



## Verso una chimica organica sostenibile

di Lorenzo Di Bari e Alessandro Mandoli

Dipartimento di Chimica e Chimica industriale - Università di Pisa

**S**i è recentemente svolto a Pisa il *Second European Catalysis Symposium - Organic Catalysis for a Sustainable Development*, che ha riunito contributi da varie discipline rivolti alla catalisi come propellente per un moderno sviluppo della sintesi organica e del processo industriale. Il convegno segue una precedente edizione, tenutasi a Valencia in Spagna nel 1999, che programmaticamente aveva già il titolo di "first". A farsi carico dell'organizzazione logistica e scientifica è stato un gruppo di persone del Dipartimento di Chimica e Chimica industriale dell'Università di Pisa e del Centro del CNR per le Macromolecole Stereordinate e Otticamente Attive. Il Prof. Piero Salvadori, da molti anni attivo nel campo delle tecniche innovative in catalisi organica, ha presieduto il convegno e coordinato il tutto. Il primo compito è stato quello di definire il tipo di risonanza a cui si mirava e conseguentemente il pubblico al quale ci si sarebbe dovuti rivolgere. È stato deciso di privilegiare gli aspetti più innovativi della catalisi organica e di dimostrare come proprio lo sviluppo di nuovi sistemi catalitici permetta di migliorare il rapporto tra prodotti ad elevato valore aggiunto e reagenti, e allo stesso tempo abbattere sottoprodotti e inquinanti. Grazie alla collaborazione di un gruppo di esperti - un *advisory board* - di primissimo piano è stata messa insieme una lista di oratori che non dava adito a dubbi sul livello scientifico dell'operazione. I nomi di spicco sono stati numerosi, ma uno fra tutti emerge particolarmente: Ryoji Noyori, solo pochi giorni dopo il convegno insignito del premio Nobel, proprio per i risultati da lui conseguiti nel campo della catalisi asimmetrica. Le presentazioni si sono susseguite secondo un calendario compatto, tra il pomeriggio di domenica 23 settembre e la sera del mercoledì successivo. Sono intervenuti oltre trecento partecipanti provenienti da tre continenti e quindi in un ambito più che europeo.

I temi che hanno dominato durante tutto il corso del convegno sono stati la catalisi asimmetrica, la compartimentazione del catalizzatore e gli approcci innovativi al problema catalitico. I meccanismi della reazione di idrogenazione in una prospettiva storica aperta sui più recenti sviluppi hanno fornito la base per la presentazione di Ryoji Noyori, quasi una *Nobel Lecture*. Barry Trost ha mirato alla "frugalità" nel consumo degli atomi e quindi a una chimica estremamente selettiva, nelle reazioni di cicloaddizione. Reetz, parlando della biocatalisi, ha adoperato tecniche di mutazione controllata per la produzione di nuovi polipeptidi - che esulano dal corredo proteomico - di cui viene valutata l'abilità catalitica in termini di resa e di selettività (specialmente enantioselettività). Per approssimazioni successive, si simula un processo di evoluzione diretta, mirante cioè alla selezione del "catalizzatore ideale" per un certo processo. Questo tipo di approccio richiama quanto di-

scusso da Whiting, il cui intervento ha fatto il punto sull'impiego di tecniche di sintesi parallela, assistite da procedure di analisi dei risultati, allo scopo di trattare un sistema multivariato, qual è quello di una reazione catalitica. Vengono così ottimizzati parametri come solvente, struttura del legante, sistema metallico. In un approccio più classico e "razionale", si è mosso Shibasaki, che ha illustrato lo sviluppo di un gran numero di catalizzatori enantioselettivi principalmente basati su ioni lantanidici. La messa a punto di nuovi processi di catalisi omogenea viene oggi immediatamente seguita dalla sua trasformazione in un sistema bifasico o più in generale da tecniche di compartimentazione del catalizzatore, il quale può essere così separato e immediatamente riciclato, mentre il recupero del prodotto risulta semplificato. Pini ha proposto di ancorare covalentemente bisossazoline a polimeri organici, dimostrandone il potenziale per la formazione asimmetrica di legami carbonio-carbonio. Aspetti che trovano riscontro anche nelle membrane catalitiche discusse da Lidietta Giorno: il sistema catalitico è intrappolato nelle maglie di un polimero reticolato, per fornire una membrana catalitica, attraverso cui sono fatti fluire il solvente e i reagenti, che vengono direttamente trasformati nel prodotto. Analogamente, Vogt ha proposto di trasformare il legante in un sistema dendrimerico che viene compartimentato attraverso un setto semipermeabile. Un'interessante alternativa è stata discussa da Carsten Bolm, che ha proposto leganti la cui solubilità può essere modulata e che quindi permettono di far precipitare il catalizzatore alla fine della reazione. Applicazioni di grande interesse per le industrie e per la chimica "verde", sono state discusse da Horvath, Seddon e da Beller: il primo due hanno parlato di solventi fluorurati e liquidi ionici, che vengono facilmente separati e recuperati, con un ridotto impatto ambientale; il secondo ha illustrato alcune reazioni stereoselettive in cui l'ossigeno molecolare rappresenta l'ossidante primario. Nell'ambito della catalisi asimmetrica classica si sono mossi Carreira (sintesi di alcoli propargilici), Feringa (addizioni coniugate) e Snieckus (sintesi di nuovi leganti). Tra le prospettive più innovative e promettenti, vanno inoltre citati i lavori di Mosbach, che con i suoi *molecular imprinted polymers* (polimeri a stampo) crea dei siti catalitici in cavità preformate di matrici polimeriche, e Vitulli, che ha illustrato l'uso di vapori metallici per la preparazione di *clusters* finemente dispersi e omogenei aventi attività catalitica superiore rispetto alle polveri commerciali.

Dopo la fine del convegno, sono pervenuti commenti estremamente positivi tanto per il livello scientifico quanto per l'organizzazione. Il testimone passa ora a Matthias Beller, che presiederà il prossimo incontro, previsto per il 2003 a Rostock (Germania).