



di Angelo Albini,  
Maurizio Fagnoni  
GI Green Chemistry  
Angelo Lunghi,  
Lucia Gigante  
GISAC

## CHIMICA VERDE, CHIMICA SICURA

*La vicinanza dei temi in comune ha spinto i Gruppi Interdivisionali di Green Chemistry e Sicurezza in Ambiente Chimico ad organizzare il convegno "Chimica Verde, Chimica Sicura" che ha trattato temi quali la Green Chemistry, la sicurezza delle reazioni chimiche, i biocombustibili e il REACH.*

**S**u "La Chimica e l'Industria" si ricordava di recente che "un postulato essenziale della Green Chemistry è che il rispetto ambientale deve essere considerato fin dall'inizio". Non si deve cioè progettare una sintesi e poi andare alla ricerca degli aspetti da rendere meno costosi dal punto di vista ambientale, ma piuttosto valutare fin dalla prima fase del progetto tutti i punti di vista. Si considereranno quindi sintesi che non portino danno all'uomo e all'ambiente, che avvengano con la massima economia atomica, minima necessità di derivatizzazione e minimo consumo di energia, privilegino catalizzatori a reagenti stechiometrici, avvengano in condizioni blande e non pericolose" [1].

A partire da questi assunti, i Gruppi Interdivisionali di Green Chemistry e di Sicurezza in Ambiente Chimico (GISAC), si sono impe-

gnati a far fronte comune rispetto all'impegno di sensibilizzare ricercatori universitari e dell'industria, affinché il loro lavoro tenga sempre in massima considerazione il fatto che l'applicazione industriale che ne dovesse derivare dovrà essere immediatamente ecocompatibile e tale da non recare danno alla salute dei lavoratori coinvolti nel processo produttivo.

Purtroppo la cronaca, anche recente, ci ricorda che l'industria chimica è talvolta stata coinvolta in incidenti che hanno provocato infortuni degli operatori, danni alle strutture, contaminazione ambientale e, cosa forse anche peggiore, procurato allarme nell'opinione pubblica. Inutile ricordare quanto un singolo evento incidentale che coinvolga un'azienda chimica sia di nocumento all'immagine della chimica e dei chimici, con ricadute negative anche in termi-

ni di iscrizioni ai corsi universitari chimici a favore di corsi con più appeal ambientale. Tali eventi incidentali vanificano gli sforzi che la comunità dei chimici ha fatto negli ultimi anni per migliorare l'immagine della chimica, come ad esempio il recente video "Chimica oltre il luogo comune" prodotto da Federchimica. È importante quindi che la chimica sia percepita come sicura perché possa essere accettata socialmente. L'altra caratteristica importante è che sia sostenibile, non comprometta l'ambiente e il futuro. Nella percezione comune green chemistry riesce ad avere una connotazione positiva, anche se la parola 'chimica' viene intesa il più delle volte con una connotazione negativa.

Con queste premesse, si è svolto dal 20 al 22 ottobre scorso, presso l'Università degli Studi di Pavia, nell'aula del '400, il convegno dal titolo "Chimica verde, chimica sicura".

Il convegno, organizzato dai gruppi interdivisionali GISAC e Green Chemistry della SCI in collaborazione con l'Università di Pavia, oltre ad illustrare alcuni esempi di sintesi organiche condotte secondo i principi della green chemistry, ha trattato un più ampio ventaglio di argomenti, tra cui sicurezza in ambito industriale e in laboratorio, biocombustibili, REACH e altro ancora.

Durante il primo modulo del convegno, valido anche come corso di formazione per gli addetti ai Servizi di Protezione e Prevenzione, si sono discussi soprattutto gli aspetti normativi legati alla sicurezza nei laboratori e i protocolli per definire e quantificare l'esposizione al rischio chimico.

