

**V Workshop**  
**Applicazioni della Risonanza Magnetica**  
**nella Scienza degli Alimenti**



*In memoria di Annalaura Segre*

**V Workshop**  
**Applicazioni della Risonanza Magnetica**  
**nella Scienza degli Alimenti**

*Aula Magna*  
*Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Facoltà di Farmacia e Medicina,*  
*Sapienza Università di Roma, 26-27 Maggio 2016*

Applicazioni della Risonanza Magnetica nella Scienza degli Alimenti  
ISBN: 978-88-97987-11-6

### **Comitato scientifico**

Luisa Mannina, Donatella Capitani *Co-chairs*

Noemi Proietti

Francesco Capozzi

Maurizio Delfini

Claudio Luchinat

Antonio Randazzo

Henriette Molinari

Stefano Mammi

Lucia Calucci

Paola Turano

Fabio Arnesano

Michele R.Chierotti

### **Comitato organizzatore**

Noemi Proietti, Luisa Mannina, Donatella Capitani, Anatoly P. Sobolev, Valeria Di Tullio,  
Giorgio Giardini

### **Segreteria**

Noemi Proietti, Valeria Di Tullio.

e-mail: [alimenti2016@gidrm.org](mailto:alimenti2016@gidrm.org)

Tel. 06 906729700/908/385/476

fax 06 90672477



## PROGRAMMA SCIENTIFICO

26 Maggio 2016

**9.30 - 10.00**     **Registrazione dei partecipanti e affissione poster**

**10.00 - 10.30**     **Indirizzi di saluto**

**Eugenio Gaudio**, Rettore Sapienza Università di Roma

**Bruno Botta**, Direttore Dipartimento CTF, Sapienza Università di Roma

**Francesco Loreto**, Direttore Dipartimento Scienze Bio-Agroalimentari (DiSBA) CNR

**Giovanna Mancini**, Direttore Istituto di Metodologie Chimiche, CNR

**Apertura dei lavori e presentazione attività GIDRM**

Luisa Mannina (Comitato Scientifico Organizzatore, Sapienza Università di Roma)

**10.30 - 12.30**     ***I Sessione*, Moderatore: Luisa Mannina**

**10.30 - 10.50**     **Francesco Capozzi**, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna

“La difficile arte della normalizzazione nel complicato mondo degli alimenti”

**10.50 - 11.10**     **Francesco Paolo Fanizzi**, Università del Salento, Lecce

“Effetti dell'annata sulla costituzione di un database di oli extravergini di oliva”

**11.10 - 11.30**     **Cristina Airoidi**, Università Bicocca, Milano

“Caratterizzazione NMR di estratti naturali da piante edibili: dal profiling metabolico all'identificazione di composti anti-amiloidogenici”

**11.30 - 11.50**     **Elisa Bertone**, Politecnico di Torino

“Monitoraggio on-line del Processo di tostatura del caffè mediante spettroscopia NIR”

**11.50 - 12.10**     **Augusta Caligiani**, Università di Parma

“Applicazioni della tecnica HR-MAS <sup>1</sup>H NMR allo studio di alimenti e confronto con <sup>1</sup>H NMR In Soluzione”

- 12.10 - 12.30 **Elisabetta Schievano**, Università di Padova  
"Spettri NMR dei composti minoritari del miele: importanti fingerprint per l'autenticità del miele"
- 12.30 - 15.00 *Pranzo Buffet + sessione poster*
- 15.00 - 16.00 *II Sessione*, Moderatore: **Francesco Capozzi**
- 15.00 - 15.20 **Carlotta Ciaramelli**, Università Bicocca, Milano  
"Screening via NMR di estratti di caffè con potenziale attività neuroprotettiva"
- 15.20 - 15.40 **Alessandro Giraud**, Politecnico di Torino  
"Imaging multispettrale e metodi chemiometrici per l'analisi delle immagini di prodotti agroalimentari"
- 15.40 - 16.00 **Claudia Napoli**, Bruker Italia Srl  
"NMR in ambito alimentare: nuovi sviluppi"
- 16.00 - 16.30 *Coffee break + sessione poster*
- 16.30 - 17.30 *III Sessione*, Moderatore: **Antonio Randazzo**
- 16.30 - 16.50 **Cinzia Ingallina**, **Alexandros Patsilnakos**, Sapienza Università di Roma  
"E-Alierb-Openlab: Allestimento Della Piattaforma Web"
- 16.50 - 17.10 **Gabriella Sanzò**, Sapienza Università di Roma  
"Valorizzazione di un alimento tipico mediante un approccio multi-metodologico: il caso del Peperone Cornetto di Pontecorvo"
- 17.10 - 18.00 *IV Sessione Poster*

## 27 Maggio 2016

9.30 - 10.40 **V Sessione**, Moderatore: **Donatella Capitani**

9.30 - 9.40 **Andrea Romagnoli**, Lazio Innova

9.40 - 10.00 **Francesco Savorani**, Politecnico di Torino  
"Caratterizzazione della risposta metabolica in *Ruditapes decussatus* e *Ruditapes philippinarum* conseguenti all'esposizione a piombo e zinco"

10.00 - 10.20 **Pierluigi Mazzei**, CERMANN, Università degli Studi di Napoli Federico II  
"Tecniche MRI ed HRMAS per investigare su semi di mais provenienti da piante trattate con diversi fertilizzanti ed inoculo micorrizico"

10.20 - 10.40 **Fabio Sciubba**, Sapienza Università di Roma  
"Profilo metabolico  $^1\text{H-NMR}$  del succo di carota: influenza delle condizioni pedoclimatiche sul prodotto commerciale"

**10.40 - 11.20** *Coffee break + sessione poster*

11.20 - 12.20 **VI Sessione**, Moderatore: **Stefano Mammi**

11.20 - 11.40 **Andrea Salvo**, Università di Messina  
"Quantificazione dello squalene negli evoos tramite varie tecniche analitiche"

11.40 - 12.00 **Anatoly P. Sobolev**, IMC CNR, Roma  
"Variazione del profilo metabolico dei mirtilli: l'influenza dei fattori genetico e stagionale"

12.00 - 12.20 **Simone Carradori**, Università "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara  
"Analisi MAE-HPLC-PDA e valutazione biologica di estratti di cultivar di mirtillo"

**Fine lavori**

**12.40 - 14.00** *Pranzo Buffet*

**14.00 - 16.00** *Riunione aperta del gruppo NMR degli alimenti*

## **COMUNICAZIONI ORALI**

# LA DIFFICILE ARTE DELLA NORMALIZZAZIONE NEL COMPLICATO MONDO DEGLI ALIMENTI

Francesco Capozzi

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari,  
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47521 Cesena (FC), Italia

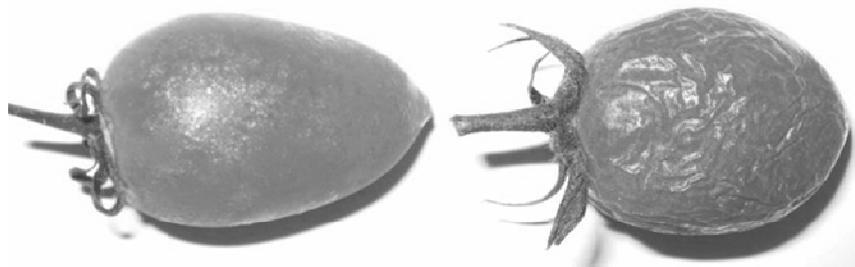
E-mail: <mailto:francesco.capozzi@unibo.it>

<mailto:francesco.capozzi@unibo.it>

La normalizzazione dei dati NMR è un passo essenziale nell'indagine metabolomica degli alimenti.

Condotta correttamente, migliora la qualità dei dati e rimuove artefatti indesiderati. La scelta del metodo appropriato è critica e dipende dalle proprietà intrinseche del set di dati da sottoporre all'analisi.

Differenze di idratazione prima della raccolta dei campioni vegetali sono una comune fonte di varianza indesiderata nelle concentrazioni dei metaboliti da campione a campione. Un'ulteriore



fonte di varianza delle concentrazioni dei metaboliti è da ricercare nella preparazione dei campioni, ad esempio la quantità di solvente impiegata durante le fasi tecniche di pesatura e

successive diluizioni. Gli algoritmi di normalizzazione dei dati hanno lo scopo di ridurre in maniera affidabile questo tipo di varianza indesiderata preservando le differenze di interesse per l'indagine.

Tra i numerosi metodi di normalizzazione, disponibili per rendere meglio confrontabili tra loro i campioni, il più semplice è quello dell'area totale costante. Tuttavia, questo approccio è generalmente impiegabile se si ritiene che solo la concentrazione di un numero relativamente limitato di metaboliti possa aumentare a discapito di altri, che diminuiscono in quantità equivalente. Ogni volta che questa ipotesi è violata, si ottengono risultati errati che possono severamente confondere la successiva analisi dei dati. Le alternative sono diverse e si basano sulla proporzionalità lineare che assegna un peso o coefficiente appropriato per ciascun campione, in funzione dei possibili percorsi chimici che correlano un campione all'altro. La presentazione di casi di studio, inerenti a differenti questioni di interesse per le scienze degli alimenti, offrirà le basi per stimolare la discussione tra i partecipanti al fine di ipotizzare un protocollo condiviso di controllo di qualità della procedura di normalizzazione.

## Ringraziamenti

I risultati presentati derivano da ricerche sviluppate nell'ambito del progetto PROSIT del CI.AN. Agroalimentare (D.D. MIUR 30.5.2012 prot.N.257/RIC) e durante il progetto FP7 Pathway-27 dell'Unione Europea con GA n° 311876.

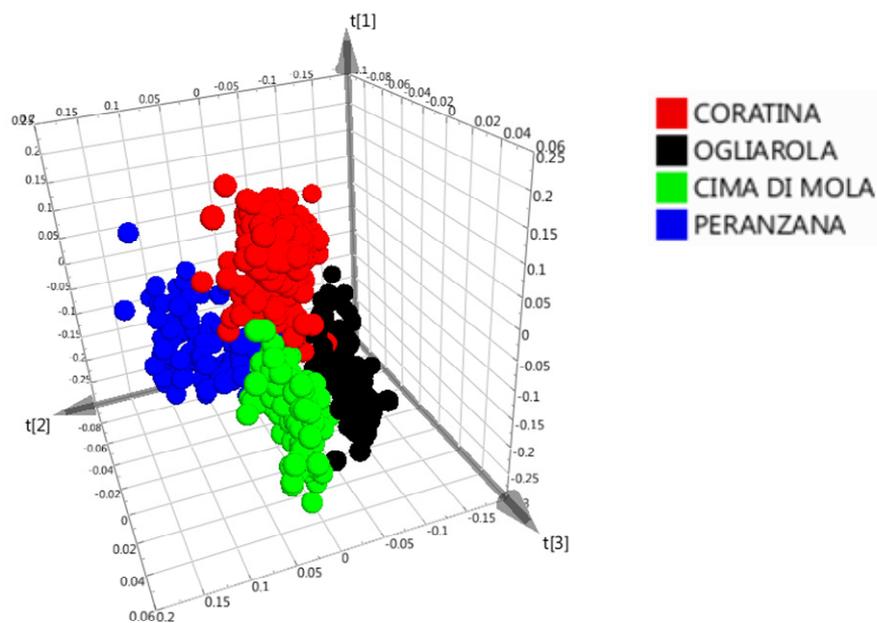
## HARVESTING YEAR EFFECTS ON EVOOS DATABASE CONSTITUTION

Chiara R. Girelli, Laura Del Coco, Paride Papadia, Sandra A. De Pascali, Francesco P. Fanizzi

Di.S.Te.B.A., Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, prov.le Lecce  
Monteroni, Lecce (Italia)

E-mail: [fp.fanizzi@unisalento.it](mailto:fp.fanizzi@unisalento.it)

Authenticity and traceability of several products such as olive oils with specific geographical origin require to be assessed by analytical methods. The development of an efficient and accurate method for cultivar/geographical origin authentication is complicated by the broad range of variables influencing the olive oil properties. In this regard, we analysed 900 EVOO samples from individual olive trees of four representative cultivars of Apulia (namely Coratina, Ogliarola Barese, Cima di Mola, and Peranzana), produced at a laboratory-scale during two crop years (2013-2014 and 2014-2015). After genetic identification of individual olive trees, a detailed Apulian EVOO NMR database was built and a study on the NMR olive oils profiles was carried out by statistical multivariate analysis (Principal Component Analysis, PCA, Partial Least-Squares Discriminant Analysis, PLS-DA, Orthogonal Partial Least-Squares Discriminant Analysis, OPLS-DA) [1,2] (Fig. 1). Cluster differences and quality metrics (Mahalanobis distances and  $J_2$  criterion, [3]) were measured to assess the inter cultivar distances for the same harvesting year and the intra cultivar for the two harvesting years. The overall variations found were small, especially for the Coratina oils, even in the present case characterized by seasons with very different climatic conditions. This suggests that the idea of building reference databases for EVOOs cultivar/geographical origin assessment purposes can also hold the harvest year effects.



**Fig. 1.** The supervised OPLS-DA models shows the separation among the four cultivars.

- [1] S. Piccinonna, R. Ragone, M. Stocchero, L. Del Coco, S.A. De Pascali, F.P. Schena, et al., *Food Chem.* **199**, 675–683. (2016)
- [2] Fanizzi, F. P., Del Coco, L., Girelli, C. R., De Pascali, S. A., Harvest year effects on Apulian EVOOs evaluated by <sup>1</sup>H NMR based metabolomics. IV International Conference on Foodomics, October 2015, Cesena (FC). Book of abstract p. 31-32. Edited by University of Bologna, available from foodomics@unibo.it. ISBN 978-88-902152-7-8.
- [3] B. Worley, S. Halouska, R. Powers *Anal. Biochem.*, **433**, 102-104 (2013)

**Aknowledgements:** PON “R&C” 2007-2013 (PON01\_01958 PIVOLIO), Oliveti Terra di Bari Soc. Coop. A and Olearia Basile S.n.c.

