



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



**Workshop**



**“Colture ortive da foglia: ricerca e innovazione per l'implementazione di prodotti ad alto contenuto in servizio”**

**CREA OF, Pontecagnano - 17 ottobre 2023**

# **SHELF-LIFE DI ORTIVE PER LA IV GAMMA: COME DETERMINARLA ED ESTENDERLA**



Postharvest Unifg



Research Unit in Postharvet Technology

Prof.ssa Maria Luisa Amodio

*DAFNE – Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse  
Naturali e Ingegneria*



**UNIVERSITÀ  
DI FOGGIA**

# OBIETTIVO REALIZZATIVO (OR) 6. INNOVAZIONI DI PROCESSO IN POST-RACCOLTA PER LA PRODUZIONE DI ORTOFRUTTA AD ALTO CONTENUTO DI SERVIZIO

**6.8 Predizione della shelf-life in funzione dei parametri produttivi**  
Resp. Maria Luisa Amodio (UNIFG)

**Attività 6.7 Effetto di packaging improprio sui componenti volatili di frutta e ortaggi di IV gamma**  
Resp. Sandra Pati (UNIFG)

**6.17 Sviluppo di packaging attivo per preservare la qualità nel corso della shelf-life di frutta di IV gamma** Resp. Bernardo Pace (INNOVAAL)

**6.18 Sviluppo e deposizione di recettori gasocromici per il monitoraggio visivo durante la shelf-life di ortofrutta di IV gamma** Resp. Mauro Epifani (INNOVAAL)

**6.19 Validazione di packaging intelligente a base di recettori gasocromici, per il monitoraggio dei processi fermentativi durante la conservazione di ortofrutta di IV gamma.** Resp. Bernardo Pace (INNOVAAL)

**6.20 Determinazione di molecole target per la valutazione della qualità e della sicurezza di prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio mediante tecnica SPME-GC-MS.** Resp. Maurizio Quinto (UNIFG)



**UNIVERSITÀ  
DI FOGGIA**



# RIASSUMENDO:



- FATTORI PRE-RACCOLTA (AZOTO)
- FATTORI POST-RACCOLTA ( CONFEZIONAMENTO)
- PREVISIONE DELLA SHELF-LIFE
- CONCLUSIONI



# EFFETTO DELLA FERTILIZZAZIONE SU QUALITÀ E SHELF-LIFE (UNIFG-Maria Luisa Amodio)

## OBIETTIVO: Modellare l'effetto della fertilizzazione azotata su qualità e conservabilità di foglie di rucola

Sono stati testati sei livelli di azoto in coltivazione fuori suolo presso l'azienda sperimentale «La Noria» dell'Istituto CNR. Ogni trattamento è stato replicato 3 volte. Ad ogni sfalcio, per 5 raccolte da febbraio a maggio i campioni sono stati trasportati presso il laboratorio UNIFG.

Ad ogni data sono stati monitorati colore, consistenza, carica batterica, clorofilla, fenoli, Vitamina C, solidi solubili, ed è stata effettuata l'analisi sensoriale.

Treatments	N Fertilizer		% di NO <sub>3</sub>
	N-NO <sub>3</sub> (ppm)	N-NH <sub>4</sub> (ppm)	
T <sub>70</sub>	66	4	94
T <sub>94</sub>	80	18	82
T <sub>126</sub>	94	32	75
T <sub>154</sub>	108	46	70
T <sub>182</sub>	122	60	67
T <sub>210</sub>	136	74	65

### Primary Model:

$$Y = A_0 * \exp(-kt)$$

### Secondary (Prediction) Model:

$$A_0 = A_{oa} \ln(N) + A_{ob}$$

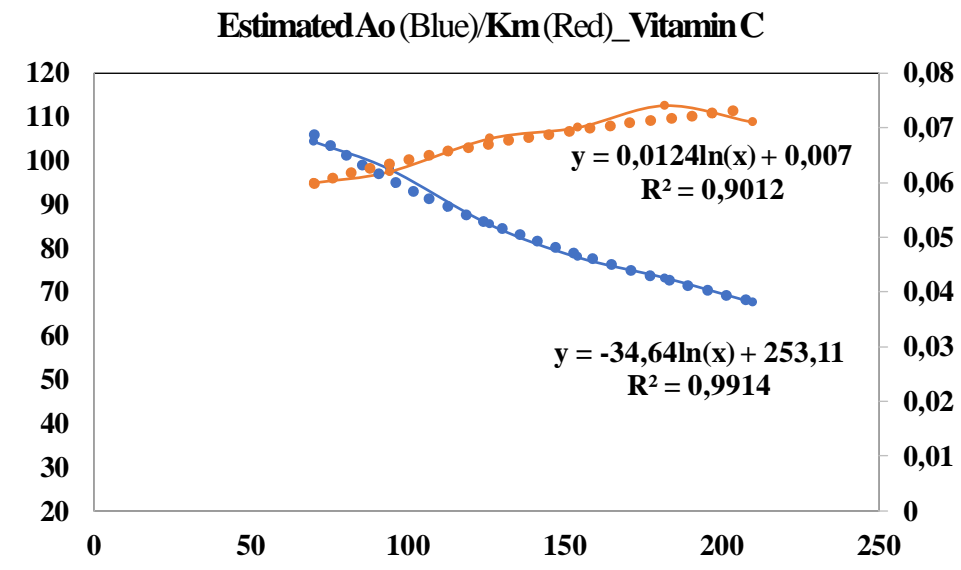
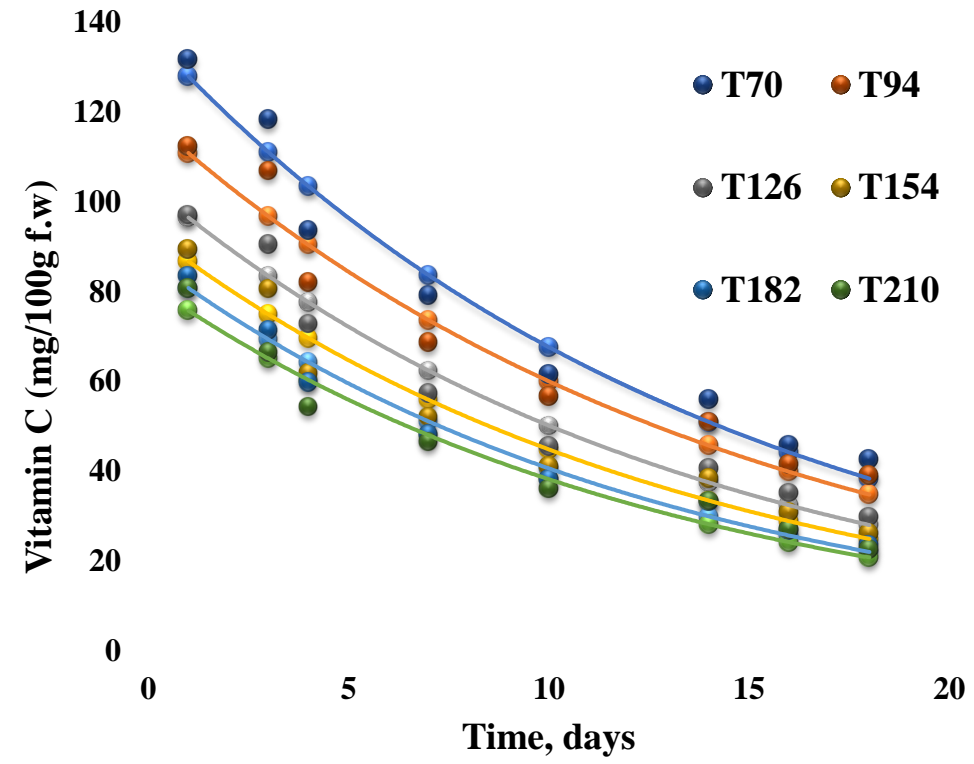
$$K = k_a \ln(N) + kb$$