Il dott. Scarcella, magistrato della Corte di Cassazione, ha illustrato la normativa vigente in ambito di sicurezza (testo unico 81/2008) con particolare attenzione alla ripartizione delle responsabilità e degli obblighi in materia di sicurezza tra il dirigente e il preposto, figura intermedia tra il dirigente e i lavoratori, incaricata di verificare, tra l'altro, la corretta applicazione delle misure di prevenzione e l'utilizzo dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) da parte dei lavoratori.

La Prof.ssa Mella dell'Università di Pavia, Dipartimento di Chimica Organica, ha integrato l'intervento del dott. Scarcella ponendo il problema di come attribuire responsabilità e competenze in materia di sicurezza in un ambiente, quale quello universitario, dove non è sempre definito un organigramma preciso e dove, talvolta, non sono presenti figure intermedie tra il professore responsabile di un dato laboratorio e i dottorandi e i tesisti che vi lavorano.

La dott.ssa Strada del Servizio di Prevenzione e Protezione dell'Università di Pavia ha illustrato il protocollo implementato presso l'ateneo pavese per la stima dell'esposizione ad agenti cancerogeni e mutageni, basato sull'elaborazione tramite un apposito software (modello ad indici e matrici) dei dati su quantità di reagenti impiegati e loro proprietà chimico-fisiche, persone coinvolte, frequenza di utilizzo e tempo di esposizione, mezzi di protezione utilizzati - dati raccolti mediante questionari compilati dai responsabili dei diversi laboratori di ricerca dell'università.

In base ai risultati dell'elaborazione si può procedere eventualmente a controlli sanitari per il personale che risulta maggiormente esposto.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA  
GRUPPI INTERDIVISIONALI DI  
GREEN CHEMISTRY E SICUREZZA  
IN AMBIENTE CHIMICO  
DELLA SOCIETÀ CHIMICA ITALIANA

AGENZIA EUROPEA PER LA SICUREZZA E LA  
SALUTE SUL LAVORO

COORDINAMENTO NAZIONALE SERVIZI DI  
PREVENZIONE E PROTEZIONE UNIVERSITÀ  
E RICERCA

## CONVEGNO NAZIONALE "CHIMICA VERDE, CHIMICA SICURA"

Pavia, 20-22 Ottobre 2009

Aula del '400



ATTUALITÀ



Protocolli analoghi sono stati presentati, nella seconda parte del convegno, dall'Università di Bologna e dall'Azienda Ospedaliera di Verona. La dott.ssa Tibasco della GlaxoSmithKline (GSK) ha illustrato le procedure implementate all'interno del Gruppo per la gestione del rischio chimico, con particolare attenzione alle misure da prendere, in base ad una classificazione provvisoria, per prodotti e intermedi di reazione di nuova sintesi, per i quali quindi non si sia ancora in possesso di dati tossicologici completi.

L'ultima sessione della giornata è stata dedicata al "laboratorio sostenibile", ovvero a come coniugare i requisiti legati alla sicurezza con la sempre crescente attenzione al risparmio energetico, soprattutto riguardo alle cappe aspiranti. Gloria Artec ha presentato le sue ultime innovazioni (cappe facilmente spostabili e riposizionabili per un laboratorio "flessibile" e modulare) mentre il dott. Bicen della Invent UK ha illustrato gli standard vigenti in merito alle cappe e il nuovo standard EN 14175 in via di approvazione.

Sono stati illustrati i parametri che definiscono l'efficacia di una cappa (come la velocità di aspirazione e la capacità di contenimento) e i metodi di prova utilizzati.

Il secondo modulo del convegno invece si è concentrato soprattutto sulla ricerca nel campo della green chemistry e della sicurezza nell'industria chimica.

Nella sessione Green Chemistry il Prof. Selva (Università di Venezia) ha illustrato l'impatto ambientale di diversi tipi di solventi "alternativi", come acqua, liquidi ionici, solventi derivanti da biomasse, solventi fluorurati e solventi in fase supercritica ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ); l'impatto di tali solventi è stato stimato considerando le varie fasi del ciclo di vita di un solvente: produzione, trasporto, utilizzo e, infine, smaltimento. Selva ha presentato anche alcuni esempi di metatesi di olefine condotte in  $\text{CO}_2$  supercritica.

