



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE E DELLE FORESTE



FlavourSpec® nell'ambito della strategia analitica dell'ICQRF

Stefania Carpino
Direttore TERR II - ICQRF

**WORKSHOP SULLA GC-IMS
2° USER MEETING ITALIANO
22 APRILE 2026 BOLOGNA**

L'Ispettorato centrale della tutela della qualità e della repressione frodi dei prodotti agroalimentari (ICQRF)

Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste

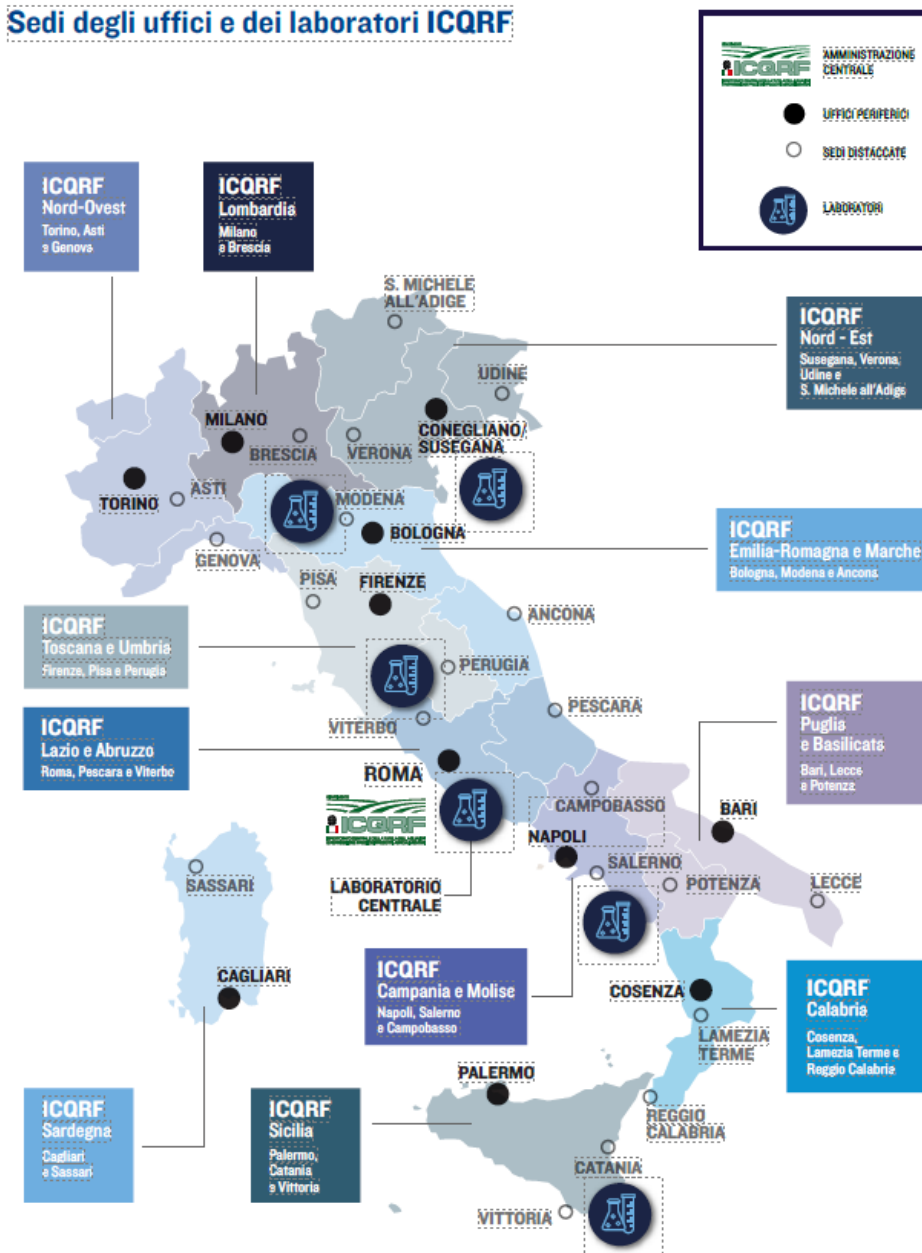
32 Uffici

controlli sugli aspetti merceologici e qualitativi dei prodotti agroalimentari, allo scopo di tutelare il consumatore e salvaguardare la leale concorrenza tra gli operatori.