# NMR INVESTIGATION OF EXTRACT FROM EDIBLE PLANTS: FROM THE METABOLIC PROFILING TO THE IDENTIFICATION OF ANTI-AMYLOIDOGENIC COMPOUNDS

C. Airoidi,<sup>‡</sup> C. Ciaramelli,<sup>‡</sup> V. Mazzoni,<sup>‡</sup> A. Palmioli,<sup>‡</sup> R. Bussei<sup>‡</sup>

<sup>‡</sup>Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze, Università degli studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza, 2, 20126 Milano

E-mail: [cristina.airoidi@unimib.it](mailto:cristina.airoidi@unimib.it)

In this communication we show the potential of NMR approaches for the metabolic profiling and screening of plant and food extracts, aimed at the discovery of new bioactive compounds.

In particular we focused our interest on the identification of new ligands of amyloidogenic peptides and proteins (A $\beta$ 1-42, PrP106-126 and Ataxin-3) involved in Alzheimer's [1], mammalian prions [2] and Machado-Joseph's neurodegenerative diseases [3]. Due to the severe impact of these pathologies on the quality of life of the patients and their families, their massive economic burden, and the lack of effective therapies and diagnostic tools, there is an urgent need for effective molecules for their treatment and diagnosis.

In this context, the availability of new screening methods applicable to food matrixes appears strategic for the identification of new nutraceuticals and drugs.

After their <sup>1</sup>H-NMR metabolic profiling, we were able to identify ligands of amyloid peptides and proteins in *Salvia sclareoides* [4], *Genista tenera* [5], green tea [6], coffee [7] and hop [7] extracts by exploiting STD NMR and trNOESY experiments. The interaction of the best ones was further investigated at molecular level working on the purified molecules by combining NMR with other biophysical techniques such as AFM, CD, TEM and fluorescence microscopy. Moreover, their antioxidant and anti-amyloidogenic activities were evaluated by cellular and biochemical assays, validating the existence of a correlation among the recognition of the molecular targets and the biological responses.

Our data provide fundamental information for the comprehension of the biological and nutraceutical activities exerted by these foods in the context of neurodegenerative diseases.

## References:

- [1] G. G. Glenner, C. W. Wong, *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 120, 885-890, (1984).
- [2] S. B. Prusiner, *Science*, 216, 136-144 (1982).
- [3] Y. Takiyama, M. Nishizawa, H. Tanaka, S. Kawashima, H. Sakamoto, Y. Karube, H. Shimazaki, M. Soutome, K. Endo, S. Ohta, Y. Kagawa, I. Kanazawa, Y. Mizuno, M. Yoshida, T. Yuasa, Y. Horikawa, K. Oyanagi, H. Nagai, T. Kondo, T. Inuzuka, O. Onodera, S. Tsuji *Nat Genet*, 4, 300–304, (1993).
- [4] C. Airoidi, E. Sironi, C. Dias, F. Marcelo, A. Martins, A. P. Rauter, F. Nicotra, J. Jimenez-Barbero, *Chem. Asian J.*, 8, 596-602, (2013).
- [5] a) A. P. Grases Santos Silva Rauter, A. R. Xavier de Jesus, A. I. Mendes Martin, C. A. dos Santos Dias, R. J. Tavares Ribeiro, M. P. Borges de Lemos Macedo, J. A. Guerra Justino, H. D. Mota Filipe, R. M. Amaro Pinto, B. M. Nogueira Sepodes, M. A. Patrício Goulart de Medeiros, J. Jimenez Barbero, C. Airoidi, F. Nicotra, *PT106202, WO 2013132470 A2*, 2013; b) Jesus A. R., Dias C., Matos A. M., de Almeida R. F. M., Viana A. S., Marcelo F., Ribeiro R. T., Macedo M. P., Airoidi C., Nicotra F., Martins A., Cabrita E. J., Jiménez-Barbero J., Pilar Rauter A., *J. Med. Chem.*, 57, 9463–9472 (2014).
- [6] Sironi E., Colombo L., Lompo A., Messa M., Bonanomi M., Regonesi M. E., Salmona M., Airoidi C., *Chem. Eur. J.*, 20, 13793–13800 (2014).
- [7] Manuscripts in preparation

## MONITORAGGIO ON-LINE DEL PROCESSO DI TOSTATURA DEL CAFFÈ MEDIANTE SPETTROSCOPIA NIR

E. Bertone,<sup>‡</sup> A. Giraud,<sup>‡</sup> F. Savorani,<sup>‡</sup> F. Geobaldo,<sup>‡</sup>

<sup>‡</sup>Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino

E-mail: [elisa.bertone@polito.it](mailto:elisa.bertone@polito.it)

La principale trasformazione del caffè prima della commercializzazione è rappresentata dalla tostatura, processo che influenza pesantemente le caratteristiche organolettiche della bevanda. A livello industriale, per soddisfare le aspettative dei consumatori legate ad una qualità costante, il processo richiede un controllo molto attento. Il monitoraggio del colore del caffè durante la tostatura potrebbe costituire uno strumento molto importante per valutare in tempo reale le performance del processo e garantirne la riproducibilità [1]. In questo lavoro viene descritta l'applicazione di un sistema on-line per il monitoraggio del processo di tostatura del caffè, eseguito su un tostino da laboratori. Il controllo di processo è realizzato utilizzando una sonda nel vicino infrarosso (Bruker Optics, Germania) posta all'interno del tostino (Probat, Germania). È stata esaminata l'influenza sul colore di diverse variabili sperimentali: la varietà di caffè (Arabica, Robusta e miscele 50/50 p/p), la temperatura (sono stati considerati 4 diversi valori), e l'umidità iniziale dei chicchi; sono stati acquisiti un totale di 800 spettri durante 65 esperimenti di tostatura. Per ottenere il modello di predizione sul colore di tostatura viene utilizzata la *Partial Least Square*; sono stati utilizzati i parametri Hotelling  $T^2$  e i residui Q per valutare la presenza di campioni *outliers* [2]. Il modello ottenuto presenta una buona capacità predittiva per la determinazione del colore di tostatura con un RMSECV pari all'1,5 U.A. (in Fig. 1 è riportato il grafico del valore predetto vs. reale del colore). Questo studio conferma l'applicabilità della spettroscopia NIR per il monitoraggio on-line del processo di tostatura del caffè. Dopo un'ottimizzazione del metodo si prospetta l'implementazione di questa tecnologia su scala industriale per automatizzare il controllo dei parametri del processo.

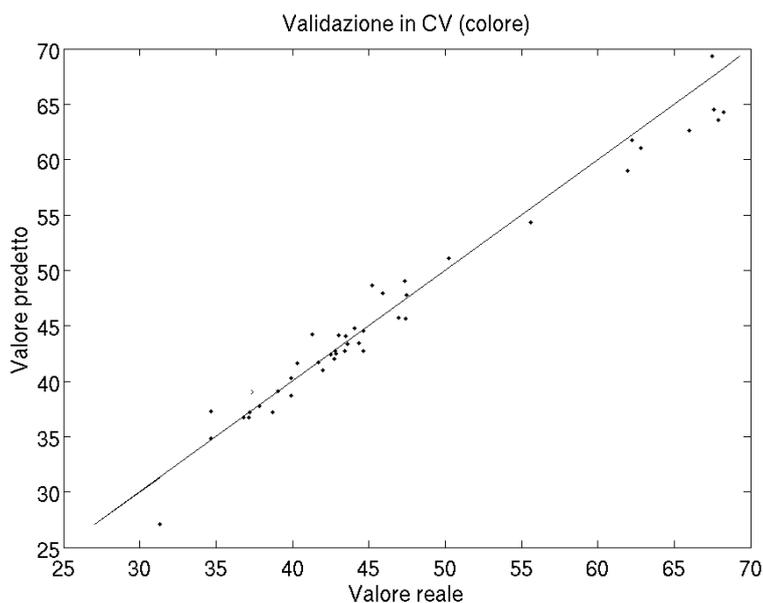


Fig. 1. Validazione (cv) del modello per la predizione del grado di tostatura del caffè; RMSECV 1,5 U.A.

## Referenze

- [1] E. Bertone, A. Venturello, A. Giraud, G. Pellegrino, and F. Geobaldo *Food Control* **59**, 683-689 (2016).
- [2] R. L. Mason and J. C. Young, *Multivariate statistical process control with industrial applications*, SIAM, Philadelphia, 2002.

# APPLICAZIONI DELLA TECNICA HR-MAS $^1\text{H}$ NMR ALLO STUDIO DI ALIMENTI E CONFRONTO CON $^1\text{H}$ NMR IN SOLUZIONE

A. Caligiani,<sup>‡</sup> A.Marseglia,<sup>‡</sup> D. Acquotti<sup>†</sup>

<sup>‡</sup>Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Parma, Parco Area delle Scienze 17A, 43124, Parma, Italy

<sup>†</sup>Centro Interdipartimentale Misure, Parco Area delle Scienze 23A, 43124, Parma, Italy

E-mail: [augusta.caligiani@unipr.it](mailto:augusta.caligiani@unipr.it)

Le applicazioni della spettroscopia di risonanza magnetica nucleare all'analisi degli alimenti sono sempre più numerose, soprattutto quando si fa riferimento alle tecniche ad alta risoluzione in soluzione. Meno comuni sono le applicazioni di tecniche che permettono l'analisi di campioni alimentari solidi o semisolidi come le tecniche basate su probe HR MAS. In questo lavoro vengono riportati alcuni risultati e considerazioni sull'applicazione della tecnica HR MAS  $^1\text{H}$  NMR all'analisi quantitativa e fingerprint degli alimenti. In particolare viene preso in esame come caso studio il cacao, una matrice vegetale molto complessa per la simultanea presenza di elevate quantità di lipidi, proteine, polisaccaridi, sostanze polifenoliche e metilxantine. L'approccio a tale matrice ha richiesto una messa a punto e ottimizzazione sia della preparazione del campione che dei parametri strumentali. In particolare è risultata critica la quantità di acqua deuterata inserita nel rotore per ottenere spettri simili a quelli in soluzione. In figura 1 è riportato il confronto tra spettri HR MAS  $^1\text{H}$  NMR ottenuti in diverse condizioni e uno spettro  $^1\text{H}$  NMR in soluzione. I risultati hanno mostrato che spettri ottenuti con diversi rapporti cacao:D<sub>2</sub>O sono molto diversi e che l'analisi quantitativa risulta poco affidabile. Il vantaggio principale dell'uso dell'HR MAS è la possibilità di ottenere simultaneamente informazioni sulla componente idrofila e lipofila.

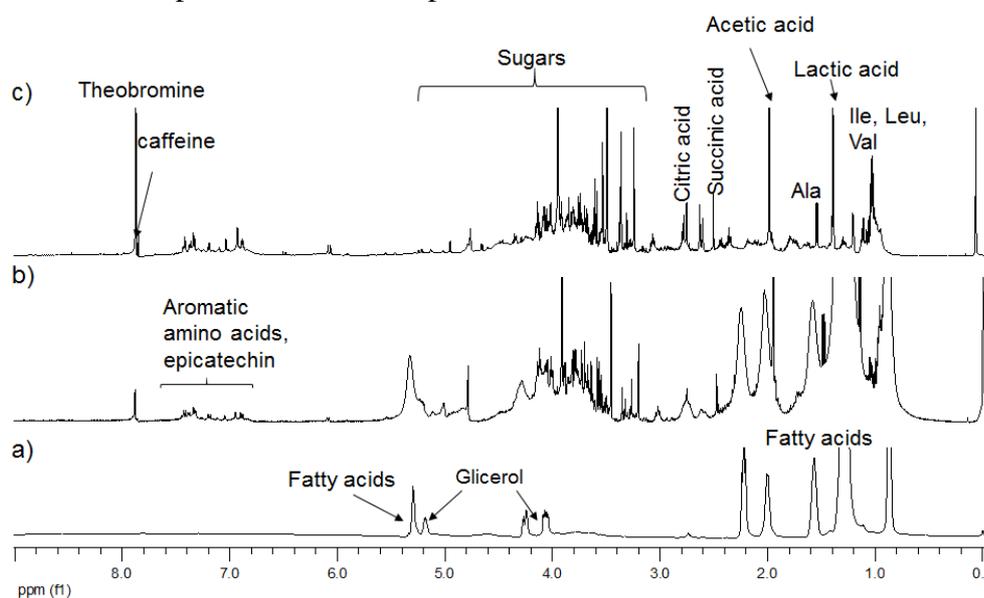


Fig. 1: Spettro HR MAS  $^1\text{H}$  NMR 400 MHz di un campione di cacao ottenuto con a) rapporto 1:1 cacao:D<sub>2</sub>O b) rapporto 1:5 cacao:D<sub>2</sub>O; c) spettro  $^1\text{H}$  NMR 600 MHz di un estratto idroalcolico dello stesso campione di cacao.

## **SPETTRI NMR DEI COMPOSTI MINORITARI DEL MIELE: IMPORTANTI FINGERPRINT PER L'AUTENTICITÀ DEL MIELE**

E. Schievano

Dipartimento di Scienze Chimiche, Università di Padova

Gli spettri NMR dei componenti minoritari del miele contengono informazioni di origine botanica, geografica e di adulterazione del miele.

E' stato sviluppato un nuovo approccio per l'identificazione dei componenti florali presenti nel miele e per la classificazione di un miele come uniflorale o millefiori. Il metodo si basa su un modello statistico costruito con una banca dati di più di 1000 campioni italiani di 17 origini botaniche. La validazione del metodo è stata fatta su ulteriori 150 campioni, confrontando i responsi ottenuti con quelli del metodo tradizionale.

Prendendo in considerazione il miele uniflorale di acacia è possibile una distinzione geografica tra mieli proveniente dall'Est Europa, Italia e Cina. L'analisi evidenzia, inoltre, adulterazione in alcuni mieli cinesi.