Il prof. Fagnoni dell'Università di Pavia ha presentato alcuni esempi

di fotocatalisi in sintesi organica (formazioni di legami C-C catalizzate da  $(n\text{Bu})_4\text{N}_4\text{W}_{10}\text{O}_{32}$ ). Sono stati illustrati altri esempi di nuovi sistemi catalitici "verdi", tra cui un metodo per l'ossidazione del cicloesano ad acido adipico catalizzata da polioossometallati di tipo Keggin, alternativo al processo classico che prevede l'ossidazione con  $\text{HNO}_3$  con formazione di ossidi di azoto.

Molto interessante anche l'intervento del Prof. Ballini (Università di Camerino) in cui sono stati illustrati alcuni esempi di reazioni organiche condotte in assenza di solvente.

La Prof.ssa Leonelli (Università di Modena e Reggio Emilia) ha illustrato i principi dell'utilizzo delle microonde in sintesi e le problematiche connesse, come la necessità di utilizzare materiali refrattari per i reattori, la difficoltà di utilizzare alcuni catalizzatori che se esposti a microonde possono sinterizzare e perdere area superficiale.

Il dott. Cardillo della Stazione Sperimentale per i Combustibili (SSC) ha aperto la sessione Sicurezza in ambiente chimico, illustrando il concetto di reazione runaway e citando alcuni casi di incidenti avvenuti nel corso degli anni nell'industria chimica. Ha mostrato come le difficoltà nello smaltimento del calore di reazione aumentano al crescere del volume del reattore impiegato e come quindi una reazione giudicata non pericolosa su scala di laboratorio possa invece diventarlo per effetto dello scale up.

Inoltre ha mostrato come la calorimetria possa essere usata per la prevenzione delle reazioni runaway, con particolare riferimento al calorimetro RC1 di cui ha illustrato i principi di funzionamento. Si è soffermato sul fatto che la temperatura di inizio di un effetto esotermico non sia un dato assoluto ma dipenda dalla sensibilità dello strumento con cui viene rilevata e pertanto non sia sufficiente, ai fini della sicurezza, fissare una temperatura limite al di sotto del quale



mantenersi, ma sia necessario studiare la reazione desiderata da un punto di vista calorimetrico e tenere in conto anche la velocità di reazione (approccio calorimetrico invece dell'approccio termoanalitico seguito fino ad alcuni anni fa).

In seguito il dott. Barozza della Procos SpA ha illustrato alcuni esempi di sintesi organiche studiate tramite calorimetria di reazione allo scopo di garantirne la sicurezza e anche di ottimizzare il processo, mostrando come questi due aspetti non siano in contraddizione tra loro, anzi, vadano di pari passo.

La dott.ssa Serra, dell'Università di Bologna ha illustrato l'approccio del suo ateneo alla valutazione del rischio chimico e la strategia utilizzata per i monitoraggi ambientali, mentre la dott.ssa Montemaggi, della Tioxide Europe, ha parlato di approccio ingegneristico alla riduzione dell'esposizione da polveri in ambito industriale.

Nel corso della stessa sessione è stato presentato il Progetto Observer di Federchimica ([www.progetto-observer.it](http://www.progetto-observer.it)), che consiste in una banca dati online sui quasi-incidenti, in cui ciascuna azienda può registrarsi, inserire informazioni riguardo ad eventuali quasi-incidenti avvenuti al proprio interno e informarsi su incidenti analoghi avvenuti in altre aziende.

Nella Sessione Biofuels il prof. Di Serio (Università di Napoli "Federico II") ha illustrato la situazione attuale nel campo dei biocombustibili e gli obiettivi stabiliti dalle direttive europee e ha spiegato come la competizione tra biodiesel e coltivazioni per uso alimentare possa essere superata, da un lato ricorrendo a colture ad elevata resa di olio che possano crescere anche su terreni aridi e inadatti alle colture alimentari, come la *Jatropha Curcas*, e dall'altro lato ricorrendo ad oli usati di scarto, che però presentano un livello più alto di acidi grassi liberi.

