

CONOSCERE LA BIOMASSA

___Indice___

Introduzione >

Che cos'è >

A cosa serve

Dove si trova

Un po' di storia

I processi biochimici

I processi termochimici

Biocombustibili >

Bioetanolo

Biodiesel

Bioproduct

Metanolo

Il dilemma delle biomasse

CONOSCERE LA BIOMASSA

Introduzione

La vegetazione che copre il nostro pianeta è un magazzino naturale di energia solare. La materia organica di cui è composta si chiama biomassa. Le biomasse si producono nel processo di fotosintesi, durante il quale l'anidride carbonica atmosferica e l'acqua del suolo si combinano per produrre zuccheri, amido, cellulosa, lignina, sostanze proteiche, grassi, ecc. Nei legami chimici di queste sostanze è immagazzinata la stessa energia solare che ha attivato la fotosintesi. In questo modo vengono fissate complessivamente circa 2×10^{11} tonnellate di carbonio all'anno, con un contenuto energetico dell'ordine di 70×10^3 mega tonnellate equivalenti di petrolio.

Che cos'è

La vegetazione che copre il nostro pianeta è un **magazzino naturale** di energia solare. La materia organica di cui è composta si chiama biomassa. Le biomasse si producono attraverso il processo di **fotosintesi clorofilliana**, durante il quale, grazie all'energia solare, l'anidride carbonica atmosferica e l'acqua del suolo si combinano per produrre gli zuccheri necessari per vivere. Nei legami chimici di queste sostanze è immagazzinata la stessa energia solare che ha attivato la fotosintesi. La fotosintesi è importantissima perché nutre la vita sulla Terra e perché asporta dall'atmosfera ben 2×10^{11} tonnellate di carbonio all'anno, con un contenuto energetico dell'ordine di 70 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio, ossia dieci volte il fabbisogno energetico mondiale annuo. Bruciando le biomasse, l'ossigeno atmosferico si combina con il carbonio in esse contenuto, mentre si liberano anidride carbonica e acqua e si produce calore. L'anidride carbonica torna nell'atmosfera e da qui è nuovamente disponibile ad essere re-immessa nel processo fotosintetico per produrre nuove biomasse. Le biomasse, dunque, sono una **risorsa rinnovabile**.

In campo energetico, il termine "biomassa" indica diversi prodotti di origine principalmente vegetale, e solo in misura minore animale, utilizzati per produrre energia: residui agricoli e forestali, scarti dell'industria del legno, come trucioli e segatura, "**coltivazioni energetiche**" (ovvero piante espressamente coltivate per scopi energetici), scarti delle aziende zootecniche e residui agro-alimentari (residui delle coltivazioni destinate all'alimentazione umana o animale come la paglia).

A cosa serve

La vegetazione che copre il nostro pianeta è un **magazzino naturale** di energia solare. La materia organica di cui è composta si chiama biomassa. Le biomasse si producono attraverso il processo di **fotosintesi clorofilliana**, durante il quale, grazie all'energia solare, l'anidride carbonica atmosferica e l'acqua del suolo si combinano per produrre gli zuccheri necessari per vivere. Nei legami chimici di queste sostanze è immagazzinata la stessa energia solare che ha attivato la fotosintesi. La fotosintesi è importantissima perché nutre la vita sulla Terra e perché asporta dall'atmosfera ben 2×10^{11} tonnellate di carbonio all'anno, con un contenuto energetico dell'ordine di 70 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio, ossia dieci volte il fabbisogno energetico mondiale



annuo. Bruciando le biomasse, l'ossigeno atmosferico si combina con il carbonio in esse contenuto, mentre si liberano anidride carbonica e acqua e si produce calore. L'anidride carbonica torna nell'atmosfera e da qui è nuovamente disponibile ad essere re-immessa nel processo fotosintetico per produrre nuove biomasse. Le biomasse, dunque, sono una **risorsa rinnovabile**. In campo energetico, il termine "biomassa" indica diversi prodotti di origine principalmente vegetale, e solo in misura minore animale, utilizzati per produrre energia: residui agricoli e forestali, scarti dell'industria del legno, come trucioli e segatura, "**coltivazioni energetiche**" (ovvero piante espressamente coltivate per scopi energetici), scarti delle aziende zootecniche e residui agro-alimentari (residui delle coltivazioni destinate all'alimentazione umana o animale come la paglia).

