

LeafStyle

Quality production from Qualità partendo dal
plant wellness. benessere della pianta





Contact / Contatto

Lorenzo Baldacci & Luca Masini
lorenzo.baldacci@nano.cnr.it
+39 349 5641398
+39 050 509504





PRECISION FARMING

YIELD ENGINEERING
PROFIT ORIENTED



FOOD QUANTITY

We believe quality starts from the plant, from its Lifestyle, from its wellness, in order to create a farm growth model in which plant and food quality are the real revenue.



PLANT WELLNESS

PLANT LIFESTYLE
PLANT QUALITY



FOOD QUALITY

Noi crediamo che la qualità inizia dalla pianta, dal capire il suo stile di vita, il suo benessere, al fine di creare un modello di crescita agricola in cui il ritorno dell'investimento si misura sulla qualità del prodotto.



PLANT WELLNESS

=

LEAF WATER CONTENT



Plant wellness means leaf health, which results from its correct water balance.

An easy and non-invasive tool for monitoring plant leaves would bring plant physiology to the next level, and would enable the farmer to get even more in contact with his own plants, so he can make the right decisions to give them the best life quality.

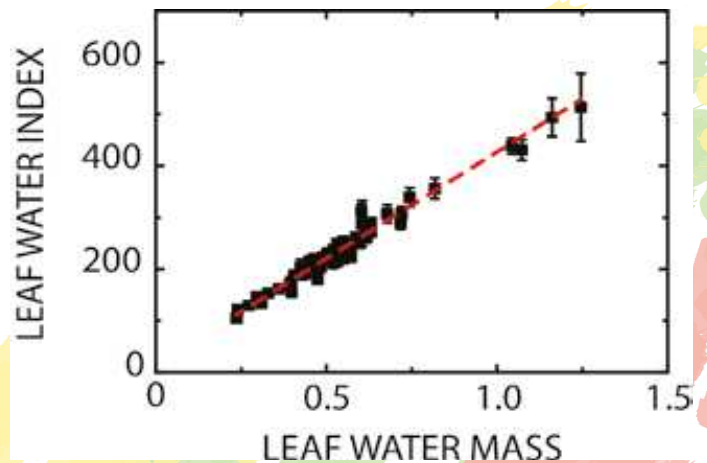
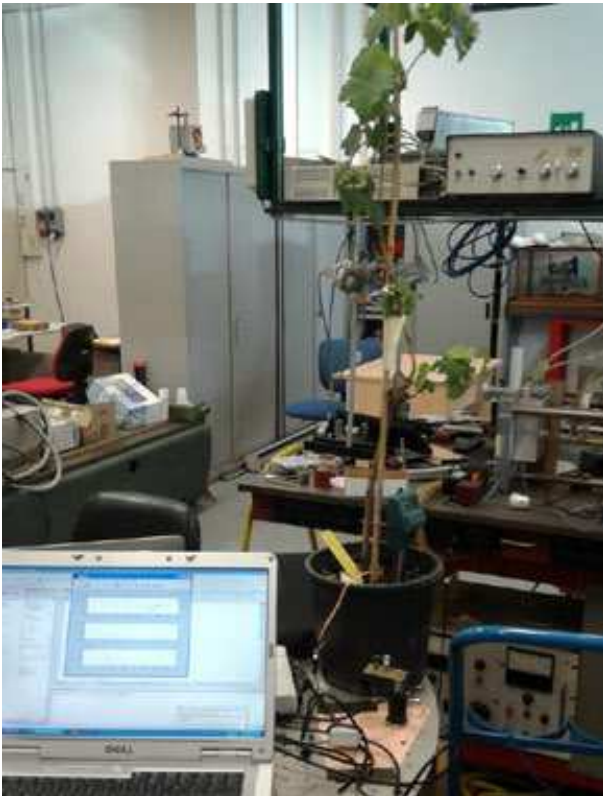
To this aim, our Terahertz Enhanced Vision system combines classic machine vision with cutting-edge terahertz spectroscopic techniques in a single tool which is simple, fast, and reliable.

Benessere della pianta significa salute dalle foglie, che è conseguenza di un corretto bilanciamento della risorsa idrica.

