

# Riscriviamo la chimica in chiave *green*

L'utilizzo di materie prime di origine fossile per produrre energia rappresenta, ad oggi, una delle maggiori cause di incremento delle emissioni di gas a effetto serra. L'Europa ha adottato una serie di misure tese a ridurre queste emissioni promuovendo l'utilizzo delle biomasse.

Su queste basi si fonda il nuovo concetto di chimica verde promosso dal Gruppo Mossi & Ghisolfi (M&G), colosso della chimica che ha messo a punto una tecnologia made in Italy per trovare un'alternativa al petrolio che sia sostenibile e in grado di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>. Questa tecnologia, Proesa®, è alla base del primo impianto al mondo per la produzione di biocarburanti di seconda generazione a Crescentino (VC).

Quella di M&G è una vera e propria "rivoluzione verde" per far rinascere uno dei settori strategici dell'industria nazionale recuperando competitività e creando nuovi posti di lavoro

■ Alessandra Frattini

L'utilizzo di materie prime di origine fossile per produrre energia rappresenta, ad oggi, una delle maggiori cause di incremento delle emissioni di gas a effetto serra. Negli ultimi anni l'Europa ha adottato una serie di misure tese a ridurre le emissioni di gas climatoalteranti e allo stesso tempo limitative nell'utilizzo di materie prime di origine fossile, promuovendo l'utilizzo di materie prime disponibili sul territorio, quali ad esempio le biomasse. In questo contesto quindi l'agricoltura gioca un ruolo fondamentale ed è oggetto di studi e sperimentazioni al fine di sfruttare la risorsa agricola in un contesto industriale e produttivo, senza alterare gli equilibri ecologici e alimentari. I prodotti agricoli già oggi rappresentano un'alternativa sostenibile ai prodotti di origine petrolchimica, ma

finora l'attenzione è stata posta esclusivamente sul loro potenziale energetico. I nuovi indirizzi della politica europea e le esperienze più innovative ci dicono che un impiego innovativo della biomassa vegetale è destinato a sostenere in chiave ecologica un nuovo paradigma produttivo nel settore chimico industriale. Su queste basi si fonda il nuovo concetto di chimica verde promosso dal Gruppo Mossi & Ghisolfi (M&G), colosso della chimica mondiale, leader nella produzione di PET, che con un investimento di 120 milioni di euro in R&S ha messo a punto una tecnologia completamente *made in Italy* per trovare una valida alternativa al petrolio, competitiva da un punto di vista economico, ambientalmente sostenibile e in grado di ridurre le emissioni di anidride carbonica. Questa tecnologia si chiama Proesa® e permette di produrre bioetanolo di seconda generazione a partire da biomasse non in contrasto con la catena alimentare, reperibili localmente, quali ad esempio paglia di riso, paglia di grano, cippato e altri scarti agricoli.

■ Alessandra Frattini

CHEMTEX Italia SpA (Gruppo Mossi & Ghisolfi), Rivalta Scrivia (AL)

La tecnologia di seconda generazione permette la produzione di bioetanolo da biomassa lignocellulosica, consentendo benefici in termini di riduzione di emissioni di gas ad effetto serra nell'ordine di oltre l'80%.

Ed ecco che dopo quella degli USA, che restano il primo produttore di bioetanolo al mondo (40 miliardi di litri) e del Brasile (25 miliardi), la rinomata "benzina verde" arriva oggi a portare anche la coccarda tricolore con un grande vantaggio rispetto ai due Paesi leader che utilizzano principalmente canna da zucchero e mais: usando esclusivamente colture non destinate a fini alimentari.

La decarbonizzazione è una pagina già scritta nella storia dell'uomo: il caro e vecchio petrolio, comparso sulla scena mondiale nel corso del 900, grazie anche alla diffusione del motore a scoppio, mostra i suoi limiti.

Non ci si può più scordare della esauribilità dei combustibili di origine fossile. Il petrolio non è certo una risorsa rinnovabile: per formarsi ha bisogno di un tempo variabile tra i 10.000 e i 100.000 anni e in natura non è disponibile in quantità illimitata! Cilegina sulla torta: la combustione, su tutto il pianeta, di enormi quantità di petrolio (centrali elettriche, mezzi di

trasporto) è tra le maggiori cause dell'incremento delle percentuali di anidride carbonica e di altri gas nell'atmosfera, con fortissima incidenza sull'effetto serra.

