

La Spettrofotometria UV/Vis nel Monitoraggio della Fotodegradazione Mediante Catalisi Combinata UV/Biossido di Titanio/Microonde di Farmaci Smaltiti

G. Visco, F. Bellanti, M. Castrucci, C. Costanza, R. Dragone and L. Campanella

Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Chimica

P.le Aldo Moro, 5, 00185, Roma, Italia

Nei paesi industrializzati, si sta verificando un ingente aumento, spesso ingiustificato, del consumo di farmaci, a cui corrisponde un progressivo incremento dei livelli di tale tipo di inquinamento in tutte le matrici acquose. Le cause sono da ricercare nello smaltimento improprio dei farmaci scaduti, nell'escrezione di principi farmaceutici non completamente metabolizzati dall'organismo umano ed animale e nell'inadeguatezza dei tradizionali metodi di trattamento delle acque, e quindi dei depuratori, nel rimuovere adeguatamente tale tipologia di inquinanti, rivelatasi, spesso, altamente recalcitranti.

Nell'ambito della Comunità Europea sono stati varati alcuni progetti di ricerca (ERAPharm, AquaStress, Rempharmawater, Eravmis, Poseidon) finalizzati alla valutazione dell'impatto ambientale dei farmaci smaltiti ed alla ricerca di adeguati trattamenti di rimozione dai corpi idrici, atti però a ridurre questo "nuovo" tipo di inquinamento.

Tali ricerche hanno evidenziato che i trattamenti migliori, dal punto di vista dell'efficacia e dell'assenza di effetti secondari, sono quelli che si basano sui processi di ossidazione avanzata (AOPs) e, in particolare, sulla fotocatalisi eterogenea con l'utilizzo dei semiconduttori, il più efficiente dei quali si è fino ad ora dimostrato il TiO_2 nanoparticellato nella forma cristallina Anatasio.

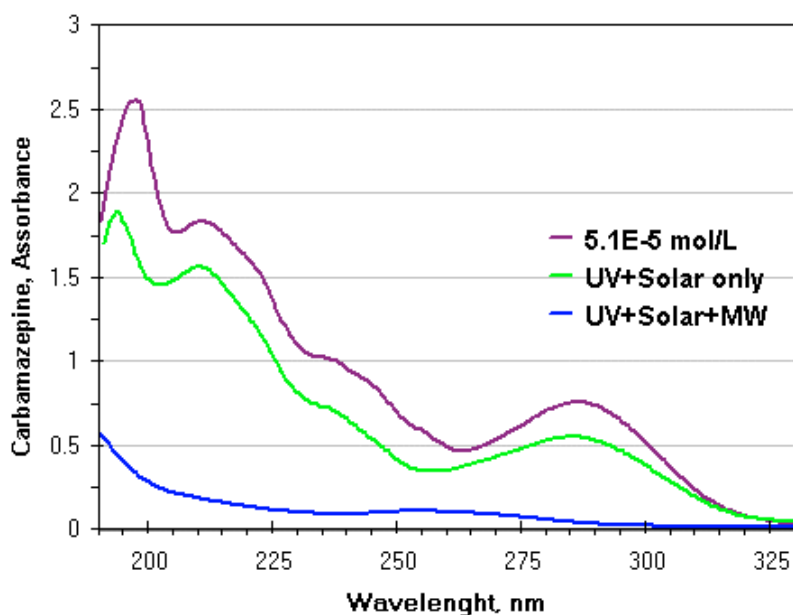
C'è però da osservare che anche se la fotocatalisi eterogenea è in grado di aggredire efficacemente molti tipi di inquinanti, deve essere però attentamente valutata la tossicità a seguito di tale processo, poiché si potrebbero formare prodotti di degradazione addirittura più tossici del prodotto di partenza.

Il traguardo da perseguire è quello di aumentare l'efficienza dei processi fotodegradativi fino ad arrivare alla mineralizzazione completa dei prodotti di partenza. In questo lavoro di ricerca si è voluto sperimentare l'effetto dell'assistenza catalitica delle microonde (MW) tramite fotocatalisi eterogenea, cercando di aumentare, nel contempo, l'efficienza dell'intero processo nell'abbattimento della concentrazione di sei principi farmaceutici molto comuni (carbamazepina, acido clofibrico, sulfametossazolo, ofloxacina, propranololo, diclofenac, acido acetilsalicilico, nifuroxazide).

Si è dunque progettata e realizzata un'apparecchiatura sperimentale modificando una mineralizzatore a microonde da laboratorio in modo tale da ottenere un'emissione di impulsi di MW, mantenendo nel contempo la semplicità e l'economicità di tutti gli altri componenti del sistema.

La tecnica analitica adottata per il monitoraggio dei processi fotodegradativi è stata la spettrofotometria UV/Vis diretta: l'elevata accuratezza, la semplicità e la velocità di analisi hanno contribuito all'ottenimento di dati estremamente significativi in tempi ragionevoli. La registrazione dell'intero spettro di assorbimento e non di un solo picco permette inoltre di utilizzare metodi di calcolo che sfruttano l'area totale dello spettro, le derivate prima e seconda, l'analisi dei componenti principali (PCA) per calcolare l'effettiva fotodegradazione e l'eventuale formazione di prodotti di reazione che assorbono nell'intervallo considerato.

Dall'analisi dei dati ottenuti si può affermare che la catalisi combinata così realizzata e la relativa apparecchiatura hanno permesso di ottenere percentuali di fotodegradazione superiori al 95% in tempi relativamente brevi (4 ore contro le 90 riportate in precedenti lavori



che non avevano utilizzato l'assistenza delle microonde), con incrementi dell'efficienza fotocatalitica dovuti all'utilizzo delle microonde superiori in qualche caso al 200% (Carbamazepina) come mostrato dagli spettri UV-Vis di Fig. 1 che mostra lo spettro 190-900 nm della Carbamazepina alla concentrazione di $5.1 \cdot 10^{-5}$ mol/L dopo degradazione fotocatalitica per 4 ore con e senza intervento

delle microonde.

Alcune considerazioni merita il bilancio energetico dell'intero processo, importante in ambito industriale. L'uso di lampade di bassa potenza, 3W in UV, 5W solare, e l'utilizzo di "pulsed MW" con duty-cycle del 5% produce un consumo energetico particolarmente basso, pur con rese degradative particolarmente alte.