

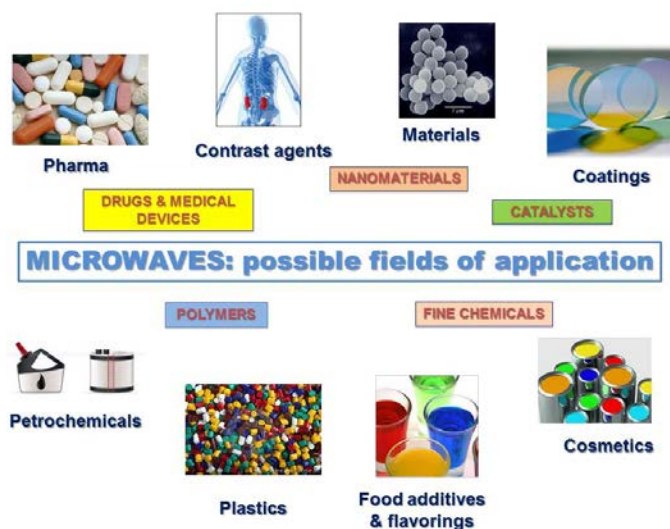
# SOSTENIBILITÀ E PROCESSI CHIMICI MICROONDE MEDIATI: GIORNATA DI STUDIO A GENOVA

*Carla Villa, Cristina Leonelli, Giancarlo Cravotto, Oreste Piccolo*

*Durante gli ultimi vent'anni, la tecnica di riscaldamento mediante microonde non è più una curiosità/moda accademica ma è stata accettata ed ha trovato impiego in diversi settori industriali chimici e anche presso diverse altre aziende manifatturiere.*

*Questo strumento alternativo di attivazione non solo permette di ridurre i tempi di reazione nella trasformazione chimica, ma spesso permette di minimizzare o eliminare la formazione di sottoprodotti, contribuendo così*

*a sintesi più verdi e sostenibili. I suoi limiti nello scale-up possono essere ora spesso superati lavorando in processi in continuo con idonee apparecchiature. L'uso nel settore estrattivo di ingredienti attivi da biomasse è poi particolarmente vantaggioso rispetto a tecnologie più tradizionali. Per far meglio conoscere a studenti e ricercatori accademici ed industriali le possibilità e le problematiche da indagare nell'uso delle microonde, così da estenderne l'applicazione, si è ritenuto opportuno effettuare una giornata di studio, con contributi sia dalla ricerca accademica sia dal mondo industriale.*



Il 19 ottobre si è svolto presso il Dipartimento di Farmacia dell'Università degli Studi di Genova la Giornata di Studio su "Sostenibilità e processi chimici microonde mediati". Questa prima iniziativa del Gruppo Interdivisionale di Green Chemistry-Chimica Sostenibile della Società Chimica Italiana è finalizzata ad illustrare questa ed altre tecnologie innovative, adatte a svariate applicazioni, al mondo accademico ed industriale mediante workshops monotematici e a cercare di sensibilizzare e informare di queste possibilità anche la società in cui viviamo. La giornata di studio si è svolta con il patrocinio dell'AMPERE (Association for Microwave Power in Europe for Research and Education) e dalla Federazione Nazionale degli Ordini dei Chimici e Fisici ed è stata sponsorizzata da *Accadermica*, spin off dell'Università di Genova in ambito cosmetico.

Lo scopo principale è stato quello di mostrare e diffondere alcuni casi di successo di una delle numerose tecnologie a basso impatto ambientale che stanno prendendo sempre più piede nelle realtà industriali del nostro Paese. Il riscaldamento con fonti alternative alla combustione diretta o alla resistenza elettrica, secondo gli obiettivi della Green Chemistry e Green Extraction, è stato presentato in questa giornata mediante l'impiego dell'irraggiamento di onde elettromagnetiche alla frequenza delle microonde (300 MHz - 3 GHz) in numerose procedure estrattive e sintetiche effettuate con successo.

Hanno aperto la giornata, con saluti e auguri, il Direttore di Dipartimento di Farmacia, prof. Giambattista Bonanno, il vice presidente della SCI, prof. Giorgio Cevasco, la presidentessa dell'associazione AMPERE, prof. Cristina Leonelli e il Coordinatore del Gruppo Interdivisionale SCI di Green Chemistry-Chimica Sostenibile, dott. Oreste Piccolo.



