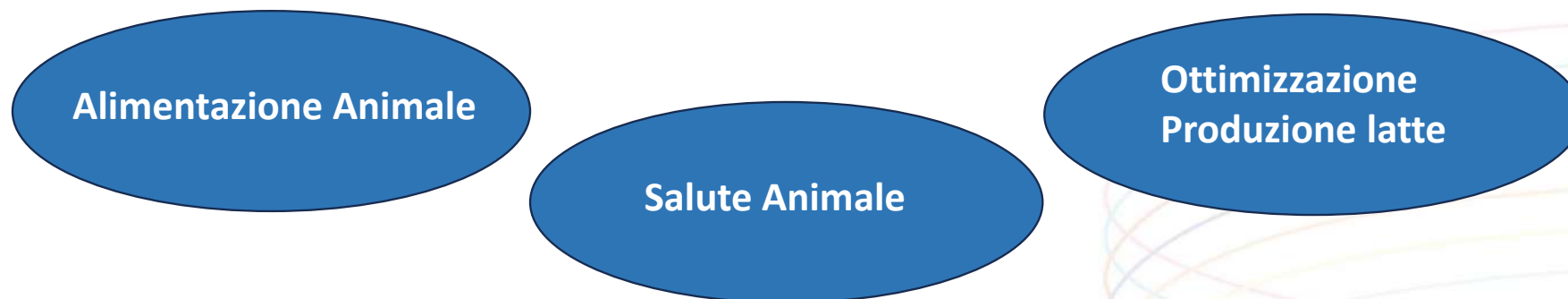


# Uso della Spettroscopia nel Vicino Infrarosso (NIRS) per la Gestione delle Vacche da Latte nelle Aziende Agricole



### Settori di Applicazione della NIRS



### *L'Importanza della NIRS per le Vacche da Latte*

- **Analisi in tempo reale della qualità della dieta:** ottimizzazione delle diete e miglioramento dell'efficienza alimentare.
- **Prevenzione di malattie metaboliche:** riduzione dei costi sanitari.
- **Monitoraggio della produzione di latte:** aumento della quantità e qualità del latte prodotto, miglioramento della redditività.

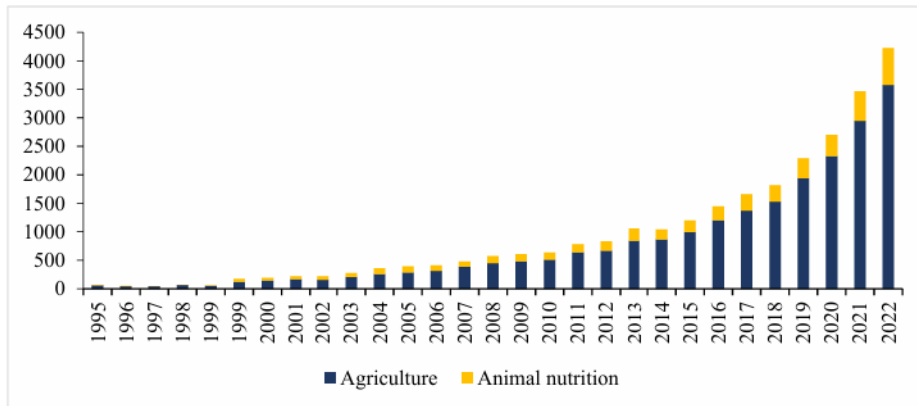
## *Obiettivo della presentazione*

Analizzare il ruolo dell'impiego della strumentazione NIRS portatile nelle aziende agricole zootecniche

## *L'impiego della strumentazione NIRS portatile*

1. Analisi della **composizione chimica delle materie prime** sia in campo che in fase di carico del carro miscelatore;
2. Analisi dei **costituenti chimici e fisici della razione**;
3. Analisi degli **indici di valutazione della razione (omogeneità e selezione)**;
4. Analisi della **composizione chimica delle feci, dei liquami e del letame**;
5. Analisi della **qualità del latte** (totale e individuale)

Analytica 2024, 5, 481–498. <https://doi.org/10.3390/analytica5040033>



Numero di pubblicazioni sulla spettroscopia NIR dal 1995 al 2022

I parametri che vengono predetti con precisione e accuratezza sia su foraggi che su materiale fresco sono:

N tot, N isolubile, NH<sub>3</sub>, ac. lattico, ac. acetico, umidità/ sostanza secca, fibra

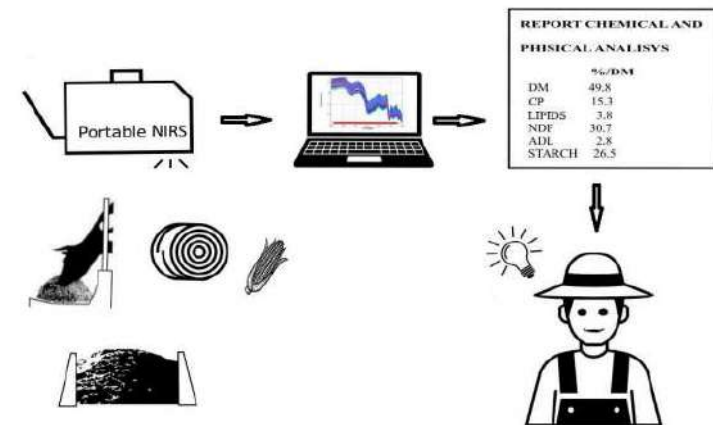
Table 1. Application of NIR spectroscopy to the determination of different parameters.

