

# Agrifood and Cultural Heritage



## RICERCATORI

Claudio Rossi  
Gabriella Tamasi  
Michele Baglioni  
Duccio Tatini  
Raffaello Nardin  
Sara Costantini  
Giacomo Fattori

## DIPARTIMENTO

Dipartimento di Biotecnologie,  
Chimica e Farmacia

## LABORATORIO

Agrifood and Cultural Heritage

## L'attività di ricerca



### **Chimica agroalimentare – analisi della componente inorganica, metabolomica e caratterizzazione dell'origine geografica**

Analisi della frazione minerale (contenuto di metalli e metalloidi in bulk, traccia e ultra traccia) di campioni di suolo (focus su terreni di oliveta e di vigna) e di prodotti dell'intera filiera olivicola e vitivinicola (foglie, frutti, prodotto finito) al fine di studiare la correlazione fra territorio e prodotto commerciale.

Analisi di metaboliti secondari mediante HPLC DAD e MS dei prodotti dell'intera filiera olivicola e vitivinicola (analisi di estratti idro-alcologici di foglie, frutti e prodotti finiti) al fine di studiare le differenti varietà e le origini geografiche di prodotti come olio e vino.

Analisi di composti organici in matrici vegetali (foglie e frutti, in particolare di olivo e vite) ed in prodotti finali destinati al commercio (olio e vino) tramite spettrometria di massa basata su tecnologia orbitrap® e spettrometria di massa IR-MS IR-MS (*isotopic ratio mass spectrometry*). Combinazione di approcci di tipo *targeted* ed *untargeted* per la determinazione di composti chiave al fine di individuare l'origine geografica dei prodotti delle filiere agroalimentari, attraverso l'utilizzo di metodi statistici e chemiometrici.

Analisi della struttura chimica e molecolare di matrici vegetali e prodotti finali mediante spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR), al fine di individuare la presenza di metaboliti marker per lo studio della correlazione tra origine geografica, cultivar diversi, effetti ambientali sulle proprietà finali dei prodotti commerciali appartenenti alle diverse filiere agroalimentari.

Spettroscopia di fluorescenza 3D per l'acquisizione ed interpretazione di mappe di fluorescenza con lo scopo di determinare la presenza di particolari metaboliti contenenti gruppi cromofori (clorofille, polifenoli) all'interno di matrici vegetali e prodotti commerciali, utili al monitoraggio di diversi parametri come ad esempio stato vegetativo delle piante, alterazioni o manomissioni di prodotti agricoli e alimentari e discriminazione dell'origine geografica.

L'attività  
di ricerca



## Chimica dei beni culturali

L'attività di ricerca in questo ambito si muove su due fronti paralleli. Da una parte si hanno lo sviluppo e la caratterizzazione di sistemi e materiali innovativi per il restauro e la conservazione, mentre dall'altra la diagnostica e lo studio dei materiali costituenti gli oggetti d'arte, allo scopo di individuarne la natura chimica, lo stato di conservazione e, conseguentemente, di suggerire strategie idonee all'intervento da parte degli operatori qualificati.

La gamma di strumenti a disposizione del gruppo permette di operare una caratterizzazione completa e approfondita delle proprietà chimico-fisiche dei materiali. La sinergia con le attività di ricerca sul fronte ambientale/agroalimentare permette inoltre di effettuare analisi chemiometriche particolarmente utili nello studio, per esempio, di reperti archeologici.

Disegni e  
Immagini



ICP-MS Agilent 8900 e auto-campionatore



HPLC Dionex UltiMate 3000 con auto-campionatore accoppiato a Thermo Scientific LTQ XL MS