6 Laboratori

verifiche analitiche sull'effettiva composizione qualitativa e quantitativa dei prodotti campionati.

Sedi degli uffici e dei laboratori ICQRF



Controlli ICQRF - Sintesi per settore merceologico

Settore	Controlli totali (n.)	Di cui ispettivi (n.)	Di cui analitici (n.)	Operatori controllati (n.)	Operatori irregolari (%)	Prodotti controllati (n.)	Prodotti irregolari* (%)	Esiti analitici irregolari (%)
Vitivinicolo	17.710	14.270	3.440	8.340	23,4	20.085	14,2	4,6
Oli	8.249	7.175	1.074	4.559	19,1	7.994	14,8	23,0
Lattiero caseario	5.275	3.972	1.303	2.504	13,5	4.315	12,5	3,6
Ortofrutta	4.214	3.881	333	2.707	13,8	5.065	10,8	2,1
Carne	2.817	2.583	234	1.734	21,3	3.038	15,5	24,8
Cereali e derivati	3.130	2.513	617	1.729	14,5	2.544	11,0	6,0
Uova	353	353	-	313	11,8	395	11,4	-
Cons. vegetali	2.871	1.754	1.117	1.379	13,4	2.051	10,8	2,1
Miele	1.387	909	478	721	13,5	1.165	8,3	14,0
Zuccheri	159	146	13	117	7,7	157	7,0	-
Bev. spiritose	994	720	274	470	21,3	685	14,9	6,6
Mangimi	2.228	1.224	1.004	1.071	17,8	1.669	7,0	19,0
Fertilizzanti	1.672	868	804	757	15,3	1.127	4,1	12,4
Sementi	727	536	191	286	13,3	931	3,9	5,2
Prod._fitosanitari	390	221	169	207	7,2	277	7,2	7,1
Altri settori (*)	2.706	2.186	520	1.664	19,7	2.682	16,5	4,2
Totale	54.882	43.311	11.571	28.558	18,4	54.180	12,9	8,6

Matrici su cui attualmente è indirizzato lo studio della frazione volatile

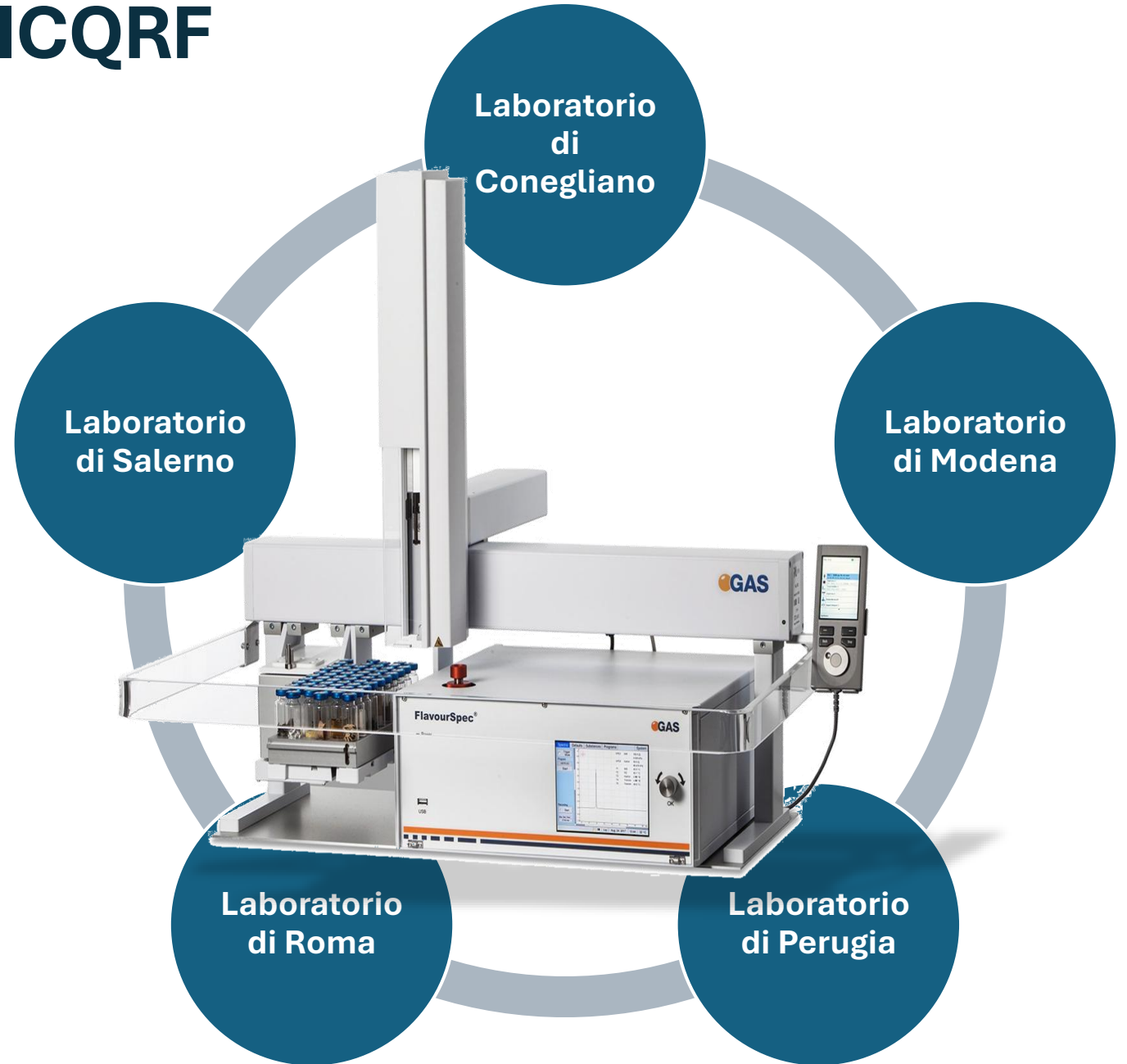
- Olio di oliva
- Miele
- Passata di pomodoro
- Aceti

