

Chimica delle reazioni e dei processi puliti

Coordinatore: Prof. P. Tundo

Secondo il "Working Party on Synthetic Pathways and Processes on Green Chemistry" della IUPAC la "Green Chemistry" è definita come "*the invention, design and application of chemical products and processes to reduce or eliminate the use or generation of hazardous substances*".

E' implicito in questa definizione che Green Chemistry vuol dire anche "reinventare molte reazioni", così da operare in condizioni intrinsecamente sicure ed impedire o rendere innocui processi indesiderati e pericolosi per l'uomo. Inoltre, altro punto rilevante è quello di "atom economy", basato sul risparmio nell'uso di tutti i reagenti e soprattutto della minimizzazione o eliminazione dei sottoprodotti e quindi del problema di smaltirli.

Lo sviluppo di questi concetti sotto il nome di "chimica verde" o "chimica sostenibile", porta ad una profonda riorganizzazione della chimica moderna secondo i più avanzati aspetti della tecnologia chimica.

Attività precedenti del Consorzio:

- collaborazioni con l'EPA, con il **Green Chemistry Institute** di Washington, con la **University of North Carolina at Chapel Hill**. Frutto di quest'ultima collaborazione è un Progetto recentemente approvato dalla National Science Foundation, relativo al "Center for Environmentally Responsible Solvents and Processes".
- **Programma Nazionale di Riconoscimenti** a favore della ricerca pura e applicata svolta in industrie chimiche italiane per "Processi e Prodotti Chimici Puliti" (1998).
- organizzazione di una "**Summer School on Green Chemistry**" (finanziamento Comunità Europea Programma TMR) per il triennio 1998-2000.
- Piano biennale "**Ambiente Terrestre: Chimica per l'Ambiente**" e sei Progetti Esecutivi a questo afferenti, presentati al MURST dal Consorzio (L.488/92) ed ammessi a finanziamento. Operativo dal 2 maggio 2000. Tale Piano prevede la creazione di un Laboratorio INCA di Green Chemistry a Porto Marghera (Progetto 0) ed attività di ricerca relative a "Metodologie di sintesi a basso impatto ambientale" (Progetto 5).
- Conferenza "**Green Chemistry: Challenging Perspectives**" (Venezia, 1997) co-sponsorizzata dalla IUPAC e dal CEI (Committee for Environmental Improvement, ACS), prima conferenza scientifica sull'argomento in Europa.
- Conferenza "**Chimica delle reazioni e dei processi puliti**" (Accademia dei Lincei, Roma, 2000).
- **Working Party on Reaction Pathways and Processes in Green Chemistry** istituito all'interno della Commissione IUPAC III/2 (Divisione di Chimica Organica - Commissione di Chimica Fisica Organica.) (Prof. P. Tundo: coordinatore)
- Progetto IUPAC intitolato "**White Book and Symposium in Print on Green Chemistry**", (J. of Pure & Appl. Chem) coordinato da P. Tundo, ed in fase di completamento
- sponsorizzazione e collaborazione alla realizzazione del programma dell'**OECD** (The Organisation for Economic Co-operation and Development) sulla **Sustainable Chemistry**

Aree di intervento

Con il proposito di utilizzare al meglio le connessioni di rete, il Consorzio ha individuato alcune **aree tematiche** allo sviluppo delle quali ciascuna unità di ricerca collabora in base alle proprie

competenze. In particolare, la messa a punto di nuove tecnologie di sintesi pulite può essere articolata nei seguenti punti:

- **Uso di materie prime alternative**, che siano rinnovabili e meno tossiche per la salute umana e l'ambiente. In questo settore, è rilevante l'impiego di biomasse come feedstocks alternativi per la chimica fine
- **Design ed impiego di reagenti e catalizzatori alternativi**, che siano intrinsecamente più sicuri, pur mantenendo elevate prestazioni. In questo settore, particolare attenzione tra le procedure sintetiche innovative, va posta ai metodi fotochimici in cui il reagente luce è per eccellenza "pulito" e le condizioni di reazione sono spesso miti.
- **Uso di solventi alternativi** ai classici solventi organici volatili ed in particolare ai solventi clorurati, che siano meno dannosi per l'uomo e l'ambiente.
- **Sviluppo di condizioni di reazione alternative**, che permettano di ridurre il numero dei passaggi, operare in condizioni più blande di temperatura e pressione, rendere massima la conversione, riciclare in continuo i reagenti non convertiti, eliminare per quanto è possibile i reflui.