Dove si trova

Le biomasse sono una delle fonti rinnovabili maggiormente disponibili sul nostro pianeta. Il loro impiego, però, non è diffuso in maniera omogenea. La biomassa svolge un ruolo in tutti e tre i principali settori dell'energia: calore (e raffreddamento), energia elettrica e trasporto. La biomassa nelle sue diverse forme - solida, liquida o gas - può essere bruciata direttamente per produrre calore per la cottura dei cibi e il riscaldamento nel settore residenziale attraverso un uso tradizionale della biomassa o mediante le moderne applicazioni. La biomassa può anche essere utilizzata su larga scala per riscaldare grandi edifici commerciali o nell'industria. L'uso tradizionale della biomassa per produrre calore avviene attraverso l'impiego di mezzi semplici e inefficienti, che bruciano biomassa legnosa, sotto forma di legna da ardere o carbone, o residui agricoli e letame. Le biomasse tradizionali vengono impiegate principalmente nei Paesi in via di sviluppo (Africa, Sud America e Asia), dove questa fonte di energia copre dal 34% al 40% del fabbisogno energetico complessivo. Le moderne tecnologie di produzione di energia termica da biomassa, d'altro canto, vengono utilizzate principalmente nei Paesi industrializzati, come ad esempio in Europa, in Asia e in Nord America.

Un po' di storia

Il fuoco, indiscutibilmente la più importante invenzione nella storia dell'uomo, è stato scoperto grazie alla combustione accidentale del legno. Il fuoco ha illuminato, riscaldato, protetto e nutrito l'uomo per migliaia di anni. In poche parole, ha favorito la nascita della civiltà. Il legno, peraltro, è rimasto ancora per molti secoli la materia prima più utilizzata, non solo per alimentare il fuoco, ma anche come materiale da costruzione. L'invenzione della macchina a vapore, ci ha consentito, poi, di ottenere energia meccanica dalla combustione del legno, mentre, fino al XVIII secolo il vento e l'acqua erano state le uniche forme di energia meccanica utilizzate, grazie ai mulini. Con la Rivoluzione Industriale, la risorsa legno cominciò a scarseggiare a causa delle massicce deforestazioni realizzate per produrre energia. L'uomo ha dovuto cercare fonti d'energia alternative, trovandole nel carbone e nel petrolio, un tempo abbondanti, anche se non rinnovabili. Solo di recente, i maggiori fabbisogni d'energia, le prospettive d'esaurimento dei carburanti fossili e l'inquinamento prodotto dalla loro combustione, hanno spinto l'uomo a "riscoprire" l'utilità del legno e delle biomasse come fonti energetiche.

I processi biochimici

I **processi biochimici** funzionano grazie all'azione dei funghi e dei batteri che crescono nella biomassa in determinate condizioni di temperatura e umidità. Questi microrganismi digeriscono la materia organica liberando molecole di scarto (per loro), ma preziose per noi. Non tutta la biomassa va bene per questi processi: funghi e batteri non mangiano proprio di tutto ma esigono materiali organici ricchi di proteine e di acqua. Sono ottimi le alghe, gli scarti delle coltivazioni di patata e di barbabietola, i rifiuti alimentari e le deiezioni animali. I principali prodotti ottenibili con questi sistemi sono il **biogas**, il **bioetanolo**, **fertilizzanti** per l'agricoltura e **calore**. Il biogas è una miscela di gas costituita principalmente da metano (50-70%) e anidride carbonica che può essere impiegato per il riscaldamento o per far funzionare alcuni particolari impianti destinati alla produzione di energia elettrica. Il bioetanolo è un alcool che può essere usato per alimentare il motore delle automobili. Si ottiene dalla fermentazione degli zuccheri ricavati dalla barbabietola o dalla canna da zucchero. È un carburante di grande interesse perché è pulito ed economico. Nel 2014 sono stati prodotti 94 miliardi di litri di bioetanolo, soprattutto negli Stati Uniti e in Brasile. Un'altra interessante applicazione della biomassa è il riscaldamento degli allevamenti di bestiame e delle coltivazioni. La decomposizione dei prodotti di rifiuto, come il fogliame o le deiezioni degli animali, produce calore che può essere usato per riscaldare le serre e le stalle.

I processi termochimici

Tutti sanno che per accendere ed alimentare il fuoco occorre un materiale che brucia che, in termini tecnici, si definisce **combustibile**. Il combustibile da solo non basta perché il fuoco esista, occorre un altro elemento: il **comburente**. Il più comune comburente è l'ossigeno che, in una reazione di combustione, ha la funzione di "ossidare" il combustibile con conseguente rilascio di energia sotto forma di calore e luce. Il fuoco, quindi, non è altro che la manifestazione visibile di una reazione chimica, la **combustione**, che avviene tra due sostanze diverse: il combustibile e il comburente. Esistono moltissime sostanze e materiali combustibili. In principio l'uomo bruciò il legno, successivamente il carbone. Oggi i combustibili più usati sono quelli fossili: petrolio, metano e carbone fossile.

