

Attualità

XII WORKSHOP GI GREEN CHEMISTRY - CHIMICA SOSTENIBILE

Antonella Salvini^a, Giorgio Grillo^b

^aDipartimento di Chimica "Ugo Schiff"

Università di Firenze

antonella.salvini@unito.it

^bDipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco

Università di Torino

giorgio.grillo@unito.it

Il XII Workshop sulla Green Chemistry - Chimica Sostenibile organizzato dal Gruppo Interdivisionale GC-CS si è svolto a Bologna il 3 e 4 luglio. L'evento congressuale nella sua forma organizzativa ormai consolidata ha confermato l'interesse da parte di ricercatori che nel mondo accademico e aziendale hanno fatto della sostenibilità e del rispetto dell'ambiente il proprio obiettivo prioritario, con ricerche sulla valorizzazione delle biomasse di scarto, l'economia circolare, le nuove tecnologie e, con più ampio respiro, processi e sintesi sostenibili in generale, declinati anche in campo industriale. Durante il convegno sono stati assegnati diversi premi come riconoscimento di meriti particolari nel settore della sostenibilità, grazie anche al supporto di Chemistry Europe e ChemSusChem.

12th Workshop on Green Chemistry - Sustainable Chemistry

The 12th Workshop on Green Chemistry - Sustainable Chemistry, organized by the GC-CS Interdivisional Group, took place in Bologna on July 3 and 4. The conference, following its now well-established organizational format, confirmed the interest of researchers from academia and industry who have made sustainability and environmental protection their priorities, with research on the valorization of residual biomass, circular economy, new technologies and, with a wider scope, sustainable processes and synthesis in general, also involving the industrial field. During the conference several awards have been assigned by the Group in recognition of particular merit in the field of sustainability, thanks also to the support of Chemistry Europe and ChemSusChem.

Il 3 e 4 luglio si è svolto a Bologna il XII Workshop sulla Green Chemistry - Chimica Sostenibile organizzato dal Gruppo Interdivisionale (GI) GC-CS, <https://scigreenchemistry.wixsite.com/workshop-gccs-xii-bo>.

Il workshop è un appuntamento ormai consolidato per i soci del GI GC-CS ma anche per tutti i ricercatori interessati alle tematiche della *Green Chemistry* e della *Chimica Sostenibile* e quest'anno si è svolto presso l'Aula Magna Navile dell'Università di Bologna.

Il workshop è un momento di confronto sulle attività di ricerca svolte sulle molteplici tematiche del settore non solo dagli iscritti al GI ma anche dalle diverse realtà di ricerca accademiche e industriali. Fondamentale è stato negli anni il rapporto con le aziende per favorire l'attenzione alle ricerche nei settori applicativi e favorire la costruzione di una rete efficace tra accademia e industria. Le tematiche sviluppate ogni anno nel workshop tengono conto quindi sia delle realtà

industriali più attive nel settore della GC-CS ma anche dell'eterogeneità dei suoi iscritti. Il GI GC-CS, infatti, è uno dei due GI della Società Chimica Italiana con il maggior numero di iscritti. Il 26 giugno si sono raggiunti i 283 soci ma interessante nell'analisi degli iscritti è anche l'eterogeneità rispetto alle Divisioni di provenienza. Infatti, anche se le divisioni con il maggior numero di soci iscritti al GI sono la Divisione di Chimica Organica, la Divisione di Chimica Industriale (Divisione di afferenza) seguite da quelle di Chimica Inorganica e Chimica per le Tecnologie, sono presenti iscritti da tutte le divisioni confermando un notevole interesse della ricerca per le tematiche legate alla sostenibilità.



La locandina del XII Workshop GC-CS e una foto di gruppo

Il workshop annuale è anche il momento del riconoscimento di meriti particolari nel settore della Chimica Sostenibile con la consegna dei premi assegnati dal GI (Fig. 1).

Premi assegnati dal GI GC-CS nel 2025 - XII Workshop

- **Premio Ricerca Senior e Junior** nell'ambito della Chimica Verde e Sostenibile. A testimonianza di una carriera consolidata nell'ambito (**Fabrizio Cavani** - Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari", Università di Bologna) o di un contributo particolare come ricercatore emergente (**Andrea Mezzetta** - Dipartimento di Farmacia, University of Pisa);
- **Premio Dottorato Cinzia Chiappe** per le Migliori Tesi di Dottorato nel campo della Green Chemistry - Chimica Sostenibile (**Massimo Melchiorre** - Dipartimento di Scienze Chimiche, Università degli Studi di Napoli Federico II e **Federico Verdini**, Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco, Università di Torino).