Sample Type	Parameter	Reference Average	SEP/SECV	R <sup>2</sup>	Author			
Insilato di mais	Corn Silage	CP ADF DMS In vivo	0.58 1.68 1.43	0.83 0.87 0.82	[86]			
	Foraggio al pascolo	Pasture Mixture	CP NDF ADF ADL	0.57 2.06 1.42 0.45		0.90 0.86 0.76 0.88	[53]	
		Gramineae Vegetables	CP NDF	0.85 2.17		0.97 0.95		[87]
Insilato d'erba			Grass Silage	DM CP ADF	1.0 1.06 1.03	0.99 0.92 0.92		
		Foraggio	Pastures	CP NDF	0.95 2.79	0.99 0.95		[89]
	Trinciato di mais		Corn Silage	pH CP NDF	0.08 0.61 2.10	0.38 0.67 0.95	[48]	
Whole Plant Maize		DM CP NDF ADF Ash	4.25 1.04 2.43 1.85 0.38	0.61 0.86 0.83 0.98 0.64				
		Grass Silage	CP NDF ADF	0.64 1.99 1.50	0.96 0.95 0.92	[82]		
			Grass silage	DM CP	0.89 0.78			0.99 0.93
	Corn Silage			DM pH CP NDF ADF	27.4 0.18 6.5 67.1 22.1		0.85 0.51 0.91 0.60 0.86	[91]
Granella di mais		Maize Grains	DM CP ADF Ash	3.9 0.5 1.97 0.42	0.75 0.72 0.88 0.81	[92]		
		<i>Lolium perenne</i>	CP	5.3	0.98		[93]	
		<i>Lolium multiflorum</i>	CP	5.0	0.98			
		<i>Lolium boucheanum</i>	CP	4.6	0.99			

DM: Dry matter. CP: Crude protein. NDF: Neutral detergent fiber. ADF: Acid detergent fiber. SEP: Validation error. SECV: Standard error of cross-validation. R<sup>2</sup>: Coefficient of multiple determination.

## Uso della NIRS per Valutare la Composizione Nutrizionale

- Valutazione della composizione dei mangimi
- Adattamenti in tempo reale del regime alimentare



*In una fattoria della California*

l'uso della NIRS ha permesso di ottimizzare la dieta delle vacche da latte, riducendo il consumo di mangimi senza compromettere la produzione di latte, con **un risparmio del 12% sui costi alimentari**



### ✓ Analisi dei costituenti chimici e fisici della razione miscelata

Umidità R <sup>2</sup> : 0.70	Proteina grezza R <sup>2</sup> : 0.97	Ceneri R <sup>2</sup> : 0.89
Lipidi R <sup>2</sup> : 0.80	ADF R <sup>2</sup> : 0.93	NDF R <sup>2</sup> : 0.89



### ✓ Valutazione dell'omogeneità dell'unifeed in termini di quantità e dimensioni delle particelle di foraggio

Serva et al. 2016 «Uso di uno strumento NIR portatile per la valutazione dell'omogeneità dell'unifeed distribuito in mangiatoia».

Nel **2023** sono state introdotte **Linee guida** per il controllo della corretta distribuzione delle particelle granulometriche della razione

Δ 3% di unità di SS sul foraggio influenzano la produzione di latte, l'appetibilità e la selezione degli ingredienti nella razione per le vacche da latte

Mertens & Berzaghi 2009 "Adjusting for forage variability via on-farm analysis."

riduzione della sostanza secca: 8-16% → riduzione di 2 kg di SS assunta → diminuzione di latte prodotto

✓ **Analisi degli indici di valutazione della razione (omogeneità e selezione)**

Affinché la «miscela» sia definita **OMOGENEA**, deve contenere i singoli ingredienti (per composizione chimica e struttura fisica) uniformemente distribuiti senza carenze o eccessi indesiderati e/o dannosi

Serva et al.2016 hanno sviluppato un algoritmo in grado di fornire un'omogeneità stimato per la razione nei bovini (bovini e lattiero-caseari) portando alla formazione di un **indice di omogeneità (HI)**



✓ **Utilizzo della NIRS per Rilevare Anomalie nella Salute**

- Rilevamento di disturbi metabolici
- Misurazioni non invasive

- tipo di carro miscelatore
- integrità degli elementi di taglio
- la sequenza di carico,
- il tempo di miscelazione,
- l'attenzione del operatore
- eventuali modifiche delle materie prime

### ➤ fornisce utili informazioni :

- quantità/qualità dei nutrienti utili per la concimazione
- qualità del materiale per i processi di compostaggio o per produrre biogas
- attuazione di strategie efficienti di riduzione delle emissioni



Malley, et al. 2005. Compositional Analysis of Cattle Manure During Composting Using a Field-Portable Near-Infrared Spectrometer. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2005, 36, 455–475.