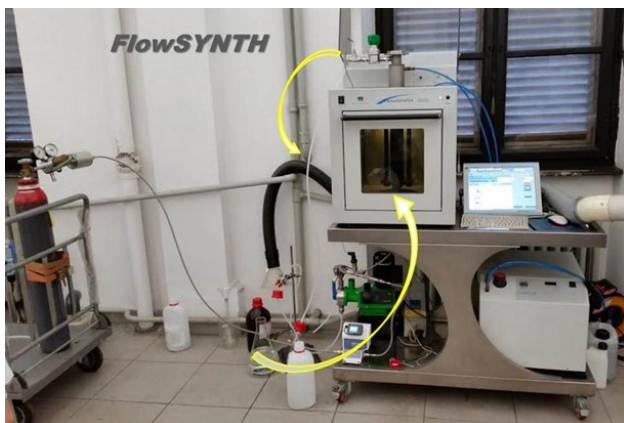
Il dott. Vincenzo P.M. Rialdi, Amministratore Delegato e Direttore Tecnico della Vevy Europe SpA e Presidente di Mopic (Gruppo materie prime per l'industria cosmetica e additivi per l'industria cosmetica e farmaceutica), ha quindi aperto la giornata di studio con la trattazione dei temi legati alla sostenibilità, con particolare riferimento all'ambito chimico, attraverso un'analisi dei criteri, delle dinamiche tecnologiche, dei flussi di processo e della priorità, sottolineando l'importanza dei principi

dell'ecologia industriale, soprattutto nella fase di progettazione di trasformazioni e processi; ha inoltre evidenziato che non si può prescindere dal supporto delle istituzioni per quanto riguarda l'appropriatezza delle infrastrutture e la capillarità e qualità della comunicazione, nonché da un serio e trasparente impegno di tutta una filiera coinvolta, iniziando dalla sensibilizzazione di tutte le parti interessate e dal loro pieno coinvolgimento.

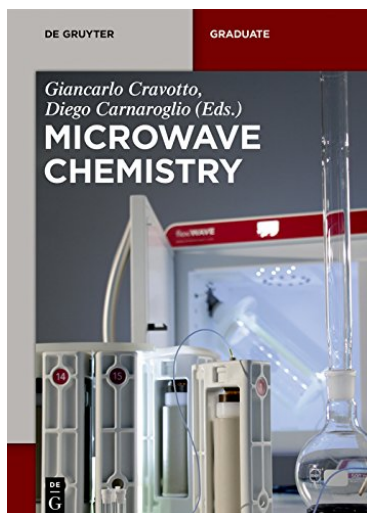
Il prof. Paolo Veronesi, del Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" dell'Università di Modena e Reggio Emilia, ha presentato in maniera didatticamente efficace i principi e le caratteristiche del riscaldamento mediante microonde e come sia possibile sviluppare nuovi processi o migliorare le proprietà dei materiali, in particolare materiali compositi e materiali refrattari. Mediante software di modellizzazione elettromagnetica disponibili commercialmente, ha evidenziato come sia possibile uno studio più accurato di ciò che succede realmente e localmente durante l'interazione tra le onde elettromagnetiche e la materia interessata, così da

permettere di progettare nuovi applicatori a microonde per alti e bassi trattamenti termici a temperatura e plasmi a microonde.

Nel successivo intervento del prof. Giancarlo Cravotto, Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco di Torino, è chiaramente emerso come l'utilizzo delle microonde per la sintesi chimica, l'estrazione e la preparazione del campione, sia una tecnologia matura per qualsiasi studio su scala laboratorio. Solamente per la sintesi sono recensiti in



letteratura quasi 45.000 articoli, dove si evince che praticamente tutte le reazioni organiche siano state studiate in microonde. La disponibilità di reattori professionali, da pochi millilitri fino al mezzo litro di volume, che permettono di lavorare in assoluta sicurezza anche ad alte temperature e pressioni, ha permesso di scalare già in laboratorio alcune preparazioni di *fine chemicals* e di composti di interesse farmaceutico. Negli ultimi 20 anni anche la diffusione delle microonde a livello industriale è notevolmente aumentata in particolare nell'industria alimentare con i tipici forni a tunnel per essiccare, cuocere e scongelare. Tuttavia molti altri settori compresa l'industria chimica stanno adottando impianti a microonde a flusso per l'intensificazione di processo e per la riduzione del consumo energetico. Le principali banche dati recensiscono circa 2500 riferimenti bibliografici sull'uso di questa tecnologia a livello industriale. Molti lavori hanno dimostrato come a parità di dimensioni, i reattori a flusso irradiati con microonde abbiano un'efficienza energetica decisamente superiore rispetto ai reattori con



riscaldamento convenzionale. È stato altresì sottolineato come la letteratura scientifica riguardante la scala pilota di sistemi a microonde sia relativamente povera, con una evidente carenza di dati per facilitare l'industrializzazione dei risultati spesso eccezionali descritti su scala laboratorio. Per chi volesse iniziare ad utilizzare questa tecnologia o ne volesse approfondire le potenzialità, è stato indicato come utile riferimento il nuovo libro "Microwave Chemistry", G. Cravotto, D. Carnaroglio (Eds.), casa editrice De Gruyter (2017).