Mineralizzatore a microonde ETHOS Easy

Disegni e  
Immagini



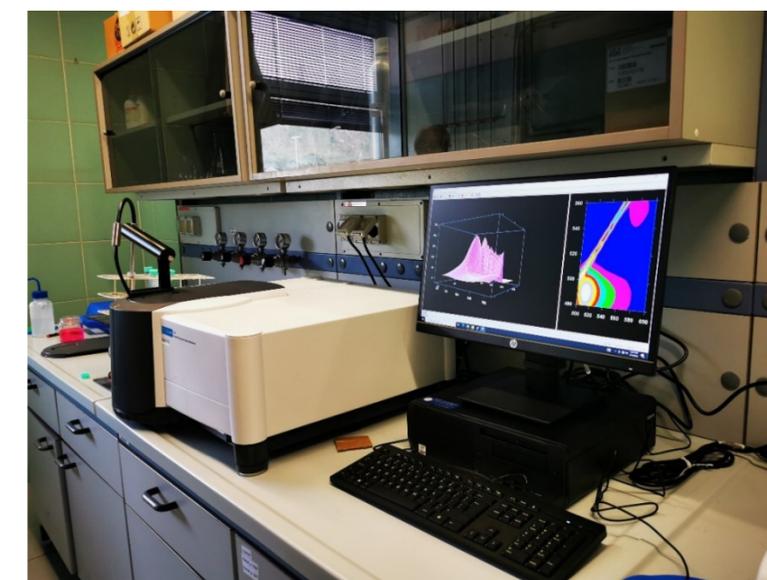
Orbitrap (Exploris 240, Thermo-Fischer)



IR-MS (Delta Q, Thermo-Fischer)

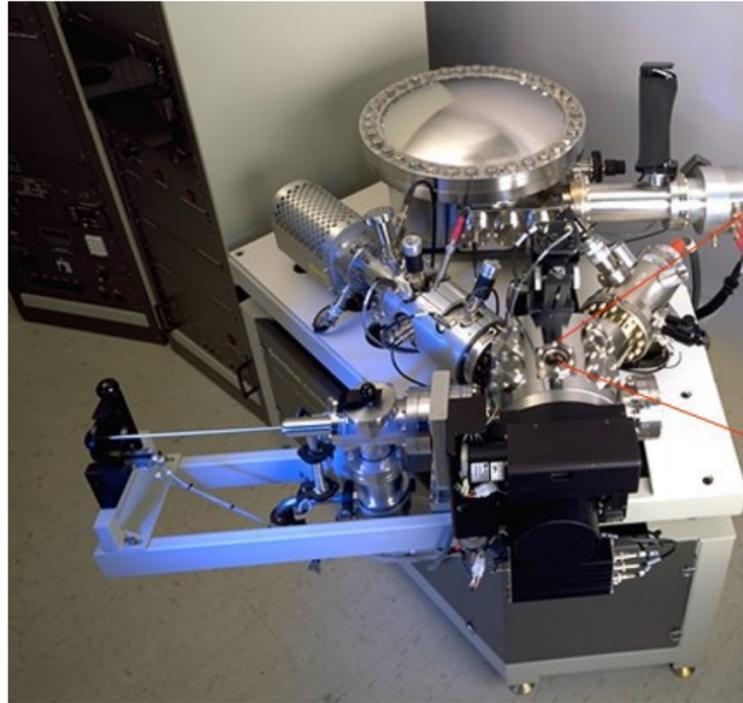


NMR (Advance - 600 MHz, Bruker) con  
autocampionatore a 24 posizioni



Spettrofluorimetro (Cary Eclipse, Agilent)

Disegni e  
Immagini



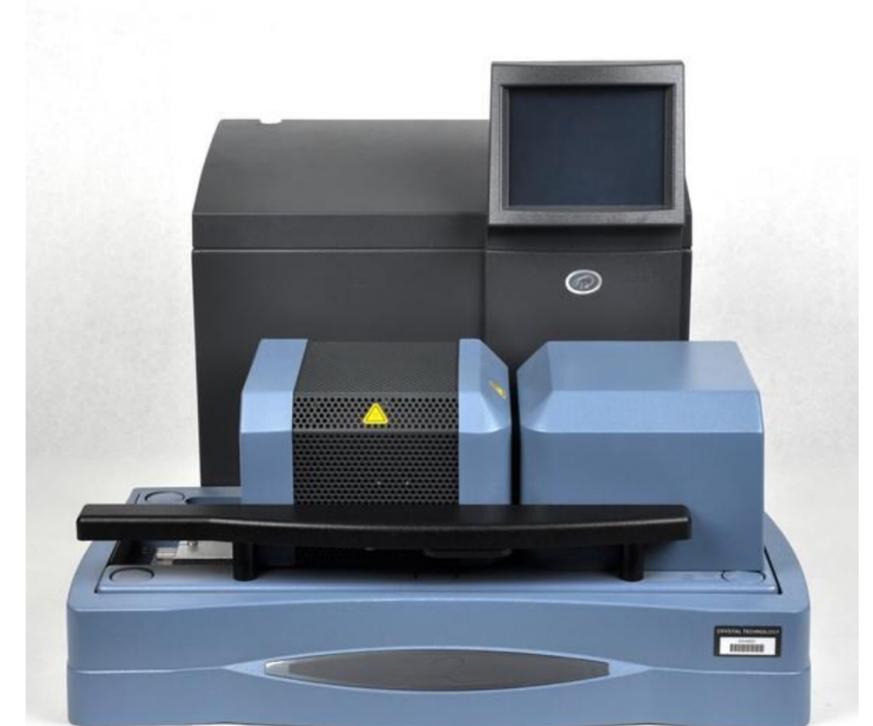
ToF-SIMS (Trift III, Physical Electronics)