$$Y = A_{oa} \ln(N) + A_{ob} * \exp((-k_a \ln(N) - kb) * t)$$



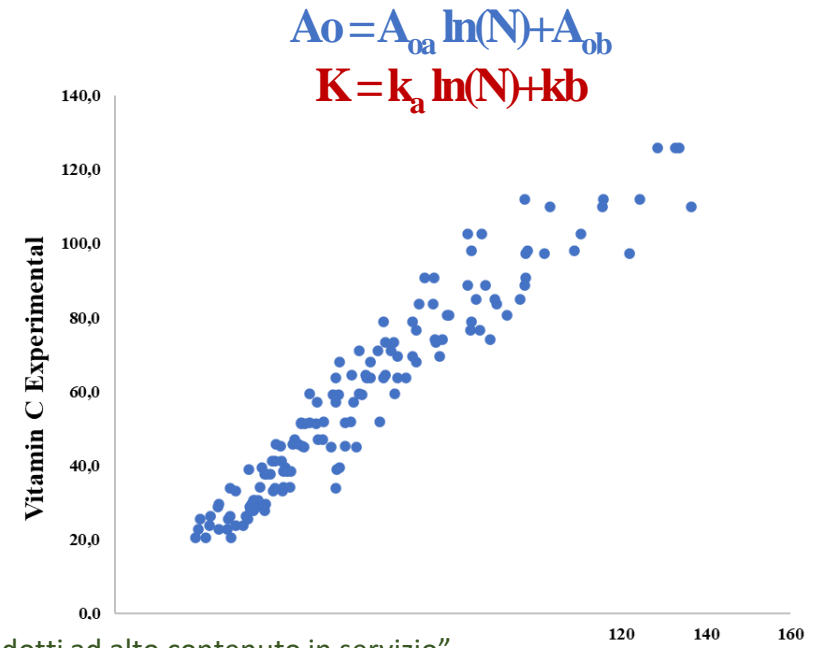
**Vitamin C ( $R^2 = 92.013$ )**  
**DHAA ( $R^2 = 77.364$ )**  
**AA ( $R^2 = 89.2$ )**

$$Y = A_0 * \exp(-kt) \text{ Eq.(1)}$$



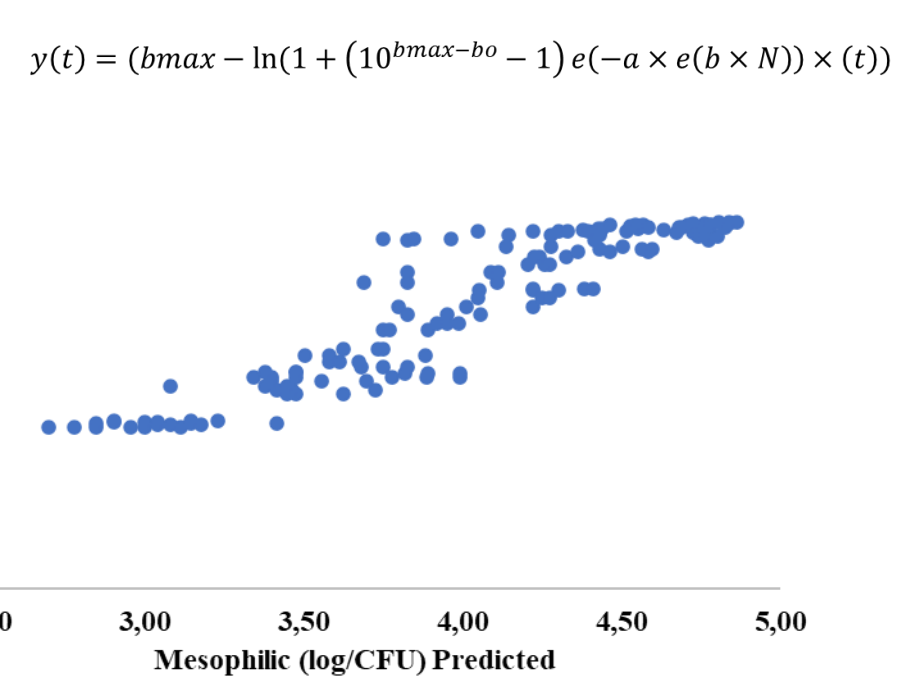
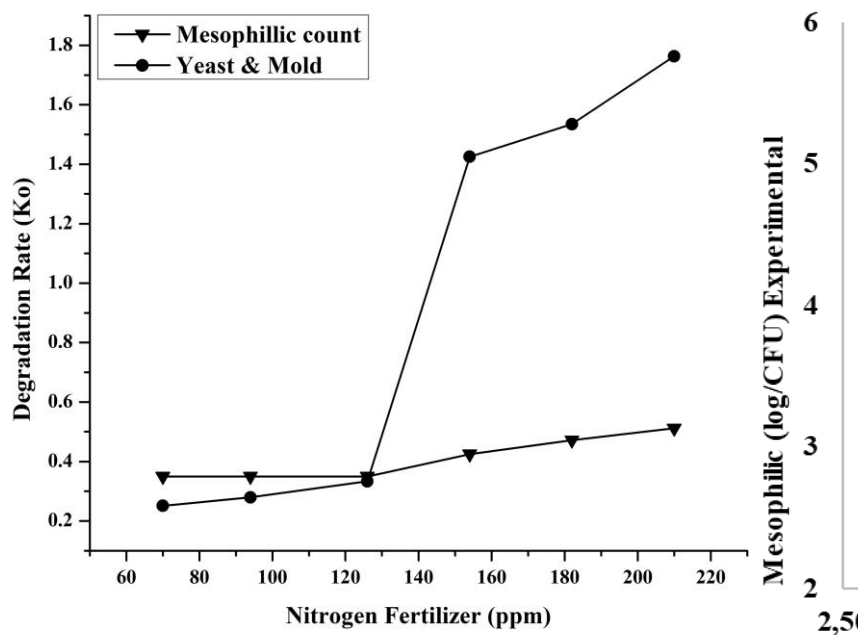
Predizione in relazione al livello di azoto (N) e al tempo di conservazione (T)

