Near infrared spectroscopy as a green technology for more sustainable analyses on intact olive and olive oil

Andrea Casson\*, Roberto Beghi, Valentina Giovenzana, Alessio Tugnolo, Ilaria Fiorindo, Riccardo Guidetti

1Department of Agricultural and Environmental Sciences - Production, Landscape, Agroenergy, Università degli Studi di Milano, via G. Celoria 2, 20133, Milano, Italy

\*Andrea Casson

The olive oil industry is a significant productive sector in the European Union and the related production process is characterized by practices and techniques associated with several adverse effects on the environment. Conventional ripeness analyses on olives, and quality analyses on olive oils, require different analytical tools, chemicals, sample preparation and are time consuming. Nowadays, the non-destructive optical method based on visible/near-infrared (vis/NIR) spectroscopy, representing a simple, rapid, and easy-to-use method to predict olive and olive oil quality parameters (Salguero-Chaparro et al., 2013; Marquez et al., 2005), could be the solution to reduce solvents and energy consumption in laboratory. The aim of the work is to evaluate the environmental impact of the use of optical vis/NIR technologies for analytical assessment in comparison to chemical analyses performed on olives and olive oils. Applying the Life Cycle Assessment method, the functional unit was identified in the analysis service provided by the laboratory. An approach “from cradle to grave” considered all the inputs and outputs of each analysis, enclosing machineries, reagents and energy necessary for analyses. Results showed that the hotspots for the chemical analyses are identified in the energy required from the machineries and in the chemicals used, while for the optical one, the main responsible of the impacts are the calibration activities. A comparison between impacts of chemical and optical methods performed on olives showed an average gap of 15 times, the same comparison performed between olive oils analyses identified a gap equals to 36 times. These gaps can increase considering a higher number of samples analysed during the life cycle of the vis/NIR device and/or implementing predictive models capable to estimate a wider number of parameters simultaneously. Overall, quantifying the environmental damage, the results showed clear advantages for optical analysis defining spectroscopy as green technology.

**Keywords:** Spectrophotometer, LCA, quality control, non-destructive analysis, optical

**Acknowledgements:** This work has been supported by AGER 2 Project, grant n° 2016-0105.

REFERENCES

Salguero-Chaparro, L.; Baeten, V.; Fernández-Pierna, J.A.; Peña-Rodríguez, F. Near infrared spectroscopy (NIRS) for on-line determination of quality parameters in intact olives. Food Chem. 2013, 139, 1121–1126.

Marquez, A.J.; Díaz, A.M.; Reguera, M.P. Using optical NIR sensor for on-line virgin olive oils characterization. Sens. Actuator. B Chem. 2005, 107, 64–68.

La spettroscopia nel visibile e vicino infrarosso come tecnologia *green* per analisi più sostenibili su campioni di olive e di olio d’oliva

Andrea Casson\*, Roberto Beghi, Valentina Giovenzana, Alessio Tugnolo, Ilaria Fiorindo, Riccardo Guidetti

1Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università degli Studi di Milano, via G. Celoria 2, 20133, Milano, Italia

\*Andrea Casson

La filiera olivicola olearia occupa un posto rilevante a livello Europeo ed è costituita da diverse pratiche e tecniche associate a effetti negativi sull'ambiente. Le analisi convenzionali effettuate sulle olive per il monitoraggio di indici di maturazione e quelle qualitative effettuate su campioni di olio necessitano di diversi strumenti analitici, sostanze chimiche, preparazione del campione oltre a richiedere lunghi tempi d’esecuzione. Attualmente l’utilizzo di strumentazione ottica, non distruttiva, basata sulla spettroscopia del visibile/vicino infrarosso (vis/NIR) rappresenta un metodo semplice, rapido e facile da usare per prevedere i parametri di qualità di olio e olive (Salguero-Chaparro et al., 2013; Marquez et al., 2005) e potrebbe rappresentare la soluzione per ridurre i reagenti chimici e i consumi energetici nei laboratori di analisi. Questo lavoro si pone come obiettivo quello di valutare l'impatto ambientale dell'utilizzo di tecnologie ottiche e delle analisi chimiche eseguite su campioni di olive e olio. È stato applicato il metodo Life Cycle Assessment, scegliendo come unità funzionale il servizio di analisi fornito dal laboratorio. Un approccio “dalla culla alla tomba” ha permesso di considerare tutti gli input e gli output di ogni analisi: le attrezzature, i reagenti, l’energia elettrica e i prodotti monouso. I risultati hanno mostrato che gli impatti derivanti dalle analisi chimiche dipendono maggiormente dall'energia elettrica richiesta dai macchinari e dai reagenti chimici mentre, per quella ottica, gli impatti sono derivanti maggiormente dall’attività di calibrazione dei modelli. Un confronto tra le analisi effettuate su campioni di olive ha mostrato come l’analisi ottica impatti in media 15 volte meno rispetto a quelle chimiche, lo stesso confronto eseguito tra le due metodologie di analisi su campioni di olio ha identificato un rapporto di 36 volte. Aumentando il numero di campioni analizzati durante il ciclo di vita della strumentazione ottica e/o implementando modelli predittivi in grado di stimare contemporaneamente un numero più ampio di parametri, è possibile raggiungere rapporti ancora più alti. Quantificando gli impatti ambientali, i risultati hanno mostrato chiari vantaggi nell’esecuzione di analisi tramite metodologia ottica potendo definire così la spettroscopia come Green Technology.

**Keywords:** Spettrofotometro, LCA, controllo qualità, analisi non distruttiva

**Acknowledgements:** Il lavoro è stato supportato dal Progetto AGER 2, finanziamento n° 2016-0105.

REFERENCES

Salguero-Chaparro, L.; Baeten, V.; Fernández-Pierna, J.A.; Peña-Rodríguez, F. Near infrared spectroscopy (NIRS) for on-line determination of quality parameters in intact olives. Food Chem. 2013, 139, 1121–1126.

Marquez, A.J.; Díaz, A.M.; Reguera, M.P. Using optical NIR sensor for on-line virgin olive oils characterization. Sens. Actuator. B Chem. 2005, 107, 64–68.