Più del 95% della nostra mobilità dipende da combustili fossili e per sostituirli occorrono alternative che siano di facile fruizione per il consumatore: ci servono essenzialmente dei sostituti liquidi come oggi lo sono la benzina, il gasolio utilizzato per il trasporto merci e navale e il kerosene utilizzato per il trasporto aereo.

Ulteriore considerazione va fatta per una panoramica internazionale caratterizzata da un forte incremento demografico (aumento della popolazione di circa il 30% entro il 2030) e contemporanea crescita esponenziale dei consumi energetici stessi, che vanno quindi a riflettersi inesorabilmente sull'ambiente.

Da qui ecco iniziata da anni la lotta ai cambiamenti climatici intrapresi dall'Europa attraverso l'adozione di politiche tese a ridurre le emissioni gas-clima alternati e contemporaneamente capaci di limitare l'utilizzo delle materie prime di origine fossile, usando quindi materie prime disponibili sul territorio continentale.

L'iniziativa di M&G si rivolge verso la stessa direzione in cui guarda l'Europa e decide di cogliere la sfida



**FIGURA 1 e 2** Attività di laboratorio presso il Centro Ricerche di Rivalta Scrivia (AL)  
Fonte: immagine di proprietà del Gruppo Mossi&Ghisolfi

lanciata: l'obiettivo è che nel 2020 il 10% dei carburanti sia da fonte rinnovabile, traguardo decisamente ambizioso considerando che oggi non andiamo oltre il 2,5%, ma alla portata tecnologica, visti i passi avanti fatti negli ultimi anni.

Secondo le stime del Gruppo M&G, basterebbe impiegare una minima percentuale delle biomasse prodotte dai terreni abbandonati perché non idonei alle colture alimentari per poter soddisfare questa richiesta, senza l'aiuto di sussidi che dovrebbero essere invece destinati ad incentivare la ricerca. Parlando appunto di costi, nell'ottica M&G già ora la produzione di bioetanolo è più conveniente della produzione tradizionale della benzina ottenuta con raffinazione del petrolio quando il prezzo del barile supera i 70 USD (oggi siamo ben oltre i 90, e abbiamo nei mesi scorsi toccato massimi vicini ai 150).

Per M&G "sostenibilità" è sinonimo di Proesa®, la tecnologia industriale messa a punto grazie ad un programma di ricerca da 120 milioni di euro, principalmente sviluppato in Italia, che ha dimostrato su scala pilota la fattibilità del processo di conversione. Proesa® è ora la tecnologia per eccellenza per produrre zuccheri da biomasse cellulosiche.

Sono quattro i passaggi fondamentali grazie ai quali è possibile ottenere zuccheri, che poi diventano bioetanolo a partire dalle biomasse.

## Pretrattamento

Le biomasse lignocellulosiche (BLC) sono costituite essenzialmente da polisaccaridi: cellulosa, emicellulosa e lignina. Il principale ostacolo che si incontra nell'utilizzo delle BLC è la difficoltà di accesso ai polisaccaridi. Per la produzione di etanolo, cellulosa ed emicellulosa sono la materia prima che deve essere liberata dalla barriera di lignina. Lo scopo del pretrattamento è proprio quello di destrutturare la matrice lignocellulosica, separandola nelle componenti polimeriche principali, rendendole accessibili all'azione degli enzimi prevista nello step successivo. Chemtex ha sviluppato un nuovo metodo di pretrattamento che prevede l'utilizzo di vapor d'acqua saturo e consente di ottenere il rilascio dei polisaccaridi in modo rapido, con basso consumo

energetico e senza l'aggiunta di prodotti chimici (es. acidi). Questo tipo di pretrattamento minimizza la formazione di prodotti di degradazione delle BLC, come ad esempio furfurale o idrossimetilfurfurale (5-HMF), che agiscono come inibitori del processo fermentativo che converte gli zuccheri in etanolo.