La combustione è il metodo più antico per ottenere energia dalla biomassa. Gli antichi focolai, i camini e le stufe oggi sono stati sostituiti da moderne ed efficienti caldaie che riescono a sfruttare al meglio l'energia nascosta nel legno e nei suoi derivati. Se funghi e batteri prediligono le sostanze umide e proteiche, il fuoco si alimenta meglio con materiali asciutti e ricchi di cellulosa. La **cellulosa** è una molecola complessa, molto resistente e costituita da lunghe catene di glucosio, il più semplice degli zuccheri. I vegetali sono fatti di cellulosa e quindi lo sono anche il legno, le foglie, la carta e il cotone. Esistono vari sistemi per ottenere energia dal legno classificabili secondo la temperatura alla quale avviene la combustione e il tipo di trasformazione fisica e chimica che si ottiene. Per prima cosa bisogna precisare che questi sistemi funzionano con legname tritato. Le scagliette di legno, dette **chip**, possono essere utilizzate così come sono oppure compresse e compattate in blocchetti, il **pellet**. Questi mattoncini di legno aumentano l'efficienza delle caldaie e le rendono più pulite. Il

legno, così trasformato, può essere bruciato ad altissime temperature (intorno a 1000°C) fino a ridurlo a una miscela di gas utili per muovere turbine e produrre energia elettrica. Bruciato a temperature inferiori (tra 400 e 800°C) il legno si separa in un sostanze gassose, liquide e solide. La componente solida, il carbone, si può ancora usare come combustibile mentre la parte liquida, l'olio pirolitico, può alimentare motori o essere la base per la sintesi di altri prodotti.

Biocombustibili

Il termine **biofuel** potrebbe riferirsi anche ai combustibili usati per la produzione di energia elettrica, ma in genere si riferisce ai combustibili liquidi impiegati nei mezzi di trasporto. I più comuni biofuel sono senza dubbio il **bioetanolo** sintetizzato dai carboidrati e il **biodiesel** (un estere) ottenuto da grassi e oli. Nonostante l'etanolo ottenuto dagli amidi e dagli zuccheri stia fornendo un buon contributo sotto il profilo energetico ed ambientale, in seguito verrà esaminato l'etanolo prodotto da biomassa cellulosica come piante erbacee e legnose, residui agricoli e forestali e da grandi quantità di scarti urbani e industriali. Infatti, mentre gli amidi e gli zuccheri costituiscono un modesto quantitativo di materiale derivante dalle piante, la cellulosa e l'emicellulosa, che sono polimeri delle molecole dello zucchero, rappresentano la maggior parte della biomassa. I benefici legati ai biofuels derivano dal fatto di avere un impatto ambientale più contenuto rispetto ai derivati del petrolio e di usare materiali di scarto che solitamente non vengono utilizzati. Infine, saranno brevemente analizzati altri due biofuel, il metanolo e i composti della benzina corretti.

Bioetanolo

L'etanolo risulta un prodotto utilizzabile anche nei motori a combustione interna come riconosciuto fin dall'inizio della storia automobilistica. Se, però, l'iniziale ampia disponibilità ed il basso costo degli idrocarburi avevano impedito di affermare in modo molto rapido l'uso di essi come combustibili, dopo lo shock petrolifero del 1973 sono stati studiati numerosi altri prodotti per sostituire il carburante delle automobili (benzina e gasolio); oggi, tra questi prodotti alternativi, quello che mostra il miglior compromesso tra prezzo, disponibilità e prestazioni è proprio l'etanolo. La sintesi dell'etanolo da biomassa è articolata in quattro stadi:

- produzione della biomassa fissando la CO₂ atmosferica in carbonio organico;
- conversione della biomassa in un'alimentazione utilizzabile per la fermentazione (di solito sotto forma di qualche zucchero) applicando uno dei molti processi tecnologici disponibili: tale conversione costituisce lo stadio che differenzia le varie soluzioni tecnologiche nella sintesi del bioetanolo;
- fermentazione degli intermedi della biomassa usando **biocatalizzatori** (microrganismi come lievito e batteri) per ottenere etanolo in una soluzione poco concentrata: tale stadio può essere considerato come la più antica forma di biotecnologia sviluppata dall'uomo;
- processando il prodotto della fermentazione si ottiene etanolo combustibile e sottoprodotti utilizzabili nella produzione di altri combustibili, composti chimici, calore ed energia elettrica

Questi ultimi processi, pur essendo tra loro diversi, prevedono come ultimo stadio di sintesi la fermentazione. La fermentazione alcolica è un processo che opera la trasformazione dei glucidi contenuti nelle produzioni vegetali in etanolo.