## NMR SCREENING OF SEVERAL GREEN AND ROASTED COFFEE EXTRACTS AS POTENTIAL NEUROPROTECTIVE DIETARY SUPPLEMENTS

C. Ciaramelli,<sup>‡</sup> A. Palmioli,<sup>‡</sup> J. Nava,<sup>‡</sup> R. Bussei,<sup>‡</sup> A. De Luigi,<sup>†</sup> L. Colombo,<sup>†</sup> C. Airoidi<sup>‡</sup>

<sup>‡</sup> Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze, Università degli studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza, 2, 20126, Milano

<sup>†</sup> Dipartimento di Biochimica e Farmacologia Molecolare, Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri, Via Giuseppe La Masa, 19, 20156, Milano

E-mail: [carlotta.ciaramelli@unimib.it](mailto:carlotta.ciaramelli@unimib.it)

Coffee is one of the most diffused beverages all over the world and recently interest in green coffee has increased too. Among the metabolites present in coffee extracts, most studies have been focused on chlorogenic acids (CGAs), esters formed between hydroxycinnamic derivatives – mainly caffeic and ferulic acid – and quinic acid. CGAs represent the most abundant family of polyphenols in green coffee beans and occur ubiquitously in food.[1] A number of beneficial biological effects have been described for this family of polyphenols, including anti-inflammatory activity, anti-carcinogenic activity and protection in neurodegenerative diseases.[2] However, the molecular mechanisms through which these biological activities are carried out have not been completely elucidated yet.

Here, the screening of coffee extracts for the presence of metabolites responsible for neuroprotective activity is presented. Six coffee varieties, with different geographical origins, have been selected: three of them belonged to the specie Arabica (Brazil, Colombia, Burundi) and the others to the specie Robusta (Tanzania, Uganda, Vietnam). For each of them both green coffee beans and roasted coffee were analysed. The metabolic profiles of the extracts obtained from the different coffee beans were characterized and compared by NMR spectroscopy.

Both the coffee extracts and 5-CGA, the most abundant phenolic constituent from CGAs family found in coffee beans, were tested for their biological activities. In particular, the molecular interaction with a neurodegenerative amyloid oligomers model (A $\beta$ 1-42 oligomers) was evaluated by means of STD-NMR and trNOESY-NMR spectroscopy.[3] Moreover, their antioxidant and anti-amyloidogenic activities were evaluated by cellular and biochemical assays, validating the existence of a correlation among the recognition of the molecular targets and the biological responses. All together our results highlight how the biological efficacy of the different extracts can be related to their metabolic profiles.

**Acknowledgements:** We thank the Beyers Koffie for supplying the coffee samples.

### References

- [1] P. Esquivel, V. M. Jiménez *Food Res. Int.* **46** (2), 488–495 (2012).
- [2] H. S. Shin, H. Satsu, M. j. Bae, Z. Zhao, H. Ogiwara, M. Totsuka, M. Shimizu *Food Chem.* **168**, 167-175 (2015); G. Oboh, O. Agunloye, A. Akinyemi, A. Ademiluyi, S. Adefegha *Neurochem. Res.* **38**, 41-419 (2013).
- [3] C. Airoidi, E. Sironi, C. Dias, F. Marcelo, A. Martins, A. P. Rauter, F. Nicotra, J. Jimenez-Barbero *Chem. Asian J.* **8**, 3, 596-602 (2013); b) E. Sironi, L. Colombo, A. Lompo, M. Messa, M. Bonanomi, M. E. Regonesi, M. Salmona, C. Airoidi *Chem. Eur. J.* **20**, 13793–13800 (2014).

## IMAGING MULTISPETTRALE E METODI CHEMIOMETRICI PER L'ANALISI DELLE IMMAGINI DI PRODOTTI AGROALIMENTARI

A. Girauda,<sup>a</sup> E. Bertone,<sup>a</sup> J.M. Amigo,<sup>b</sup> F. Savorani,<sup>a</sup> F. Geobaldo,<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino

<sup>b</sup> Quality & Technology, Department of Food Science, Faculty of Science - University of Copenhagen, Rolighedsvej 30, 1958 Frederiksberg C, Denmark

E-mail: [alessandro.girauda@polito.it](mailto:alessandro.girauda@polito.it)

L'impiego di tecniche chemiometriche, insieme all'analisi d'immagine multispettrale (MSI), sta diventando sempre più comune come metodo d'indagine rapido e non invasivo per la valutazione automatizzata (oggettiva) di caratteristiche quali la sicurezza, l'autenticità e la qualità dei prodotti agro-alimentari [1]. In questo studio, è stata presa in considerazione la nocciola, in quanto il settore coricolo riveste un ruolo importante fra le produzioni agroalimentari del Piemonte. La necessità di garantire alti standard qualitativi del prodotto richiede la messa a punto di metodi per l'identificazione puntuale dei difetti caratteristici della nocciola [2]: i) l'avariato, caratterizzato da un imbrunimento solitamente esteso a tutta la superficie del seme ed un eventuale sviluppo di muffa e ii) il cimiciato, causato da punture di insetti infestanti e caratterizzato dall'alterazione delle aree interessate (imbrunimenti localizzati e sviluppo di odori e sapori sgradevoli).

In questo lavoro 48 immagini multispettrali, rappresentative di semi di nocciola sani, avariati e cimiciati, sono state acquisite utilizzando il Videometer (Videometer A/S, Horsholm, Denmark) su 18 lunghezze d'onda discrete comprese tra 430 e 970 nm. Le immagini sono state accorpate in un *hypercube* sul quale è stata effettuata dapprima l'Analisi delle Componenti Principali (PCA) ed in seguito la *Partial Least Square - Discriminant Analysis* (PLS-DA). La proiezione dei campioni nello spazio definito dalle prime due variabili latenti (LVs) del modello PCA (Figura 1) evidenzia una netta separazione delle nocciole avariate. Tramite modellazione gerarchica con PLS-DA cross-validata, il 93% delle nocciole avariate sono state correttamente classificate e, una volta rimosse dal dataset, è stato possibile distinguere le nocciole cimiciate da quelle sane. Il metodo proposto risulta idoneo all'automazione e può essere facilmente esteso ad altre matrici alimentari.

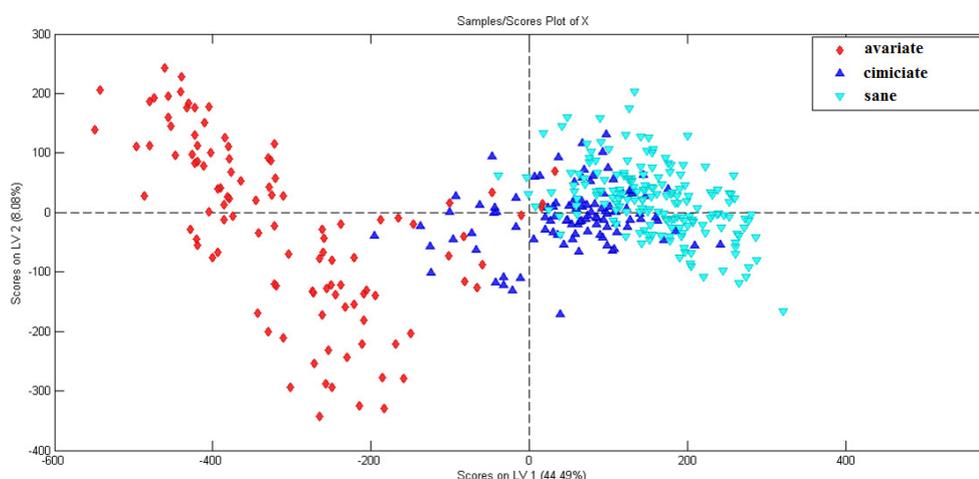


Figura 1 – Rappresentazione dei campioni di nocciole secondo il modello PCA

## Referenze

- [1] Ropodi, A.I., Pavlidis, D.E., Mohareb, F., Panagou, E.Z., Nychas, G.-J.E. (2015). *Multispectral image analysis approach to detect adulteration of beef and pork in raw meats*. Food Research International 67: 12-18.
- [2] R. Moscetti, W. Saeys, J.C. Keresztes, M. Goodarzi, M. Cecchini, D. Monarca, and R. Massantini. *Hazelnut Quality Sorting Using HD-SWIR Hyperspectral Imaging*. Food Bioprocess Technology 8(4): 1593-1604.

## NMR IN AMBITO ALIMENTARE: NUOVI SVILUPPI

C. Napoli‡

‡Bruker Italia S.r.l., viale Lancetti 43, Milano

E-mail: [claudia.napoli@bruker.com](mailto:claudia.napoli@bruker.com)

La Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) è stata utilizzata, per decenni, per l'analisi di struttura dei composti puri. Oggi si conosce lo straordinario potenziale dell'NMR nell'analisi di miscele complesse come fluidi biologici, alimenti e bevande. Ciò è possibile, anche, grazie all'elevato grado di automazione della tecnologia, all'aumento della sensibilità e allo sviluppo di moderne sequenze di soppressione selettiva del solvente e soppressione multipla di segnali, così che il semplice spettro protonico è divenuto una fonte ancora più ricca di informazioni.

Per poter rispondere alle esigenze dell'analisi alimentare, in cui è richiesto il maggior numero possibile di informazioni, qualitative e quantitative, sui campioni in analisi, ci sono state, negli ultimi anni, importanti innovazioni tecnologiche.

Nello studio delle miscele complesse, vengono applicati due diversi approcci di analisi: targeted e nontargeted. Le analisi "targeted" portano all'identificazione e quantificazione di decine di componenti; nell'approccio "non-targeted" vengono invece applicati metodi statistici, sugli stessi dati, per convalidare o classificare un campione sulla base di determinate caratteristiche di qualità o autenticità.

Basandosi su questi approcci, sono stati sviluppate soluzioni che consentono uno screening completamente automatico di diverse matrici alimentari. Proprio per garantire l'elevatissima riproducibilità delle misure, vantaggio esclusivo della tecnica di Risonanza Magnetica Nucleare, tali metodi automatici si basano su procedure altamente standardizzate (SOPs), sviluppate in maniera specifica per ogni matrice presa in considerazione.

Nella presentazione verranno mostrate alcune delle ultime novità nel campo dell'analisi alimentare mediante NMR.

## **e-ALIERB-OPENLAB: ALLESTIMENTO DELLA PIATTAFORMA WEB\***

**C. Ingallina<sup>‡</sup>, A. Patsilnakos<sup>‡</sup>, L. Mannina<sup>‡</sup>, B. Botta<sup>‡</sup>, R. Ragno<sup>‡</sup>**

<sup>‡</sup> Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia

E-mail: [cinzia.ingallina@uniroma1.it](mailto:cinzia.ingallina@uniroma1.it); [alexandros.patsilnakos@gmail.com](mailto:alexandros.patsilnakos@gmail.com)

Il progetto e-ALIERB si propone di allestire e rendere disponibili alle piccole e medie imprese una struttura OPEN LAB multidisciplinare volta alla caratterizzazione e valorizzazione dei prodotti alimentari ed erboristici con particolare riguardo a quelli provenienti dal territorio laziale. L'identificazione delle caratteristiche di qualità/tipicità delle produzioni regionali consentirà la loro distinzione nell'ambito di un'ampia offerta di prodotti analoghi, la difesa della loro tipicità e qualità e la soddisfazione di un target di consumatori attento a tali aspetti. È noto inoltre che il prodotto naturale è caratterizzato da una composizione estremamente complessa e variabile in funzione di diversi fattori, tra cui le caratteristiche dell'ambiente di coltivazione e le metodiche di preparazione. Pertanto, e-ALIERB-OPENLAB opererà la standardizzazione dei prodotti mediante la caratterizzazione analitica, chimica, biologica e la descrizione di “*fingerprinting* metabolomici”, conferendo un valore aggiunto alle produzioni locali e promuovendone le proprietà funzionali derivanti dal contenuto in composti bioattivi (nutraceutici e *phytochemicals*). Questo studio consentirà una descrizione quanto più possibile costante e riproducibile, rappresentando una garanzia di qualità e, di conseguenza, di efficacia e sicurezza nell'impiego e nella lavorazione dei prodotti laziali. Inoltre è auspicabile un effetto di risonanza su tutta la filiera (periodo di raccolta, lavorazione, preparazione e conservazione del prodotto) favorendo lo sviluppo economico e imprenditoriale del territorio.

Una fase del progetto prevede l'allestimento della piattaforma web e-ALIERB ([www.e-alierb.it](http://www.e-alierb.it)) che rappresenterà l'interfaccia grafica in cui il futuro utente potrà interrogare un database (DB) appositamente progettato e sviluppato comprendente le informazioni sia di prodotti alimentari/erboristici che di sostanze di origine naturale. Il DB comprenderà dati chimico-fisici, merceologici e biologici, informazioni legate alla fase di produzione e lavorazione dei prodotti inseriti, nonché gli aspetti legislativi e le analisi convenzionali. I prodotti saranno dunque catalogati in base alla loro origine (vegetale, animale, prodotti di trasformazione) e per ciascun alimento correlato verrà fornita una scheda generale in cui saranno listate le variabili caratterizzanti (meta dati) e, per ciascuna varietà analizzata, verranno inserite le informazioni correlate alle variabili stesse. Un'ampia sezione peculiare del portale “e-alierb.it” sarà dedicata alla caratterizzazione analitica dei prodotti inseriti, eseguita da e-ALIERB OPENLAB, includendo non solo il commento e l'interpretazione delle analisi ma anche la parte sperimentale come ad esempio spettri NMR e cromatogrammi. Messo a regime, il DB sarà un contenitore di dati unico e potrà rappresentare un interessante riferimento sia in ambito puramente scientifico che per tutte le aziende interessate a visitare il portale.