(*) La tabella riferita all'anno 2024

Dotazione strumentale ICQRF

Obiettivi principali

- Profilazione della frazione volatile delle diverse matrici
- Classificazione merceologica
- Origine
- Supporto ai panel di esperti



Olio di oliva

La frazione volatile dell'olio di oliva, direttamente responsabile delle percezioni olfattive valutate durante il Panel test, riveste un ruolo centrale nell'individuazione delle frodi che mirano a mascherare o attenuare i difetti sensoriali per classificare come extra vergini oli di qualità inferiore.

Obiettivi generali nell'utilizzo del FlavourSpec

Sviluppo e validazione strumenti rapidi, basati sull'analisi dei composti volatili e sull'uso di modelli chemiometrici in grado di predire e supportare la classificazione commerciale degli oli di oliva vergini (extra vergine, vergine, lampante).

Supporto operativo del Panel test per migliorarne affidabilità, riproducibilità e capacità di gestione dei campioni borderline, anche attraverso strategie di data fusion tra tecniche complementari.

Profilazione e caratterizzazione della variabilità aromatica degli oli italiani.



Olio di oliva

Laboratorio di Roma

Collaborazione scientifica con l'Università Alma Mater Studiorum di Bologna per l'allineamento tra valutazioni sensoriali e strumentali, relative alla classificazione merceologica, alla percezione di specifici attributi e all'analisi dei composti volatili in oli di oliva vergini.



Campioni di oli vergini di oliva di differenti classi merceologiche e difetti: analisi in parallelo al flavourspec e al panel test (comitato di assaggio ufficiale ICQRF Laboratorio di Roma)



Sperimentale parallela: caratterizzazione della componente volatile degli oli italiani.

Olio di oliva

Laboratorio di Conegliano

Approccio completamente untargeted

Acquisizione
tracciati GC-
IMS campioni
routinari dal
2022

Classificazione
panel test
campioni
routinari

(gruppo panel
Ufficiale ICQRF
laboratorio di
Conegliano)

Creazione
e libreria
interna

Predizione
classificazione
campioni

Attività analitica 2025

- **123** oli EVO analizzati. **114** predetti come tali e confermati dal panel.
- **9** oli classificati come "vergini" dal panel sono stati classificati: **5** come borderline e **4** come vergini.