Uno strumento semplice e non invasivo per monitorare le foglie darebbe al coltivatore la possibilità di entrare più in contatto con le sue piante, e prendere le giuste decisioni per garantire loro la migliore qualità di vita.

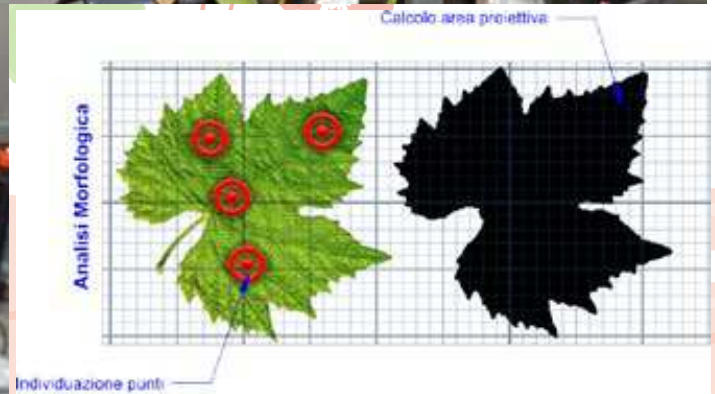
Per questo scopo il nostro sistema Terahertz Enhanced Vision combina in un unico strumento la tecnologia standard di visione con un'innovativa spettroscopia terahertz.

TECHNOLOGY READINESS LEVEL: 4



La tecnologia è stata validata in laboratorio su diverse specie di piante. Ad esempio, il grafico mostra il contenuto di acqua di tutte le foglie pienamente sviluppate prese da sei diverse piante di vitis vinifera L, varietà 'Colorino'

The technology has been validated in a laboratory environment, showing its robustness when checking different plants. The graph shows the leaf water content of all the fully developed leaves from six different plants of vitis vinifera L, cv 'Colorino'.



RESEARCH

Non-invasive absolute measurement of leaf water content using terahertz quantum cascade lasers

Lorenzo Baldacci^{1†}, Mario Pagano^{2*†}, Luca Masini¹, Alessandra Toncelli⁴, Giorgio Carelli³, Paolo Storchi² and Alessandro Tredicucci⁴

*Correspondence:
mario.pagano@crea.gov.it
² CREA, Unità di ricerca per la
viticoltura, Viale Santa Margherita
80, 52100 Arezzo, Italy
Full list of author information is
available at the end of the article
[†]Equal contributor

Abstract

Background: Plant water resource management is one of the main future challenges to fight actual climatic changes. The knowledge of the plant water content could be indispensable for water saving strategies. Terahertz spectroscopic techniques are particularly promising as a non-invasive tool for measuring leaf water content, thanks to the high water sensing selectivity. Terahertz quantum cascade lasers (THz QCL) are one of the most successful sources of THz radiation.

Results: Here we present a new method which improves the precision of THz techniques by combining a transmission measurement performed using a THz QCL source, with simple pictures of leaves taken by an optical camera. As a proof of principle, we performed transmission measurements on six plants of *Vitis vinifera* L. (cv "Colorino"). We found a linear law which relates the leaf water mass to the product between the leaf optical depth in the THz and the projected area. Results are in optimal agreement with the proposed law, which reproduces the experimental data with 95% accuracy.

Conclusions: This method may overcome the issues related to intra-variety heterogeneities and retrieve the leaf water mass in a fast, simple, and non-invasive way. In the future this technique could highlight different behaviours in preserving the water status during drought stress.

Keywords: Terahertz quantum cascade laser; water content; draught stress; *Vitis vinifera* L.



UNIVERSITA' DI
PISA



The Leafstyle technology was recently patented, and it is in publication on the international scientific journal 'Plant Methods'.

La tecnologia Leafstyle è stata brevettata ed è in pubblicazione sulla rivista scientifica internazionale 'Plant Methods'.

APPLICATION

The **Terahertz Enhanced Vision (TEV)** system can be fruitfully employed in field or in lab. In field, TEV can be employed to make life quality maps which can help the farmer to make rapid interventions or to divide his products by plant lifestyle, in order to guarantee high added value to the product. Therefore, its most natural application is found for high value cultivars, where quality is key to obtain higher prices, such as viticulture or plant nursery.