### ➤ informazioni sulla digeribilità della razione



*Efficienza alimentare*

Il NIRS è stato utilizzato per prevedere la composizione chimica, uNDF240 , digeribilità della sostanza secca (DMD) e digeribilità della sostanza organica (OMD) nelle feci

L' amido fecale (FS) è un ottimo indicatore della digeribilità

Parametri analizzati con una buona previsione:

- C totale e organico ( $R^2 = 0,91$ )
- rapporto C/N, pH e K ( $R^2 = 0,87, 0,89, 0,83$ )
- P utile per lo screening ( $R^2 = 0,61$ )



## La composizione chimica del latte o di altri parametri caratteristici forniscono utili indicazioni:

### ➤ per monitorare e gestire l'alimentazione.

- I grassi e le proteine del latte sono direttamente collegati a l'apporto energetico
- le proteine e il contenuto di urea fornisce indicazioni sull'apporto energetico e la concentrazione di proteine nella dieta

### ➤ per valutare lo stato di salute dell'animale

- la conta delle cellule somatiche (SCC) fornisce informazioni sulla salute e la funzionalità della ghiandola mammaria e la qualità tecnologica del latte
- progesterone nel latte a livello individuale
- acetone e  $\beta$ -idrossibutirrato (BHB)

### ➤ identificare le frodi e/o le adulterazioni che possono verificarsi nel settore lattiero-caseario

### ➤ monitorare la qualità chimico-bromatologica e tecnologica del latte da destinati al consumo umano o alla trasformazione/caseificazione



In fattoria del Wisconsin il NIRS ha rilevato la chetosi nelle vacche prima che si sviluppasse i sintomi clinici

In fattoria in Germania il NIRS per il monitoraggio della qualità del latte ha ridotto i trattamenti antibiotici, migliorando la salute del bestiame e la qualità del prodotto finale.



## Vantaggi della NIRS per gli Allevatori

### *Benefici Economici e Gestionali*



- **Riduzione dei costi di laboratorio:** la NIRS riduce la necessità di inviare i campioni a laboratori esterni, grazie alla possibilità di analizzare i campioni in loco
- **Miglioramento della produttività:** Monitorando la dieta e la salute animale, si migliora l'efficienza della produzione di latte, con aumenti significativi in termini di quantità e qualità.
- **Ottimizzazione dell'uso delle risorse:** L'uso efficiente delle risorse alimentari attraverso NIRS contribuisce a ridurre gli sprechi, migliorando la sostenibilità e aumentando i margini di profitto.
- **Prevenzione di malattie:** Identificando precocemente malattie metaboliche, gli allevatori possono intervenire prima che le condizioni dell'animale diventino gravi, riducendo i costi veterinari e aumentando la produttività degli animali.

## *Limitazioni e Sfide della NIRS*



### Sfide nell'Implementazione della Tecnologia

- **Necessità di calibrazioni accurate:** La NIRS deve essere calibrata per ogni tipo di razza animale, dieta e condizione ambientale. Ciò richiede tempo e risorse.
- **Costo iniziale della tecnologia:** Sebbene la NIRS offra vantaggi a lungo termine, l'investimento iniziale può essere elevato, rendendo difficile per alcune aziende agricole l'accesso alla tecnologia.
- **Formazione e adattamento:** Gli allevatori devono essere formati all'uso della tecnologia e all'interpretazione dei risultati, il che può rappresentare una barriera per l'adozione su larga scala.

## *Prospettive Future*

- **Il Futuro della NIRS nella Gestione delle Vacche da Latte**
- **Sviluppo continuo della tecnologia:** I progressi nelle tecnologie di NIRS, inclusi dispositivi più compatti e a basso costo, renderanno l'analisi più accessibile per gli allevatori.
- **Integrazione con altre tecnologie smart farm:** La NIRS potrebbe essere integrata con altre tecnologie come sensori per il monitoraggio in tempo reale e sistemi di gestione automatizzati.
- **Impatto positivo sulla sostenibilità:** L'uso della NIRS promuove pratiche agricole più sostenibili, riducendo gli sprechi alimentari e migliorando il benessere animale.



*Grazie per l'attenzione*