

Development of a Diffuse Reflectance FT-NIR Spectroscopy Method for the Shell Egg Quality Assessment

Cristina Alamprese^{1*}, Eleonora Loffredi¹, Silvia Grassi¹

¹Department of Food, Environmental and Nutritional Sciences (DeFENS), Università degli Studi di Milano, via G. Celoria 2, 20133 Milan, Italy, cristina.alamprese@unimi.it, eleonora.loffredi@unimi.it, silvia.grassi@unimi.it

Egg industries are more and more interested in nondestructive and rapid methods for the assessment of freshness and quality of shell eggs. Some studies showed that NIR spectroscopy is a valid technique to determine shell egg freshness (Lin et al., 2011) and internal quality parameters (Abdanan Mehdizadeh et al., 2014). However, poor attention has been given to method development, and none of these papers demonstrated that the acquired spectra are really representative of the egg content rather than the eggshell. Thus, the aim of this work was the evaluation of beam penetration in a diffuse reflectance FT-NIR spectroscopy method intended for shell egg quality assessment.

To that aim, twelve eggs of different sizes were emptied, and diffuse reflectance spectra were collected by using the fibre optic probe of an FT-NIR spectrometer. For each egg, four spectra were acquired in the equatorial region, in the 12,500–4,500 cm^{-1} range, with a resolution of 8 cm^{-1} and 16 scans for both sample and background. Afterwards, the eggs were filled first with ethanol and then with distilled water before collecting again spectra in the same conditions.

Principal component analysis (PCA) was performed on the reduced spectra (7,300–4,200 cm^{-1}) pretreated with smoothing, SNV, and first derivative. The score plot of the first two PCs, which explained about 96% of the variance, showed a clear pattern for the different samples. In particular, empty eggs and those filled with water were well distinguished along PC1, whereas eggshells containing ethanol showed positive values of PC2, in contrast with the negative values of the other two groups of samples. This sample distribution confirmed beam penetration beyond the shell thickness and reliability of the developed method.

Keywords: shell egg quality, beam penetration, diffuse reflectance FT-NIR spectroscopy, nondestructive method

REFERENCES

- Abdanan Mehdizadeh, S., Minaei, S., Hancock, N.H., Karimi Torshizi, M.A., 2014. An intelligent system for egg quality classification based on visible-infrared transmittance spectroscopy. *Inf. Process. Agric.* 1, 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2014.10.002>
- Lin, H., Zhao, J., Sun, L., Chen, Q., Zhou, F., 2011. Freshness measurement of eggs using near infrared (NIR) spectroscopy and multivariate data analysis. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 12, 182–186. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.01.008>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4550759>

Sviluppo di un metodo FT-NIR in riflettanza diffusa per la valutazione della qualità delle uova in guscio

Cristina Alamprese^{1*}, Eleonora Loffredi¹, Silvia Grassi¹

¹Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione, l'Ambiente (DeFENS), Università degli Studi di Milano, via G. Celoria 2, 20133 Milano, Italia; cristina.alamprese@unimi.it; eleonora.loffredi@unimi.it; silvia.grassi@unimi.it

Le industrie della lavorazione delle uova sono sempre più alla ricerca di metodi rapidi e non distruttivi per poter valutare la freschezza e la qualità delle uova in guscio. Alcuni studi hanno dimostrato che la spettroscopia NIR è una tecnica molto valida nel determinare sia la freschezza (Lin et al., 2011) sia i parametri qualitativi delle uova (Abdanan Mehdizadeh et al., 2014). Nonostante ciò, poca attenzione è stata data alla valutazione della reale capacità di penetrazione del raggio NIR attraverso il guscio, non esistendo studi che dimostrino che lo spettro acquisito sia effettivamente riconducibile al contenuto dell'uovo. In questo contesto, lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare la penetrazione del raggio NIR per lo sviluppo di un metodo in riflettanza diffusa che permetta di ottenere informazioni sulla qualità delle uova in guscio.

Dodici uova di differenti misure sono state svuotate e analizzate in riflettanza diffusa mediante spettrometro FT-NIR dotato di fibra ottica. Per ciascun uovo sono stati acquisiti quattro spettri nella regione equatoriale, nel range 12500-4500 cm^{-1} , con una risoluzione di 8 cm^{-1} e 16 scansioni sia per i campioni che per il background. Successivamente, le uova sono state riempite con etanolo e poi con acqua distillata prima di acquisire nuovamente lo spettro nelle stesse condizioni.

L'Analisi delle Componenti Principali (PCA) è stata eseguita sugli spettri ridotti (7300-4200 cm^{-1}) e pretrattati mediante smoothing, SNV e derivata prima. Lo score plot delle prime due PC, che spiegano circa il 96% della varianza, ha evidenziato una chiara distribuzione dei diversi campioni. In particolare, le uova vuote e quelle contenenti acqua sono risultate ben separate lungo la PC1, mentre quelle contenenti etanolo hanno mostrato valori positivi di PC2, in contrasto con i valori negativi degli altri due gruppi di campioni. Questa distribuzione dei campioni dimostra la capacità penetrante del raggio attraverso lo spessore del guscio e, quindi, l'affidabilità del metodo.

Parole chiave: qualità delle uova in guscio, penetrazione del raggio, spettroscopia FT-NIR a riflettanza diffusa, metodo non-distruttivo.

RIFERIMENTI

- Abdanan Mehdizadeh, S., Minaei, S., Hancock, N.H., Karimi Torshizi, M.A., 2014. An intelligent system for egg quality classification based on visible-infrared transmittance spectroscopy. *Inf. Process. Agric.* 1, 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2014.10.002>
- Lin, H., Zhao, J., Sun, L., Chen, Q., Zhou, F., 2011. Freshness measurement of eggs using near infrared (NIR) spectroscopy and multivariate data analysis. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 12, 182-186. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.01.008>