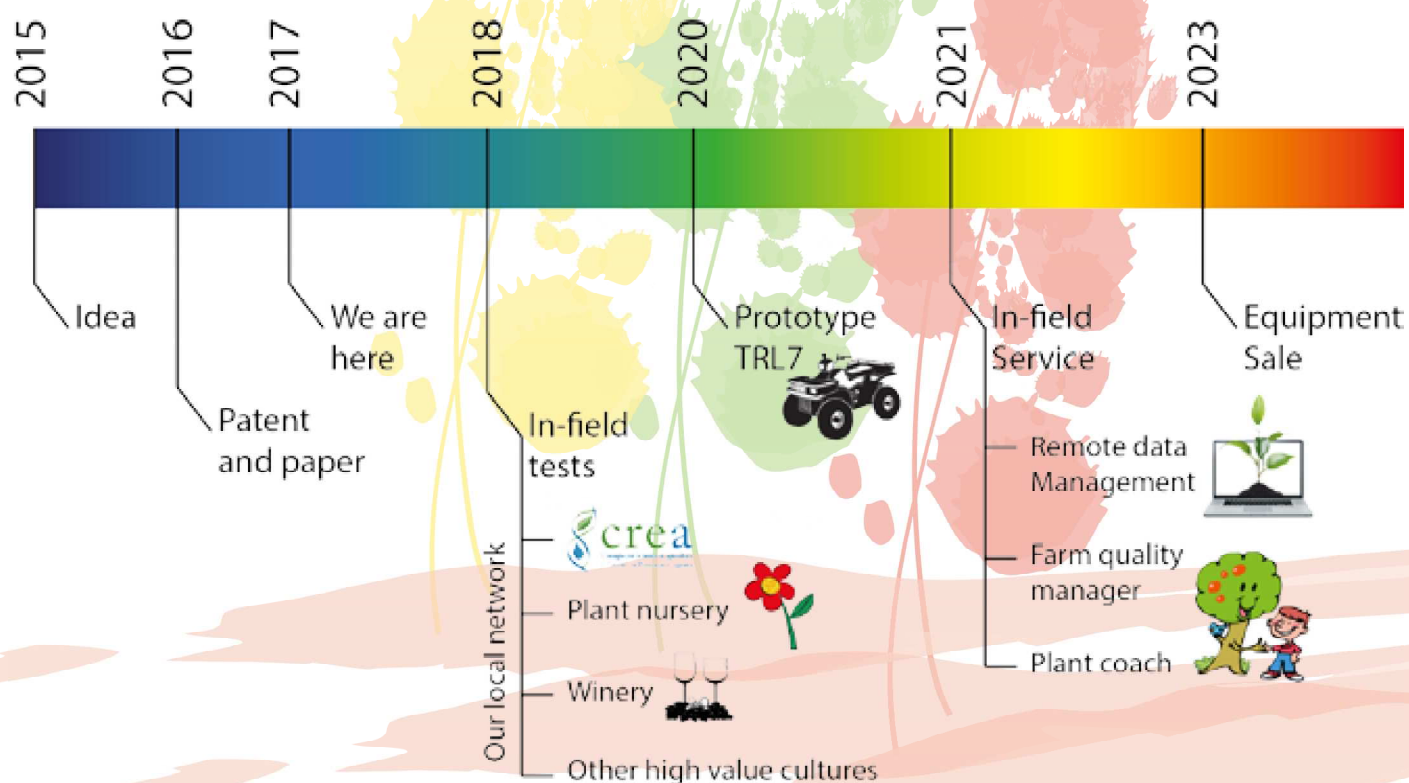
TEV can also help researchers to gain more insight in plant phenotyping, by monitoring water dynamics and water stress response strategies.



Il sistema Terahertz Enhanced Vision (TEV) può trovare applicazione sia in campo che in laboratorio. In campo potrà aiutare l'operatore a decidere interventi tempestivi o a selezionare le piante in base al loro stile di vita per massimizzare il valore aggiunto del prodotto. Il sistema ha la sua massima resa nella coltivazioni dove si ricerca il massimo in termini di qualità del prodotto come nella viticoltura o la vivaistica di piante ornamentali.

TEV può anche aiutare i ricercatori a migliorare la fenotipizzazione della piante, grazie al monitoraggio della dinamica di idratazione e delle risposte allo stress idrico.