ATR-FTIR (iS-10, Thermo-Fischer)

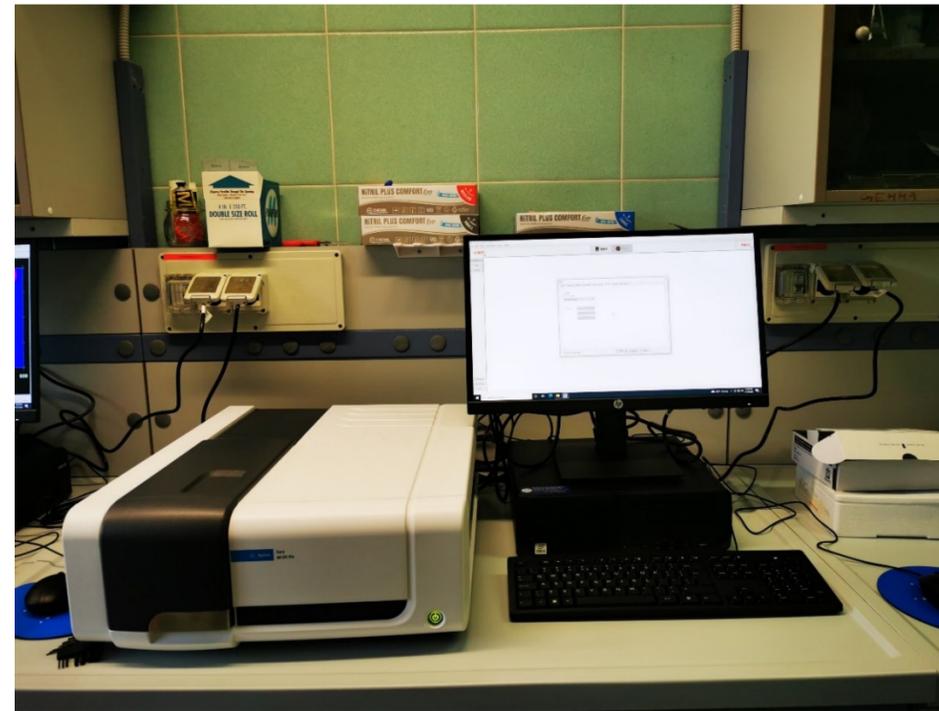


DSC (TA Instruments)