## Idrolisi enzimatica

L'idrolisi è lo stadio del processo necessario ad ottenere zuccheri semplici dai polisaccaridi, presenti naturalmente nelle BLC e liberati con il passaggio di pretrattamento. La tipologia di idrolisi su cui punta Chemtex è l'idrolisi enzimatica, favorita dalle condizioni del materiale in uscita dal pretrattamento. L'idrolisi è effettuata da un cocktail di enzimi cellulolitici che permettono di ottenere dalla frazione cellulosica zuccheri esosi (a 6 atomi di carbonio) come il glucosio, mentre la frazione composta dall'emicellulosa viene scissa in una miscela di zuccheri pentosi: xylosio e arabinosio sono i componenti più abbondanti. Un cocktail idrolitico efficiente, diversamente da quanto richiesto nei processi di prima generazione, è composto da diversi enzimi che svolgono ognuno un'azione specifica sulle varie componenti delle BLC. Per scindere la cellulosa a zuccheri semplici sono



**FIGURA 3** Centro Ricerche di Rivalta Scrivia (AL)

Fonte: immagine di proprietà del Gruppo Mossi&Ghisolfi

necessari almeno tre diversi enzimi: endocellulasi, esocellulasi e  $\beta$ -glucosidasi. Ognuno di questi enzimi taglia il polimero di cellulosa in un punto specifico ed è solo la loro azione concertata che permette di ottenere gli zuccheri monomerici. L'emiacellulosa, diversamente dalla cellulosa, è un eteropolimero ramificato e si compone di diversi zuccheri. Per idrolizzarla efficacemente sono necessari non solo gli enzimi responsabili dell'idrolisi dei monomeri di xilosio che ne formano lo scheletro, ma anche altre attività enzimatiche accessorie che scindono i legami tra lo xilosio e gli altri zuccheri presenti.

### Fermentazione degli zuccheri a etanolo

Una volta ottenuta la soluzione di zuccheri attraverso il passaggio di idrolisi, si procede alla fermentazione. La conversione degli zuccheri ad etanolo è possibile grazie al comune lievito di birra (*Saccharomyces cerevisiae*). Il lievito, prima di essere inoculato nella soluzione di zuccheri, viene propagato fino a raggiungere non solo la concentrazione necessaria per il processo, ma anche lo stato metabolico ottimale ai fini della conversione che deve attuare. Al fine di aumentare le rese, il microrganismo utilizzato nel processo sviluppato da Chemtex consente di convertire tutti gli zuccheri liberati, pentosi ed esosi. Il risultato della fermentazione è una birra ad alta concentrazione di etanolo (fino all'8%).

### Distillazione

In quest'ultimo stadio del processo viene trattata la birra derivante dalla precedente fermentazione. In un'apposita colonna, si separa l'etanolo prodotto dal residuo di fermentazione (principalmente costituito da lignina). La corrente di etanolo esce dalla testa della colonna, mentre dalla coda viene recuperata la frazione solida. La lignina, avendo un alto potere calorifico, viene mandata ad una caldaia, per consentire l'auto-sostentamento ed una perfetta integrazione energetica dell'intero processo. La corrente di etanolo è sottoposta ad una fase di deidratazione che permette di ottenere un prodotto puro al 99%.

Tra gli ulteriori vantaggi della tecnologia Proesa®

la minimizzazione della formazione di *by products* e inibitori e l'utilizzo di un impianto in continuo, che costituisce la base per il design su scala industriale.

Nel 2009 infatti è stato messo a punto presso il Centro Ricerche M&G a Rivalta Scrivia (AL) un impianto pilota continuo in cui sono stati testati più di dieci tipi di biomasse e parecchi enzimi e micro-organismi, costituendo quindi la base per la costruzione dell'impianto industriale.

Attualmente è stata avviata nel comune di Crescentino (VC) la realizzazione del Primo Impianto Industriale per la produzione di bioetanolo da biomassa lignocellulosica, con una capacità di produzione di 40.000 tonnellate l'anno. Con questo stabilimento il Gruppo centra il primo traguardo di un più ampio progetto: la costruzione di filiere agroindustriali pienamente sostenibili sia ambientalmente che economicamente e la conseguente realizzazione di impianti commerciali (impianti su linea singola che produrranno 150.000-200.000 t/a di bioetanolo). Questo impianto industriale, primo al mondo per scala e tecnologia, sarà operativo a partire dal 2012. L'investimento è di 120 milioni di euro; l'impianto opererà in filiera locale utilizzando colture dedicate e sarà cardine di un'importante collaborazione tra agricoltura e industria.

