

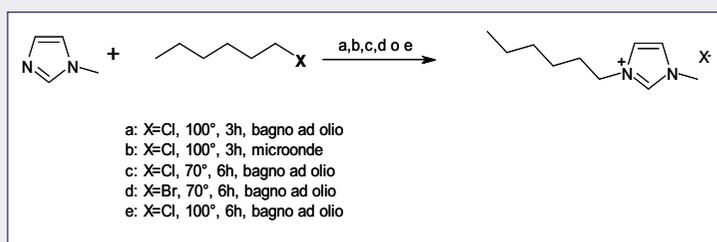


HIGHLIGHTS TECNOLOGIE INNOVATIVE

a cura di Pierfausto Seneci - Dipartimento di Chimica organica - Università di Milano

Verde: ecco il colore odierno. Pur non essendo la cosiddetta *green chemistry* un campo in cui mi sento ferrato, ho analizzato i lavori raccolti negli ultimi 12 mesi e li ho organizzati in 3 aree: chimica, *nanotech* e “insalata mista”.

Fra le molte opzioni di *green chemistry*, ho scelto un lavoro (A. Stark *et al.*, *J. Chem. Education*, 2010, **87**, 196) che tratta della sintesi di un liquido ionico (Figura), svolta come prova di laboratorio per studenti (direi nell'ambiente italiano di laurea magistrale).



L'articolo illustra (inclusa un'abbondante *Supporting Information*) i cinque esperimenti e i dettagli sperimentali, le variabili studiate e il loro impatto ambientale (rischi nell'uso di reagenti, solventi e strumentazione) e fornisce all'insegnante e allo studente una metrica adatta a valutare l'impatto ambientale di ogni operazione; mi sembra un'ottima prova di laboratorio per sensibilizzare i giovani su problematiche attuali e la consiglieri caldamente. Segnalo poi un lavoro avente a che fare con l'idrossiamminazione di alcheni catalizzata da liquidi ionici (L. Yang *et al.*, *Synthesis*, 2009, 1969); una review su reazioni organocatalitiche in acqua (M. Raj *et al.*, *Chem. Commun.*, 2009, 6687), una su metodologie senza uso di solvente nella sintesi di principi attivi farmaceutici (W. Shearouse *et al.*, *Curr. Opin. Drug Discov. Dev.*, 2009, **12**, 772) ed una sulla *green chemistry* in generale (T. Deligeorgiev *et al.*, *Mini-Rev. Org. Chem.*, 2010, **7**, 44).

Parlando di processi verdi e miniaturizzati, ho scelto un lavoro (J.J. Lerou *et al.*, *Chem. Engin. Science*, 2010, **65**, 380) che descrive come l'applicazione della tecnologia microfluidica-*microchannels* aiuti non solo nel permettere cinetiche accelerate e reazioni a flusso continuo, ma anche nel ridurre significativamente l'impatto ambientale della chimica. Da profano, invece di spiegare gli strumenti usati nel lavoro e le loro prestazioni, elencherò i vantaggi che gli autori attribuiscono alla microfluidica per ognuno dei “12 principi della chimica verde”, introdotti nel 1998 (vedi anche al proposito P. Anastas, N. Eghbali, *Chem. Soc. Rev.*, 2010, **39**, 301) e, confesso, a me sconosciuti:

- 1) *prevenire rifiuti*: minimizzazione delle quantità di prodotti secondari attraverso l'accelerazione della reazione; controllo più preciso della reazione-meno side products;
- 2) *disegno di prodotti e reagenti più sicuri*: reagenti più costosi e meno tossici, consentiti minori sprechi, limitazione dell'uso di additivi tossici;

- 3) *disegno di strategie sintetiche meno pericolose*: accesso a trasformazioni chimiche precedentemente non eseguibili;
- 4) *uso di materiale riciclabile*: miniaturizzazione e miglior economia di reazione;
- 5) *uso di catalizzatori al posto di reagenti stechiometrici*: uso su piccola scala di catalizzatori costosi super-attivi;
- 6) *riduzione del numero di reagenti*: maggior varietà di trasformazioni chimiche realizzabili;
- 7) *economia atomica*: maggior varietà di trasformazioni chimiche realizzabili, scelta più ampia di trasformazioni con minor “scarto” di atomi;
- 8) *uso di solventi e condizioni di reazione più sicure*: le pressioni elevate utilizzabili permettono l'uso di CO₂ supercritica come solvente;
- 9) *aumento dell'efficienza energetica*: accoppiamento di reazioni endo- ed esotermiche più semplice, miglior trasferimento di calore per il recupero energetico da reazioni esotermiche;
- 10) *disegno di reagenti auto-degradanti dopo l'uso*: generazione di intermedi labili ed auto-degradabili dopo l'uso più semplice;
- 11) *monitoraggio di reazione in tempo reale per evitare inquinamento*: controllo più preciso della reazione, sensori integrati per un monitoraggio più rapido ed efficace;
- 12) *riduzione del rischio di incidenti*: controllo più preciso di reazione e spazi più limitati, miglior controllo di inneschi di reazioni distruttive.

Segnalo anche una review sulle nanoscienze verdi (J.E. Hutchison, *ACS Nano*, 2008, **2**, 395), focalizzata sulla progettazione di nano materiali usando nanotecnologie e minimizzando i rischi connessi e un'altra che tratta di catalisi verde usando nanoparticelle metalliche supportate (A. Fukuoka, P.L. Dhepe, *The Chem. Record*, 2009, **9**, 224).

Veniamo a “insalata mista”. La detossificazione da CO di un organismo vivente (ratto) è riportata un lavoro (H. Kitagishi *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2010, **49**, 1312) che presenta un complesso supramolecolare solubile in acqua, chiamato hemoCD e composto da Fe(II)-5,10,15,20-tetrakis(4-sulfonatofenil)porfirinato incapsulato in due unità ciclodestriniche fra loro unite da uno spaziatore; il complesso estrae selettivamente il CO endogeno del ratto (non ci sono esperimenti in condizioni di avvelenamento, quindi) e viene rapidamente escreto insieme al CO per via renale. Riguardo invece alla CO₂, segnalo l'uso della CO₂ supercritica in chimica organica, catalisi, biotecnologie, polimerizzazioni, nanotecnologie, ecc. (E. Ramsey *et al.*, *J. Environm. Sci.*, 2009, **21**, 720), una review sulla conversione della CO₂ in carburanti o reagenti industriali (G. Centi, S. Perathoner, *Catalysis Today*, 2009, **148**, 191) e un lavoro sulla sua conversione elettrocatalitica da parte di un complesso Cu(I)-CO₂ che viene poi ossidato dalla CO₂ stessa a dare un complesso Cu(II) e, dopo precipitazione con sali di litio, litio ossalato (R. Angamuthu *et al.*, *Science*, 2010, **327**, 313).