Inoltre, negli ultimi due anni in collaborazione con l'Editorial Board di *ChemSusChem* e *Chemistry Europe* sono stati assegnati i seguenti riconoscimenti:

- **ChemSusChem Lecturer (Research Article)** da assegnare al corresponding author, socia/o del GI GCCS del miglior articolo pubblicato nell'anno precedente su *ChemSusChem* con meno di 12 anni dal conseguimento del conseguimento del Dottorato (**Daily Rodríguez-Padrón** - Dipartimento di Scienze Molecolari e Nanosistemi, Università Ca' Foscari di Venezia);
- **2 Premi Poster:** **Ilaria Bertuol** dell'Università Ca' Foscari di Venezia, **Alice Cappitti** dell'Università di Firenze.

Fig. 1 - Premi assegnati nel 2025

L'organizzazione dell'edizione del 2025 è stata curata dal nuovo Consiglio Direttivo insediato nel febbraio 2025, guidato dalla Prof.ssa Antonella Salvini come coordinatrice insieme ai membri Dr. Giorgio Grillo (vice-coordinatore), Prof.ssa Claudia Antonetti (segretaria/tesoriere), Prof. Carlo Punta, Prof. Maurizio Fagnoni, Prof.ssa Giulia Fiorani, Prof.ssa Siglinda Perathoner (in



rappresentanza della Divisione di afferenza, DCI) in collaborazione con il Comitato Organizzatore Locale, guidato dalla Prof.ssa Chiara Samorì come Chair (Fig. 2).

Fig. 2 - Comitato Organizzatore locale

Il workshop ha contato 91 Iscritti con 32 contributi orali, 8 comunicazioni flash, 29 poster, 2 keynotes, 5 interventi di premiati. Il GI GC-CS ha promosso la partecipazione dei giovani con dieci borse per l'iscrizione di non strutturati, arrivando a contare oltre il 55% di under 35 (principalmente dottorandi e post-doc).

Dopo i saluti istituzionali da parte della Prof.ssa Chiara Samorì a nome del Comitato Organizzatore, della Prof.ssa Maria Letizia Focarete Direttrice del Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician" e della vice Direttrice del Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari", Prof.ssa Rita Mazzoni, il workshop si è aperto con la consegna del Premio alla Ricerca Senior al Prof. Fabrizio Cavani, meritato riconoscimento per la brillante carriera e l'impegno nella ricerca nel campo della sostenibilità nell'industria chimica, ricerca spesso svolta in stretta collaborazione con aziende del settore come ricordato nella motivazione del Premio assegnato: "Per la sua ricerca accademica, fortemente impegnata nella crescita della sostenibilità e dell'applicazione della chimica verde nell'industria chimica, nello studio di processi catalitici anche per la valorizzazione di biomasse, coniugando l'innovazione scientifica con l'attenzione alle esigenze della produzione industriale per favorire il rispetto dei principi della Green Chemistry e la Sostenibilità."

Il Prof. Cavani ha quindi presentato nella prima keynote intitolata "*I tried to be a "green" Industrial Chemist*" alcuni esempi degli studi di ricerca condotti con l'obiettivo di rendere la chimica industriale meno impattante sull'ambiente ricordando le radici dell'innovazione volta allo sviluppo di una chimica industriale più sostenibile già ancorate nelle attività svolte nel gruppo bolognese fondato dal Prof. Ferruccio Trifirò e poi sviluppate nell'era dei principi della "chimica verde" e della "ingegneria verde", con la ricerca della sostituzione di processi da materie prime fossili con nuovi processi da fonti rinnovabili come ad esempio le biomasse o i sottoprodotti organici dell'industria manifatturiera, con la contemporanea attenzione allo sviluppo di nuovi e idonei catalizzatori.

