



Application Note AN-NIR-131

Analisi NIRS dei foraggi

Determinazione multiparametrica in pochi secondi

I foraggi sono piante o parti di piante consumate sia dal bestiame che dalla fauna selvatica. I foraggi forniscono massa, aiutano a mantenere il peso e combattono diversi problemi [1]. Il foraggio di erba medica è ricco di proteine, il che lo rende adatto a promuovere la massa muscolare nei bovini da carne o ad aumentare la produzione di vacche da latte [2]. L'erba medica è anche comunemente utilizzata per l'alimentazione dei cavalli. Questi animali richiedono foraggi con buona appetibilità, elevata digeribilità, potenziale di assunzione e livelli proteici elevati, aumentando così la domanda di erba medica e di altri mangimi di alta qualità. Negli ultimi anni gli agricoltori hanno risposto producendo erba medica di qualità

ancora più elevata. Poiché la qualità del foraggio dipende da proprietà chimiche, biologiche e dinamiche, è necessario utilizzare sia metodi misurati che calcolati. Le analisi standard dell'erba medica misurano la fibra neutro-detergente (NDF), la fibra acido-detergente (ADF), la proteina grezza (CP), le ceneri, l'umidità e le proteine. Per i pellet di erba medica, anche la dimensione media delle particelle è importante. La spettroscopia nel vicino infrarosso (NIRS) consente di prevedere **in modo rapido e affidabile** grassi, umidità, proteine grezze, fibre, ceneri e amido in pochi secondi e senza preparazione del campione.

STRUMENTAZIONE

Campioni di erba medica (compresi erba medica fresca, pellet di erba medica e cubetti di erba medica) sono stati analizzati con un analizzatore NIR Metrohm. Tutte le misurazioni sono state eseguite in modalità di riflessione utilizzando la coppa grande. I campioni sono stati misurati in rotazione per raccogliere dati spettrali da diverse aree. La media spettrale dei

segnali provenienti da diversi punti ha contribuito a ridurre la disomogeneità del campione.

I valori di riferimento sono stati misurati secondo le norme ISO descritte alla fine di questa Nota Applicativa. Il software Metrohm è stato utilizzato per tutte le attività di acquisizione dati e sviluppo del modello predittivo.

RISULTATI

Gli spettri NIR ottenuti (**Figura 1**) sono stati utilizzati per creare un modello predittivo per la quantificazione di grassi, umidità, proteine grezze, fibre, ceneri e amido nell'erba medica. La qualità dei modelli predittivi è stata valutata utilizzando diagrammi di correlazione (**Figure 2–5**) che mostrano

un'elevata correlazione tra la previsione NIR e i valori di riferimento. Le rispettive cifre di merito (FOM) mostrano la precisione attesa di una previsione durante l'analisi di routine di diverse varianti di mangime per erba medica (**Tabelle 1–3**).