\* Progetto Regione Lazio LR13/2008: “e-ALIERB: un OPEN LAB per caratterizzare e valorizzare i prodotti alimentari ed erboristici del territorio laziale”

## VALORIZZAZIONE DI UN ALIMENTO TIPICO MEDIANTE UN APPROCCIO MULTIMETODOLOGICO: IL CASO DEL PEPERONE CORNETTO DI PONTECORVO\*

G. Sanzò<sup>1</sup>, A.P. Sobolev<sup>2</sup>, S. Circi<sup>1</sup>, N. Proietti<sup>2</sup>, D. Capitani<sup>2</sup>, M. Locatelli<sup>3</sup>, S. Carradori<sup>3</sup>, R. Preti<sup>4</sup>, G. Vinci<sup>4</sup>, A. Vitalone<sup>5</sup>, G. Mazzanti<sup>5</sup>, A. Di Sotto<sup>5</sup>, M.E. Crestoni<sup>1</sup>, B. Chiavarino<sup>1</sup>, S. Fornarini<sup>1</sup>, L. Mannina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Sapienza Università di Roma, P.le Aldo Moro 5, I-00185 Rome, Italy E-mail: [gabriella.sanzo@uniroma1.it](mailto:gabriella.sanzo@uniroma1.it)

<sup>2</sup>Istituto di Metodologie Chimiche, Laboratorio di Risonanza Magnetica “Annalaura Segre”, CNR, I-00015 Monterotondo, Rome, Italy

<sup>3</sup>Dipartimento di Farmacia, Università di Chieti-Pescara “G. d’Annunzio”, Via dei Vestini 31, 66100, Chieti, Italy

<sup>4</sup>Dipartimento di Management, Laboratorio di Merceologia, Sapienza Università di Roma, Via del Castro Laurenziano 9, 00161 Rome, Italy

<sup>5</sup>Dipartimento di Fisiologia e Farmacologia “V. Ersparmer”, Sapienza Università di Roma, P.le Aldo Moro 5, 00185 Rome, Italy

Il Peperone Cornetto di Pontecorvo è un ecotipo locale dolce di *Capsicum annuum* L., una cultivar esclusiva dei territori della provincia di Frosinone, che ha ricevuto la denominazione DOP nel 2010 (Camera di Commercio di Frosinone, 2010). Nell’ambito del progetto Finanziato dalla Regione Lazio “e-ALIERB: un OPEN LAB per caratterizzare e valorizzare i prodotti alimentari ed erboristici del territorio laziale”, proponiamo un approccio multi-metodologico per la caratterizzazione e valorizzazione di questo prodotto e valutarne l’effetto delle modalità di coltivazione sulla conservazione della biodiversità. I campioni di peperone Cornetto di Pontecorvo, ottenuti per coltivazione a cielo aperto ed in serra, sono stati quindi processati, separando le componenti di cuticola, polpa e semi. I campioni vegetali sono stati sottoposti a diverse procedure estrattive, al fine di caratterizzarne al meglio la composizione fitochimica. In particolare, una parte è stata trattata secondo il metodo Bligh-Dyer, ottenendo estratti acquosi ed organici; una ulteriore parte è stata sottoposta ad estrazione in etanolo (70% v/v) al fine di caratterizzare in maniera più specifica i componenti polifenolici. Gli estratti sono stati analizzati mediante metodologie NMR, spettrometria di massa e tecniche spettrofotometriche per valutarne il profilo metabolico. È stato inoltre valutato il profilo in ammine biogene in HPLC/RF con derivatizzazione pre-colonna. Infine, sono state condotte prove di attività biologica, con particolare riferimento agli effetti ipoglicemizzanti ed alle proprietà antimicrobiche. L’analisi NMR ha permesso di identificare nei peperoni, tramite dati di letteratura ed esperimenti 1D e 2D, diversi metaboliti solubili in solvente acquoso appartenenti a classi diverse come carboidrati, amminoacidi, acidi organici, colina, come anche metaboliti solubili in solventi organici. In accordo con i dati della spettrometria di massa, i test spettrofotometrici hanno evidenziato la presenza negli estratti di elevati quantitativi di zuccheri riducenti (10-40%), che costituiscono un aspetto determinante per le proprietà organolettiche del prodotto. L’analisi spettrofotometrica ha consentito anche di determinare il contenuto di polifenoli totali, tannini e flavonoidi. Dati preliminari hanno evidenziato anche la capacità degli estratti, in particolare buccia e polpa, di inibire l’ $\alpha$ -amilasi, un enzima chiave nel controllo del metabolismo glucidico. Tali risultati suggeriscono una possibile applicazione di tali estratti nella prevenzione del diabete. Va, infine, sottolineato come sia in termini di fitocostituenti sia in termini di attività ipoglicemizzante non siano state riscontrate differenze significative tra gli estratti derivanti dai peperoni coltivati a cielo aperto e quelli coltivati in serra. Tali dati rassicurano circa la possibilità di conservare la biodiversità del peperone Cornetto di Pontecorvo DOP con le due modalità di coltivazione e risultano importanti nella scelta della metodologia più idonea per implementare la produzione senza alterarne le proprietà.

\* Progetto Regione Lazio LR13/2008

## METABOLIC RESPONSES OF CLAMS, *RUDITAPES DECUSSATUS* AND *RUDITAPES PHILIPPINARUM*, TO SHORT-TERM EXPOSURE TO LEAD AND ZINC

Francesco Savorani<sup>1,2</sup>, Violetta Aru<sup>3</sup>, Maria Barbara Pisano<sup>4</sup>, Søren Balling Engelsen<sup>2</sup>, Sofia Cosentino<sup>4</sup> and Flaminia Cesare Marincola<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Science and Technology, Polytechnic University of Turin, Italy – E-mail: francesco.savorani@polito.it

<sup>2</sup>Department of Food Science, University of Copenhagen, Denmark – E-mail: se@food.ku.dk

<sup>3</sup>Department of Chemical and Geological Sciences, University of Cagliari, Italy – E-mail: violaaru@outlook.it; flaminia@unica.it

<sup>4</sup>Department of Public Health, Clinical and Molecular Medicine, University of Cagliari, Italy – E-mail: scosenti@unica.it

In this study, a NMR-based metabolomics approach was applied to investigate and compare the biochemical responses of the clams *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* to 48 hours lead nitrate ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) and zinc chloride ( $\text{ZnCl}_2$ ) exposure. These bivalves are widely distributed around the globe and represent one of the main products of the Italian aquaculture industry [1].

<sup>1</sup>H NMR spectra of the aqueous fraction of clams, extracted according to the Folch method [2], were analysed by Principal Component Analysis (PCA) to search for valid metabolic signatures for metal exposure. The results of the PCA pointed out a remarkable species-specific metabolic response upon metal exposure. In particular, metal treated *R. decussatus* were mainly characterized by higher levels of organic osmolytes (such as betaine, taurine and hypotaurine) while it decreased the relative amount of free amino acids. On the contrary, *R. philippinarum* metabolic response was mainly characterized by larger amounts of amino acids (branched chain amino acids, threonine, tyrosine and phenylalanine) while it declined the level of organic osmolytes. Metabolite-Metabolite Correlation Analysis (MMCA) was further applied in order to achieve deeper insights into the impact of heavy metal pollution on clams' metabolic fingerprint. A higher number of strong (Pearson's) correlations was observed, in both species, upon lead exposure with respect to the zinc one. In particular, the more concerted action of the metabolites following lead exposure suggests a detrimental effect of wider extension on clams' metabolome probably due to its noxious nature. These findings show that NMR-based metabolomics has the required sensitivity and specificity for the identification of a biomarker contour [3] to be used for marine quality control.

### References:

[1] Folch, J., Less, M., & Stanley, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. 1957; 226 (1): 497-509.

# TECNICHE MRI ED HRMAS PER INVESTIGARE SU SEMI DI MAIS PROVENIENTI DA PIANTE TRATTATE CON DIVERSI FERTILIZZANTI ED INOCULO MICORRIZICO

P. Mazzei,<sup>‡</sup> V. Cozzolino,<sup>†</sup> A. Piccolo<sup>‡,†</sup>

<sup>‡</sup>Centro Interdipartimentale per la Risonanza Magnetica Nucleare per l'Ambiente, l'Agro-Alimentare ed i Nuovi Materiali (CERMANU), Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Italia

<sup>†</sup>Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Italia.

([pierluigi.mazzei@unina.it](mailto:pierluigi.mazzei@unina.it); [vincenza.cozzolino@unina.it](mailto:vincenza.cozzolino@unina.it), [alessandro.piccolo@unina.it](mailto:alessandro.piccolo@unina.it))

L'obiettivo di questo lavoro è stato di verificare se diversi fertilizzanti, con e senza l'inoculo di funghi micorrizici, inducano cambiamenti significativi nel metaboloma e nella struttura dei semi (cariossidi) di spadice di mais. Le piante di mais sono state trattate con fertilizzanti organici (compost organico municipale ed urbano) o inorganici (formulazione commerciale) in esperimenti di campo. Inoltre, le piante hanno ricevuto l'inoculazione radicale di funghi micorrizici arbuscolari (AMF) con o senza l'aggiunta dei suddetti fertilizzanti.

Gli spadici prodotti dalle piante sottoposte a tali trattamenti sono stati raccolti dopo 80 giorni dalla semina. Per ciascuno di essi, un numero significativo di cariossidi è stato rimosso ed analizzato via HRMAS-NMR (High-Resolution Magic Angle Spinning Nuclear Magnetic Resonance) ed MRI (Magnetic Resonance Imaging, Fig.1) allo scopo di individuare possibili effetti, metabolici e strutturali, indotti sui semi ed ascrivibili ai trattamenti effettuati sulle piante. La scelta di utilizzare queste due tecniche NMR è stata dovuta alla loro complementarietà ed alla loro singolare capacità di eseguire analisi riproducibili, conservative ed informative su campioni freschi e non subordinati a pretrattamenti. Il connubio dell'indagine metabolomica di spettri HRMAS con i risultati forniti dalla tecnica MRI (tempi di rilassamento e diffusione) ha dimostrato l'esistenza di una stretta correlazione della struttura e della composizione di semi di mais sia con la qualità molecolare dei fertilizzanti impiegati, sia con l'azione delle micorrize simbiotiche.



Fig. 1. Slice MRI sagittale di cariossidi di mais acquisita mediante sequenza *Multislice-Multiecho* su di un magnete da 300 MHz.

## PROFILO METABOLICO <sup>1</sup>H-NMR DEL SUCCO DI CAROTA: INFLUENZA DELLE CONDIZIONI PEDOCLIMATICHE SUL PRODOTTO COMMERCIALE

Fabio Sciubba<sup>§</sup>, Alberta Tomassini<sup>+</sup>, Maria Enrica Di Cocco<sup>§</sup>, Giorgio Capuani<sup>§</sup>, Maurizio Delfini<sup>§</sup>, Walter Aureli<sup>ç</sup>, Alfredo Miccheli<sup>§</sup>

§ Dipartimento di Chimica, Università di Roma “La Sapienza”, P.le Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia  
+ Dipartimento “Charles Darwin”, Università di Roma “La Sapienza”, P.le Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia  
ç R&D, Aureli Mario S.S. Agricola, Via Mario Aureli 7, 67050 Ortucchio (Aq), Italia

Le carote (*Daucus carota* L.) sono solitamente consumate tal quali o trasformate in molti prodotti diversi. Il succo di carota è una bevanda popolare consumata in tutto il mondo e sta attirando maggiore attenzione per il suo valore nutrizionale, essendo essa una fonte naturale di composti bioattivi [1,2].

Succhi di carota pronti per il consumo prodotti nello stesso impianto di produzione sono stati analizzati mediante spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR) protonica. I succhi sono stati ottenuti a partire da radici di carote della stessa cultivar (varietà nantese) cresciute in tre diverse aree geografiche in Italia, di modo che variazioni nel profilo metabolico del prodotto finale siano da attribuirsi unicamente alle condizioni pedoclimatiche del luogo di provenienza delle materie prime. Più di 30 metaboliti sono stati identificati e quantificati [3] esaminando estratti idroalcolici e cloroformici. I dati così ottenuti sono stati analizzati mediante analisi statistica univariata ANOVA e multivariata PCA.

Dall'analisi di quest'ultima, è stato osservato un chiaro raggruppamento su base geografica e i profili metabolici sono stati correlati alle diverse condizioni pedoclimatiche, in particolar modo per quanto concerne le quantità di amminoacidi, sistemi fenolici e di poliacetileni [4].

La ricerca in oggetto fa parte del progetto VALFOOD finanziato dal Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale Reg. CE 1698/2005: Progetto Regione Abruzzo: PSR 2007-2013 Misura 1.2.4.

### Referenze

- [1] L.P. Christensen *Recent Patents Food Nutr. Agricult.* **3**, 64-77 (2011)
- [2] C. Alasalvar, J.M. Grigor, D. Zhang, P.C. Quantick and F. Shahidi *J. Agr. Food Chem.* **49**, 1410-1416 (2001)
- [3] F. Sciubba, G. Capuani, M.E. Di Cocco, D. Avanzato and M. Delfini *Food Res. Intern.* **62**, 66-73 (2014)
- [4] H.J. Rosenfeld, P. Baardseth and G. Skrede *Food Res. Intern.* **30**, 611-618 (1997)

## QUANTIFICAZIONE DELLO SQUALENE NEGLI EVOO TRAMITE VARIE TECNICHE ANALITICHE

A. Salvo,<sup>†‡</sup> A. Rotondo,<sup>‡</sup> G. L. La Torre,<sup>‡</sup> V. Mangano,<sup>‡</sup> K. Casale N. Cicero<sup>†‡</sup>,<sup>‡</sup> V. Pellizzeri,<sup>‡</sup>,<sup>‡</sup> E. Saija,<sup>‡</sup> G. Dugo<sup>†‡</sup>

<sup>‡</sup>Department of Biomedical and Dental Sciences and Morphofunctional Imaging. Viale F. Stagno d'Alcontres, 31  
I-98166 Messina (ME) Italy

<sup>†</sup>Science4Life E-mail: <mailto:asalvo@unime.it>

Questo è il testo che deve avere una lunghezza massima di 1 pagina. Carattere Times New Roman 12, interlinea singola, margini di 3 cm. Le referenze nel testo devono essere riportate con un numero in parentesi, esempio [1]. Riportare solo 1 o 2 figure in bianco e nero numerate con numeri arabi (esempio, Fig. 1). Lo Squalene (SQ) è un isoprenoide simmetrico composto da 30 atomi di carbonio, deve il suo nome alla sua prima identificazione in estratti di fegato di squalo ed è molto presente negli animali marini così come in molte specie vegetali [1]. Negli uomini, circa il 60% di SQ è assorbito dal cibo e le risorse principali nella dieta mediterranea sono gli olii extravergini di oliva (EVOOs). Molte ricerche riportano che le preziose qualità benefiche dello SQ derivino da: a) l'effetto anti-ossidante al livello cellulare, b) azione protettiva contro la foto ossidazione della pelle, c) capacità di potenziare le difese immunitarie, d) regolazione della quantità di proteine trasportatrici di grassi LDL [2-3]; su quest'ultimo punto vi sono però anche state delle controversie dato che SQ è un bio-precursore degli steroli umani [4]. La tradizionale quantificazione di SQ in matrici vegetali veniva fatta tramite tecniche tridimensionali o procedure cromatografiche (HPLC, GC, hyphenated chromatographic techniques) con la raccomandazione di preparazioni del campione tramite SPE (Grigoriadou et al., 2007; Popa et al., 2015). Questa comunicazione si propone l'ambizioso tentativo di comparare varie tecniche di quantificazione dello squalene, dimostrando come la quantificazione NMR con diluizione in cloroformio, 64 scansioni, successiva integrazione con apposite griglie e stima delle quantificazioni via excel (con la media di 20 euro, 15 minuti e 600uL di cloroformio per campione) risulta in una buona precisione e anche accuratezza.