FUTURE DEVELOPMENT



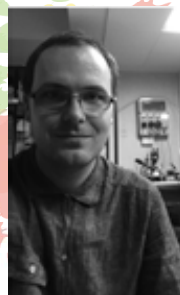


Lorenzo Baldacci è assegnista di ricerca presso l'Istituto Nanoscienze del CNR. Da 3 anni si occupa di sensori ottici in collaborazione con Alessandro Tredicucci. Attualmente è coordinatore del progetto Terafilm, in partnership con Irplast Spa.

Lorenzo Baldacci is research fellow at Istituto Nanoscienze, CNR. He has focused on optical sensors for 3 years in collaboration with Alessandro Tredicucci. He is coordinator for the project Terafilm, in partnership with Irplast Spa.

Mario Pagano è assegnista di ricerca presso l'unità viticoltura del CREA di Arezzo, dove collabora con Paolo Storchi. Si occupa principalmente di sistema vascolare delle foglie, scambi gassosi e stress abiotici.

Mario Pagano is research fellow at the CREA viticulture unit in Arezzo, where he collaborates with Paolo Storchi. He deals with leaf vascular systems, gas exchanges and abiotic stress.



Luca Masini è attualmente assegnista di ricerca presso l'Istituto Nanoscienze del CNR. Da 8 anni lavora con Alessandro Tredicucci sullo sviluppo di sorgenti Terahertz e allo sviluppo tecnologia per l'applicazione del Terahertz al mondo della sensoristica come per applicazini Lab-On-a-Chip, sistemi di imaging o analisi in-vivo.

Luca Masini is actually research fellow at Istituto Nanoscienze, CNR. from 8 years is working with Alessandro Tredicucci on developing terahertz sources and develop technology for the application of terahertz to the world of sensors such applicazini Lab-On-a-Chip, imaging systems or in-vivo analysis.

Alessandra Toncelli è professore associato presso il dipartimento di fisica dell'università di Pisa. La sua attività di ricerca conta più di 160 pubblicazioni internazionali e tre progetti nazionali. Dal 2014 è collaboratrice di Alessandro sulle tematiche di spettroscopia dei materiali.

Alessandra Toncelli is Associate Professor at Dipartimento di Fisica, University of Pisa. Her activity counts on more than 160 international publications and three national grants. She collaborates with Alessandro Tredicucci on material spectroscopy since 2014.



Giorgio Carelli è ricercatore presso il dipartimento di fisica dell'università di Pisa. La sua attività si basa sulla fisica dei laser, e conta collaborazioni con l'istituto di metrologia di Torino e il progetto OPERA. E' socio fondatore della società Marwan Technology.

Giorgio Carelli is researcher at Dipartimento di Fisica, University of Pisa. His activity is focused on laser physics. He collaborated with metrology institute of Torino and OPERA project. He is founder member of the Marwan Technology company.

Paolo Storchi è direttore dell'unità viticoltura del Consiglio Ricerche Agrarie (CREA), Arezzo. Dal 2006 è Accademico ordinario dell'Accademia Italiana della Vite e del Vino. Attualmente è valutatore dei progetti di ricerca per la regione Toscana e vanta numerose collaborazioni con il MAF e il CNR.

Paolo Storchi is Director of the CREA Viticulture Unit in Arezzo. He is Full Academic for Accademia Italiana della Vite e del Vino. Actually he is research advisor for Regione Toscana and collaborates with several projects from MAF and CNR.



Alessandro Tredicucci è professore ordinario presso il dipartimento di fisica dell'Università di Pisa. Nel 2002 ha realizzato il primo laser terahertz a semiconduttore, che può essere considerato una pietra miliare nel campo dell'optoelettronica. La sua attività di ricerca gli ha valso 300 pubblicazioni internazionali, numerosi premi (per esempio il Nick Holonyak Jr. award of the Optical Society of America), nonché finanziamenti europei, per esempio due finanziamenti FET (Future and emergent technologies) nel 2016.

Alessandro Tredicucci is full professor at Dipartimento di Fisica, University of Pisa. In 2002 he developed the world first terahertz semiconductor laser. His research activity counts of 300 international publications, many awards (such as Nick Holonyak award of the Optical Society of America) and EU grants, such as two FET (future and emergent technologies) in 2016.