

Dalla CO₂ ai prodotti di chimica fine: la sfida green del DSTC



Ricercatori al lavoro nei laboratori di chimica del DSTC, Università di Roma Tor Vergata. (Foto: Archivio DSTC/RT)

a cura della Redazione

Il Dipartimento di Scienze e

Tecnologie Chimiche di Tor

Vergata trasforma l'anidride

carbonica in opportunità di

innovazione, sviluppando catalisi

e reattori a flusso per la chimica

sostenibile.

L'Università di Roma Tor Vergata partecipa al Flagship Project 1 del Rome Technopole con una proposta centrata sull'utilizzo della CO₂ come materia prima per la sintesi di composti chimici ad alto valore aggiunto. Il progetto, sviluppato all'interno del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche (DSTC), si inserisce nella più ampia strategia di transizione energetica e chimica verde promossa dall'ecosistema PNRR.

La sfida è ambiziosa: trasformare un gas serra - responsabile di una quota significativa delle emissioni globali di carbonio - in un reagente utile per la produzione industriale. La procedura denominata Carbon Sequestration and Utilization (CSU) rappresenta oggi l'approccio più promettente in questo ambito, e il gruppo di ricerca del DSTC ha concentrato i propri sforzi su tre strategie sintetiche distinte, mirate a ottimizzare le possibilità di trasferimento tecnologico al mercato.

Tre vie verso la chimica sostenibile

Il cuore scientifico del progetto riguarda la ciclo-addizione della CO₂ a epossidi e aziridine, nonché la metilazione di ammine attraverso miscele CO₂/H₂. Queste reazioni portano alla formazione di carbonati ciclici, ossazolidinoni e metilammine - composti con applicazioni concrete come solventi

industriali, farmaceutici e intermedi di sintesi.

La scelta di percorrere tre vie in parallelo risponde a una logica di diversificazione del rischio industriale: aumentare le probabilità che almeno una delle rotte risulti economicamente trasferibile in tempi brevi. Ogni filiera è stata studiata sia per la fase omogenea che per la successiva eterogeneizzazione del catalizzatore, in vista dell'implementazione in reattori a letto fisso per la sintesi in flusso continuo.

Il reattore a flusso: verso la scala industriale

L'elemento più innovativo dell'attività è la progressione dalla sintesi in batch alla sintesi in flusso continuo. I microreattori e i reattori a flusso continuo consentono un controllo preciso delle condizioni di reazione, il recupero e il riciclo del catalizzatore, la separazione in linea del prodotto desiderato. Questo approccio riduce i consumi energetici e minimizza i sottoprodotti, avvicinando il laboratorio universitario alle esigenze della produzione industriale scalabile.

In particolare, la metilazione della 4-cloroanilina mediante CO₂/H₂ è stata studiata in scala di laboratorio per valutarne la fattibilità in microreattore, ottimizzando il carico di catalizzatore e la pressione dei gas. Tra le variabili esplorate figura anche l'impiego di CO₂ in stato supercritico, che potrebbe

migliorare ulteriormente l'efficienza e la selettività della reazione.

L'attività di ricerca si avvantaggia della strumentazione avanzata resa disponibile grazie al progetto di Dipartimento di Eccellenza X-CHEM, tra cui il nuovo microscopio FE-SEM TESCAN CLARA - inaugurato alla presenza del Rettore - e il diffrattometro a raggi X PANalytical X'Pert Pro, fondamentali per la caratterizzazione dei catalizzatori sviluppati.



Inaugurazione del Laboratorio di Eccellenza X-CHEM alla presenza del Rettore dell'Università di Roma Tor Vergata. In primo piano, il microscopio elettronico a scansione TESCAN CLARA. (a sx Prof. Roberto Paolesse - Chair, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche, Università di Roma Tor Vergata; a dx Prof. Nathan Levialdi Ghiron Rettore Università di Roma Tor Vergata) (Foto: Archivio DSTC/RT)



Laboratorio del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche, Università di Roma Tor Vergata

Il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche (DSTC)

Il DSTC dell'Università di Roma Tor Vergata è stato selezionato tra gli undici Dipartimenti di Eccellenza nelle Scienze Chimiche con il progetto quinquennale X-CHEM - eXpanding CHEMistry: implementing excellence in research and teaching.

Il Dipartimento dispone di laboratori di chimica di base e di strumentazione scientifica d'avanguardia:

- Spettrometro NMR Advance Bruker 700 MHz
- MALDI-TOF e LCMS QTOF
- Spettropolarimetro JASCO J600
- Fluorimetro time-resolved LifeSpec ps
- Strumento Applied Photophysics LKS 60 per flash-fotolisi laser
- Microscopio FE-SEM SUPRA(tm) 35 / TESCAN CLARA
- Diffrattometro a raggi X PANalytical X'Pert Pro per polveri

Il Laboratorio di Certificazione di Analisi e Processi (LabCap) certifica processi di interazione con il tessuto imprenditoriale e dispone della certificazione internazionale ISO 9001.

Le attività in sintesi

Obiettivo: Sviluppare nuove metodologie per la conversione della CO_2 in prodotti di chimica fine ad alto valore aggiunto.

Approccio: Carbon Sequestration and Utilization (CSU) attraverso tre strategie sintetiche differenziate per mercato di destinazione.

Reazioni chiave: Cicloaddizione CO_2 a epossidi e aziridine; metilazione di ammine con CO_2/H_2 .

Prodotti target: Carbonati ciclici (solventi), ossazolidinoni (farmaceutici), metilammine (intermedi sintetici).

Frontiera tecnologica: Reattori a flusso continuo con catalizzatori supportati; valutazione di CO_2 supercritica come mezzo di reazione.

PROGETTO

FP1 · DECARBONIZZAZIONE E DIGITALIZZAZIONE NELLE NUOVE ENERGIE VERDI · CAPOFILA: ENI · PARTNER: SAPIENZA, TOR VERGATA, ROMA TRE, UCBM, TUSCIA, CASSINO, CNR, ENEA · INDUSTRIA: ADR, ACEA, CATALENT ANAGNI

ABSTRACT

The Department of Chemical Sciences and Technologies (DSTC) of the University of Rome Tor Vergata contributes to Flagship Project 1 of Rome Technopole through the Carbon Sequestration and Utilization (CSU) approach, developing three parallel synthetic strategies for converting CO_2 into high-value fine chemicals: cycloaddition to epoxides and aziridines, and methylation of amines via CO_2/H_2 mixtures, yielding cyclic carbonates, oxazolidinones and methylamines for industrial, pharmaceutical and synthetic applications. The research progresses from batch to continuous-flow synthesis, using fixed-bed reactors and supercritical CO_2 to improve scalability, energy efficiency and selectivity, supported by state-of-the-art instrumentation available through the X-CHEM Department of Excellence programme.

KEYWORDS:

CO_2 UTILIZATION, CARBON SEQUESTRATION, GREEN CHEMISTRY, FLOW CHEMISTRY, CYCLIC CARBONATES, OXAZOLIDINONES, CATALYSIS, ROME TECHNOPOLE, FP1, TOR VERGATA

AUTORE

REDAZIONE GEOMEDIA

redazione@mediageo.it