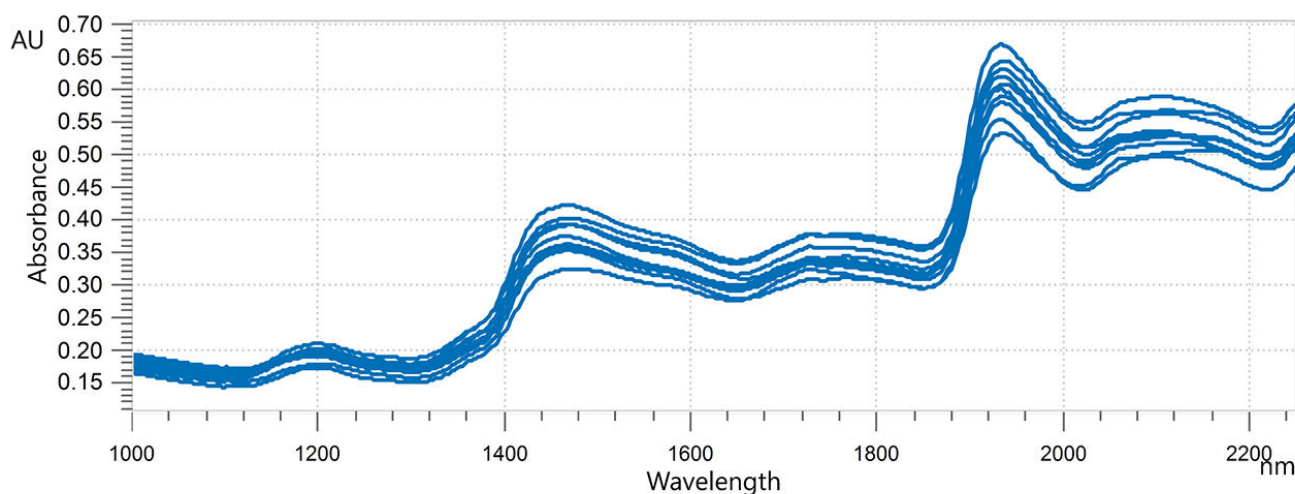


Figura 1. Spettri NIR di campioni di erba medica analizzati su un analizzatore NIR Metrohm.

Contenuto proteico risultante

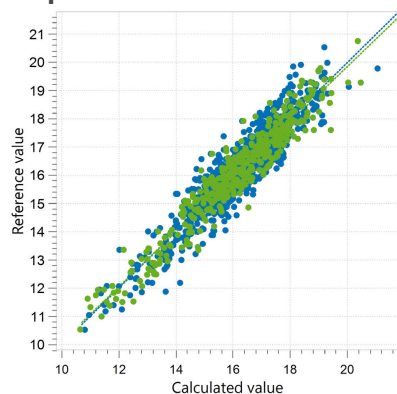


Figura 2. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto proteico nei pellet di erba medica.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.922	0.5	0.52	0.52

Contenuto di umidità risultante

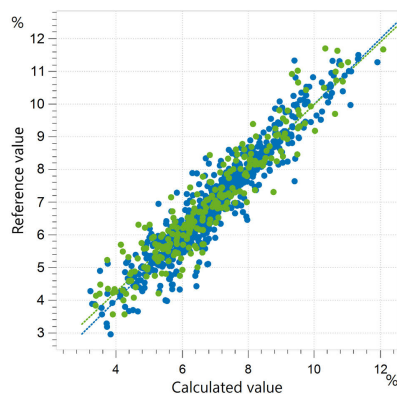


Figura 3. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto di umidità nei pellet di erba medica.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.893	0.50	0.50	0.60

Contenuto ADF risultante

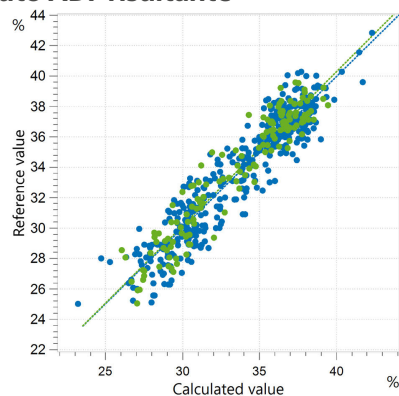


Figura 4. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto di fibre al detersivo acido (ADF) nei pellet di erba medica.

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.906	1.27	1.32	1.22

Contenuto NDF risultante

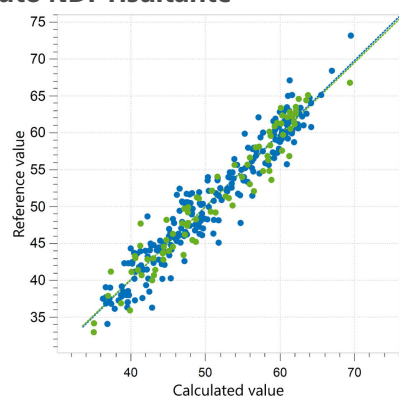


Figura 5. Diagramma di correlazione e rispettive cifre di merito per la previsione del contenuto di fibre neutre in detersivo (NDF) nei pellet di erba medica

R^2	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)
0.935	2.02	2.24	2.16

Cifre di merito

Le tabelle seguenti mostrano i dati di merito per i modelli di previsione di pellet di erba medica (Tabella

1), cubetti di erba medica (Tabella 2) ed erba medica fresca (Tabella 3).