### Referenze

- [1] M. Tsujimoto, An unsaturated hydrocarbon in shark liver oil, *J. Chem. Ind. Japan* **19**, 277-81(1916).
- [2] N. Nicolaidis, H. C. Fu, G. R., The skin surface lipids on man compared with those of eighteen species of animals. *Rice Journal of Investigative Dermatology* **51(2)**, 83-9 (1968)
- [3] G.S. Kelly, Squalene and its potential clinical uses. *Altern Med Rev.* **1**, 29-36 (1999)
- [4] S. N. Shah, Conversion of squalene into sterols by microsomal fractions from brains of developing rats, *FEBS Letters* , 20(1), 75-8(1972)
- [5] D. Grigoriadou, A. Androulaki, E. Psomiadou, M. Z. Tsimidou, *Solid phase extraction in the analysis of squalene and tocopherols in olive oil*, *Food Chemistry* , **105(2)**, 675-680(2007).
- [6] O. Popa, N. E. Babeanu, I. Popa, Ni a S.; C. E. Dinu-Parvu, Methods for obtaining and determination of squalene from natural sources, *BioMed research international* **2015**, 367202 (2015)

## VARIAZIONE DEL PROFILO METABOLICO DEI MIRTILLI: L'INFLUENZA DEI FATTORI GENETICO E STAGIONALE

Anatoly P. Sobolev<sup>‡</sup>, Donatella Capitani<sup>‡</sup>, Noemi Proietti<sup>‡</sup>, Maurizio Delfini<sup>§</sup>, Simone Carradori<sup>†</sup>, Flavio Roberto De Salvador<sup>#</sup>, Gökhan Zengin<sup>¶</sup>, Luisa Mannina<sup>‡,£</sup>

<sup>‡</sup> Istituto di Metodologie Chimiche, Laboratorio di Risonanza Magnetica “Annalaura Segre”,  
CNR, I-00015 Monterotondo, Rome, Italy E-mail: [anatoly.sobolev@cnr.it](mailto:anatoly.sobolev@cnr.it)

<sup>§</sup> Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, I-00185  
Rome, Italy

<sup>†</sup> Dipartimento di Farmacia, “G. D’Annunzio” Università di Chieti-Pescara, Via dei Vestini 31, 66100 Chieti, Italy

<sup>#</sup> CRA Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Centro di Ricerca per la Frutticoltura, Via  
Fioranello 52, I-00134 Rome, Italy

<sup>¶</sup> Department of Biology, Science Faculty, Selcuk University, Konya, Turkey

<sup>£</sup> Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, I-00185  
Rome, Italy

Il presente lavoro di analisi NMR per la caratterizzazione dei mirtilli è stato effettuato secondo il protocollo proposto precedentemente[1], basato su analisi NMR ad alto campo di estratti di mirtilli.

Le analisi sono state condotte su campioni di mirtilli appartenenti a quattro diverse varietà (Camelia, Jewels, Spartan e Misty) coltivati in due anni successivi, il 2014 e il 2015, consentendo di definire l'influenza del fattore genetico e di quello stagionale sulla variabilità del profilo metabolico.

Le analisi statistiche PCA e TCA hanno mostrato che, nonostante il fattore genetico sia il principale discriminante del contenuto dei metaboliti, l'anno di raccolta è il secondo fattore che permette la differenziazione tra i campioni.

L'anno di raccolta incide maggiormente sul contenuto di acido malico, di quercitina-3-ramnoside, di acido citrico, aspartato, glutammato e saccarosio. La varietà invece incide maggiormente sul contenuto di  $\alpha$ - e  $\beta$ -glucosio, fruttosio, acido chinico, alanina, asparagina, glutammina e isoleucina.

Anche il profilo di antocianine estratti ed analizzati secondo la procedura descritta[1] è soggetto alla variazione sia in base all'annata che alla varietà di appartenenza dei campioni analizzati.

Gli estratti idroalcolici di mirtilli sono stati sottoposti ai vari analisi aggiuntive per testare le loro proprietà antiossidanti e l'attività biologica.

### Referenze

- 1) D. Capitani, A.P. Sobolev, M. Delfini, S. Vista, R. Antiochia, N. Proietti, S. Bubici, G. Ferrante, S. Carradori, F.R. De Salvador, L. Mannina *Electrophoresis*, **35**, 1615-1626 (2014)

# MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION, HPLC-PDA ANALYSIS AND INHIBITION OF CARBONIC ANHYDRASE I, II, V(A) AND VII ISOFORMS OF FOURTEEN BLUEBERRY ITALIAN CULTIVARS

Simone Carradori<sup>a</sup> Marcello Locatelli<sup>a</sup>, Giuseppe Bellagamba<sup>a</sup>, Giorgia Macedonio<sup>a</sup>, Luisa Mannina<sup>b,c</sup>, Flavio R. De Salvador<sup>d</sup>, Andrea Angeli<sup>e</sup>, Claudiu T. Supuran<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Department of Pharmacy, "G. D'Annunzio" University of Chieti-Pescara, Via dei Vestini 31, 66100 Chieti, Italy.

**E-mail: [simone.carradori@unich.it](mailto:simone.carradori@unich.it)**

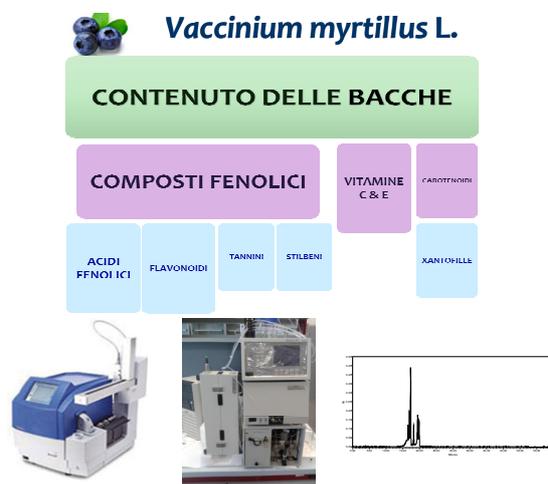
<sup>b</sup>Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Sapienza University of Rome, P.le A. Moro 5, 00185 Rome, Italy

<sup>c</sup>Institute of Chemical Methodologies, Magnetic Resonance Laboratory "Annalaura Segre", National Research Council, Monterotondo, Rome, Italy

<sup>d</sup>CRA Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Centro di Ricerca per la Frutticoltura, Rome, Italy

<sup>e</sup>Laboratorio di Chimica Bioinorganica, Università degli Studi di Firenze, Via della Lastruccia 3, 50019 Sesto Fiorentino (Florence), Italy

The multicomponent pattern and biological evaluation of plant-derived material are indispensable for pharmaceutical field, in the food quality control procedures and into all plant-based products. The quantitative content of biologically active compounds (anthocyanins and chlorogenic acid), using validated HPLC-PDA method and routinely instrument configuration, and their putative impact on the pharmacological results (selective carbonic anhydrase isoforms inhibition) allowed us to better characterization the blueberry extracts of fourteen different Italian cultivars. Indeed, due to the occurrence of specific nutrients, valuable effects related to their intake are observed on human health and studies on this topic play a central role for new drug development process.



## **POSTER**



**P1**  
**METABOLIC ANALYSIS OF CANNONAU WINE: EXTRACTION OPTIMIZATION  
AND NMR APPROACH.**

R. Bussei,<sup>‡</sup> A. Palmioli,<sup>‡</sup> V. Mezzasalma,<sup>†</sup> M. Labra,<sup>†</sup> C. Airoidi<sup>‡</sup>

<sup>‡</sup> BioNMR Lab, Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze, Università degli studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 2, 20126 Milano.

<sup>†</sup> ZooPlantLab, Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze, Università degli studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 2, 20126 Milano.

E-mail: [r.bussei@campus.unimib.it](mailto:r.bussei@campus.unimib.it); [cristina.airoidi@unimib.it](mailto:cristina.airoidi@unimib.it)

Wine is a food product of remarkable commercial interest for a lot of countries, among which Italy of course. The chemical composition of grapes and their wines is significantly influenced by the environmental conditions of the vineyard. The <sup>1</sup>H-NMR metabolic approach can provide interesting information regarding the variety, geographical origin and behaviour of fermentation [1].

By this approach we are performing a qualitative and quantitative analysis of the metabolome of grapes pulp and skins, musts (before and after fermentation) and wines produced by different vineyards that deal with the vinification of Cannonau, a typical Sardinian wine, perhaps the oldest in the Mediterranean Basin.

<b>Wine</b>	<b>Place of harvest</b>
Cannonau AHO	Alghero S.Maria La Palma- microv. AGRIS
Cannonau Mores	Mores- microv. AGRIS
Cannonau Santadi	Santadi- microv. AGRIS
Cannonau EF	Santadi- microv. EF
Cannonau Sedilesu	Mamoiada- microv. AGRIS
Cannonau Sedilesu CS	Mamoiada- microv. Sedilesu

Table 1. List of the origins of the different samples

The antioxidant activity of these extracts was also evaluated by assessing their reductive potential (Folin-Ciocalteu method) and their ability to quench radical species (ABTS-TEAC and DPPH methods). As a matter of facts, an association between a moderate wine consumption and a reduction of human neurodegenerative diseases, cardiovascular disease, cancer, brain dysfunction and inflammation, was observed [2].

The NMR analysis of the different types of samples deriving from different locations, has allowed to identify the metabolites most representative of the geographical origin of the grape. In addition, the influence of the fermentation processes on the must, as well as the correlation to the geographical location and the winery on Cannonau production were investigated.

## Referenceses

- [1] H.-S. Son, G.-S. Hwang, K.M. Kim, E.-Y. Kim, F. van den Berg, W.-M. Park, C.-H. Lee, Y.-S. Hong, *<sup>1</sup>H NMR-based metabolomic approach for understanding the fermentation behaviours of wine yeast strains*, Anal. Chem. 81 (2009) 1137– 1145.
- [2] Yolanda Carmona-Jiménez, M. Valme García-Moreno, Jose M. Igartuburu, Carmelo Garcia Barroso, *Simplification of the DPPH assay for estimating the antioxidant activity of wine by-products*, Food Chemistry 165 (2014) 198-204.

## P2

### STUDIO DEL PROCESSO DI ESSICCAZIONE E REIDRATAZIONE DELLA CASTAGNA ATTRAVERSO RISONANZA MAGNETICA PER IMMAGINE (MRI)

A.Ciampa<sup>ξ</sup>, M.T. Dell'Abate<sup>ξ</sup>, P. Russo,<sup>‡</sup> R. Buonocore,<sup>‡</sup> G. Adiletta,<sup>†</sup> M. Di Matteo,<sup>†</sup>  
D. Capitani<sup>ξ</sup>, N. Proietti<sup>ξ</sup>

<sup>ξ</sup>CREA – Centro di Ricerca per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Via della Navicella 2, Roma, Italy  
Email: [mariateresa.dellabate@crea.gov.it](mailto:mariateresa.dellabate@crea.gov.it)

<sup>†</sup>Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Salerno, Via Giovanni Paolo II 132, 84084 Fisciano, SA, Italy  
E-mail: [mdimatteo@unisa.it](mailto:mdimatteo@unisa.it)

<sup>‡</sup>Dipartimento Ingegneria Chimica Materiali Ambiente, Sapienza Università di Roma, Via Eudossiana 18, 00184,  
Roma, Italy

Email: [paola.russo@uniroma1.it](mailto:paola.russo@uniroma1.it)

<sup>ξ</sup>Istituto di Metodologie Chimiche, CNR, via Salaria Km 29,300, 00015 Monterotondo, Italy,

Email: [donatella.capitani@cnr.it](mailto:donatella.capitani@cnr.it)

L'essiccazione della frutta è una delle pratiche più comuni usate per prolungarne la shelf-life. Ad essa segue per alcuni prodotti, prima del consumo o di ulteriori trasformazioni, una fase di reidratazione. Sia l'essiccazione che la reidratazione influenzano la qualità del prodotto inducendo perdita di nutrienti, cambiamenti di colore, modifiche nella forma e nelle dimensioni dei prodotti [1]. In questo lavoro è stata studiata l'essiccazione e la reidratazione della castagna, prodotto tradizionale dei paesi Mediterranei, ampiamente usato nell'industria alimentare per le sue caratteristiche nutrizionali. Lo studio sperimentale, attraverso spettroscopia di risonanza per immagine (MRI), ha riguardato l'analisi della castagna fresca, dopo essiccazione (60 °C, 20 h) e successiva reidratazione a differenti temperature (60 °C, 70 °C, 80 °C e 90 °C) e tempi diversi per ottenere lo stesso contenuto di umidità. Sono stati studiati i fenomeni di rilassamento attraverso l'acquisizione di immagini pesate in T2 e T1 che mostrano le modifiche della struttura morfologica dei campioni trattati rispetto al prodotto fresco, evidenziando la formazione di fratture superficiali ed interne (Fig.1) che aumentano la porosità totale della castagna. Oltre a modificazioni morfologiche del prodotto, il processo di essiccazione prima e di reidratazione poi, portano a notevoli cambiamenti nei valori del tempo di rilassamento longitudinale (T1). Questo fenomeno potrebbe essere spiegato in quanto con il riscaldamento in ambiente acquoso i granuli di amido, idratandosi progressivamente, si gonfiano, l'amido perde la sua struttura cristallina e passa ad una struttura disordinata con le caratteristiche di un gel (gelatinizzazione), l'amilopectina e l'amilosio entrano in soluzione formando legami con la molecola di acqua riducendo così l'acqua libera [2].

