Measure your bratwurst: quantifying the content of mechanically separated meat by means of NIR spectroscopy and chemometrics

Nicola Cavallini1\*, A. Giraudo1, F. Pennisi2, G. Esposito2, M. Pezzolato2, F. Savorani1

1 Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino

2 Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, via Bologna 148, 10154 Torino, Italy  
\*Corresponding author: Nicola Cavallini ([nicola.cavallini@polito.it](mailto:nicola.cavallini@polito.it))

Any food chain can be affected by food frauds, from mislabelling to authentication counterfeiting. The meat chain is no exception: in the case of processed meat, especially when it is sold minced or in sausage form, it becomes very difficult to distinguish the different ingredients, therefore mislabelling and meat substitution can easily occur. This is especially true with the famous German bratwurst, a type of sausage produced from minced or mechanically separated meat (MSM). MSM is obtained through a high-pressure process aimed at separating the bone from the edible meat tissue: the resulting pureed material is then formed into sausages and cooked. MSM meat is less expensive and of lesser quality compared to selected meat cuts, thus providing an economic incentive for the substitution fraud.

The present study was developed with the aim of determining whether NIR spectroscopy could be used for identifying meat products containing MSM, by means of chemometrics modelling. Alongside the main classification aim, a parallel research line regarding the actual quantification of MSM was developed and is the subject of this study. Bratwursts containing different percentages of MSM were minced and mixed with meat from non-MSM products, with the aim of obtaining new samples with specific MSM percentages. A calibration set of 30 samples spanning the content range between 0 % and 91% (in steps of 10 %) was built, together with a set of 27 samples corresponding to the “5 %” percentages (also in steps of 10 %). All samples were measured using three NIR instruments: the benchtop MPA (Bruker), the portable MicroNIR (Viavi) and the handheld SCiO sensor (Consumer Physics).

One PLS regression (Wold et al., 2001) model for each NIR dataset was developed and validated, and all three analytical techniques yielded good performances in calibration and prediction, with R2 values above 0.95.

**Keywords:** food fraud, mechanically separated meat, chemometrics, quantification

**Acknowledgements:** The Italian Ministry of Health is greatly acknowledged for funding this research project (Grant nr. IZSPLV 02-18-RC).

REFERENCES

Wold, S., Sjöström, M., Eriksson, L., 2001. PLS-regression: a basic tool of chemometrics. Chemom. Intell. Lab. Syst. 58, 109–130. https://doi.org/10.1016/S0169-7439(01)00155-1

Versione in italiano:

Qualsiasi filiera alimentare può essere soggetta a frodi, dalle etichettature errate alla contraffazione di autenticità. La filiera della carne non fa eccezione: nel caso della carne processata, specialmente quando viene venduta macinata o come salsiccia, diventa molto difficile distinguere i diversi ingredienti che la costituiscono, e pertanto risulta più facile sostituire parte della carne impiegata con varietà meno costose e di qualità più bassa. Ciò risulta particolarmente vero nel caso del famoso wurstel tedesco, generalmente prodotto da carne macinata o separata meccanicamente (CSM). La CSM viene prodotta mediante un processo ad alta pressione che separa le ossa dai tessuti edibili: il risultato è una purea che viene modellata nella forma di salsiccia e quindi cotta. La CSM è meno costosa e di qualità inferiore rispetto a tagli selezionati di carne, e ciò può fornire un incentivo economico per la frode della sostituzione.

Questo studio è stato sviluppato con l’obiettivo di determinare se la spettroscopia NIR possa venire utilizzata per identificare la presenza di CSM in prodotti a base di carne, mediante modellazione chemiometrica. Parallelamente all’obiettivo principale di classificazione è stata sviluppata una seconda linea di ricerca riguardante la quantificazione della percentuale di CSM: tale linea è l’oggetto di questo studio. Sono stati analizzati due set di campioni preparati appositamente mescolando carne macinata di wurstel contenente CSM in varie percentuali e wurstel senza CSM aggiunta. Sono stati preparati e analizzati: un set di 30 campioni di calibrazione con percentuali nell’intervallo 0 % – 91 % (a passi del 10 %), un test set di 27 campioni con percentuali nel medesimo intervallo, ma corrispondenti agli intermedi fra le decine. Tutti i campioni sono stati misurati con tre strumenti NIR: lo spettrofotometro da banco MPA (Bruker), il portatile MicroNIR (VIAVI) e l’ultra-portatile SCiO (Consumer Physics).

È stato sviluppato e validato un modello di regressione PLS (Wold et al., 2001) per ogni dataset NIR acquisito, ottenendo in tutti e tre i casi buone performance in calibrazione e in predizione, con R2 superiori a 0.95.