Tabella 1. Valori di merito per la previsione di fibre, umidità, proteine grezze, fibre al detersivo acido (ADF), fibre al detersivo neutro (NDF), ceneri e dimensione media delle particelle (MPS) nei pellet di erba medica.

Parameter (Range)	No. Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R ²
Fiber (18–35%)	385	1.24	1.35	1.34	0.714
Moisture (16–34%)	976	0.50	0.50	0.60	0.893
Crude protein (10–21%)	1577	0.51	0.52	0.52	0.922
ADF (23–43%)	633	1.27	1.32	1.22	0.906
NDF (33–73%)	336	2.02	2.24	2.16	0.935
Ash (7–17%)	216	0.78	0.86	0.81	0.723
MPS (14–23 mm)	43	0.40	0.47	N/A	0.888

Tabella 2. Valori di merito per la previsione di ceneri, fibre, proteine, umidità, fibre al detersivo neutro (NDF) e fibre al detersivo acido (ADF) nei cubetti di erba medica.

Parameter (Range)	No. Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R ²
Ash (8–14%)	72/23	0.33	0.36	0.30	0.887
Fiber (20–37%)	86/27	1.38	1.63	1.48	0.758
Protein (10–21%)	101/34	0.58	0.63	0.65	0.857
Moisture (10–20%)	87/28	0.23	0.30	0.29	0.974
NDF (34–56%)	96/22	1.73	2.11	1.44	0.918
ADF (25–43%)	102/35	1.38	1.65	1.44	0.837

Tabella 3. Valori di merito per la previsione di fibre, umidità e proteine grezze nell'erba medica fresca.

Parameter (Range)	No. Spectra	SEC (%)	SECV (%)	SEP (%)	R ²
Fiber (18–35%)	385	1.24	1.35	1.34	0.714
Moisture (16–34%)	976	0.50	0.50	0.60	0.893
Crude protein (10–21%)	1577	0.51	0.52	0.52	0.922

CONCLUSIONI

Questa nota applicativa dimostra la fattibilità della determinazione di molteplici parametri chiave del foraggio di erba medica mediante spettroscopia NIR. Per misurare i parametri qualitativi chiave del foraggio

sono solitamente necessari diversi metodi analitici (Tabella 4). L'analisi del foraggio con spettroscopia NIR offre un'alternativa altamente accurata, economica e rapida.

Tabella 4. Panoramica delle norme ISO utilizzate per determinare i valori di riferimento per i diversi parametri dei campioni di erba medica.

Parametro	Metodo
Starch	ISO 6493:2000 Animal feeding stuffs — Determination of starch content — Polarimetric method
Crude ash	ISO 5984:2022 Animal feeding stuffs — Determination of crude ash
Crude fiber	ISO 6865:2000 Animal feeding stuffs — Determination of crude fibre content — Method with intermediate filtration
Crude protein	ISO 5983-1:2005 Animal feeding stuffs — Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content — Part 1: Kjeldahl method
Moisture	ISO 6496:1999 Animal Feeding Stuffs — Determination of moisture and other volatile matter content
Fat	ISO 6492:1999 Animal feeding stuffs — Determination of fat content

RIFERIMENTI

1. Saracen Horse Feeds. *The Importance of Forage*. Saracen Horse Feeds.
<https://saracenhorsefeeds.com/sports/feeding-the-ex-racehorse/the-importance-of-forage> (accessed 2025-07-09).
2. Douliere Hay France. *Alfalfa Hay - Lucerne hay for beef and dairy cow, sheep, goat, broodmare and chicken*.
<https://doulierehayfrance.com/en/produit/alfalfa-hay/> (accessed 2025-07-09).

CONTACT

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

info@metrohm.it