$$Y = A_{oa} \ln(N) + A_{ob} * \exp((-k_a \ln(N) - kb) * t) \text{ Eq.(2)}$$

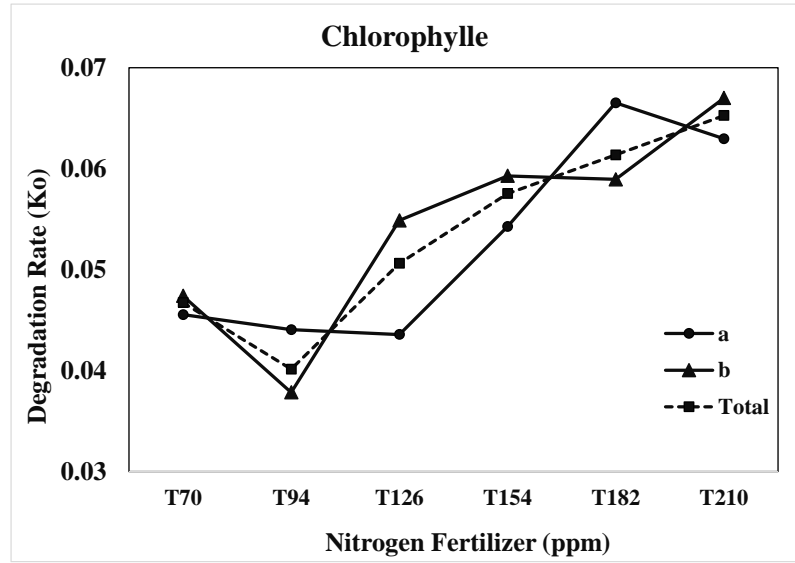




**Mesophilic Count ( $R^2 = 84.58$ )**



**Chlorophyll ( $R^2 = 91.36$ )**



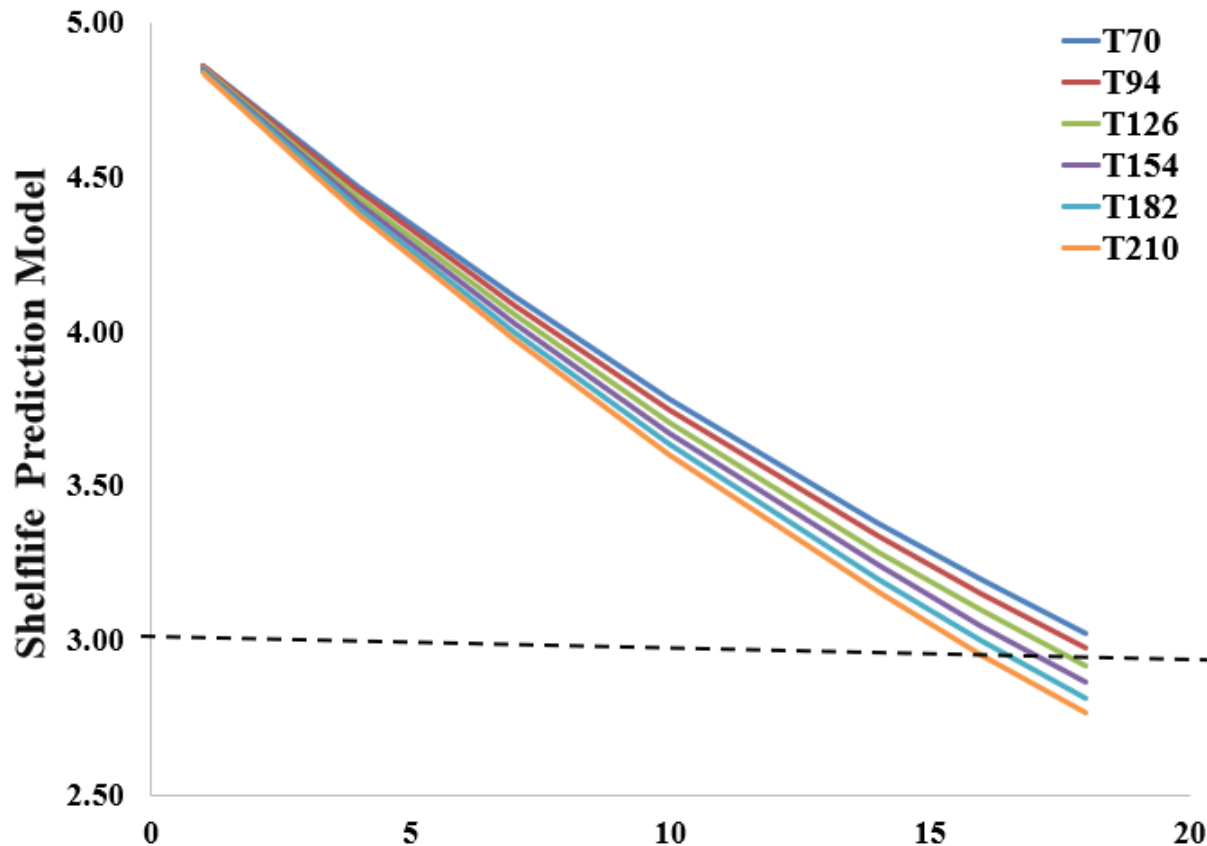
Fertilizer	Chl a k (day <sup>-1</sup> )	Chl b k (day <sup>-1</sup> )	total Chl a k (day <sup>-1</sup> )
T <sub>70</sub>	0.045546	0.047403	0.046738
T <sub>94</sub>	0.044059	0.037849	0.040141
T <sub>126</sub>	0.043576	0.054875	0.050627
T <sub>154</sub>	0.054270	0.059291	0.057528
T <sub>182</sub>	0.066519	0.058948	0.061364
T <sub>210</sub>	0.062970	0.067000	0.065267

$$X = C_0 \times e(-k_1 \times e(k_2 \times N)) \times t$$

# Qualità sensoriale e conservabilità

$$\text{Qualità visiva (SL)} = e_0 * \exp((-i*(N)-j)*t)$$

$(R^2 = 88.445)$



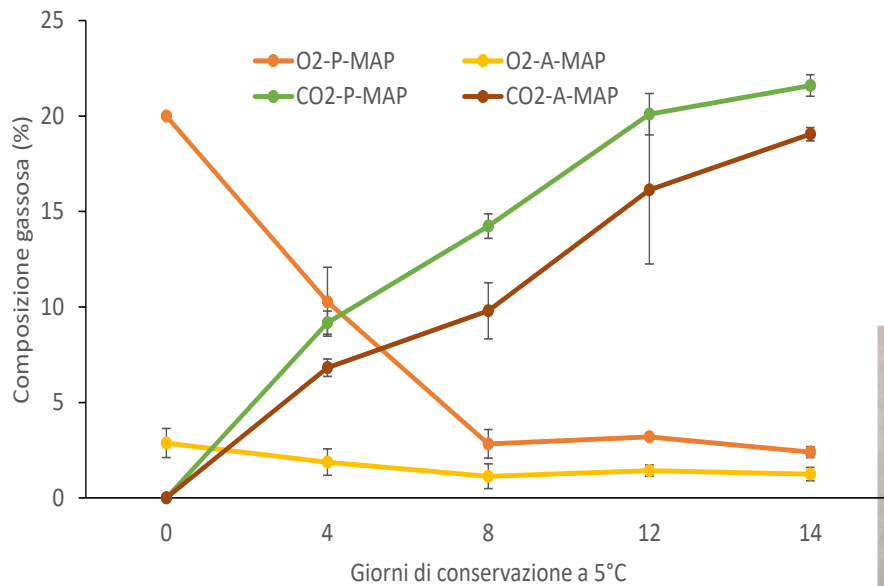
## CONCLUSIONI

- Esiste una forte relazione tra fertilizzante N, qualità del prodotto e caratteristiche sensoriali
- E' stato possibile modellare l'effetto dell'azoto sulla degradazione di quasi tutti gli attributi qualitativi
- La shelf-life diminuisce all'aumentare della dose di N, così come osservato per la degradazione di molti altri parametri qualitativi e in particolare della Vitamina C
- La disponibilità di azoto può essere e deve essere ottimizzata puntando alla riduzione dell'impatto ambientale
- Altri fattori preraccolta dovrebbero essere considerati

# EFFETTO DELLE CONDIZIONI DI CONFEZIONAMENTO E DELL'ATMOSFERA DI CONSERVAZIONE (INNOVAAL, CNR-ISPA Bernardo Pace)

**OBIETTIVO:** Testare l'effetto dell'atmosfera di conservazione sulla qualità e sviluppo di off-odors di lattuga

**Attività svolta:** Sono stati valutati gli effetti di 2 condizioni di confezionamento in atmosfera modificata (MAP): **passiva** (P-MAP, chiuso in aria, ottimale) e **attiva** (A-MAP, chiuso con 1-5% O<sub>2</sub>, estremo), su e attributi sensoriali e sulla composizione dello spazio di testa della lattuga iceberg appena tagliata durante nel corso della conservazione (3, 7, 10 e 14 giorni) a 4 °C.