Nel successivo intervento per la *ChemSusChem* Lecture, la Dott.ssa Daily Rodríguez-Padrón dell'Università Ca' Foscari-Venezia ha presentato la tematica di ricerca descritta nell'articolo premiato "*Upcycling of chitin to cross-coupling catalysts: tailored supports and opportunities in mechanochemistry*" ricordando l'importanza della chitina, il secondo biopolimero più abbondante sulla Terra, come precursore per i supporti catalitici ma anche per produzione di catalizzatori privi di metallo per reazioni di fissazione della CO₂ o per la produzione di nuove famiglie di nanoparticelle di metalli nobili e non nobili supportate su chitina da utilizzare per l'ossidazione selettiva dell'alcol, nell'amminazione riduttiva, nell'idrogenazione e nelle reazioni

di accoppiamento C-C. La *ChemSusChem Lecture* premia un articolo di ricerca di particolare interesse pubblicato sulla rivista nell'anno precedente con un corresponding author regolarmente iscritto al GI, incoraggiando in particolare i ricercatori ad inizio carriera. Fondamentale per questo Premio è stata la collaborazione con la Dott.ssa Ileana Travaglini, Editor in Chief di *ChemSusChem* e Deputy Editor di *ChemSystemsChem* e il supporto di *Chemistry Europe* con l'erogazione di un voucher da 150 euro in materiale editoriale.

Un altro importante momento del Workshop è stato quello della consegna del Premio per la miglior Tesi di Dottorato nel campo della GC-CS, istituito nel 2019 e dedicato alla memoria della Prof.ssa Cinzia Chiappe dell'Università di Pisa, pioniera dello sviluppo della Green Chemistry in Italia. Il riconoscimento viene assegnato annualmente a due student* in possesso del titolo di PhD per il Ciclo in chiusura od il precedente. Il Premio del 2025 è stato assegnato al Dr. Massimo Melchiorre dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, per una tesi dal titolo: *"Sustainable Solvents and Chemicals: Synthesis and Applications In Catalysis, Storage Energy Devices, and Cultural Heritage"* (Tutor: Prof. F. Ruffo e Prof.ssa M.E. Cuccioli) e al Dr. Federico Verdini dell'Università di Torino, per una ricerca su *"New Hybrid Technologies for Chemical Process Intensification"* (Tutor: Prof.ssa E. Calcio Gaudino). Entrambi sono stati invitati a presentare un sunto della loro ricerca durante il workshop.

Le potenzialità di progetti di bioraffineria su lipidi sono state approfondite nella keynote che ha aperto la sessione pomeridiana. La Dott.ssa Federica Zaccheria del CNR-SCITEC nel suo intervento su *"Unlocking the potential of oleochemistry in biorefinery development"* ha presentato una panoramica di diverse applicazioni di oli e grassi nell'ambito di diversi progetti di bioraffineria studiati nel gruppo di ricerca SCITEC grazie ad una solida esperienza nella trasformazione di biomasse lipidiche verso la produzione di resine termoindurenti, emulsionanti e tensioattivi.

La seconda giornata del workshop è stata aperta dalla keynote del Prof. Emilio Tagliavini dell'Università di Bologna con l'intervento su *"The Case of CO₂-Switchable Solvents. Extractions, Separations, Reactions"* l'interessante ruolo della CO₂ per favorire la separazione dei componenti di una soluzione variando la solubilità dei componenti con un sistema reversibile. L'aggiunta di CO₂ può infatti convertire una miscela di soluzione apolare di ammina e composto ossidrilico in una fase liquida polare di sale carbonato (inversione di polarità innescata da CO₂). L'inversione può essere poi invertita mediante la rimozione di CO₂. Le sostanze lipofile solubili nella prima fase diventano insolubili nella seconda; viceversa per le sostanze idrofile. Questo sistema consente un recupero diretto del soluto e un riciclo del solvente semplice e a basso consumo energetico, favorendo la sostenibilità chimica.

Il Premio alla Ricerca Junior è stato consegnato al Dr. Andrea Mezzetta dell'Università di Pisa "Per le sue ricerche nell'ambito della sintesi e caratterizzazione chimico-fisica di solventi sostenibili innovativi come liquidi ionici (ILs) e miscele eutettiche profonde (DES), per il loro impiego anche in modo sinergico, in una ampia gamma di applicazioni come il frazionamento di biomasse, lo sviluppo di nuovi bio-materiali, la valorizzazione di scarti alimentari, come solventi per reazioni organiche e a scopo analitico." Nell'intervento su *"An insight into the relationship between deep eutectic solvents and ionic liquids for sustainable applications,"* il Dr Mezzetta ha analizzato la relazione tra IL e DES, evidenziando somiglianze, chiare differenze e complementarità in alcuni aspetti, presentando esempi per sottolineare i pro e i contro di entrambe le classi di solventi nelle applicazioni pertinenti, tenendo presente l'obiettivo dello sviluppo sostenibile.