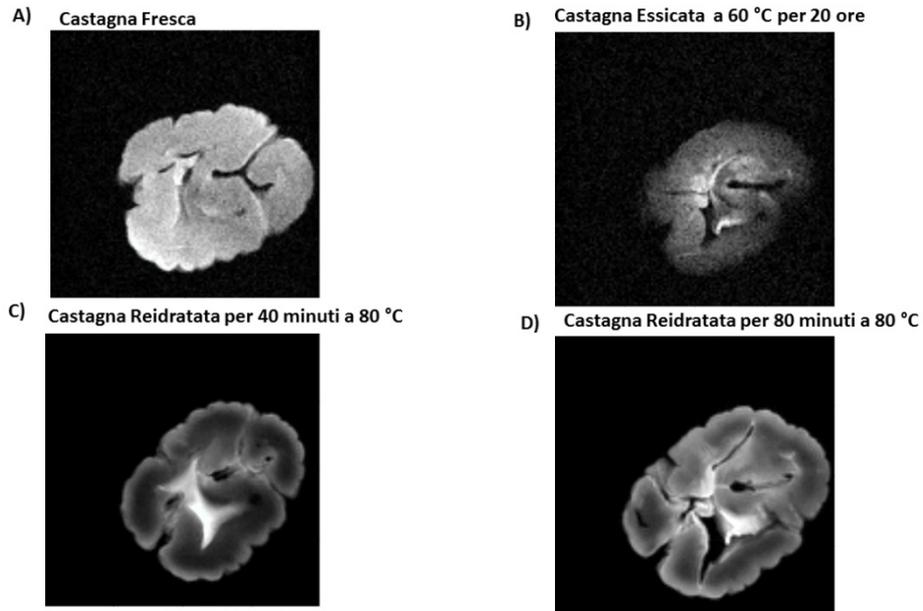


Fig. 1. Immagini pesate in T1, acquisite tramite un microimaging (Bruker 300 MHz - CREA Centro di Ricerca delle Relazioni tra Pianta e Suolo), di una Castagna Fresca (A), essiccata a 60 °C per 20 h (B), reidratata a 80 °C per 40 min (C) e reidratata a 80 °C per 80 min (D).

#### Referenze

- [1] Altimari P., Adiletta G., Albanese D., Crescitelli S., Di Matteo M., *Chemical Engineering Transactions*, **24**, 511-516 (2011)  
 [2] B. V. McCleary, V. Solah, T.S. Gibson *J. Cereal Science.* **20**, 51-58 (1994)

**P3**  
**CARATTERIZZAZIONE MRI DEL PEPERONCINO PICCANTE FRESCO IN**  
**FUNZIONE DELL'AREALE DI COLTIVAZIONE: CONTRIBUTO ALLA**  
**CONNOTAZIONE TERRITORIALE**

A. Ciampa<sup>‡</sup>, M. T. Dell'Abate<sup>‡</sup>, S. Rinaldi<sup>‡</sup>, P. Tripodi<sup>†</sup>, T. Cardi<sup>†</sup>

<sup>‡</sup>CREA – Centro di Ricerca per lo Studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Via della Navicella 2, Roma  
Email: [mariateresa.dellabate@crea.gov.it](mailto:mariateresa.dellabate@crea.gov.it)

<sup>†</sup>CREA – Centro di Ricerca per l'Orticoltura, Via Cavallegeri 25, Pontecagnano (SA)

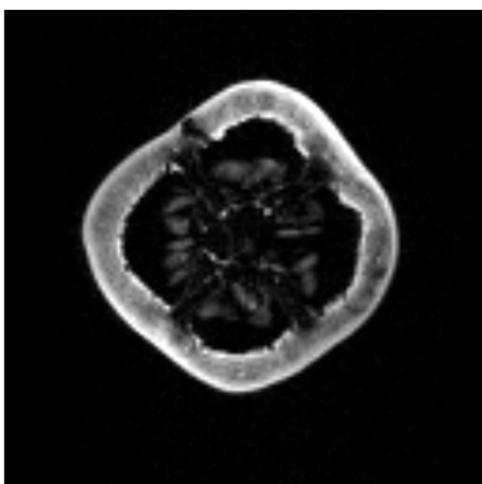
I più grandi produttori in Italia di peperoncino sono in Calabria, Puglia e Basilicata ed ultimamente si sta inserendo anche la Sicilia. La produzione italiana arriva appena al 30% del fabbisogno interno e il rimanente 70% viene importato, secco o in polvere, dall'Asia, Africa e Sud America.

Per evidenziare e valorizzare le caratteristiche peculiari del peperoncino fresco locale, sono state impostate prove di campo in aree diversificate con l'obiettivo di studiare l'influenza dell'ambiente (in particolare la relazione pianta-suolo) sulle caratteristiche delle produzioni, anche al fine della connotazione territoriale. In questo lavoro si presentano i risultati preliminari ottenuti attraverso risonanza magnetica nucleare per immagine (MRI) sui prodotti di peperoncino ottenuti nel 2015, in particolare tre ecotipi calabresi e due varietà asiatiche coltivati in tre zone di produzione italiane: Diamante (Cs), Battipaglia (Sa) e Montanaso Lombardo (LO). È stato inoltre determinato il contenuto in micro (Fe, Cu, Zn, Mn, B) e macro (P, K, Ca, Mg, Na) elementi nei frutti.

L'indagine MRI (Bruker Avance 300SWB) è stata usata per indagare, in modo non distruttivo, la struttura interna del peperoncino attraverso esperimenti Multi-Slice Multi-Echo, che hanno prodotto immagini pesate in T<sub>2</sub> (Fig. 1) e in T<sub>1</sub>. Questi parametri chimico-fisici insieme ad alcuni parametri morfologici [1,2], sono stati sottoposti ad Analisi Discriminante (LDA): i dati preliminari del raccolto 2015 indicano che MRI può discriminare il luogo di produzione di peperoncini dello stesso ecotipo.

*Il presente studio è stato realizzato nell'ambito del progetto PEPIC (Filiera del peperoncino piccante: interventi di ricerca per la scelta varietale e per l'innovazione dei processi colturali, finanz. Mipaaf).*

**A**



**B**

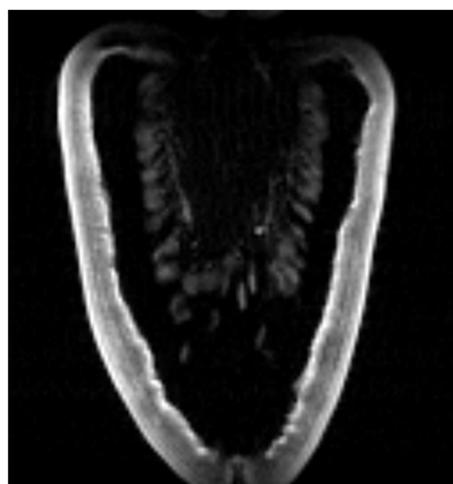


Fig. 1. Immagine pesata in T2 di un peperoncino di Diamante (A profilo assiale, B profilo sagittale), cv Naso di cane, acquisita con uno spettrometro Bruker 300 MHz .

#### Referenze

- [1] A. Ciampa A., M.T. Dell'Abate, O. Masetti O., M. Valentini and P. Sequi *Food Chemistry*, **122** (4), 1253-1260 (2010)
- [2] S. Marconi, C. Beni, C.; A. Ciampa, G. Diana, G., U. Neri, R. Aromolo, P. Sequi, M. Valentini *Journal of Food Quality* **33** (4), 529-543 (2010).

**P4**  
**IMPIEGO DELLA SPETTROSCOPIA <sup>1</sup>H-NMR E DI METODI CHEMIOMETRICI PER  
CONFRONTARE OLI EUROPEI E NON EUROPEI**

S. Circi<sup>‡</sup>, F. Marini<sup>§</sup>, G. Sanzò<sup>‡</sup>, D. Capitani<sup>†</sup>, A. P. Sobolev<sup>†</sup>, L. Mannina<sup>‡†</sup>

<sup>‡</sup>Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, I-00185 Rome, Italy Email: [simone.circi@uniroma1.it](mailto:simone.circi@uniroma1.it)

<sup>†</sup>Istituto di Metodologie Chimiche, Laboratorio di Risonanza Magnetica “Annalaura Segre”, CNR, I-00015 Monterotondo, Rome, Italy

<sup>§</sup>Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, I-00185 Rome, Italy

Uno dei maggiori problemi correlati all'internazionalizzazione dei prodotti italiani riguarda gli strumenti di difesa commerciale che l'Unione Europea ha a disposizione per tutelare le produzioni agroalimentari di qualità. Fornire garanzie ai consumatori e alle altre parti interessate in merito alla sicurezza, all'autenticità e alla qualità dei prodotti alimentari è di primaria importanza per valorizzare l'agroalimentare, uno dei settori di punta del Made in Italy.

La metabolomica basata sull'analisi NMR rappresenta a riguardo un valido strumento per lo studio di miscele complesse e l'ottenimento della loro “impronta digitale”. Soprattutto, la combinazione della spettroscopia NMR con l'analisi statistica multivariata permette di caratterizzare gli alimenti come l'olio di oliva in termini di varietà e provenienza geografica [1-2]. Gli studi metabolomici prevedono però complessi set di dati multivariati con diverse correlazioni tra i livelli dei metaboliti misurati ed è quindi necessario sfruttare specifici metodi d'analisi chemiometrici [3].

Nell'ambito del progetto “FoodIntegrity” sono stati analizzati, mediante spettroscopia <sup>1</sup>H-NMR, i profili di 50 oli vergini di oliva gran parte monovarietali, di cui 35 di origine europea (con provenienza Italia, Spagna e Portogallo) e i restanti 15 di origine extraeuropea (provenienti da Australia, Argentina, Uruguay, Turchia e Tunisia), e a seguire sono state condotte alcune analisi multivariate volte alla caratterizzazione degli oli per provenienza (UE o extraUE) e per varietà. I metodi chemiometrici utilizzati quali la PCA, l'LDA, la PLS e la PLS-DA, ci hanno permesso di individuare le maggiori fonti di variabilità responsabili delle classificazioni sussistenti tra i diversi campioni di olio.

#### Referenze

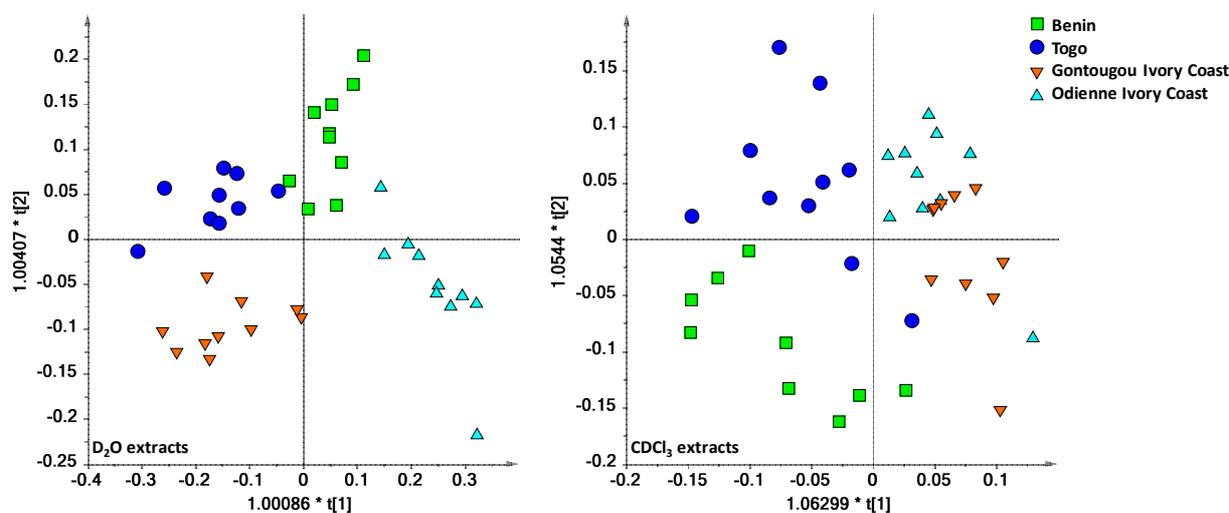
- [1] L. Mannina, A. P. Sobolev and S. Viel *Prog. Nuc. Mag. Res.* **66**, 1-39 (2012)
- [2] L. Mannina and A. P. Sobolev, *Mang. Reson. Chem.* **49**, S3-S11 (2011)
- [3] L. Mannina, F. Marini, M. Gobbino, A. P. Sobolev, D. Capitani, *Talanta* **80**, 2141-2148 (2010)

## NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY AND CHEMOMETRICS TO CHARACTERIZE CASHEW NUTS FROM BENIN, TOGO AND IVORY COAST

Laura Del Coco, Chiara R. Girelli, Francesco P. Fanizzi

Di.S.Te.B.A., Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento,  
prov.le Lecce Monteroni, Lecce (Italia)  
E-mail: [laura.delcoco@unisalento.it](mailto:laura.delcoco@unisalento.it)

Botanically, cashew is an average sized tropical evergreen tree belonging to the *Anacardiaceae* family, in the genus: *Anacardium* L.. Cashews are abundant source of essential minerals, soluble dietary fiber, vitamins. Moreover, they have a very low fat content than most other nuts, and approximately 80% were unsaturated FA (fatty acids), 20% saturated FA, and 0.2% *trans* FA [1]. In this study 40 samples from both organic and aqueous extracts of cashew nuts with different geographical origin (Benin, Togo and Ivory Coast) have been analyzed by  $^1\text{H}$  NMR and chemometrics. Aqueous extracts clustered according to the different cashew nuts geographical origin much better than organic extracts (Fig. 1). In particular, a high relative content of sugars (i.e. sucrose) and choline characterized samples from Gontougou Ivory Coast and Togo, respectively; a high relative content of creatine/creatinine and lipids was found for cashew nuts samples from Benin and Odienne Ivory Coast, respectively. Moreover, also a high relative content of polyunsaturated FA characterized samples from Ivory Coast (both Gontougou and Odienne), while a high relative content of monounsaturated and saturated FA were found in Togo and Benin samples. The small amounts of organic solvents used (direct extraction using deuterated water and chloroform), the non-invasive approach, the quick data acquisition and the possibility to provide information on a wide range of components in a single experiment maintaining the natural ratio of the substances represent the optimum for the analytical evaluation of any food composition [2]. The results strongly support the capability of NMR and chemometrics to be used in quality assessment and traceability of several products such as food and beverage with specific geographical origin which require to be assessed by analytical methods.