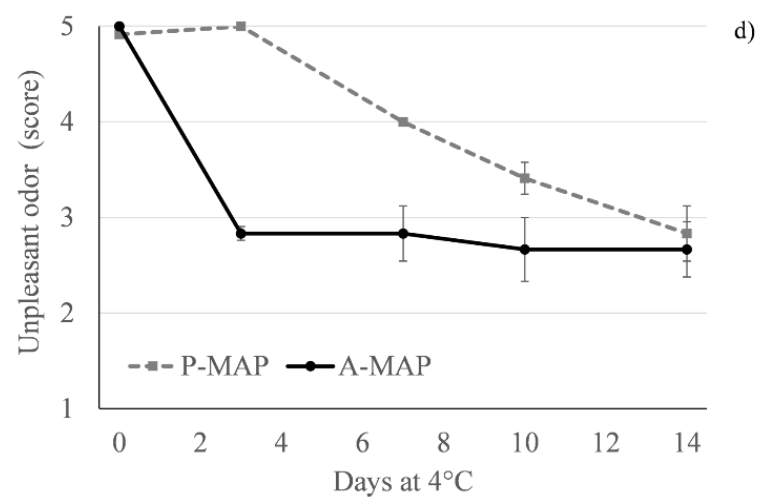
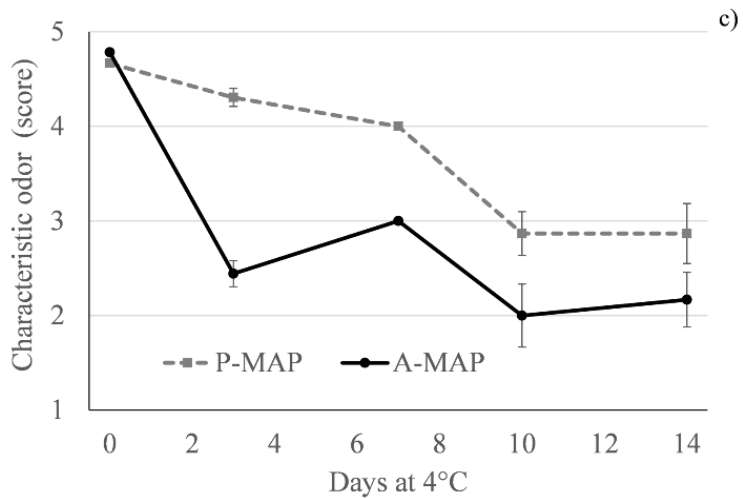
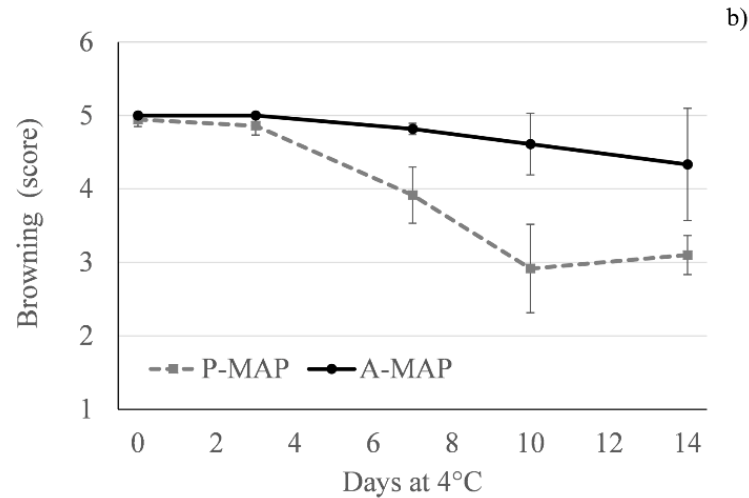
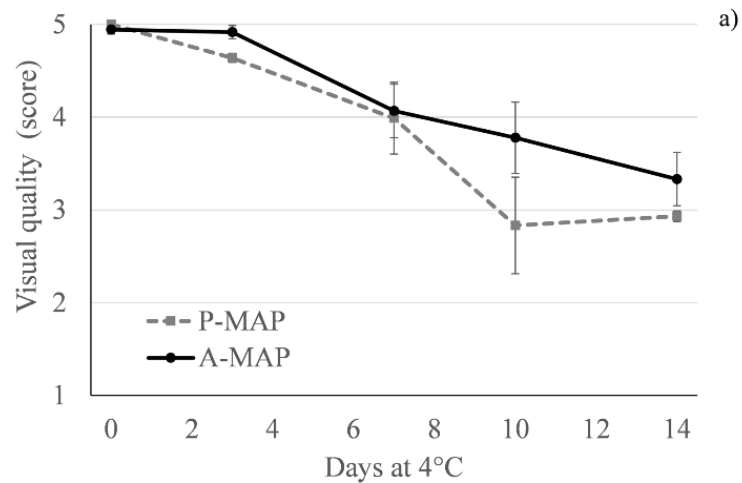
## Visual quality rating score:

- 5 – excellent: fresh appearance, turgidity, bright color, full sensory acceptability;
- 4 – good: loss of color brightening, slight traslucency;
- 3 – acceptable: negligible leaf browning, pronounced traslucency - Limit of marketability;
- 2 – poor: pronounced leaf browning, severe traslucency - Limit of edibility;
- 1 – unacceptable: severe browning of the cut surfaces and severe visual defects.



**Ricci I., Marchesiello WM.V., Spadaccino G., Pace B., Palumbo M., Nardiello D., Fatima Z., Cefola M., Quinto M.** Identification of quality molecular markers in fresh-cut iceberg lettuce stored in optimal or low oxygen modified atmosphere packaging by an untargeted volatolomic approach based on head space microextraction and gas chromatography coupled with mass spectrometry (*hs-spmc-ms*). **Food Chemistry** (under review)