Il modello predittivo utilizzato fornisce ottimi riscontri, in particolare per la conferma degli oli classificati dal panel come extravergini

Olio di oliva

Laboratorio di Perugia

Collaborazione scientifica con *l'Università di Bologna*



Verifica se metodiche strumentali rapidi, integrati con analisi chemiometriche, possano supportare la classificazione commerciale degli oli di oliva riducendo il ricorso al Panel test.



Gli strumenti di screening si sono mostrati affidabili, in grado di supportare efficacemente il Panel test e migliorare l'efficienza del controllo di qualità degli oli di oliva.



Olio di oliva

Laboratorio di Perugia



Verifica del miglioramento dell'accuratezza di classificazione mediante *data fusion* dei dati analitici delle tecniche HS-GC-IMS (Headspace Gas Chromatography–Ion Mobility Spectrometry) e FGC E-nose (Flash Gas Chromatography Electronic Nose)



La data fusion migliora significativamente le prestazioni rispetto all'uso delle singole tecniche, confermando HS-GC-IMS e FGC E-nose come efficaci strumenti di screening a supporto del Panel test

Olio di oliva



La tecnica si è dimostrata uno strumento di screening affidabile e robusto, con elevate percentuali di corretta classificazione.

L'impiego del *data fusion* consente un ulteriore incremento delle prestazioni e della robustezza dei modelli.

Nel complesso, questo approccio rappresenta un valido supporto operativo al Panel test nei laboratori ufficiali, permettendo di aumentare il numero di campioni controllabili, migliorare la gestione delle non conformità.

Miele

Il miele è un prodotto alimentare di elevato valore commerciale, soprattutto quando venduto come monoflorale, di origine geografica specifica o come prodotto locale. Queste caratteristiche lo rendono particolarmente esposto a pratiche fraudolente.

Obiettivi generali nell'utilizzo del FlavourSpec

Sviluppo e validazione strumenti rapidi, basati sull'analisi dei composti volatili e sull'uso di modelli chemiometrici al fine della classificazione botanica dei mieli uniflorali.

Profilazione e caratterizzazione della variabilità aromatica dei mieli italiani al fine di verificarne l'autenticità.

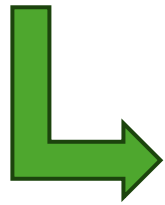
Supporto operativo ai panel di esperti di analisi sensoriale.

Implementazione di metodi sostenibili che non prevedano l'uso di solventi e pretrattamento del campione.

Miele

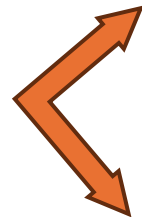
Laboratorio di Modena

Progetto GreenTrace "*Integrazione di metodi analitici ecosostenibili, machine learning e gestione dei dati per l'autenticità e la qualità degli alimenti*"



Definizione di un'impronta digitale analitica in grado di supportare l'autenticità del **miele** italiano mediante GC-IMS ed altre tecniche analitiche strumentali (GC-MS, NIR, RAMAN, UV-VIS) che non prevedono l'uso di solventi né il pretrattamento del campione.

Lavori di tesi di
laurea magistrale



Caratterizzazione dei composti organici volatili
presenti nella frazione aromatica del miele

ottimizzazione metodo analitico a supporto
dell'autenticità dei mieli italiani

Miele

Laboratorio di Perugia

Collaborazione scientifica con *Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie*:

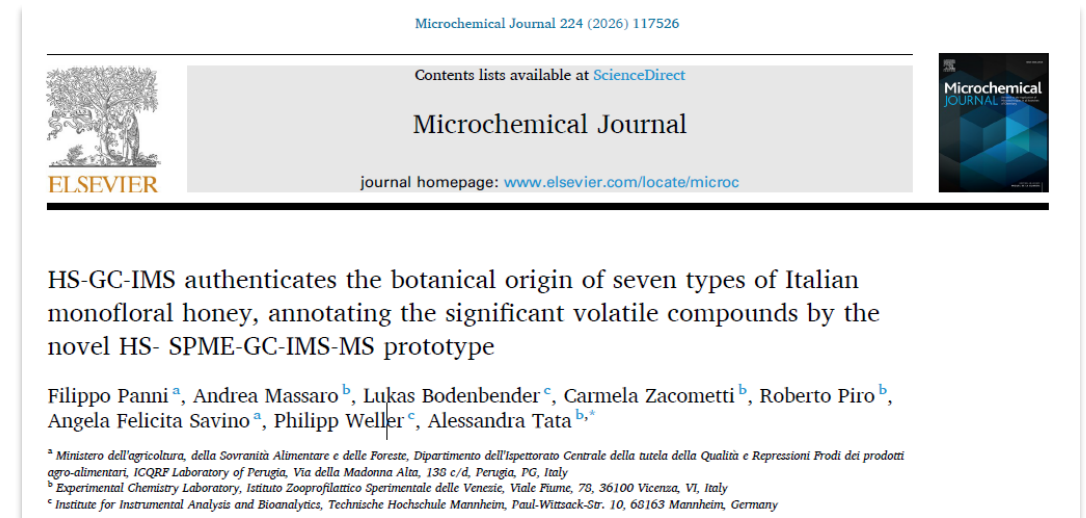
- Analisi del profilo volatile di specifici mieli italiani mediante Flavourspec per la classificazione dell'origine botanica.