Sviluppo delle aree di intervento

Le azioni volte a sviluppare le aree di intervento più sopra descritte, possono essere così sintetizzate:

1. Ricerca
 - Piano di Ricerca (DL 204/98)
 - Collaborazioni con Enti di Ricerca pubblici e privati e con Università straniere
 - Ricerche di rete
 - Borse di Studio e Contratti di Collaborazione
 - Preparazione di Progetti di Ricerca
2. Nuovi Laboratori ed Apparecchiature Scientifiche disponibili per la rete
 - Creazione di un centro di eccellenza per l'impiego di solventi ambientalmente compatibili
3. Formazione
 - Summer Schools
 - Collaborazione con l'OECD
 - Convegni
 - Meetings con Associazioni Industriali e Sindacali per la preparazione del Piano di Ricerca
 - Scambio di ricercatori con l'estero
 - Network elettronico tra giovani ricercatori nelle aree della Green Chemistry
4. Editoria
 - Journals
 - Notiziario
 - Collaborazione con l'American Chemical Society
 - Raccolte bibliografiche sulla Green Chemistry
 - Collaborazioni con la IUPAC

Uso di materie prime alternative. Gran parte delle caratteristiche di un processo sintetico è determinata dalla scelta del materiale di partenza che, non solo si ripercuote sull'efficacia del processo, ma può avere anche importanti effetti sull'ambiente e la salute. Allo stato attuale, la quasi totalità delle sintesi organiche parte da materie prime derivate dal petrolio. Esistono tuttavia numerose valide alternative, come ad esempio i prodotti dell'agricoltura (grano, patate, soia) ed suoi scarti (biomasse).

Uso di reagenti alternativi. L'obiettivo è qui sostituire reagenti tossici o pericolosi con nuovi reagenti ambientalmente più compatibili. Particolare attenzione viene posta alla "atom economy" della sintesi ed alle caratteristiche dei sottoprodotti che vengono generati.

Uso di solventi alternativi . Reazioni intrinsecamente sicure impongono l'uso di nuovi solventi a basso impatto ambientale, di basso costo e facile riciclo.

Un esempio di solvente altamente innovativo è la CO₂ densa, ossia CO₂ liquida o supercritica (sc).

Design di sostanze chimiche intrinsecamente più sicure. Talvolta lo scopo di una sintesi non è una specifica molecola ma piuttosto le sue caratteristiche funzionali: in questo caso, le stesse prestazioni possono essere ottenute con molecole alternative dotate di minore tossicità.

Sviluppo di condizioni di reazione alternative. Un interessante esempio di questa categoria sono le reazioni catalitiche.

Grazie all'uso della luce come "reagente", la *fotocatalisi* consente la messa a punto di procedure sintetiche intrinsecamente compatibili con l'ambiente, e che spesso, permettono condizioni estremamente blande e pulite.

Le reazioni fitochimiche possono coprire una vasta area di processi e nel futuro, mediante lo sviluppo della reattoristica in questo settore, è prevedibile una notevole crescita delle applicazioni di tali reazioni alla sintesi di intermedi per la chimica fine, così pure all'attivazione del legame CH per l'ossidazione di alcani con ossigeno.

La *catalisi eterogenea* permette di realizzare con successo molti processi che nella chimica fine e soprattutto nella piccola e media industria sono oggi condotti con reazioni sacrificali (dove un reagente si trasforma dando un prodotto da eliminare) o utilizzando catalizzatori omogenei la cui separazione successiva e recupero dai prodotti crea, nella maggioranza dei casi, problemi di formazione di *waste* liquidi da disinquinare.

Ad esempio, principali obiettivi della *catalisi acida* sono la messa a punto di catalizzatori acidi o superacidi eterogenei a base di zeoliti, argille, o ossidi modificati per la sostituzione di processi catalitici con AlCl₃ e la sostituzione di catalizzatori a base di HF e BF₃ tossici.