

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

CARLO PELLICCIARI (*)

Specie in anni recenti, è aumentata l'attenzione dei consumatori per la qualità del cibo: all'interesse per gli aspetti sensoriali (profumo e gusto) si è infatti aggiunta oggi una più comprensiva esigenza di qualità e salubrità. Il consumatore vuole che il cibo sia gustoso ma anche nutriente e con un basso contenuto di contaminanti chimici e microbici.

Dal momento che la produzione di alimenti è strettamente regolamentata, le industrie alimentari utilizzano rigorose procedure di laboratorio che garantiscano la salubrità dei cibi, ed il controllo ed il monitoraggio della qualità dei prodotti alimentari è essenziale (oltre ad essere auspicato ed atteso dai consumatori): per questo, sono state sviluppate una gran varietà di tecniche per stimare attendibilmente la qualità dei materiali d'origine così come dei prodotti derivati. Tra queste, come i relatori di questo incontro hanno dimostrato, stanno acquistando sempre più credito le tecniche microscopiche e di *imaging*.

Silvia Modina ha presentato alcuni esempi di applicazione di tecniche diagnostiche di *imaging* (in particolare, *imaging* in risonanza magnetica e tomografia computerizzata) per valutare la morfologia e la microstruttura di prodotti carnei ed ittici, e per monitorare la preparazione e stagionatura di salumi della tradizione Italiana; ha quindi auspicato che queste tecniche possano trovare stabile impiego da parte delle industrie alimentari per il controllo di qualità in tutti i assaggi della catena produttiva.

Nella sua presentazione, Paolino Ninfali ha illustrato l'applicazione della microscopia ottica (in campo chiaro e in fluorescenza) e della

(*) Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano, Italia.
E-mail: carloepellicciari@gmail.com

microscopia elettronica a scansione ambientale associata alla spettroscopia a dispersione di energia (ESEM-EDS), per lo studio delle caratteristiche strutturali e nutrizionali delle cariossidi di diversi cereali. Queste analisi microscopiche e composizionali hanno messo in luce differenze tra i cereali studiati nella sensibilità alle procedure di preparazione delle farine e nella bioaccessibilità: ciò dimostra il grande potenziale delle tecniche microscopiche che bene si prestano ad un impiego di parte di tecnologi e nutrizionisti, per garantire un alto valore nutrizionale dei prodotti derivati dai cereali.

L'optical imaging è una tecnica versatile, rapida e non invasiva adatta all'acquisizione di immagini di prodotti alimentari. Barnara Cisterna l'ha utilizzata per valutare le caratteristiche di autofluorescenza di uve Corvinone durante le fasi di appassimento per la produzione dell'Amarone, dimostrando come il suo impiego, in associazione con altre tecniche analitiche, consenta di descrivere in dettaglio questo processo essenziale per la produzione di uno dei più prestigiosi vini della nostra tradizione.

La microscopia confocale a scansione laser e la microscopia elettronica a trasmissione sono state applicate da Paolo D'Incecco allo studio delle modificazioni nella microstruttura del latte, in conseguenza delle procedure di lavorazione: attraverso l'impiego di colorazioni specifiche e di tecniche immunocitochimiche, sono state descritte le caratteristiche strutturali e compositive delle micelle di grasso e delle componenti proteiche nel latte e nei prodotti derivati. Anche in questo caso, un approccio analitico multidisciplinare che comprenda anche la microscopia risulta essenziale per poter descrivere appieno le interazioni grasso-proteine nel latte (fluido e coagulato) e nel formaggio.

Dunque, gli interventi di questo incontro hanno dimostrato che, accanto alle metodiche chimico-fisiche, generalmente distruttive, la microscopia ottica permette una dettagliata descrizione morfologica, mentre le tecniche istochimiche consentono di ottenere informazioni *in situ* sulla composizione chimica dei cibi. La microscopia elettronica accoppiata alla microanalisi è in grado di fornire dati sulle caratteristiche strutturali e compositive, ad alta risoluzione. In anni relativamente recenti hanno preso piede i metodi non-distruttivi (come la colorimetria e la spettrofotometria, l'analisi di immagine computerizzata, la spettroscopia nell'infrarosso, l'*imaging* in risonanza magnetica nucleare o a raggi X, e i biosensori), che permettono di effettuare analisi longitudinali su di uno stesso campione: la materia prima può essere così testata

in campo o all'arrivo in fabbrica, e si può controllare *online* il processo di lavorazione nelle sue diverse fasi, valutando così sia il prodotto intermedio che quello finale; è anche possibile la rapida analisi dei prodotti conservati, per saggiare l'eventuale l'insorgenza di deterioramento o contaminazione microbica.

