
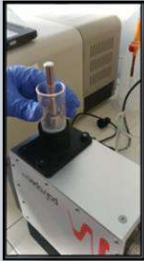
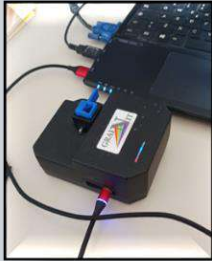



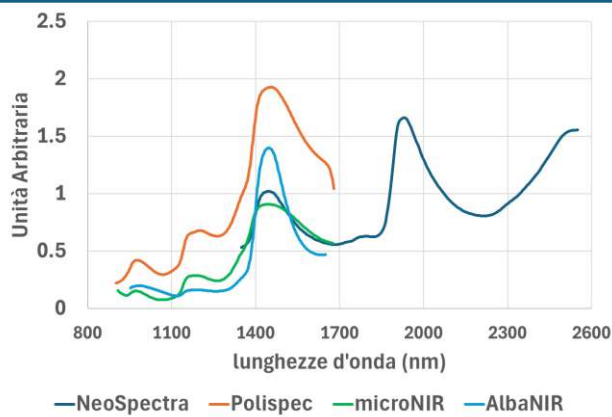
Progetto NIRVANA - Come analizzare il latte in maniera non distruttiva?

Perché si può usare il NIR per analizzare il latte? La NIRS può essere utilizzata anche per monitorare il contenuto di **grasso e proteine del latte crudo** direttamente in azienda. Nonostante gli strumenti NIR portatili abbiano spesso prestazioni inferiori rispetto agli strumenti da banco FT-IR, la possibilità di **utilizzo in situ** e l'elevata **velocità di acquisizione** consentono di scansionare in maniera veloce ed economica un **alto numero di campioni in tempi brevi**, riducendo l'**errore di campionamento**.

Quali strumenti? Ecco le caratteristiche di alcuni attualmente presenti sul mercato:

| | MicroNIR | Polispec | Alba NIR | NeoSpectra |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| |  |  |  |  |
| Sorgente di illuminazione | Due lampade a tungsteno integrate | Lampada alogena sostituibile | Lampada a tungsteno | Lampada a tungsteno |
| Elemento dispersivo | VIAVI linear variable filter (LVF) | Monocromatore dispersivo olografico | Monocromatore a microspecchi digitali (DMD) | Interferometro di Michelson su chip MEMS |
| Detector | 128 pixel InGaAs photodiode array | InGaAs, 256 pixel raffreddato | InGaAs singolo | InGaAs photodetector |
| Intervallo spettrale | 950 – 1650 nm | 900 -1700 nm | 950 -1650 nm | 1350 - 2500 nm |
| Peso | <250 g | 3,2 kg | < 200 g | 1 kg |
| Dimensioni (l x a x p) | 194 mm x 47 mm (h x diametro) | 216 x 213 x 85 mm | 82 x 63 x 40 mm | 178 x 91 x 62 mm |
| Geometria di misura per latte | Transflettanza | Transflettanza | Trasmissione | Transflettanza |
| Cammino ottico | 2 mm | 1 mm | 1 mm | 0,25 mm |

Come sono gli spettri NIR del latte crudo? Nella figura sono riportati gli spettri NIR di un campione di latte acquisiti con i 4 strumenti portatili.



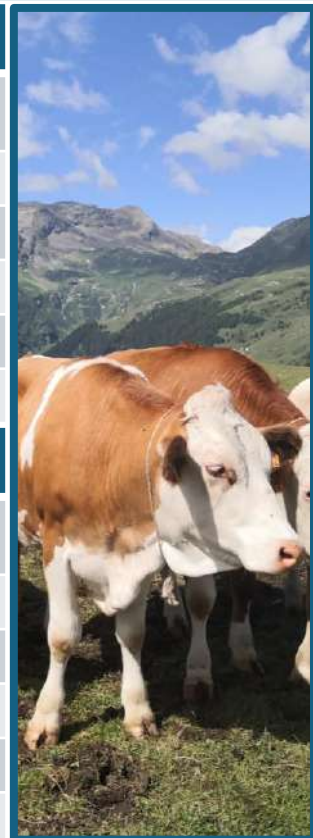
In tutti gli spettri si riconosce bene l'assorbimento a 1450nm che rappresenta il 1° overtone dello stretching del gruppo -OH dell'acqua. Il NeoSpectra, che ha il range più ampio tra tutti gli strumenti, consente di vedere anche la banda di combinazione del gruppo -OH a 1940nm. Gli spettri degli strumenti che lavorano a lunghezze d'onda più basse (Polispec, microNIR e AlbaNIR), sono caratterizzati anche dalla banda di combinazione del 1° overtone del gruppo -OH a 1200nm e del 2° overtone del gruppo a -OH 970nm.

Per quantificare i composti di interesse con la NIRS, è indispensabile prima costruire dei **modelli predittivi**. Per fare ciò, è necessario acquisire gli spettri NIR di un buon numero di campioni (ad esempio 150) ed effettuare in parallelo **analisi di riferimento** per i parametri di interesse. Con appositi software e **tecniche chemiometriche**, si correlano gli spettri con i risultati delle analisi corrispondenti e si crea il modello di predizione. I modelli ottenuti vengono usati per **predire** i diversi parametri in campioni incogniti. Per ottenere predizioni accurate, il modello deve coprire un **ampio intervallo di concentrazione** del composto di interesse.

Cosa dicono i risultati? Alcuni esempi di confronto delle predizioni degli strumenti NIR portatili con i risultati più precisi del Milkoscan:

| | Grasso (g/100g) | | | | |
|----------|-----------------|----------|----------|----------|------------|
| | Milkoscan | MicroNIR | Polispec | Alba NIR | NeoSpectra |
| Sample 1 | 2,58 | 2,63 | 2,48 | 2,73 | 2,54 |
| Sample 2 | 3,18 | 3,05 | 3,24 | 3,60 | 3,68 |
| Sample 3 | 3,77 | 3,77 | 3,95 | 3,95 | 3,89 |
| Sample 4 | 4,36 | 4,35 | 4,46 | 4,00 | 5,06 |
| Sample 5 | 5,20 | 5,11 | 5,15 | 5,22 | 5,49 |

| | Proteine (g/100g) | | | | |
|----------|-------------------|----------|----------|----------|------------|
| | Milkoscan | MicroNIR | Polispec | Alba NIR | NeoSpectra |
| Sample 1 | 2,83 | 2,85 | 2,92 | 3,15 | 3,09 |
| Sample 2 | 3,35 | 3,47 | 3,49 | 3,36 | 3,54 |
| Sample 3 | 3,45 | 3,47 | 3,44 | 3,73 | 3,41 |
| Sample 4 | 3,61 | 3,44 | 3,58 | 3,68 | 3,55 |
| Sample 5 | 4,17 | 4,21 | 4,27 | 4,07 | 3,97 |



Come analizzare correttamente il latte? Per ottenere predizioni accurate è fondamentale la **qualità dei dati spettrali** acquisiti. Nel caso del latte è consigliato **preriscaldare** il campione a 40°C per consentire una maggiore omogeneità ed evitare che grasso possa affiorare. Inoltre è meglio uniformare la temperatura dei campioni da analizzare poiché la risposta spettrale nel vicino infrarosso è **sensibile alla temperatura**.