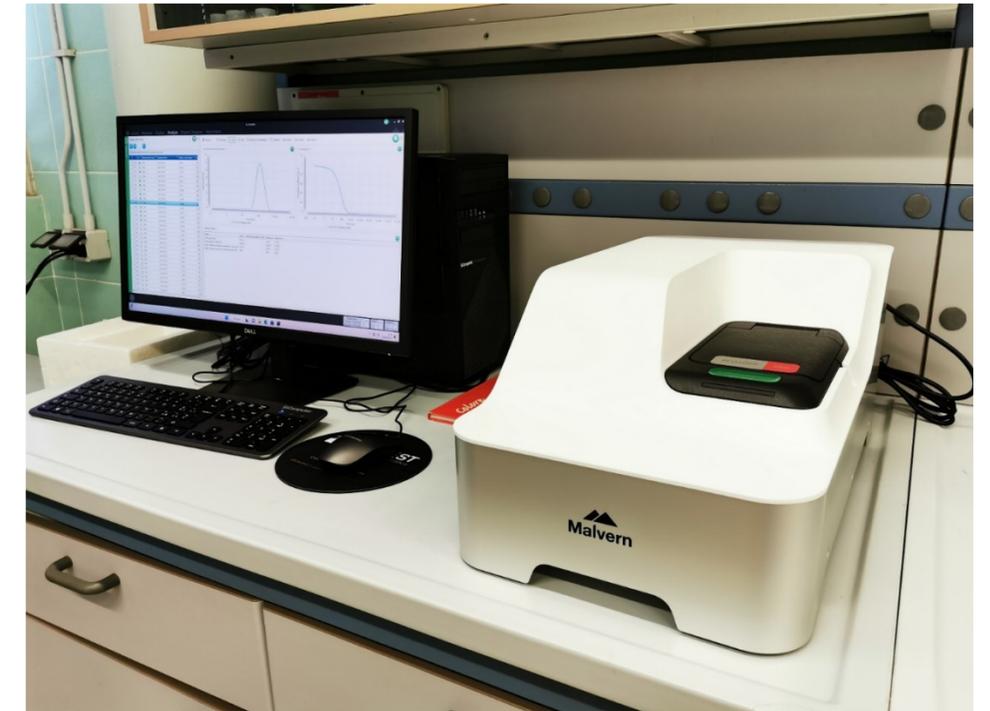


TGA (TA Instruments)

Disegni e  
Immagini



Spettrofotometro UV-Vis (Agilent)



Dynamic light scattering (DLS,  
Malvern)



XRF (Tracer 5g, Bruker)



Reometro (TA Instruments)

## Strumenti, Tecnologie e Servizi



ICP-MS: I campioni (tal quali o già mineralizzati mediante attacco acido in miscela ossidante) possono essere analizzati al fine di quantificare il contenuto di metalli per controllo qualità e per identificare l'origine geografica del prodotto (EVOO o Vino Chianti).

HPLC-DAD/MS: analisi di metaboliti secondari (e.g. polifenoli) per il controllo qualità (e.g. identificare la percentuale di determinate varietà all'interno di un blend di olio) e per la zonazione di prodotti agricoli.

ORBITRAP®: permette la rilevazione ad alta risoluzione di composti organici nei campioni vegetali (foglie, frutti), facilitando la comprensione della complessità molecolare e contribuendo allo studio metabolomico delle matrici. L'analisi statistica dei risultati, con metodi multivariati in primis, permette di contribuire in maniera cruciale alla determinazione dell'origine geografica dei prodotti delle filiere agroalimentari.

IR-MS: La spettrometria di massa IR-MS (isotopic ratio mass spectrometry) consente di misurare i rapporti isotopici di elementi leggeri come H, C, N, O e S, fornendo informazioni cruciali sulla provenienza geografica e sulle caratteristiche metaboliche dei campioni analizzati.

## Strumenti, Tecnologie e Servizi



NMR: La spettroscopia di risonanza magnetica nucleare può essere utilizzata per esplorare la struttura molecolare e ottenere dettagli sulla composizione chimica delle matrici vegetali (foglie, frutti) e dei prodotti finali (vino, olio), contribuendo in maniera importante all'analisi metabolomica dei campioni. Gli spettri possono essere analizzati e utilizzati per successive analisi che includono metodi chemiometrici, quali l'analisi multivariata, particolarmente efficienti nel contesto dello studio dell'origine geografica dei prodotti delle filiere agroalimentari

SPETTROFLUORIMETRIA: Tale tecnica permette di misurare la fluorescenza emessa da estratti vegetali (da foglie o frutti) sottoposti a opportuna eccitazione luminosa. Le mappe eccitazione-emissione di fluorescenza possono essere poi analizzati con modelli statistici, quali – tipicamente – la metodologia PARAFAC, che permette di ottenere informazioni rilevanti sul profilo metabolomico delle matrici investigate

XRF: Tale strumentazione, portatile e quindi utilizzabile anche sul campo, permette l'identificazione e la quantificazione – tramite opportuna calibrazione – degli elementi presenti nei campioni, consentendo analisi rapide ed efficienti di suoli, foglie e frutti. Particolarmente efficace nell'analisi di metalli e metalloidi, la tecnica della fluorescenza a raggi X si configura come un'alternativa versatile, pratica e complementare alla tecnica ICP-MS.

Può essere utilizzata in maniera molto efficace anche nell'analisi di beni culturali, in archeometria e su matrici pittoriche, per lo studio di patine di alterazione, pigmenti, leghe metalliche, ecc.

## Strumenti, Tecnologie e Servizi



TOF-SIMS: La spettrometria di massa Tof-SIMS è una potente tecnica analitica di superficie, in grado di rilevare elementi e frammenti molecolari in matrici solide di qualsiasi composizione, con elevata sensibilità. Anche in questo caso è possibile eseguire applicare metodi statistici multivariati all'analisi degli spettri di massa, prelevati sia dalla superficie esterna di frutti o foglie che da sezioni delle stesse.

