**Stand-alone LED sensors for future field monitoring of grape** **(Vitis vinifera L.) ripeness**

Alessio Tugnolo\*, Valentina Giovenzana, Roberto Beghi, Andrea Casson, Alessia Pampuri, Riccardo Guidetti, and i-GRAPE Consortium

Department of Agricultural and Environmental Sciences (DiSAA), Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133 Milano, Italy

The i-GRAPE Consortium is integrated by the above-mentioned entity and:

1. INL, International Iberian Nanotechnology Laboratory, Av. Mestre José Veiga s/n, 4715-330 Braga, Portugal
2. Sogrape Vinhos S.A., Rua 5 de outubro, 4527, Avintes, 4430-852, Portugal
3. INESC MN - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores – Microsistemas e Nanotecnologias, Lisbon, Portugal
4. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Germany
5. AUTOMATION SRL, Milan, Italy

\*Corresponding author

The grape ripening until the harvest is a crucial issue since berry quality is closely related to it. The research for non-destructive methods, which could explore many samples and give a rapid and comprehensive overview of ripening is helpful. Anyway, monitoring large areas requires the collection of several data derivable from the grape which would be useful for a local scale mapping of the ripening and for multi-year management of the grapevine. Although the literature reports different works regarding optical hand-held systems capable to check the status of the grape, these instruments are incompatible with the data necessary for large monitoring campaigns. In this context, a stand-alone and cost-effective optical device was designed, built and tested with the goal to support growers in planning the optimal harvest date and to improve the vineyard management, following a viticulture 4.0 concept.Hence, a first prototype version of a fully integrated optical device incorporating different components (photodiodes, LEDS and electronics) was developed by INL under the scope of I-Grape consortium. Each module is equipped with four detection channels for optical measurements in the Vis and SW-NIR ranges.The optical data were collected on grape berries in a commercial vineyard owned by Sogrape, using the prototype and one commercial handheldspectrometer which works among 400 and 1000 nm, with a resolution of 0.3 nm. As reference values, the common technological and phenolic parameters were analysed on each sample. Results were encouraging underlining a small loss of information for the MLR models employing the prototypes compared to the PLS models calculated using the commercial spectrometer.

**Keywords:** Vis/NIR spectroscopy, simplified system, sensors, chemometrics

**Acknowledgments:** This work was supported by the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 825521.

**Sensori LED autonomi per un futuro monitoraggio della maturazione dell’uva (Vitis vinifera L.)**

Alessio Tugnolo1\*, Valentina Giovenzana1, Roberto Beghi1, Andrea Casson1, Riccardo Guidetti1 and i-GRAPE Consortium

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali (DiSAA), Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133 Milano, Italy

The i-GRAPE Consortium is integrated by the above-mentioned entity and:

1. INL, International Iberian Nanotechnology Laboratory, Av. Mestre José Veiga s/n, 4715-330 Braga, Portugal
2. Sogrape Vinhos S.A., Rua 5 de outubro, 4527, Avintes, 4430-852, Portugal
3. INESC MN - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores – Microsistemas e Nanotecnologias, Lisbon, Portugal
4. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Germany
5. AUTOMATION SRL, Milan, Italy

\*Corresponding author

Il monitoraggio sistematico della maturazione delle uve da vino è fondamentale per una migliore gestione del vigneto e di conseguenza per le caratteristiche qualitative del prodotto finito poiché dipendono fortemente dalla qualità delle bacche conferite in cantina. La letteratura presenta diversi lavori che dimostrano la capacità dei sistemi ottici portatili in grado di verificare lo stato dell'uva agevolando la gestione e riducendo i costi. Risulta interessante e necessario avere a disposizione anche un’opportuna quantità di dati per una mappatura su scala locale della maturazione tra le diverse zone della vigna con il fine di migliorare la gestione pluriennale del vigneto. Pertanto, è stato progettato, costruito e testato un sensore autonomo a basso costo con l'obiettivo di supportare i coltivatori nella pianificazione del momento di raccolta ottimale in base al grado di maturazione dell'uva seguendo un nuovo concetto di gestione della viticoltura in chiave 4.0. Una prima versione di dispositivi ottici completamente integrati (fotodiodi, filtri, LED, componentistica ottica) dotati di 4 canali specifici nel visibile e nel SW-NIR sono stati progettati per acquisire dati ottici in scala di laboratorio e direttamente in campo. Le analisi ottiche sono state eseguite sui grappoli d'uva utilizzando i prototipi e uno spettrometro portatile commerciale dotato di 2048 lunghezze d'onda comprese tra 400 e 1000 nm, con una risoluzione di 0,3 nm. Inoltre, due prototipi sono stati collocati all'interno di ogni grappolo in 10 diverse zone del vigneto con il fine di ottenere un valore medio rappresentativo dell'intero vigneto. Le classiche analisi di laboratorio, relative ai parametri tecnologici e fenolici, sono state effettuate e utilizzate come analisi di riferimento. I risultati evidenziano una lieve perdita di informazioni per i modelli MLR, sviluppati dai prototipi rispetto ai modelli PLS calcolati usando le 2048 lunghezze d'onda dello spettrofotometro vis/NIR portatile.

**Parole chiave:** spettroscopia vis/NIR, sistemi semplificati, sensori, chemiometria

**Ringraziamenti**: Il lavoro è stato finanziato dal programma di ricerca e innovazione European Union’s Horizon 2020 nell'ambito del progetto n. 825521.