Studio del profilo volatile di campioni miele monoflorale appartenenti a 7 origini botaniche.



L'approccio consente una classificazione rapida e affidabile dell'origine botanica.



Miele



Primi studi confermano che la tecnica può essere un potente strumento nella caratterizzazione dei mieli per evidenziarne somiglianze e/o differenze.

L'approccio mediante l'utilizzo di tecniche chemiometriche consente una buona classificazione dell'origine botanica dei mieli monoflorali rafforzando l'applicabilità del metodo come strumento di screening a supporto dei controlli ufficiali.

Passata di pomodoro



Prodotto trasformato tra i più consumati nel panorama agroalimentare italiano e rappresenta un comparto di notevole rilevanza economica e strategica.

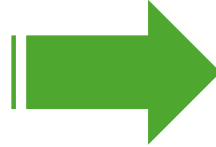
L'elevata richiesta di mercato e il valore dell'origine italiana espongono il prodotto a un alto rischio di frodi legate a provenienza, varietà o qualità della materia prima.

L'analisi della frazione volatile mediante GC-IMS, associata a strumenti chemiometrici, si propone come approccio promettente per la profilazione e la discriminazione delle passate di pomodoro in funzione di parametri produttivi e geografici.

Passata di pomodoro

Laboratorio di Roma

Analisi GC-IMS su *Banca Dati*
pomodoro ICQRF



