Identificazione di batteri di rilevanza per l'industria lattiero-casearia utilizzando immagine spettrale NIR a diverse scale spaziali

**V. Caponigro**1,2**, A. Herrero-Langreo**1,2**, M. Ferone**1,2**, L. Eastwood**2**,**

 **A. G. M. Scannell**2,3,4**, F. Marini**5**, A. A. Gowen\***1,2**.**

1 UCD School of Biosystems and Food Engineering, 2 UCD Institute of Food and Health, 3 UCD Center for Food Safety, 4 UCD School of Agriculture and Food Science, UCD,

Belfield, Dublin, Ireland, vickycaponigro@ucdconnect.ie

5 Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, Rome, Italy,

\*Corresponding author: prof. Aoife Gowen, aoife.gowen@ucd.ie

La procedura standard per valutare la contaminazione microbica delle superfici nel campo della sicurezza alimentare prevede l’utilizzo di tamponi applicate sulle superfici di lavoro e la loro analisi. (Lelieveld et al., 2014) I risultati dipendono dallo schema di campionamento impiegato. L'immagine spettrale NIR (HSI), in combinazione con la chemiometria, è in grado di riconoscere diversi tipi di batteri legati alla produzione alimentare, introducendo un'informazione spaziale che sarebbe assente utilizzando gli approcci tradizionali. NIR HSI è stato applicato nel riconoscimento di colonie di batteri cresciuti su agar (Kammies et al., 2016) e sospensioni batteriche depositate su alluminio (Dubois et al., 2005).

In questo studio vengono analizzati batteri Gram positivi e Gram negativi rilevanti per l'industria casearia, con un esperimento preliminare condotto con *E. coli* e *B. subtilis*. I batteri sono stati cresciuti ​​in terreno liquido, successivamente rimosso lavando con tampone sterile e / o acqua. 10 µL di sospensione cellulare a diverse concentrazioni (1 - 10 densità ottica (O.D.) misurate a 600 nm) sono state fatte essiccare su superfici di acciaio inossidabile. I batteri essiccati sono stati analizzati utilizzando il microscopio iperspettrale su scala nanoscopica Cytoviva Vis-SWIR (ImSpector NIR, InGaAs Xeva Camera). L’intervallo NIR di questo microscopio è 870-1700 nm. Lo stesso campione è stato analizzato utilizzando lenti 10x (apertura numerica (N.A.) 0,25) e 50x (N.A 0,65), al fine di aumentare le informazioni spaziali. L'analisi iniziale delle componenti principali (PCA) ha mostrato un effetto importante della morfologia superficiale sulle immagini. Diversi approcci chemiometrici sono stati successivamente applicati e confrontati al fine di migliorare la classificazione dei batteri

**Parole chiave:** sicurezza alimentare, batteri, iperspettrale, spettrale, immagine, NIR.

**Ringraziamenti:** gli autori ringraziano la Science Foundation Ireland (SFI) per il finanziamento del progetto: ID 15 / IA / 2984 — HyperMicroMacro.

**BIBLIOGRAFIA**

Dubois, J., Neil Lewis, E., Fry, F.S., Calvey, E.M., 2005. Bacterial identification by near-infrared chemical imaging of food-specific cards. Food Microbiol. 22, 577–583. https://doi.org/10.1016/j.fm.2005.01.001

Kammies, T.L., Manley, M., Gouws, P.A., Williams, P.J., 2016. Differentiation of foodborne bacteria using NIR hyperspectral imaging and multivariate data analysis. Appl. Microbiol. Biotechnol. 100, 9305–9320. https://doi.org/10.1007/s00253-016-7801-4

Lelieveld, H.L.M., Holah, J.T., Napper, D., 2014. Hygiene in food processing: Principles and practice. Woodhead Publishing Limited.

Identification of dried bacteria related to dairy industry using NIR Spectral Imaging at different spatial scales

**V. Caponigro**1,2**, A. Herrero-Langreo**1,2**, M. Ferone**1,2**, L. Eastwood**2**,**

 **A. G. M. Scannell**2,3,4**, F. Marini**5**, A. A. Gowen\***1,2**.**

1 UCD School of Biosystems and Food Engineering, 2 UCD Institute of Food and Health, 3 UCD Center for Food Safety, 4 UCD School of Agriculture and Food Science UCD,

Belfield, Dublin, Ireland, vickycaponigro@ucdconnect.ie

5 Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, Rome, Italy,

federico.marini@uniroma1.it

 \*Corresponding author: prof. Aoife Gowen, aoife.gowen@ucd.ie

In food safety the standard method for evaluation of surface contamination involves swabbing the working surfaces and analysing the swab. (Lelieveld et al., 2014) The results of this methodology depend on the sampling scheme employed. The application of NIR spectral imaging (HSI) combined with chemometrics can recognise different types of food related bacteria introducing a spatial information absent using traditional approaches. Colonies of bacteria on agar (Kammies et al., 2016) and bacteria on aluminium (Dubois et al., 2005) have been identified using NIR HSI.

In this study, Gram positive and Gram negative bacteria of relevance to the dairy industry are analysed, with a preliminary experiment carried out using *E. coli* and *B. subtilis*. Bacteria were grown in liquid culture and culture media removed by washing with sterile buffer and/or water. 10 µL drops of cell suspension at different concentrations (1 - 10 optical density (O.D.) measured at 600 nm) were dried on stainless steel slides. The dried bacteria are were imaged using Cytoviva Vis-SWIR Nanoscale Hyperspectral Microscope (ImSpector NIR, InGaAs Xeva Camera). The NIR wavelength range of this microscope is 870-1700 nm. Each sample was scanned both by using 10x (numerical aperture (N.A.) 0.25) and 50x (N.A 0.65) lens, in order to increase the spatial information. Initial principal component analysis (PCA) showed the substantial effect of surface morphology on the spectral imaging data. Different chemometrics approaches were subsequently applied and compared in order to evaluate their performance on bacteria classification.

**Keywords:** food safety, bacteria, hyperspectral, spectral, imaging, NIR.

**Acknowledgements:** Authors gratefully acknowledges Science Foundation Ireland (SFI) under the investigators programme Proposal ID 15/IA/2984—HyperMicroMacro.

**REFERENCES**

Dubois, J., Neil Lewis, E., Fry, F.S., Calvey, E.M., 2005. Bacterial identification by near-infrared chemical imaging of food-specific cards. Food Microbiol. 22, 577–583. https://doi.org/10.1016/j.fm.2005.01.001

Kammies, T.L., Manley, M., Gouws, P.A., Williams, P.J., 2016. Differentiation of foodborne bacteria using NIR hyperspectral imaging and multivariate data analysis. Appl. Microbiol. Biotechnol. 100, 9305–9320. https://doi.org/10.1007/s00253-016-7801-4

Lelieveld, H.L.M., Holah, J.T., Napper, D., 2014. Hygiene in food processing: Principles and practice. Woodhead Publishing Limited.