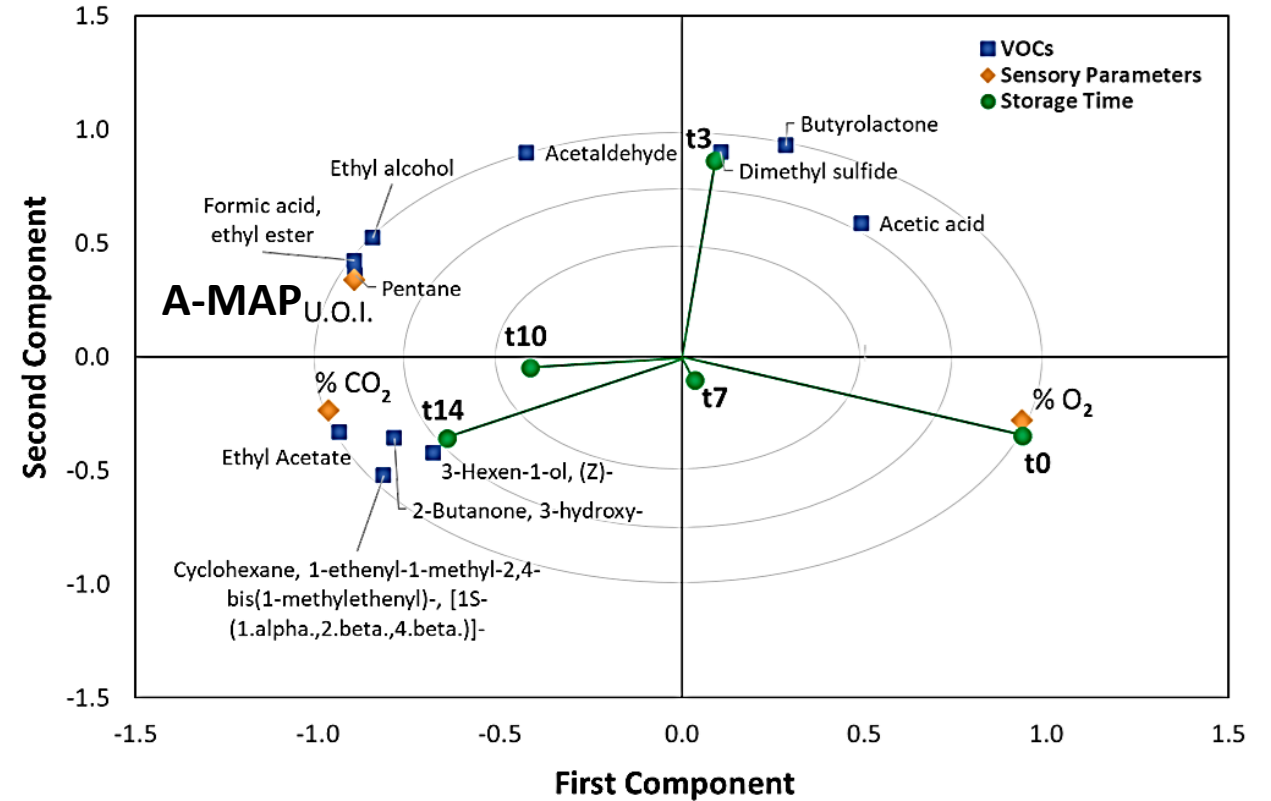
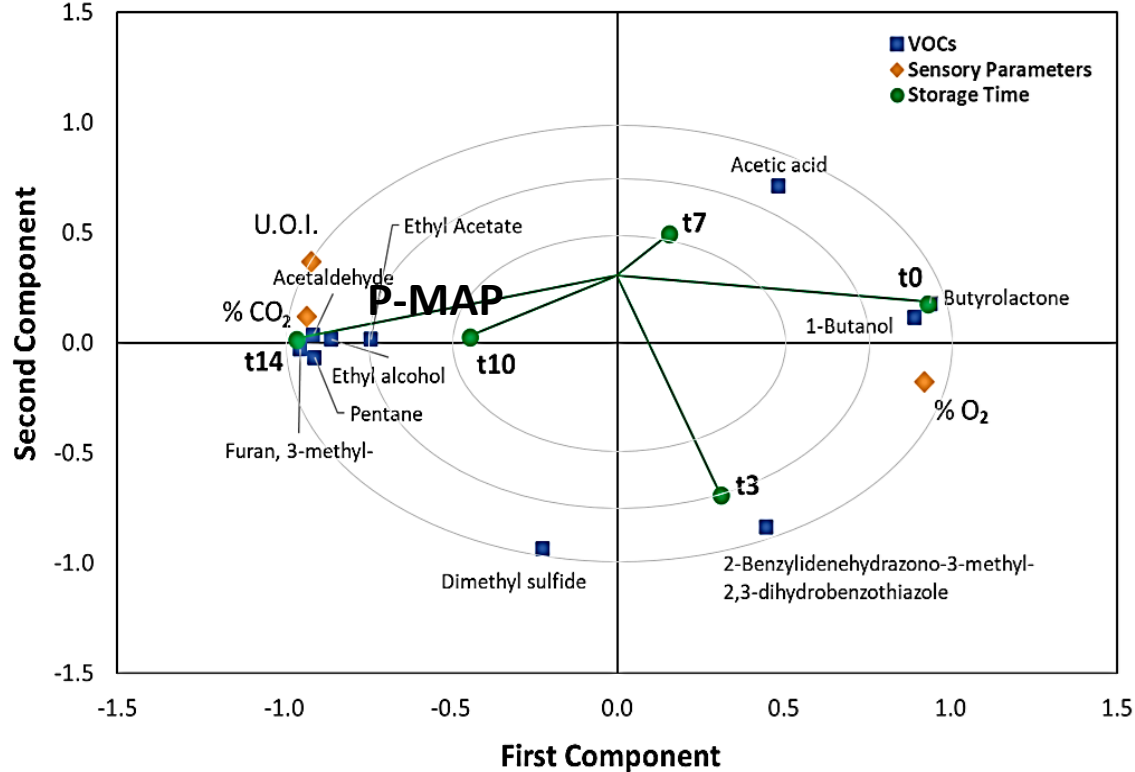




LA LATTUGA CONSERVATA IN P-MAP HA MOSTRATO UN EVIDENTE IMBRUNIMENTO DELLE SUPERFICIE DI TAGLIO, MENTRE LA CONSERVAZIONE IN A-MAP HA PRESERVATO LA QUALITÀ VISIVA, MA HA ALTERATO IL PROFILO SENSORIALE A CAUSA DELLO SVILUPPO DI ODORI SGRADUVOLI ASSOCIATI AL BASSO LIVELLO DI O<sub>2</sub> E ALL'ALTO LIVELLO DI CO<sub>2</sub>.

L'ODORE SGRADIVOLE (UOI) È RISULTATO ALTAMENTE CORRELATO CON L'ACCUMULO DI CO<sub>2</sub> SIA IN P-MAP (R = 0.89) CHE IN A-MAP (R = 0.78).

L'ALCOL ETILICO E L'ACETALDEIDE SONO STATI IDENTIFICATI COME MARKER SPECIFICI PER I CAMPIONI A-MAP E P-MAP, RISPETTIVAMENTE. L'ACETATO DI ETILE È RISULTATO UN MARKER IDONEO PER ENTRAMBE LE TIPOLOGIE DI MAP.



# EFFETTO DELLE CONDIZIONI DI CONFEZIONAMENTO E DELL'ATMOSFERA DI CONSERVAZIONE (UNIFG, Sandra Pati)

**OBIETTIVO:** Testare l'effetto dell'atmosfera di conservazione sulla qualità e sviluppo di off-odors di cima di rapa

La cima di rapa (*Brassica rapa* subsp. *rapa* L.) prodotta in Puglia su una superficie di quasi 10.000 ha, ha una shelf-life di circa 6-9 giorni, limitata da perdita di turgore, ingiallimento delle foglie e imbrunimento delle superfici di taglio, e sviluppo di odori sgradevoli.