Campioni testimone prelevati da ispettori ICQRF
su tutto il territorio nazionale

**Studio su classificazione in funzione
di origine, varietà e stabilimento
produttivo**

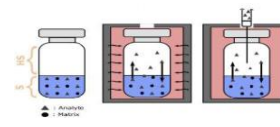


Poster convegno SISTAL 2025 Bologna

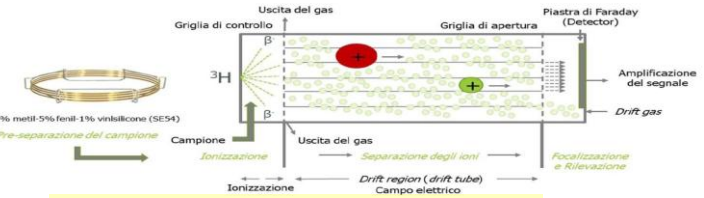
Fase 1
analisi dei
campioni



Campioni testimone

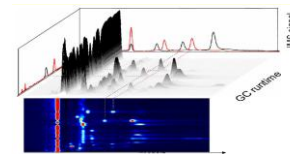


Prelievo dallo spazio di testa



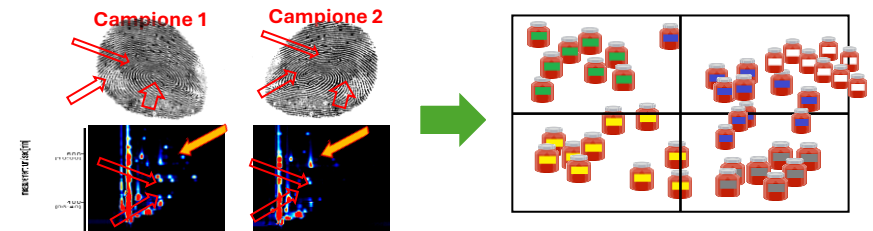
Analisi GC e rilevazione IMS

Fase 2
elaborazione
dati



Acquisizione
cromatogrammi

analisi untargeted

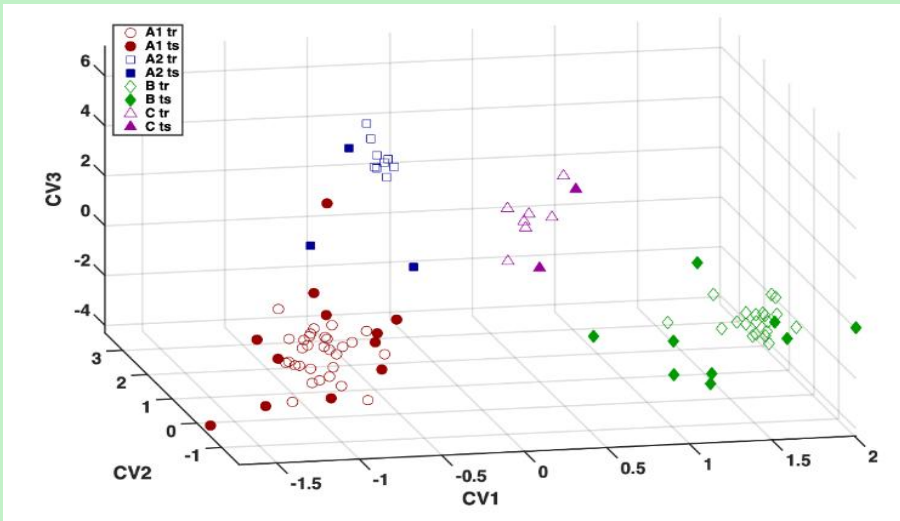


Elaborazione e classificazione

Passata di pomodoro

Laboratorio di Roma

PLS-DA in base allo stabilimento di produzione



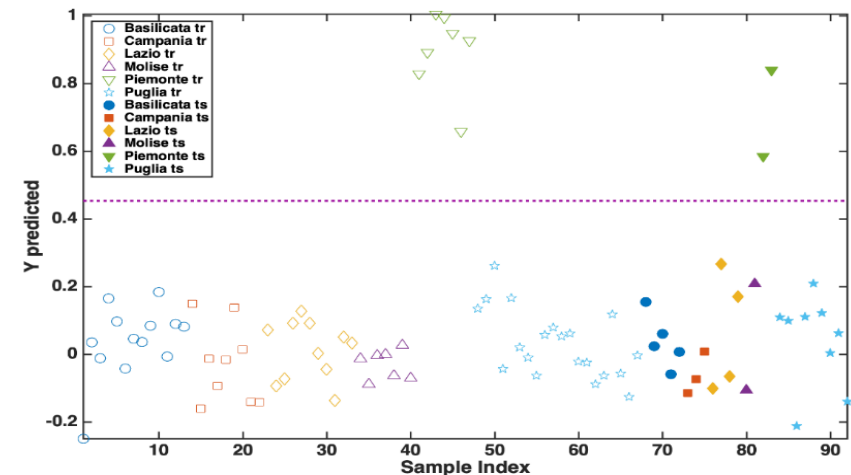
Proiezione PLS-BA in base ai siti produttiva A1, A2, B e C

Il modello classifica perfettamente i campioni degli stabilimenti B e C.

I campioni degli stabilimenti A1 ed A2 sono ben classificati rispetto a B e C ma lo sono in modo meno netto tra loro.

I siti A1 e A2 appartengono alla stessa società e si trovano a poca distanza tra loro. Si separano comunque bene su una terza dimensione.

PLS-DA in base all'origine regionale del pomodoro



Analisi discriminante Piemonte contro altre Regioni

Classificazione netta per i campioni piemontesi.