Nel pomeriggio alcune aziende attive sul territorio nazionale hanno raccontato la loro esperienza nella realizzazione di prodotti industriali e la versatilità della tecnologia con un ampio spettro di ricerche svolte nel nostro Paese in questo ambito.

La prof. Carla Villa, fondatore e *Ceo* di *Accadermica* ha raccontato la storia del successo di questa piccola Spin off nata dal trasferimento tecnologico di una ricerca in seno al Green Cosmetic Lab del Dipartimento di Farmacia di Genova. L'azienda ha sviluppato il proprio *core business* sullo studio e la trasformazione di residui di scarto dell'industria agro-alimentare ad alto impatto ambientale in ingredienti cosmetici ad alto valore aggiunto mediante tecnologia estrattiva microonde. Tali ingredienti sono stati quindi inseriti in formulazioni funzionali cosmetiche ecosostenibili oggi vendute in farmacia.

Il dott. Marco Fiore, *Business Development Manager* di Leanfa Srl, che progetta e realizza generatori a microonde e a radiofrequenza per varie applicazioni nei settori industriale, scientifico e medicale, ha sottolineato che i processi di Green Chemistry assistiti da energia a microonde devono assicurare, oltre ad una spiccata sostenibilità, un'elevata accuratezza parametrica in grado di ottimizzare la resa minimizzando i rischi operativi e la quantità di sottoprodotti. Spesso la temperatura ottimale di processo deriva da un compromesso fra resa di reazione, costi operativi e rischi di innescare processi instabili, ma non è sempre facile dosare l'energia a microonde per ottenere il profilo termico desiderato. Ha quindi presentato i generatori a stato solido prodotti dalla sua azienda che offrono accurato controllo di potenza, frequenza e fase, alimentazione in bassa tensione, misura in tempo reale della potenza riflessa, capacità di autoregolazione in base al comportamento del carico, ciclo di vita di almeno 15 anni e completa flessibilità di utilizzo grazie alla intrinseca concezione modulare e all'adozione di un moderno controllo ad intelligenza distribuita. L'utilizzo di questi innovativi generatori consente di realizzare profili termici più accurati nel dominio del tempo e dello spazio, fornendo ai ricercatori un raffinato strumento per fornire la giusta quantità di energia nel punto giusto al momento giusto, il tutto con la massima efficienza energetica e sicurezza di impianto. Le applicazioni di questi generatori sono molteplici, tutte caratterizzate da notevole scalabilità industriale. Tra queste: l'estrazione di composti bioattivi per prodotti nutraceutici, per l'industria farmaceutica, per la produzione di alimenti funzionali e per la cosmetica; l'utilizzo in processi di sintesi di *fine chemicals*; la polimerizzazione di materiali compositi; la sintesi di nanoparticelle e nanostrutture. Sono altresì possibili utilizzi in altri settori di interesse civile ed industriale quali: la sanificazione di prodotti ortofrutticoli subito dopo la fase di raccolta; la bonifica microbiologica di materie prime alimentari prima dello stoccaggio; la pastorizzazione e sterilizzazione di alimenti pronti per il consumo; il trattamento di rifiuti nelle fasi di riciclo; la disinfestazione di imballaggi in legno o di alberi/piante attaccati da parassiti; l'uso in settori medicali con moduli a tecnologia ibrida per ipertermia e per attivazione localizzata di farmaci.



Infine il dott. Angelo Agazzi, direttore commerciale di FKV Srl, azienda distributrice dei prodotti Milestone in Italia, ha presentato l'evoluzione del mondo delle microonde applicate alla strumentazione da laboratorio attraverso l'esperienza trentennale della azienda. Con più di 30 brevetti, Milestone Srl ha posto le fondamenta per rendere fruibile la tecnologia a microonde al mondo scientifico, attraverso una serie di innovazioni per il controllo dei parametri operativi e del dosaggio dell'energia, per la gestione di alte pressioni nella strumentazione, per la preparazione del campione all'analisi (sia inorganica sia organica) e per la sintesi chimica. Questo know-how tecnologico ha anche permesso di realizzare un innovativo reattore con introduzione diretta delle microonde per eseguire reazioni sia in batch sia in parallelo, vero e proprio passo verso lo scale-up dei processi, permettendo di operare con masse elevate e con reagenti anche gassosi in pressione. Risultano possibili sintesi ad alte temperature ed in fase solida. Apparecchiature con l'uso di microonde sono altresì utili per l'incenerimento di

campioni ai fini analitici. Particolarmente interessante è l'apparecchiatura basata sulla tecnologia di infusione, assistita da microonde, di materiale vegetale per aromatizzare oli alimentari o cosmetici, che risulta decisamente più efficiente delle tecnologie tradizionali e riesce ad operare su scala di produzione significativa.

La giornata, molto interessante, è terminata con una tavola rotonda e con domande ed interventi dei partecipanti da cui sono emersi vari spunti di lavoro e di ricerca.