SECV = 1.68). Inoltre, impiegando la calibrazione ottenuta si è controllato il data set di validazione costituito da 19 campioni di grattugiato contenenti percentuali di crosta comprese tra lo 0 e il 20%. In questo caso l’errore medio è confermato inferiore (SECV = 1.30) a dimostrazione che la calibrazione è robusta.

CRPA LAB

Centro Ricerche Produzioni Animali



CRPA Lab è un laboratorio dedicato alla ricerca industriale rivolto ai settori dell'agroalimentare e dell'ambiente ed energia. Ha avuto il sostegno finanziario della Regione Emilia-Romagna (POR FESR 2007-2013) ed è insediato nel Tecnopolo di Reggio Emilia.
La sezione alimentare è costituita da un laboratorio di analisi sensoriale e da una sala prove lattiero-casearie.
Il laboratorio sensoriale, realizzato secondo la norma UNI EN ISO 8589:2014, dispone di tutta l'infrastruttura necessaria per condurre test sensoriali.
Nella sala prove possono essere simulati i principali processi lattiero-caseari, grazie ad una impiantistica progettata per raccogliere in continuo e in modo automatizzato tutti i parametri di lavorazione. I servizi offerti consentono alle imprese alimentari di valutare l'operatività e le potenzialità applicative di innovazioni di prodotto e/o di processo.
La sezione ambiente ed energia svolge attività di ricerca industriale e di trasferimento tecnologico offrendo i seguenti servizi:
• caratterizzazione chimico-fisica di biomasse di scarto e sottoprodotti per la valorizzazione energetica (biometano) e di materia (fertilizzanti);
• determinazione del Potenziale Biochimico Metanigeno tramite sistema statico e sistema in continuo;
• analisi e validazione delle tecnologie di pre e post-trattamento delle biomasse nei processi di digestione anaerobica;
• determinazione della Concentrazione di Odore in aria mediante olfattometria dinamica.

Sito web	http://crpalab.crpa.it
Direttore	Paolo Mantovi
Data pubblicazione	01/10/2024