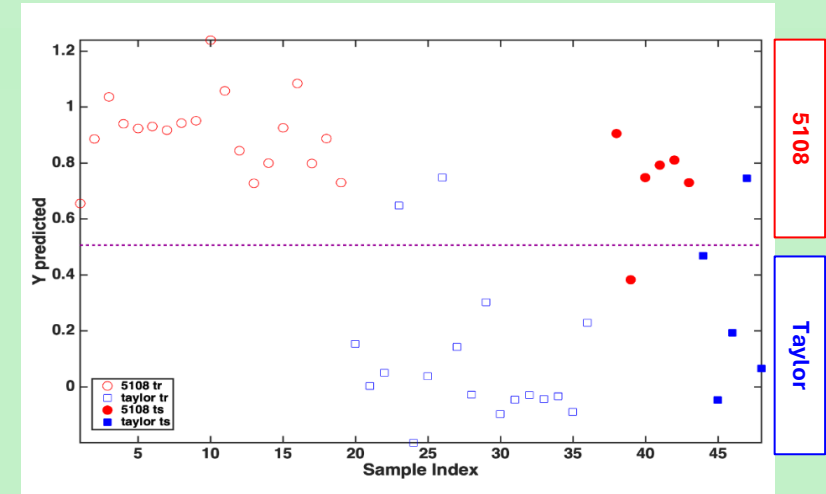
Altre classificazioni meno sono nette ma migliorano con approccio gerarchico tra Regioni (o gruppi di Regioni) non limitrofe.

Passata di pomodoro

Laboratorio di Roma

PLS-DA in base alla varietà del pomodoro

L'analisi della frazione volatile permette una buona discriminazione tra le due varietà considerate (Taylor e 5108).



In sintesi, la tecnica si conferma uno strumento promettente di caratterizzazione e screening dei prodotti studiati.

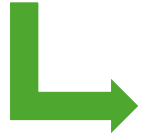
Sviluppi dello studio: lo step successivo dello studio sarà l'identificazione delle sostanze che determinano le classificazioni esposte (analisi target) al fine dell'identificazione di marcatori specifici per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Passata di pomodoro

Laboratorio di Roma

Collaborazione con **SSICA** - *Stazione sperimentale per l'industria delle conserve alimentari*

Autenticazione dei derivati di pomodoro mediante analisi dei componenti volatili e non volatili. Validazione della tecnica GC-IMS mediante spettrometria di massa.



In fase di studio: Identificazione delle molecole che caratterizzano la discriminazione del prodotto in funzione del sito produttivo, regione di coltivazione e varietà del pomodoro

Altri indirizzi di studio:

Tra gli indirizzi di studio futuri, la discriminazione dei prodotti stranieri costituirà un ambito di intervento prioritario. L'obiettivo è sviluppare un metodo di screening rapido, affidabile ed efficace per individuare prodotti di origine straniera commercializzati come italiani.

Aceti

Laboratorio di Modena

Progetto GreenTrace "*Integrazione di metodi analitici ecosostenibili, machine learning e gestione dei dati per l'autenticità e la qualità degli alimenti*"



Definizione di un'impronta digitale analitica in grado di supportare l'autenticità dell' **aceto balsamico di Modena** mediante GC-IMS ed altre tecniche analitiche strumentali (GC-MS, NIR, RAMAN, UV-VIS) che non prevedono l'uso di solventi né il pretrattamento del campione.

A febbraio concluso studio di circa 60 campioni con l'obiettivo di differenziarli in funzione del loro grado di invecchiamento

Conclusioni

L'analisi FlavourSpec si è dimostrata uno strumento di grande utilità per l'attività analitica dell'ICQRF.

In particolare, le tecniche sviluppate consentono di:

- ✓ Profilare le matrici analizzate.
- ✓ Classificare i prodotti ai fini della qualità merceologica.
- ✓ Discriminare i prodotti in base al processo produttivo.
- ✓ Discriminare i prodotti in funzione dell'origine botanica.
- ✓ Supportare i panel di esperti nelle attività di valutazione.

Prospettive future

- Ampliamento e consolidamento delle attività di ricerca e sperimentazione già avviate nei laboratori ICQRF.
- Condivisione strutturata delle banche dati tra i laboratori ICQRF e sviluppo di una rete analitica integrata, finalizzata all'armonizzazione dei modelli e al rafforzamento dei controlli ufficiali.
- Implementazione dell'analisi flavourspec su altre matrici (formaggi, tartufo, caffè, ecc.) al fine di valutarne l'applicabilità trasversale in ambito di autenticità e qualità .
- Integrazione dei dati GC-IMS in elaborazioni avanzate basate su data fusion, per incrementare la capacità discriminante e la robustezza dei modelli analitici.

**Grazie per
l'attenzione**

Stefania Carpino
s.carpino@masaf.gov.it