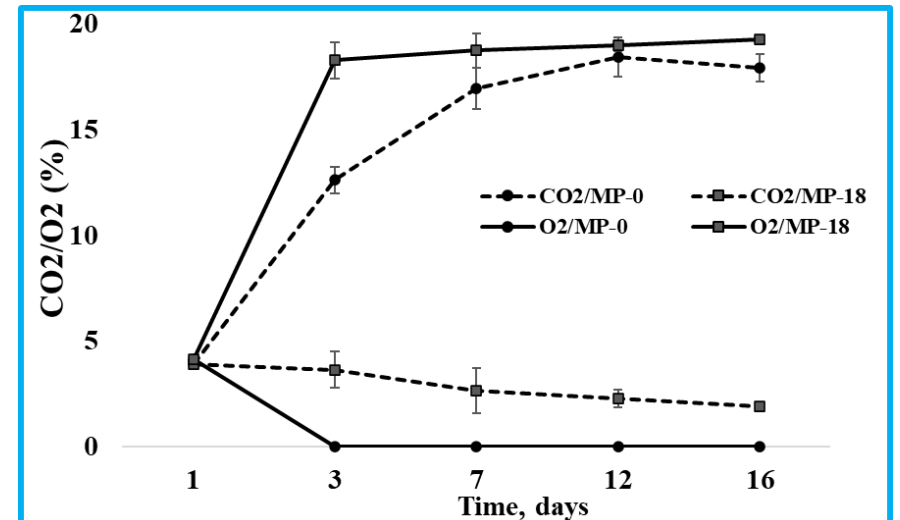
Dopo la mondatura sono state preparate confezioni di 100 g confezionate in PET con 5% CO<sub>2</sub> e 5-10 % O<sub>2</sub>