**Fig. 1.** OPLS-DA models for both aqueous and lipidic extracts of cashew nuts with different geographical origin (Benin, Togo and Ivory Coast)

[1] Rico, R., Bulló, M. and Salas-Salvadó, J. *Food Science & Nutrition*, **4**, 329-338 (2016)

[2] Popescu, R., Costinel, D., Dinca, O. R., Marinescu, A., Stefanescu, I., & Ionete, R. E. *Food Control*, **48**, 84-90 (2015)

**Aknowledgements:** The authors would like to thank the supplier Candor AGS (<http://candor-ags.com/>) for supplying cashew nut samples.

**P6**  
**VALUTAZIONE DELLA MATURAZIONE DEL PISTACCHIO (PISTACIA VERA)**  
**MEDIANTE SPETTROSCOPIA NMR AD ALTA RISOLUZIONE**

Maurizio Delfini<sup>§</sup>, Fabio Sciubba<sup>§</sup>, Damiano Avanzato<sup>+</sup>, Angela Vaccaro<sup>ç</sup>, Giorgio Capuani<sup>§</sup>, Maria Enrica Di Cocco<sup>§</sup>, Mariangela Spagnoli<sup>§</sup>

§ Dipartimento di Chimica, Università di Roma “La Sapienza”, P.le Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia  
+ Nuts and Mediterranean Climate Fruits, International Society for Horticultural Science (ISHS), Via Casaserena, 42, 00040 Pomezia (RM) (Italia)  
ç CRA-FRU- Centro di Ricerca per la Frutticoltura, Via Fioranello, 5, 00134 Roma, Italia

L'albero del pistacchio (*Pistacia vera* L.), appartenente alla famiglia delle Anacardiaceae, è nativo delle regioni aride dell'Asia centro-occidentale e oramai distribuito nell'intero bacino del Mediterraneo. I suoi frutti sono molto impiegati in ambito alimentare sia tal quali che come materia prima di prodotti lavorati e, soprattutto, esistono consistenti prove da studi epidemiologici e clinici che un loro consumo porti ad effetti benefici per quanto concerne i fattori di rischio per malattie del sistema cardio-circolatorio nonché sull'incidenza del diabete in pazienti di sesso femminile [1]. Data la sua importanza commerciale, diversi studi sono stati intrapresi per meglio caratterizzare tale alimento [2].

La maturazione della frutta è un parametro di primaria importanza per la manipolazione e trasformazione degli alimenti in quanto la loro composizione chimica è pesantemente influenzata dal loro stadio di crescita. Come osservato in precedenti lavori [3], frutti maturi mostrano maggiori livelli di carboidrati liberi ed un minor quantitativo di amminoacidi ed altri componenti come l'acido ascorbico. Pertanto, il periodo di raccolta potrebbe essere ottimizzato prendendo in esame i potenziali effetti sulla salute umana di questi particolari composti.

Recentemente [4] è stato parzialmente indagata la maturazione del pistacchio, ma i parametri valutati erano di natura essenzialmente fisica (peso, lunghezza, etc.), fenoli totali e attività antiossidante. A causa della mancanza di una descrizione precisa dei fenomeni metabolici in atto, è necessario uno studio più approfondito dei cambiamenti chimici durante la maturazione.

La risonanza magnetica nucleare ad alta risoluzione, accoppiata ad analisi statistica multivariata, è uno degli strumenti più affidabili per condurre questa indagine. Questa tecnica è infatti in grado di fornire l'identificazione e quantificazione di diverse classi molecolari con un singolo esperimento anche in matrici complesse.

Oggetto di questo studio è il processo di maturazione di due varietà di pistacchi, Bianca e Gloria, coltivate nella provincia di Agrigento e monitorate nei mesi di maggio, giugno, luglio, agosto e settembre. Esperimenti bidimensionali TOCSY, HSQC e HMBC hanno permesso l'assegnazione univoca delle risonanze presenti negli estratti idroalcolici di pistacchio e la successiva analisi statistica multivariata PLS ha permesso di determinare l'evoluzione dei vari processi metabolici in corso.

## Referenze

- [1] E. Ros. *Nutrients*, **2**, 652–682 (2010)
- [2] F. Sciubba, G. Capuani, M.E. Di Cocco, D. Avanzato and M. Delfini *Food Res. Intern.* **62**, 66-73 (2014)
- [3] D. Capitani, L. Mannina, N. Proietti, A.P. Sobolev, A. Tomassini, A. Miccheli, M.E. Di Cocco, G. Capuani, F.R. De Salvador, M., Delfini *J. Agric. Food Chem.*, **61**, 1727-1740 (2013)
- [4] M.Zarei, G. Davarynejad, B. Abedi, M. Kafi, A. Biabani. *Adv. Envir. Biol.* **8**, 106-115 (2014)

**P7**  
**XYLELLA FASTIDIOSA AND OLIVE QUICK DECLINE SYNDROME (CODIRO) IN**  
**SALENTO OLIVE TREES: A CHEMOMETRIC <sup>1</sup>H-NMR BASED PRELIMINARY**  
**STUDY**

Chiara R. Girelli,<sup>1</sup> Laura Del Coco,<sup>1</sup> Marco Scortichini,<sup>2</sup> Gianluigi Cesari<sup>3</sup>, Francesco P. Fanizzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, Lecce, Italy  
E-mail: [chiara.girelli@unisalento.it](mailto:chiara.girelli@unisalento.it)

<sup>2</sup> CRA Centro di Ricerca per le colture arboree, Roma, Caserta, Italy

<sup>3</sup> Nepri srl, Bari, Italy

*Xylella fastidiosa* is a gram-negative bacterium which lives in the xylem of plants, determining its occlusion, and other alterations able to induce the death of the infected plants [1]. In Salento (South east Apulia region, Italy), the infection of *Xylella* and the widespread presence of CoDiRO (parasitic agents that constitute the so-called "Olive quick decline syndrome", known to cause dieback of woody parts of tree plants) actually represents an emergence. The need to adopt specific agronomic measures, in order to contrast the further disease spread and to improve the vegetative state of the plants has been recently raised. We are currently using the extensive NMR based metabolomics and chemometric analysis experience acquired in recent years on EVOOs [2,3], to study the metabolic effects of CoDiRO on olive trees. In this study we characterized by NMR spectroscopy the aqueous extracts from leaves and twigs of different cultivar infected trees, untreated or treated with an EC approved fertilizer, known as DENTAMET<sup>®</sup> (mixture of copper and zinc complexed with hydracids of citric acid). Differences in the metabolic profiles could contribute to the monitoring of infection by *Xylella fastidiosa*. As a preliminary result, by chemometric analysis of the <sup>1</sup>H NMR bucket reduced spectra we observed a clear partition between treated and untreated samples, as reported in the OPLS-DA score plot (Fig.1). In particular, infected untreated plants showed a metabolic profile characterized by a higher content of polyphenol molecules. For treated infected plants a lower polyphenols and higher sugar content was observed. Polyphenols decrease in treated with respect to control trees is in accord with a decrease of the drought stress associated to the polyphenols production [4].

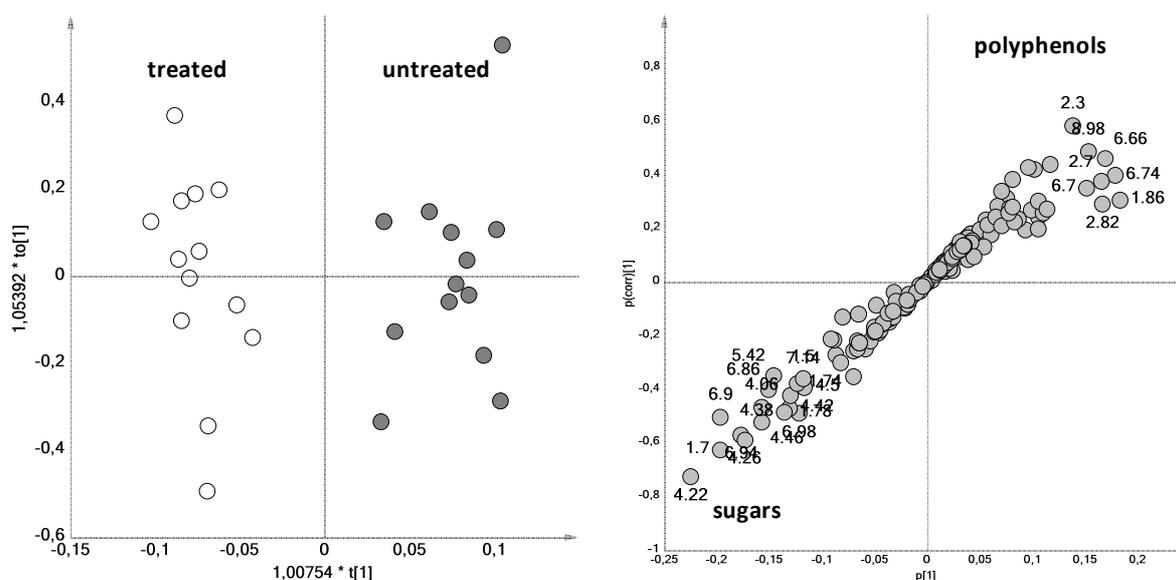


Fig. 1. a) OPLS-DA score plot for treated and untreated olive tree aqueous extract samples. b) S-line plot for the model

## References

- [1] J.J. Randall, N.P. Goldberg, J.D. Kemp, M. Radionenko, J.M. French, M. W. Olsen, S. F.Hanson *Appl. Environ. Microbiol.* **75**, 5631-5638 (2009)
- [2] L. Del Coco, D. Mondelli, G. N. Mezzapesa, T. Miano, S.A. De Pascali, C.R. Girelli, F.P. Fanizzi *J Am Oil Chem Soc*, doi 10.1007/s11746-015-2778-1 (2015)
- [3] C.R. Girelli, L. Del Coco, F.P. Fanizzi, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* doi 0.1002/ejlt.201500401 (2015)
- [4] A. Sofo, B. Dichio, C. Xiloyannis, A. Masia *Functional Plant Biology* **32**, 45–53 (2005)

**P8**  
**NMR-BASED INVESTIGATION OF METABOLIC PROFILING AND ANTI-ALZHEIMER ACTIVITY OF DIFFERENT HOP VARIETIES**

V. Mazzoni,<sup>‡</sup> A. Palmioli,<sup>‡</sup> L. Colombo,<sup>†</sup> A. De Luigi,<sup>†</sup> E. Dosoli,<sup>#</sup> C. Airoidi<sup>‡</sup>

<sup>‡</sup>Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze, Università degli studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 2, 20126 Milano.

<sup>†</sup>Dipartimento di Biochimica e Farmacologia Molecolare, Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri, Via Giuseppe La Masa 19, 20156 Milano.

<sup>#</sup>Birrificio Menaresta, Piazza Risorgimento 1, 20841 Carate Brianza, MB.

E-mail: [v.mazzoni1@campus.unimib.it](mailto:v.mazzoni1@campus.unimib.it); [cristina.airoidi@unimib.it](mailto:cristina.airoidi@unimib.it)

Beer is one of the most worldwide consumed drink and hop represents one of its main ingredients. It is characterized by a high content in aromatic compounds, among which several flavonoids, known to exert various biological activities and presenting a significant antioxidant capacity. In the light of these evidences, we decided to screen different hop varieties employed in artisanal brewing (namely *Cascade*, *Tettnang*, *Saaz* and *Summit*) for the presence of ligands of A $\beta$  peptide oligomers, responsible for etiology of Alzheimer's disease (AD) and described as the most toxic A $\beta$  species *in vivo* [1].

As a matter of fact, AD is the most prevalent neurodegenerative disease among the elderly people and it is becoming one of the biggest global public health and social care challenges. The lack of effective therapies and diagnosis tools increase the need for new molecules for its treatment and diagnosis. To date, among the anti-amyloidogenic molecules identified, aromatic compounds are the most abundant class and hop can represent an important edible source.

Here we have exploited NMR spectroscopy to obtain the metabolic profiling of the four hop varieties previously mentioned, focusing in particular on their aromatic content.

NMR-based molecular recognition studies [2] have been performed to verify the presence of A $\beta$  ligands in hop extracts. Moreover, their antioxidant capacity, found to be correlated to neuroprotection, and their ability to inhibit the toxicity of A $\beta$ -induced neuronal cell lines and the *in vitro* aggregation of the A $\beta$ 1-42 peptide (ThT assay) were tested [3].

These biological assays have revealed the ability of hop extracts to prevent the *in vitro* aggregation of A $\beta$ 1-42 peptide and the toxic effects on neuronal cells induced by its oligomers. These activities correlate with their content in aromatic compounds and are supported by ligand-receptor interaction studies, highlighting flavonoids as the main A $\beta$  interactors. In addition, extracts have shown a very high antioxidant activity, supporting also an indirect beneficial action consisting in the reduction of the oxidative stress induced by the same A $\beta$  peptides on neurons.

