



a cura di Silvia Cauteruccio e Monica Civera

Dipartimento di Chimica

Università di Milano

silvia.cauteruccio@unimi.it

monica.civera@unimi.it

La reazione di maleinizzazione dei lipidi

Con l'obiettivo di rendere la produzione industriale sempre più indipendente dalle risorse non rinnovabili, principalmente dal petrolio e dai suoi derivati, l'impiego dei lipidi come risorsa rinnovabile rappresenta un'alternativa molto promettente, che offre diverse possibilità di applicazioni. Se, infatti, due terzi dei lipidi sono utilizzati per l'alimentazione, un terzo di questi è destinato alla preparazione industriale di prodotti cosmetici e farmaceutici, o derivati per l'industria delle vernici e dei lubrificanti. Le modifiche chimiche dei lipidi riguardano principalmente i gruppi ossidrilici, gli esteri e le insaturazioni delle catene idrofobiche. Tra queste, la reazione di maleinizzazione (RM), che può essere definita come l'addizione di anidride maleica sulla posizione alillica oppure direttamente sul doppio legame della catena idrocarburica di oli e trigliceridi con conseguente spostamento dei doppi legami, è una trasformazione molto versatile, che permette di ottenere derivati con potenziali applicazioni, ad esempio, come bioliganti e bioplasticizzanti. La RM presenta diversi vantaggi, tra i quali l'impiego di anidride maleica come materiale di partenza, che può essere ottenuto da risorse rinnovabili basate sulla biomassa come il furfurale o il 5-idrossimetilfurfurale. Inoltre, l'uso di oli vegetali di scarto è una buona alternativa per la maleinizzazione degli acidi grassi, tenendo presente che la maggior parte dell'olio da cucina usato a livello globale viene attualmente smaltito, e solo una piccola parte viene riutilizzata per produrre biodiesel. La review di Queffélec [C. Queffélec *et al.*, *Green Chem.*, 2025, **27**, 8386] offre una panoramica completa sulla RM, a partire da proprietà e applicazioni industriali dell'anidride maleica, alle diverse condizio-

ni sperimentali per il processo di maleinizzazione, fino ai metodi più efficaci per la caratterizzazione dei prodotti finali. È, inoltre, riportata una discussione approfondita sui diversi meccanismi coinvolti in questo processo, affrontando le contraddizioni presenti in letteratura e mettendo in evidenza le diverse criticità ancora presenti in questo processo. La RM degli oli vegetali avviene, infatti, attraverso una combinazione di più meccanismi, che includono reazioni radicaliche e/o di cicloadizione di Diels-Alder (Fig. 1). Questi processi portano spesso alla formazione di miscele complesse di prodotti saturi e insaturi, che sono difficili da identificare e caratterizzare. Sebbene queste difficoltà si riscontrino maggiormente quando si utilizza olio da cucina esausto come materiale di partenza, a causa della sua composizione molto variabile, la RM su questi materiali di scarto merita, comunque, ulteriori studi e ricerche essendo una via promettente per la sintesi di composti chimici utilizzabili direttamente in applicazioni come adesivi, oli essiccanti o derivati ulteriormente modificabili per usi ancora più ampi.

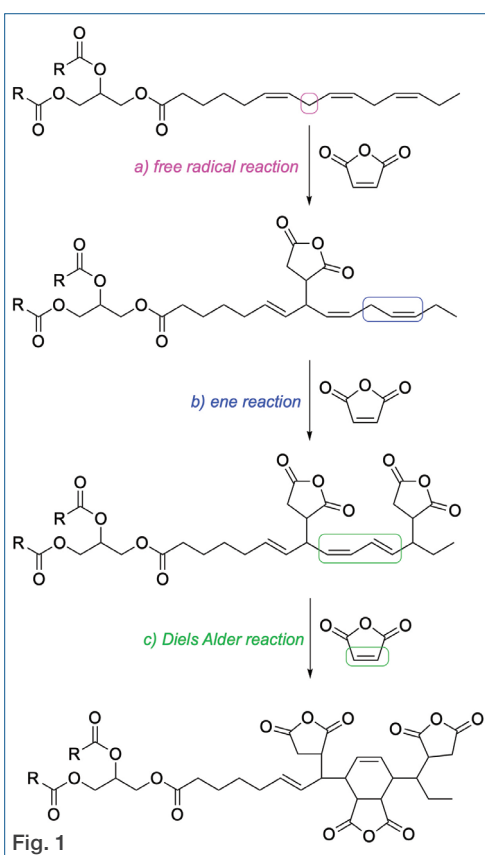


Fig. 1

FlowER: un nuovo approccio di AI generativa per predire le reazioni chimiche

Un gruppo di ricercatori del MIT ha recentemente pubblicato un nuovo tool di intelligenza artificiale (AI) generativo per predire le reazioni chimiche, **FlowER** [J.F. Joung *et al.*, *Nature*, 2025, **645**, 115]. Il modello si basa sul principio di conservazione di massa, una variabile spesso trascurata nei comuni modelli di *machine learning* allenati per questo compito. FlowER (*Flow matching for Electron Redistribution*) è un modello di *deep learning* che rappresenta le reazioni chimiche come un processo generativo di ridistribuzione elettronica, in linea con i formalismi dei chimici che utilizzano