**NMP (Non microperforato)**

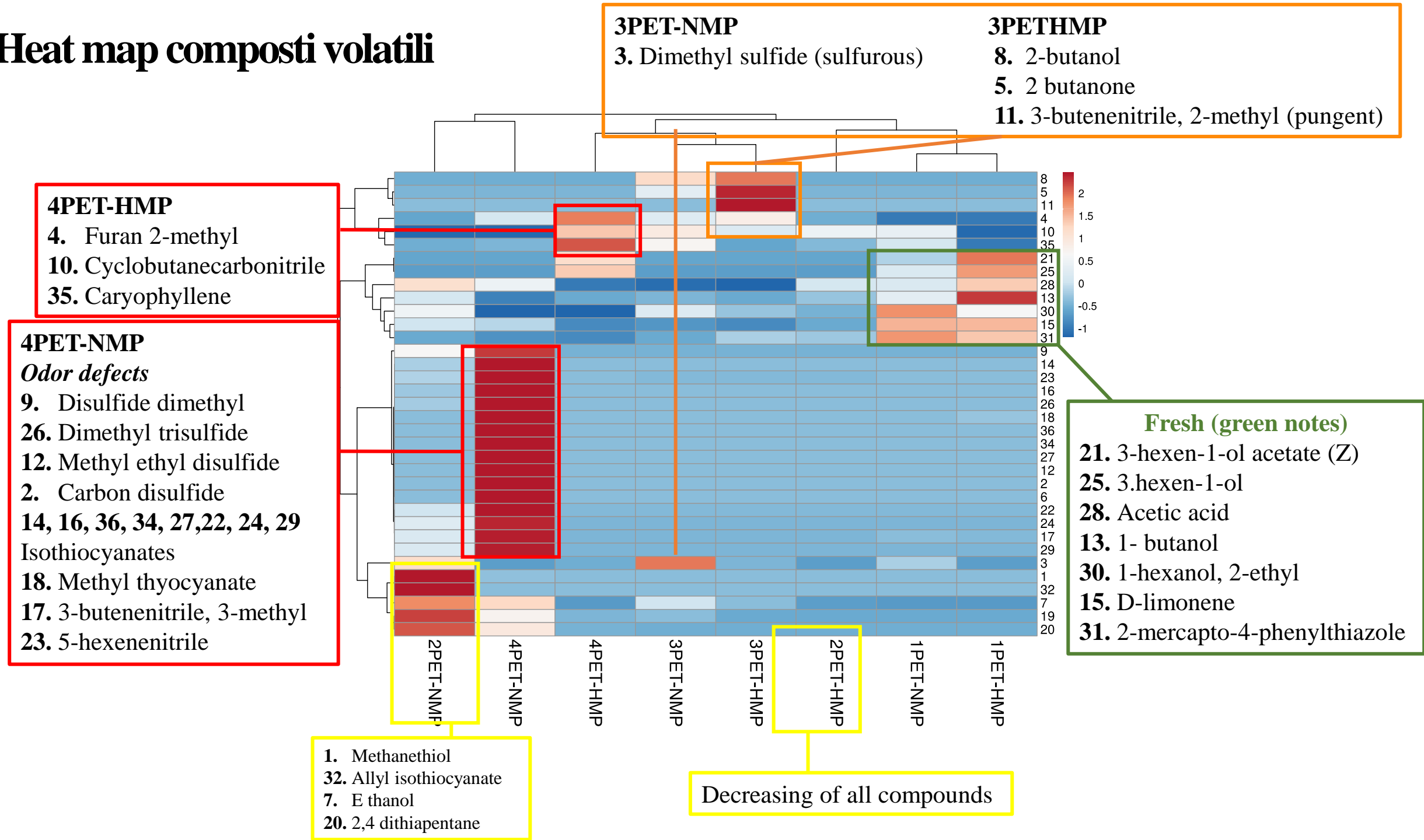
**HMP (microperforato)**

4 prelievi in 16 giorni

Colore, calo peso, clorofilla, sensoriale e volatili



# Heat map composti volatili



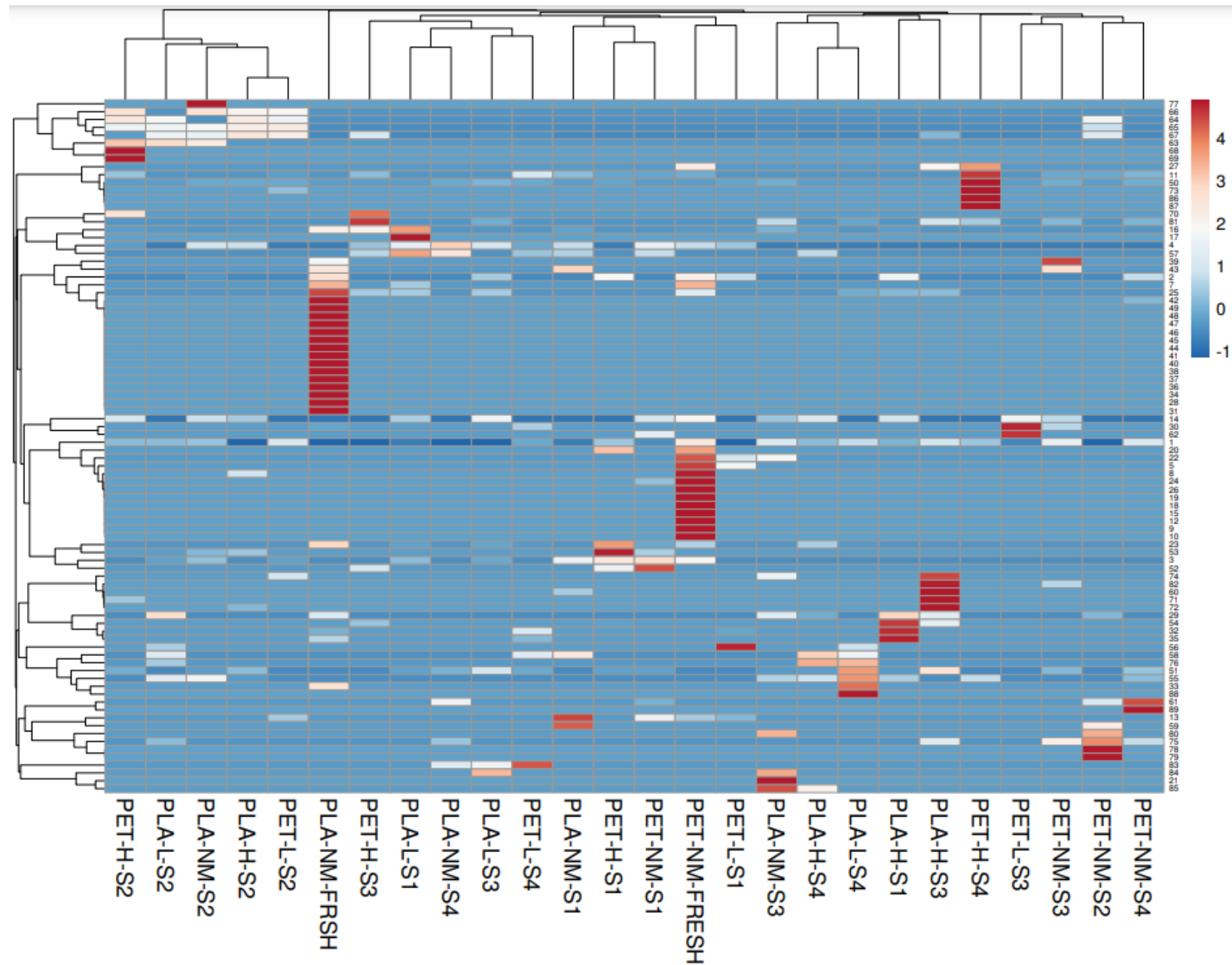
# EFFETTO DELLE CONDIZIONI DI CONFEZIONAMENTO E DELL'ATMOSFERA DI CONSERVAZIONE

**OBIETTIVO:** Testare l'effetto del materiale e del livello di perforazione (atmosfera) sulla qualità e sviluppo di off-odors di cima di rapa

Attributes		PET			PLA		Treatment	Time	Time*treatment
	MP-0	MP-02	MP-20	MP-0	MP-02	MP-20			
<b>L*</b>	<b>38.55<sup>b</sup></b>	<b>41.87<sup>a</sup></b>	<b>38.92<sup>b</sup></b>	<b>42.71<sup>a</sup></b>	<b>38.91<sup>b</sup></b>	<b>39.42<sup>b</sup></b>	**	**	**
<b>a*</b>	<b>-7.93<sup>ab</sup></b>	<b>-8.89<sup>c</sup></b>	<b>-8.19<sup>bc</sup></b>	<b>-7.36<sup>a</sup></b>	<b>-7.57<sup>ab</sup></b>	<b>-8.11<sup>b</sup></b>	**	**	**
<b>b*</b>	<b>15.74<sup>c</sup></b>	<b>20.46<sup>ab</sup></b>	<b>15.44<sup>c</sup></b>	<b>23.17<sup>a</sup></b>	<b>20.15<sup>ab</sup></b>	<b>17.72<sup>bc</sup></b>	**	**	**
<b>Chroma</b>	<b>17.64<sup>c</sup></b>	<b>22.39<sup>ab</sup></b>	<b>17.51<sup>c</sup></b>	<b>24.67<sup>a</sup></b>	<b>21.79<sup>ab</sup></b>	<b>19.58<sup>bc</sup></b>	**	**	**
<b>Hue (°)</b>	<b>116.80<sup>ab</sup></b>	<b>114.46<sup>b</sup></b>	<b>118.33<sup>a</sup></b>	<b>110.76<sup>c</sup></b>	<b>113.73<sup>bc</sup></b>	<b>115.87<sup>ab</sup></b>	**	**	**
<b>Appearance</b>	<b>3.65<sup>ab</sup></b>	<b>3.86<sup>a</sup></b>	<b>3.80<sup>a</sup></b>	<b>3.70<sup>ab</sup></b>	<b>3.44<sup>b</sup></b>	<b>3.52<sup>b</sup></b>	**	**	**
<b>Off odor</b>	<b>3.62<sup>ab</sup></b>	<b>3.86<sup>a</sup></b>	<b>3.78<sup>ab</sup></b>	<b>3.56<sup>b</sup></b>	<b>3.63<sup>ab</sup></b>	<b>3.64<sup>ab</sup></b>	**	**	**
<b>Weight loss (%)</b>	<b>1.48<sup>e</sup></b>	<b>1.07<sup>f</sup></b>	<b>3.16<sup>d</sup></b>	<b>3.68<sup>c</sup></b>	<b>3.98<sup>b</sup></b>	<b>4.48<sup>a</sup></b>	**	**	**

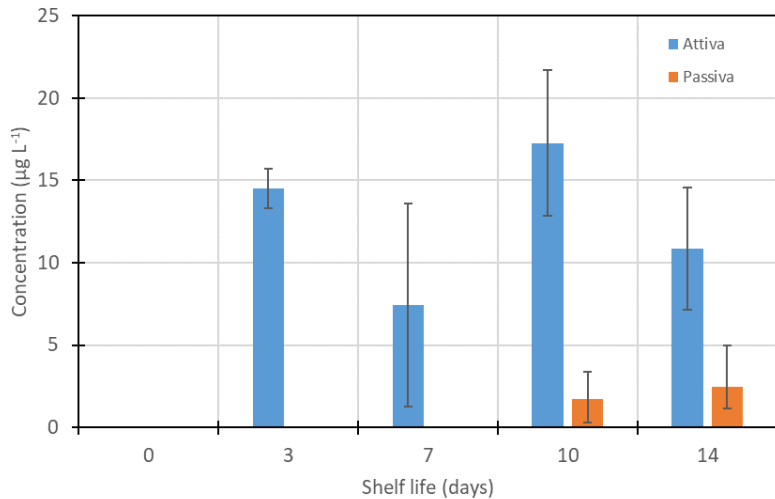


DAI DATI IN  
ELABORAZIONE EMERGE  
UN EFFETTO DEL  
MATERIALE USATO NON  
SOLO SULL'ATMOSFERA DI  
CONSERVAZIONE MA  
ANCHE SULLA RITENZIONE  
DI VOLATILI



# PACKAGING INTELLIGENTE A BASE DI RECETTORI GASOCROMICI, PER LA PREVISIONE DELLA SHELF-LIFE (INNOVAAL, CNR-ISPA Mauro Epifani)

**OBIETTIVO:** Individuare e testare un sensore gasocromico che cambia colore al diminuire della qualità



SULLE CONFEZIONI È STATO DEPOSTO UN RECETTORE GASOCROMICO A BASE DI FUCSINA FORNITO DA IMM-CNR. IL RECETTORE DOPO 4 GIORNI DI CONSERVAZIONE IN A-MAP HA CAMBIATO COLORE IN FUNZIONE DELLA PRESENZA DI ACETADELDEIDE NELLA CONFEZIONE.

Tuttavia tali recettori sono risultati sensibili anche ad altre aldeidi, quindi bisogna lavorare per renderli più specifici o cercare altri coloranti che reagiscono ad altri marker (es. acetato di etile).