Nel corso del convegno sono stati presentati numerosi contributi che hanno mostrato la varietà e la ricchezza della ricerca attuale nel campo della chimica verde e della sostenibilità raggruppabili in tematiche spesso fortemente correlate tra loro (Fig. 3).

Le presentazioni hanno spaziato dalla sintesi di copolimeri bio-based allo sviluppo di agenti di rivestimento a base di nanofibre di cellulosa e all'eco-design di nanocristalli di cellulosa, fino ad

arrivare a materiali innovativi ottenuti da fonti naturali o da processi più sostenibili, come biopolimeri, biocompositi e sistemi di accumulo energetico. Un ampio spazio è stato dedicato alla valorizzazione delle biomasse e degli scarti, con progetti che hanno riguardato varie tipologie di residui e diversi campi applicativi.

Tematiche XII Workshop GC-CS

1. Valorizzazione di Scarti e Biomasse
2. Nuove Tecnologie ed Intensificazione di Processo
3. Catalisi Verde e Nuovi Approcci Sintetici
4. Green Solvents
5. Functional Materials e Polimeri Sostenibili
6. LCA & Eco-Design

Fig. 3 - Le tematiche affrontate nel workshop di Bologna

Le sessioni hanno affrontato anche il tema dei processi e delle tecnologie emergenti, come l'uso delle microonde e della meccanochimica, la sintesi automatizzata di molecole complesse e l'uso di reazioni prive di solvente, per sintesi più efficienti e meno impattanti. Infine, la catalisi è stata protagonista di una sessione interamente dedicata, con protocolli multicomponente per la sintesi di farmaci e nuove strategie catalitiche per la produzione di materiali e molecole *bio-based*.

In questo ampio scenario di ricerca si sono inseriti anche gli interventi delle aziende sponsor, con l'esperienza industriale come elemento fondamentale per la transizione verso la sostenibilità. Il Dr. Emanuele Viganò di Mare SpA ha presentato un approccio alla produzione di carta e cartone, basato sull'ottimizzazione dei prodotti e sulla riduzione dell'impatto delle sostanze chimiche per minimizzare gli impatti ambientali. Il Dr. Tito Zanetta di Vinavil SpA, invece, ha illustrato l'uso di schemi di bilancio di massa per sostituire parte delle materie prime fossili con alternative biogeniche e della certificazione ISCC PLUS, come strumento volontario per valutare e certificare il contenuto sostenibile, sia in termini di materiali riciclati sia di origine biologica, dei prodotti finiti. Ha inoltre sottolineato il ruolo centrale delle valutazioni LCA per misurare l'impatto ambientale.

Interessanti e variegati anche i contributi poster, tra i quali sono stati selezionati i due contributi premiati con due voucher offerti da *Chemistry Europe*. Un Premio è andato alla Dr.ssa Ilaria Bertuol dell'Università Ca' Foscari di Venezia con il contributo "*Metal-Free Graphitic Carbon Nitride/Carbon-Dots Composites: Unveiling Mechanochemical Synthesis Opportunities*" dove *carbon dots* integrati con nitruri di carbonio, ottenuti tramite approccio idrotermale e meccanochimico (estrusione *solvent-free*), mostrano interessanti proprietà fotocatalitiche unite a stabilità ed efficienza. L'altro premio è andato alla Dr.ssa Alice Cappitti dell'Università di Firenze con "*From lignocellulosic biomass to biomaterials*", secondo cui, attraverso pretrattamenti e sintesi di biomonomeri da scarti vegetali, è possibile ottenere copolimeri innovativi, utilizzabili in adesivi e formulazioni polimeriche avanzate, con applicazioni promettenti nell'eco-design.

Nel complesso, il convegno ha offerto una panoramica articolata delle prospettive della chimica sostenibile, mostrando come la sinergia tra ricerca accademica, innovazione tecnologica e impegno industriale, sia la chiave per lo sviluppo di materiali, processi e prodotti più rispettosi dell'ambiente e del futuro. Il prossimo appuntamento, per tutti gli interessati alle tematiche legate alla sostenibilità e per la prossima edizione dei premi, è per il Workshop che nel 2026 si svolgerà a Napoli.