All together these data point out the great nutraceutical potential of hop, suggesting its employment in the development of diets effective in preventing AD.

## References

[1] G. G. Glenner, C. W. Wong, *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 120, (1984) 885-890.

[2] a) C. Airoidi, E. Sironi, C. Dias, F. Marcelo, A. Martins, A. P. Rauter, F. Nicotra, J. Jimenez-Barbero, *Chem. Asian J.* 8, (2013) 596; b) A. R. Jesus, C. Dias, A. M. Matos, R. F. M. de Almeida, A. S. Viana, F. Marcelo, R. T. Ribeiro, M. P. Macedo, C. Airoidi, F. Nicotra, A. Martins, E. J. Cabrita, J. Jiménez-Barbero, A. J. Pilar Rauter, *J. Med. Chem.*, 57, (2014) 9463; c) E. Sironi, L. Colombo, A. Lompo, M. Messa, M. Bonanomi, M. E. Regonesi, M. Salmona, C. Airoidi, *Chem. Eur. J.* 20, (2014) 13793.

[3] Manuscript in preparation.

**P9**  
**<sup>1</sup>H-HR-NMR E CHEMIOMETRIA: STUDIO SUL PECORINO DI FARINDOLA  
DALL'AUTENTICITÀ AL PRODUTTORE VERSO LA RINTRACCIABILITÀ  
ANALITICA DELL'ALIMENTO**

S. Milone, A. Micozzi, G. Migliorati

Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale", Campo Boario, 64100 Teramo, Italy

E-mail: [s.milone@izs.it](mailto:s.milone@izs.it)

Il "Pecorino di Farindola" è un prodotto originale della tradizione abruzzese ricco di storia, probabilmente, risalente all'epoca Romana [1]. Viene ottenuto da latte ovino crudo con utilizzo di caglio di maiale ed è incluso nell'elenco dei prodotti agroalimentari tradizionali [2].

I produttori, uniti in un Consorzio di Tutela, si sono dotati di disciplinare di produzione che circoscrive la zona di origine del prodotto in alcuni comuni delle province di Teramo e Pescara, sul versante orientale del Massiccio del Gran Sasso.

In questo lavoro verranno presentati i risultati di elaborazioni chemiometriche effettuate sugli spettri <sup>1</sup>H-HR-NMR relativi a 211 campioni di pecorini, di cui 121 "Pecorini di Farindola" di vari produttori appartenenti al Consorzio di Tutela e 90 pecorini provenienti da diverse regioni italiane. In particolare verrà presentato un modello dalle buone performance ottenuto utilizzando l'approccio untargeted food fingerprinting e in grado di distinguere sia il Pecorino di Farindola che il produttore da altri pecorini.

Referenze:

[1] Sito del Consorzio di Tutela del Pecorino di Farindola, <http://www.pecorinodifarindola.it/>

[2] Quindicesima revisione dell'elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 168 del 22 luglio 2015, supplemento ordinario n. 43.

**P10**  
**CARATTERIZZAZIONE PER SPETTROSCOPIA NMR DEL PROFILO MOLECOLARE  
IDROFILICO DI CAROTA (*DAUCUS CAROTA* CV. *MAESTRO*): INFLUENZA  
DELL'ORIGINE GEOGRAFICA, DEI METODI COLTURALI E DELLA  
STAGIONALITA'**

G. Picone<sup>†</sup>, F. Capozzi<sup>†</sup>

<sup>†</sup>DISTAL - U.O.S. Cesena Campus di Scienze degli Alimenti, Università di Bologna, Piazza Goidanich 60, 47512,  
Cesena.

E-mail: [gianfranco.picone@unibo.it](mailto:gianfranco.picone@unibo.it)

L'importanza nutrizionale della diversità vegetale è attribuibile alla composizione di alcuni alimenti vegetali che contengono delle sostanze che sono capaci di portare dei benefici sulla salute. Usando tecniche spettroscopiche come la Risonanza Magnetica Nucleare ad alto campo (HR-NMR) è possibile ottenere **profiling metabolici** in grado non solo di evidenziare la presenza delle sostanze bioattive, ma di distinguere anche specie e ceppi differenti di piante sulla base della maggiore o minore presenza di tali sostanze [1-2]. L'analisi NMR, accoppiata alla statistica multivariata, rappresenta dunque uno strumento particolarmente utile e affidabile nel controllo della qualità, dell'origine e della sicurezza degli alimenti.

In tale contesto si inserisce il presente lavoro di ricerca che ha avuto come scopo lo studio di carote (*Daucus Carota*, cv Maestro) con diversa origine geografica (Veneto, Emilia Romagna e Sicilia), tecniche colturali e stagionalità (marzo, aprile e maggio), mediante <sup>1</sup>H-NMR al fine di individuare il pattern di metaboliti in grado di dimostrarne scientificamente ed oggettivamente la diversità o l'uguaglianza.

Questo tipo di approccio è stato inoltre esteso ed utilizzato per valutare la shelf life degli stessi campioni durante la conservazione a 4°C e in un secondo tempo per valutare la stabilità di prodotti trasformati a base di carota.

## Referenze

[1] Sobolev A.P., Segre A.L., Lamanna R. (2003). Proton high-field NMR study of tomato juice. Magnetic Resonance

in Chemistry, 41, 237-245

[2] Picone, G., Mezzetti, B., Babini, E., Capocasa, F., Placucci, G., & Capozzi, F. (2011). Unsupervised principal component analysis of NMR metabolic profiles for the assessment of substantial equivalence of transgenic grapes (*Vitis vinifera*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(17), 9271-9279.

## Acknowledgement:

This work was supported by Progetto CTN01\_00230\_413096 "PROmozione della Salute del consumatore: valorizzazione nutrizionale dei prodotti agroalimentari della tradizione italiana (PRO.S.IT)", presented by Cluster CL.A.N. – Cluster Agrifood Nazionale (CTN01\_00230) funded by PON R&C 2007-2013.

**P11**  
**DESCRIZIONE E STABILITÀ DELLA MATRICE ALIMENTARE: UNA NUOVA  
PROSPETTIVA DALLA FOODOMICA**

A. Trimigno<sup>1</sup>, G. Picone <sup>1</sup>, F. Capozzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie AgroAlimentari, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Piazza  
Goidanich 60, 47521 Cesena (FC), Italia ,

E-mail: [alessia.trimigno2@unibo.it](mailto:alessia.trimigno2@unibo.it)

Nella formulazione di nuovi prodotti arricchiti, risulta fondamentale la valutazione dell'effetto della matrice sugli ingredienti addizionati [1,2]. D'altro canto, è molto importante definire anche la stabilità della matrice stessa, per determinare se gli ingredienti fortificanti interferiscano con l'alimento che li ospita, condizionando quindi l'intera shelf-life del prodotto.

Un approccio di profilazione molecolare, basato sulla spettroscopia NMR, è applicato per la valutazione della composizione della fase acquosa, in equilibrio con la matrice solida di alcuni alimenti arricchiti, conservati secondo tempi e condizioni che simulano la tipica shelf-life.

Si sono selezionati tre diversi prodotti alimentari: pancakes, biscotti e polveri per milkshakes. Di ogni prodotto esistevano 5 diversi arricchimenti: tre contenenti DHA – da solo, combinato con betaglucani (DHA+BG) e combinato con antocianine (DHA+AC) – e due contenenti solamente antocianine (AC) o betaglucani (BG).

Questo lavoro descrive l'algoritmo sviluppato per esprimere la stabilità della matrice, basato sul confronto numerico degli interi spettri NMR acquisiti a diversi punti di stoccaggio per gli alimenti arricchiti citati. I risultati indicano che le matrici selezionate hanno una buona stabilità; tuttavia, alcune sono risultate meno stabili a causa di specifici arricchimenti, mostrando il rilascio di composti caratteristici durante lo stoccaggio.

#### **Acknowledgements**

La ricerca che ha portato a questi risultati ha ricevuto fondi dall'FP7 dell'Unione Europea (FP7/2007-2013) secondo il grant agreement n° 311876: **Pathway-27**.

#### **Referenze**

- [1] S. L. Turgeon S. L. et al., *Food Hydrocolloid* **25**, 1915-1924 (2011)
- [2] D. J. Mc Clements D. J., *Curr Opin Food Sci*, **4**, 1-6 (2015)

## INDICE

COMUNICAZIONI ORALI .....	8
LA DIFFICILE ARTE DELLA NORMALIZZAZIONE NEL COMPLICATO MONDO DEGLI ALIMENTI.....	9
HARVESTING YEAR EFFECTS ON EVOOS DATABASE CONSTITUTION .....	10
NMR INVESTIGATION OF EXTRACT FROM EDIBLE PLANTS: FROM THE METABOLIC PROFILING TO THE IDENTIFICATION OF ANTI-AMYLOIDOGENIC COMPOUNDS.....	12
MONITORAGGIO ON-LINE DEL PROCESSO DI TOSTATURA DEL CAFFÈ MEDIANTE SPETTROSCOPIA NIR.....	13
APPLICAZIONI DELLA TECNICA HR-MAS <sup>1</sup> H NMR ALLO STUDIO DI ALIMENTI E CONFRONTO CON <sup>1</sup> H NMR IN SOLUZIONE.....	15
SPETTRI NMR DEI COMPOSTI MINORITARI DEL MIELE: IMPORTANTI FINGERPRINT PER L'AUTENTICITÀ DEL MIELE .....	16
NMR SCREENING OF SEVERAL GREEN AND ROASTED COFFEE EXTRACTS AS POTENTIAL NEUROPROTECTIVE DIETARY SUPPLEMENTS.....	17
IMAGING MULTISPETTRALE E METODI CHEMIOMETRICI PER L'ANALISI DELLE IMMAGINI DI PRODOTTI AGROALIMENTARI .....	18
NMR IN AMBITO ALIMENTARE: NUOVI SVILUPPI .....	20
E-ALIERB-OPENLAB: ALLESTIMENTO DELLA PIATTAFORMA WEB* .....	21
VALORIZZAZIONE DI UN ALIMENTO TIPICO MEDIANTE UN APPROCCIO MULTI-METODOLOGICO: IL CASO DEL PEPERONE CORNETTO DI PONTECORVO* .....	22
METABOLIC RESPONSES OF CLAMS, <i>RUDITAPES DECUSSATUS</i> AND <i>RUDITAPES PHILIPPINARUM</i> , TO SHORT-TERM EXPOSURE TO LEAD AND ZINC .....	23
TECNICHE MRI ED HRMAS PER INVESTIGARE SU SEMI DI MAIS PROVENIENTI DA PIANTE TRATTATE CON DIVERSI FERTILIZZANTI ED INOCULO MICORRIZICO.....	24
PROFILO METABOLICO <sup>1</sup> H-NMR DEL SUCCO DI CAROTA: INFLUENZA DELLE CONDIZIONI PEDOClimATICHE SUL PRODOTTO COMMERCIALE .....	25
QUANTIFICAZIONE DELLO SQUALENE NEGLI EVOO TRAMITE VARIE TECNICHE ANALITICHE .....	26
VARIAZIONE DEL PROFILO METABOLICO DEI MIRTILLI: L'INFLUENZA DEI FATTORI GENETICO E STAGIONALE .....	27
MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION, HPLC-PDA ANALYSIS AND INHIBITION OF CARBONIC ANHYDRASE I, II, V(A) AND VII ISOFORMS OF FOURTEEN BLUEBERRY ITALIAN CULTIVARS .....	28
POSTER.....	29
METABOLIC ANALYSIS OF CANNONAU WINE: EXTRACTION OPTIMIZATION AND NMR APPROACH.....	31
STUDIO DEL PROCESSO DI ESSICAZIONE E REIDRATAZIONE DELLA CASTAGNA ATTRAVERSO RISONANZA MAGNETICA PER IMMAGINE (MRI).....	33
CARATTERIZZAZIONE MRI DEL PEPERONCINO PICCANTE FRESCO IN FUNZIONE DELL'AREALE DI COLTIVAZIONE: CONTRIBUTO ALLA CONNOTAZIONE TERRITORIALE .....	35
IMPIEGO DELLA SPETTROSCOPIA <sup>1</sup> H-NMR E DI METODI CHEMIOMETRICI PER CONFRONTARE OLI EUROPEI E NON EUROPEI .....	37
NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY AND CHEMOMETRICS TO CHARACTERIZE CASHEW NUTS FROM BENIN, TOGO AND IVORY COAST.....	38
VALUTAZIONE DELLA MATURAZIONE DEL PISTACCHIO ( <i>PISTACIA VERA</i> ) MEDIANTE SPETTROSCOPIA NMR AD ALTA RISOLUZIONE .....	40
XYLELLA FASTIDIOSA AND OLIVE QUICK DECLINE SYNDROME (CODIRO) IN SALENTO OLIVE TREES: A CHEMOMETRIC <sup>1</sup> H-NMR BASED PRELIMINARY STUDY.....	41
NMR-BASED INVESTIGATION OF METABOLIC PROFILING AND ANTI-ALZHEIMER ACTIVITY OF DIFFERENT HOP VARIETIES .....	43
<sup>1</sup> H-HR-NMR E CHEMIOMETRIA: STUDIO SUL PECORINO DI FARINDOLA DALL'AUTENTICITÀ AL PRODUTTORE VERSO LA RINTRACCIABILITÀ ANALITICA DELL'ALIMENTO .....	44
CARATTERIZZAZIONE PER SPETTROSCOPIA NMR DEL PROFILO MOLECOLARE IDROFILICO DI CAROTA ( <i>DAUCUS CAROTA CV. MAESTRO</i> ): INFLUENZA DELL'ORIGINE GEOGRAFICA, DEI METODI CULTURALI E DELLA STAGIONALITÀ .....	45
DESCRIZIONE E STABILITÀ DELLA MATRICE ALIMENTARE: UNA NUOVA PROSPETTIVA DALLA FOODOMICA.....	46