In quest'ottica riveste grande importanza lo sviluppo di catalizzatori di transesterificazione che siano in grado anche di promuovere l'esterificazione degli acidi grassi liberi eventualmente presenti, in tal modo evitando un pretrattamento e permettendo l'utilizzo di feedstock anche di qualità più bassa.

Il prof. Di Serio ha quindi presentato un sistema catalitico  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  in corso di studio da parte del suo gruppo di ricerca, mentre la prof. Ravasio del CNR ha illustrato un sistema analogo basato su  $\text{SiO}_2\text{-ZrO}_2$ . I metodi proposti permetterebbero una "normalizzazione" di feedstock di diversa provenienza e caratteristiche, rendendo possibile un'utilizzazione flessibile dello stesso impianto per la produzione di biodiesel, a seconda delle fluttuazioni nella disponibilità e nei prezzi delle materie prime.

Nel corso della sessione è stato inoltre presentato MATRIC, centro di ricerca statunitense in corso di espansione in Italia, impegnato nello sviluppo per conto terzi di tecnologie per la produzione di biodiesel e per il trattamento di biomasse e feedstock di origine vegetale.

Infine l'ultima sessione è stata dedicata al REACH, il regolamento europeo sulla registrazione delle sostanze chimiche. Grazie all'intervento del prof. Citterio (Università di Milano) si è posto l'accento sulle difficoltà nel testare un numero ingente di sostanze in breve tempo



come previsto dalla normativa e sono stati presentati alcuni lavori di modellazione (modello CAESAR e modello EASE) che permettono, attraverso la correlazione struttura-reattività (QSAR), di stimare quali siano le sostanze con più probabili effetti di mutagenicità e tossicità in modo da concentrare qui gli sforzi e testarle prioritariamente rispetto alle altre. Di seguito il prof. Neri (LCA-lab, Bologna) ha illustrato le potenzialità del metodo dell'Analisi del Ciclo di vita (LCA).

Al termine della giornata di mercoledì si sono inoltre tenute le assemblee dei gruppi interdivisionali GISAC e Green Chemistry, in cui si è tracciato il percorso che i due GI dovrebbero seguire insieme per promuovere una chimica più sicura e rispettosa dell'ambiente sia in ambito universitario che in quello industriale.

Il convegno, trattando una varietà di argomenti qualche volta anche eterogenei, è stata un'interessante occasione di incontro e di confronto tra persone provenienti da realtà diverse. Ha visto la partecipazione tanto della componente accademica quanto della componente industriale della ricerca chimica ed ha trattato i problemi di sicurezza e di impatto ambientale connessi con la sintesi chimica a partire dalla scala di laboratorio fino all'ottimizzazione del processo industriale, mostrando come questi due aspetti - miglioramento della sicurezza di processo e riduzione dell'impatto ambientale - siano strettamente connessi e intrecciati.

L'augurio è che lo sforzo dei due Gruppi Interdivisionali sia servito per aumentare la consapevolezza dei chimici, sia quelli che operano nell'industria, sia quelli impegnati nell'università su questi temi, quello ambientale e quello della sicurezza, ormai imprescindibili nella nostra professione. A questo scopo, il GISAC ha messo da tempo a disposizione il suo sito web per ospitare temi legati alla sicurezza nei laboratori e alla sostenibilità nell'industria chimica [2]. Per contatti con il GI di Green Chemistry è stato aperto recentemente un sito [3].

#### Bibliografia

- [1] A. Albini, *Chimica e Industria*, 2009, **8**, 136.
- [2] [www.gisac.it/](http://www.gisac.it/) (2009).
- [3] [www-2unipv.it/photochem/greenchemistry/](http://www-2unipv.it/photochem/greenchemistry/)