Sin dagli anni '90 del secolo scorso, grazie all'incessante progresso strumentale e tecnologico, ed all'ideazione di nuove metodiche microanalitiche, la Microscopia ha vissuto una sorta di Rinascimento, con implicazioni di vastissima portata, in campo biologico, medico e delle scienze dei materiali. È facile prevedere che nuovi orizzonti le si spalanchino, ora, nel campo delle scienze del cibo, dove la microscopia e le tecniche di *imaging* potranno diventare strumenti unici non solo per chi opera nell'ambito della ricerca o della produzione, ma anche per gli organismi di controllo della sicurezza alimentare.

Especially in recent years, consumers' concern for food quality has progressively grown: the interest for the sensory aspects (flavor and smell) of foods is nowadays paralleled by a major attention to a comprehensive view of food quality and safety. People want a food to be tasty but also nutritious and low in chemical and microbial contaminants.

As the manufacture of food products is strictly regulated, food-making industry generally uses established laboratory procedures to guarantee the food products are actually safe. To this aim, in order to provide quality estimates of both the raw material and derived products, a variety of techniques has been developed, which have to be rapid, simple, non-destructive, low-cost and reliable. Among them, microscopy and imaging techniques are becoming popular, as the speakers in today's meeting have clearly demonstrated.

Silvia Modina gave us several examples of the application of image diagnostic techniques (magnetic resonance imaging and computed tomography, in particular) to evaluate the structure and microstructure of meat and fish products, and to monitor the processing- and ripening-related changes in cured meat of the Italian tradition. She suggested that imaging techniques should be considered by the food companies for the quality control of all steps of the food production chain.

The presentation by Paolino Ninfali was focused on the combination of bright field and fluorescence light microscopy, histochemistry

and Environmental Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (ESEM-EDS) to analyse the caryopses of different cereals, to elucidate their different anatomical and nutritional characteristics. These microscopical and compositional analyses proved to be crucial for highlighting differences in the bioaccessibility and manufacture susceptibility of the different cereals, thus being of great potential for technologists and nutritionists in their attempt to keep the nutrient level of cereal-derived products as high as possible for consumers.

Optical imaging, as underlined by Barbara Cisterna, is a versatile, fast and non-invasive approach for the acquisition of images of foods. In her described investigation, optical imaging was used to evaluate the changes in the autofluorescence properties of Corvinone grapes during the withering process for Amarone wine production. When used in a multimodal approach, optical imaging may effectively support other analytical techniques in the detailed description of this key-process in the production of one of the most prestigious wines of the Italian tradition.

Confocal laser scanning microscopy and transmission electron microscopy were used by Paolo D'Incecco to investigate, by refined immunohistochemical techniques, the processing-related modifications in milk microstructure, and to elucidate the fat-protein interactions in stored milk or milk-derived products. He demonstrated that a multidisciplinary approach including microscopy is essential for a comprehensive study of the interactions of fat globules and the protein fractions in fluid and clotted milk, as well as in cheese.

We may conclude that in association with the generally destructive chemical and physical techniques, light microscopy allows a fine morphological description of a given stuff, while histochemistry is a powerful approach to get compositional information *in situ*. Electron microscopy when coupled with microanalysis techniques is invaluable in providing data on both the structural features and the elemental composition, at high resolution. In relatively recent years, non-destructive methods (*e.g.*, colorimetry and spectrophotometry, computer image analysis, near-infrared spectroscopy, nuclear magnetic resonance and X-ray imaging, and biosensors) have become especially popular, since they allow longitudinal evaluations of the same specimen: raw material may be tested in the field or at the factory reception, and the transformation process may be controlled online, during its different phases, assessing both the intermediate and final products; rapid analy-

sis is also possible for the stored products, to detect the occurrence of food deterioration or microbial spoilage.

Thanks to the unceasing progress in instruments, technologies and microanalytical methods, since the nineties of the last Century, Microscopy has been enjoying a sort of Renaissance with far-reaching implications for biology and medicine, as well as for material sciences: it is easy to foresee that new horizons are now opening also in the field of basic and applied food research for microscopy and imaging techniques, which promise to become unique tools not only for food scientists and food producers but also for the regulatory agencies and food safety organizations.