GIORNI A 5 °C

4

8

12

14

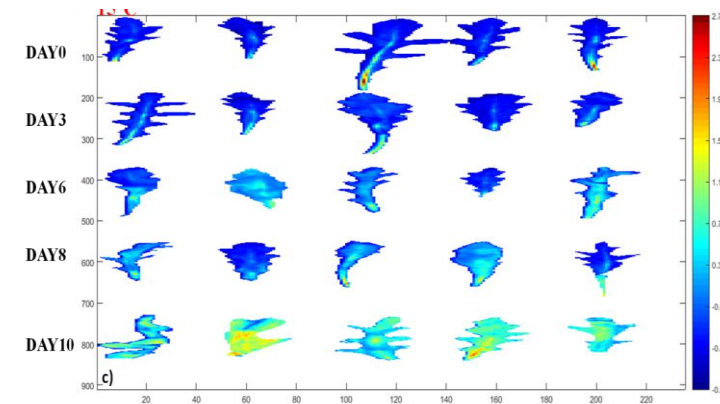
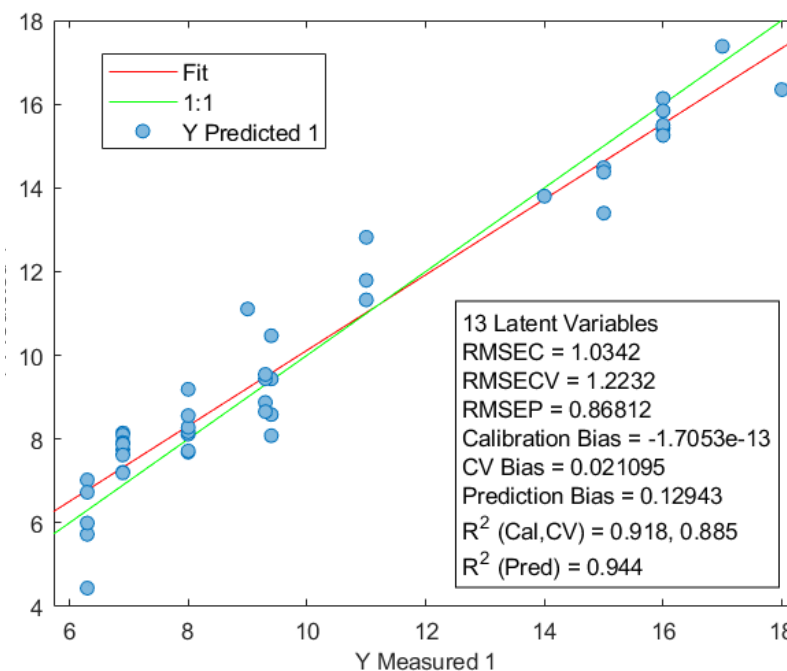
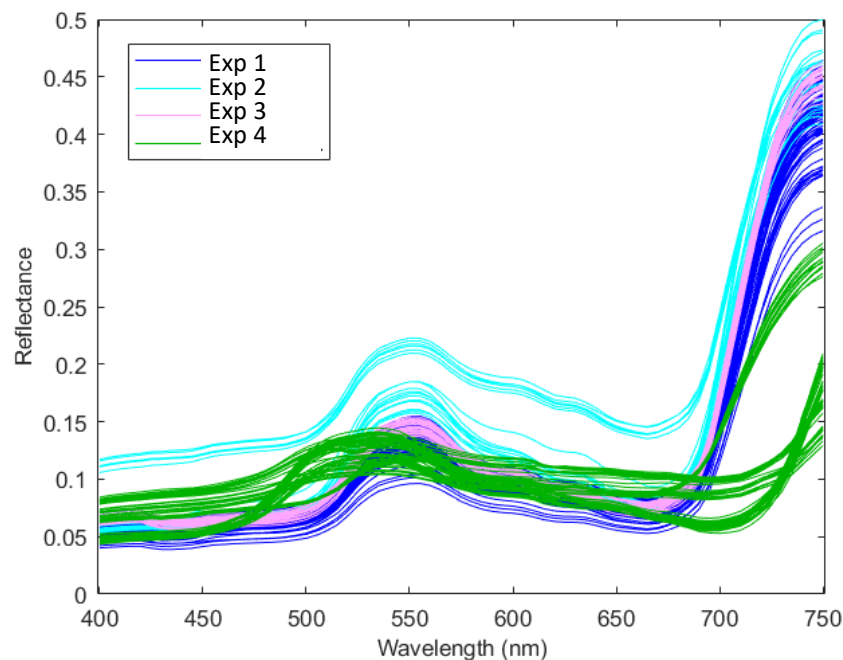
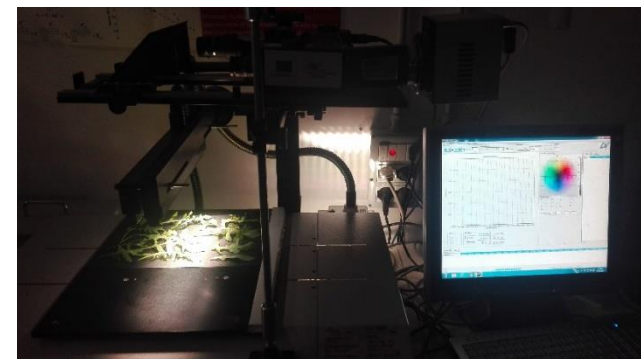


# PREDIZIONE DELLA SHELF-LIFE UTILIZZANDO IMMAGINI IPERSPETTRALI (UNIFG, Maria Luisa Amodio)

## OBIETTIVO: Predire la shelf-life utilizzando le informazioni spettrali alla raccolta

Sono state acquisite le immagini iperspettrali di rucola proveniente da diversi produttori e diverse epoche di raccolta, su 3 anni di produzione.

La rucola è stata poi conservata in aria, al fine di determinarne la conservabilità senza l'interferenza delle condizioni di confezionamento, espressa come il numero di giorni per arrivare al nunteggio sensoriale (3) corrispondente al limite di commerciabilità.



I modelli in predizione hanno un accuratezza  $R^2=0.94$

Dagli spettri ottenuti, dopo opportuno pre-processing, è stato costruito un modello PLS con variabile di predizione il numero di giorni di SL.

## CONCLUSIONI

LE ATTIVITÀ SVOLTE HANNO CHIARITO GLI EFFETTI DELLA CONCENTRAZIONE DI AZOTO SU QUALITÀ E SHELF-LIFE DI FOGLIE DI RUCOLA, OTTENENDO MODELLI NUMERICI CHE PER LA PRIMA VOLTA CONSENTONO UNA STIMA ACCURATA DELLE CINETICHE DI DEGRADAZIONE QUALITATIVA NON SOLO IN FUNZIONE DEL TEMPO MA AL VARIARE DELLA CONCENTRAZIONE AZOTATA. QUESTO CONSENTIRÀ UNA MIGLIORE GESTIONE DELLE RISORSE, MASSIMIZZANDO LA QUALITÀ E RIDUCENDO GLI INPUT.

LE PROVE DURANTE LA CONSERVAZIONE IN ATMOSFERA MODIFICATA DI LATTUGA E CIMA DI RAPA HANNO MESSO IN EVIDENZA COME LE CONCENTRAZIONI DI OSSIGENO E CO<sub>2</sub> NELLO SPAZIO DI TESTA POSSONO CAUSARE LO SVILUPPO DI OFF-ODOR ANCHE QUANDO LA QUALITÀ VISIVA È BUONA. SONO STATI INDIVUATI DEI MARKER VOLATILI PER LA PREVISIONE DELLA QUALITÀ E SONO IN CORSO ULTERIORI PROVE.

SONO ALLO STUDIO IMBALLAGGI INTELLIGENTI CON INDICATORI GASOCROMICI CHE CAMBIANO COLORE CON L'ACCUMULO DI VOLATILI FERMENTATIVI.

SONO STATI MESSI A PUNTO DEI MODELLI DI PREVISIONE DELLA SHELF-LIFE ATTRAVERSO L'ACQUISIZIONE DI IMMAGINI IPERSPETTRALI CHE POSSONO COSTITUIRE UN VALIDO AIUTO PER LA DEFINIZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO DEL PRODOTTO PRIMA ANCORA CHE PER LA SUA DATA DI SCADENZA.





ORGANIZED BY



**DARe Puglia**  
Distretto Tecnologico Agroalimentare

IN COOPERATION WITH



WITH THE PATRONAGE OF



*Grazie per l'attenzione!*

*marialuisa.amodio@unifg.it*