Tale tecnica può essere utilizzata anche per l'analisi di beni culturali, per l'individuazione di leganti organici, per la caratterizzazione di matrici metalliche, ceramiche o in generale per l'analisi microinvasiva e non distruttiva di campioni di varia natura.

ATR-FTIR: Questa tecnica spettroscopica è una delle più versatili e potenti tecniche di indagine per l'analisi chimica di matrici complesse, organiche e inorganiche, di cui si voglia conoscere la composizione, in termini di gruppi molecolari presenti. Efficace nell'individuazione di sali nelle patine di alterazione, pigmenti, leganti pittorici, rivestimenti polimerici, adesivi, può essere utilizzata anche come strumento diagnostico per la valutazione dello stato conservativo di un materiale, o per la determinazione dell'esito di un intervento di pulitura.

DSC: Questa tecnica calorimetrica permette di ottenere informazioni sulle proprietà termiche e sui passaggi di stato del campione. È una tecnica efficace per la caratterizzazione chimico fisica di sistemi polimerici e gel e può essere utilizzata sia nello sviluppo di nuovi materiali che nello studio di campioni prelevati da opere d'arte.

## Strumenti, Tecnologie e Servizi



TGA: La termogravimetria permette di monitorare la perdita di peso di un campione sottoposto a una rampa termica. Particolarmente rilevante per monitorare i processi di degrado (termico e non solo) di materiali organici (polimeri) e inorganici (sali), è una tecnica estremamente sensibile, che – pur essendo distruttiva – necessita di una quantità minima di campione, ed è quindi molto indicata per l'analisi nell'ambito della conservazione dei beni culturali.

Spettrofotometria UV-Vis: Questa tecnica estremamente versatile gode di innumerevoli applicazioni in quasi ogni ambito scientifico e anche nel campo dei beni culturali può essere utilizzata sia come strumento diagnostico (presenza e/o quantificazione di sali o composti con assorbimenti specifici in miscele incognite), o per la caratterizzazione nello sviluppo di nuovi materiali.

Reometria: Le analisi reologiche rappresentano uno step fondamentale della caratterizzazione chimico fisica di sistemi viscosi o viscoelastici, come soluzioni polimeriche, film polimerici, gel e simili. Nel campo dei beni culturali, il principale impiego di questa tecnica riguarda lo sviluppo di nuovi materiali.

## Possibili applicazioni e collaborazioni



### **Agroalimentare**

Collaborazione nel contesto del Progetto AGRITECH finanziato dal PNRR con numerose aziende del territorio toscano per l'analisi dei loro prodotti con le tecniche sopracitate.

Possibilità di estendere l'utilizzo delle tecniche menzionate ad altri prodotti di filiere agricole e alimentari diverse da vite/vino e olivo/olio, allargando il focus di analisi di tipo inorganico e studio metabolomico.

Coinvolgimento di associazioni di categoria di produttori provenienti da filiere diverse per lo studio della qualità delle materie prime e prodotti finali destinati alla commercializzazione.

### **Beni Culturali**

Collaborazione nell'ambito del progetto di restauro della copia della Fonte Gaia di Tito Sarrocchi (Piazza del Campo, Siena), tramite una campagna di analisi che ha mostrato la composizione chimica delle patine di alterazione, rimosse tramite azione meccanica/laser.

In futuro potranno essere attivate collaborazioni simili e/o progetti di ricerca volti allo studio e alla caratterizzazione di campioni provenienti da opere d'arte in restauro o allo sviluppo di nuove strategie di conservazione.

Per maggiori informazioni



## Ufficio di Trasferimento Tecnologico dell'Università di Siena

Sede: Banchi di Sotto 55, Siena

Sito web: <http://research.unisi.it>

E-mail: [ricerca@unisi.it](mailto:ricerca@unisi.it) - [liaison@unisi.it](mailto:liaison@unisi.it)

Per maggiori informazioni



## Ufficio Regionale di Trasferimento Tecnologico

Sede: Via Luigi Carlo Farini, 8 - 50121 Firenze, FI

E-mail: [urtt@regione.toscana.it](mailto:urtt@regione.toscana.it)

LOGO UNI/SCUOLA



**URttt**  
UFFICIO REGIONALE  
di Trasferimento Tecnologico