Grazie alla capacità di estrarre in maniera efficiente le cellulose, la tecnologia Proesa® permette quindi la produzione di zuccheri a basso costo che, grazie a successive modificazioni chimiche, possono costituire la base per una vera e propria bioraffineria, in grado di produrre un ventaglio di prodotti intermedi chimici, dai *fine chemicals* ai *bulk chemicals*.

Proesa® ha permesso a M&G di essere protagonista negli ultimi mesi di molti annunci, principale tra tutti quello relativo all'alleanza con il fondo di *private equity* americano TPG e con il colosso danese del biotech Novozymes. Beta Renewables, questo è il nome della joint venture, è la società che si sta occupando di commercializzare sul mercato globale la tecnologia Proesa®. Altra importante sinergia è quella con la società brasiliana GraalBio Investimentos S.A, con la quale si ha in progetto la costruzione del primo impianto di produzione di bioetanolo di seconda generazione in Brasile.

M&G si prefigge però un ben più ambizioso obiettivo: la ricerca sul biocarburante è solo un passaggio e apre la strada alla produzione di intermedi chimici da biomasse, creando quindi un'opportunità di crescita sostenibile per il nostro Paese.

Trovare un'alternativa al petrolio per le materie plastiche è un'altra priorità. Priorità che si rispecchia perfettamente nell'intenzione delle principali aziende detentrici di marchi vicini ai consumatori come Pepsi Cola, Coca Cola, P&G, Heinz, Danone e Unilever che hanno pubblicamente dichiarato di incrementare l'uso di prodotti ottenuti da fonti rinnovabili sia nei loro materiali da imballaggio che nei loro prodotti.

E cosa possiamo fare in Italia? Se guardiamo al nostro paese ci accorgiamo che oggi si producono con la petrolchimica circa 8 milioni di tonnellate annue di materiali plastici e prodotti chimici di vario tipo: solventi, ammine, elasticizzanti, emulsionanti, poliesteri, nylon, fenoli, PVC, resine, termoindurenti.

La completa sostituzione dei prodotti petrolchimici con una filiera produttiva che abbia una resa produttiva di 10 ton/a di prodotto richiederebbe l'utilizzazione di 800.000 ettari. Ad oggi l'agricoltura occupa circa 10 milioni di ettari, ma negli ultimi 20 anni in Italia sono stati abbandonati dall'agricoltura circa 1,5 milioni di ettari che potrebbero essere nuovamente valorizzati con colture lignocellulosiche erbacee, realizzabili

anche in terreni marginali e non più produttivi per le colture alimentari.

M&G non si ferma. E non ferma la ricerca. I progetti avviati valutano la possibilità di ottenere prodotti sostitutivi del gasolio e delle gomme e altri intermedi chimici attraverso soluzioni biotecnologiche combinate con catalisi tradizionali.

Insomma, una vera e propria "rivoluzione verde" è ormai alle porte e costituisce un'occasione che il nostro paese non può lasciarsi sfuggire, in quanto farebbe rinascere un settore decisivo dell'industria nazionale recuperando competitività e creando nuovi posti di lavoro. Un vero e proprio toccasana per la chimica europea e quella italiana in particolare, che andrebbe così a recuperare la leadership tecnologica persa negli anni. In questo contesto risulterà essere sempre più determinante il contributo a livello biotecnologico che l'Italia sarà in grado di fornire non solo in termini di idee, ma anche sotto forma di personale addestrato e qualificato.

M&G ha indicato la strada per arrivare ad una chimica verde che sia sostenuta da tecnologie di avanguardia e possa contribuire a ridurre gli impatti ambientali, ma senza incidere sulle tasche dei consumatori, perché attraverso l'innovazione è possibile pensare a prodotti derivati da materie prime rinnovabili (quali le colture lignocellulosiche), che siano competitivi dal punto di vista dei costi con quelli di derivazione petrolifera.