Biodiesel

Gli oli vegetali, i grassi animali e i grassi da cucina riciclati possono essere trasformati in biodiesel usando una serie di tecnologie per realizzare in condizioni operative di bassa temperatura e pressione le reazioni chimiche che portano alla formazione di composti chiamati **esteri**. Gli esteri sono liquidi o solidi, solubili in solventi organici e hanno un odore gradevole. Questi sono poi trasformati in biodiesel e glicerina. La glicerina è un prodotto secondario, che può essere usato nella produzione di creme per le mani, pasta dentifricia e lubrificanti. Il biodiesel è utilizzabile direttamente poiché non richiede alcun tipo d'intervento sulla produzione dei sistemi che lo utilizzano (motori e bruciatori); esso è utilizzato nell'autotrazione (motori diesel) sia puro che miscelato con il normale gasolio e nel riscaldamento. L'uso del biodiesel diminuisce la dipendenza energetica dai combustibili fossili, riduce le emissioni dei gas serra e i rischi della salute dovuti all'inquinamento atmosferico; non è tossico ed è biodegradabile in 30 giorni. Il diesel mescolato al biodiesel triplica la sua biodegradabilità. Il biodiesel contiene tracce di zolfo, che rientrano tuttavia nei parametri previsti dall'EPA (*Environmental Protection Agency*). È sicuro da maneggiare e da trasportare; può essere stoccato negli stessi serbatoi del diesel e pompato con gli usuali mezzi tranne che nelle giornate fredde, durante le quali bisogna usare riscaldatori dei serbatoi o agitatori; è completamente miscibile col diesel e ciò lo rende un additivo molto flessibile. Il biodiesel, essendo un prodotto ossigenato, migliora il completamento della combustione, e la riduzione di emissioni inquinanti è proporzionale alla sua concentrazione nelle miscele. Uno svantaggio del biodiesel è l'**emissione di NO_x**: la ricerca sta concentrando gli sforzi per mitigare il problema. Le prestazioni dei motori che utilizzano biodiesel puro, però, diminuiscono dell'8-15% rispetto al diesel tradizionale, a causa dei diversi contenuti energetici. Per risolvere i problemi sopra citati si usa una miscela di diesel e biodiesel al 20%. Una miscela di biodiesel, etanolo (fino al 15% in volume) e un additivo (per aiutare le due sostanze a mescolarsi) è chiamata **e-diesel**. La miscela si prepara con un mescolamento a spruzzo, un processo che non richiede apparecchiature particolari e controllo della temperatura. L'e-diesel riduce molto le emissioni di particolati dovuti al diesel tradizionale.

Bioproduct

Qualunque composto sintetizzabile dai combustibili fossili può essere ugualmente prodotto dalla biomassa. Questi bioprodotto (**bioproduct**) sono realizzati pertanto da fonti energetiche rinnovabili e di solito la loro produzione necessita di quantitativi energetici inferiori rispetto ai loro omologhi basati sul petrolio. I ricercatori hanno accertato che i processi utilizzati per produrre biofuel, possono essere combinati per ottenere antigelo, materie plastiche, colla, dolcificanti artificiali e pasta dentifricia. Altri reagenti per ottenere bioproduct sono il monossido di carbonio e l'idrogeno. Essi si formano in abbondanza nel riscaldamento della biomassa con la presenza di ossigeno. Questa miscela monossido di carbonio - idrogeno è nota come **gas di biosintesi**, da cui sono sintetizzati

materie plastiche e acidi indispensabili nella produzione di pellicole fotografiche, fibre tessili e sintetiche. Quando la biomassa è riscaldata in assenza di ossigeno si forma l'**olio di pirolisi**, da cui è estraibile il **fenolo**, intermedio usato nella produzione di adesivi per il legno, stampi di plastica e schiuma isolante.

Metanolo

Nota anche come **alcol del legno**, il metanolo è prodotto di solito dal gas naturale, ma può essere altresì sintetizzato dalla biomassa. Il processo più diffuso è la gassificazione della biomassa, che consiste nel vaporizzare la biomassa ad alta temperatura, rimuovere le impurità dal gas caldo e farlo passare su un catalizzatore, che provvede alla sua conversione in metanolo. I composti della benzina corretti e prodotti dalla biomassa fungono da additivi dei carburanti per ridurre le emissioni inquinanti.

Il dilemma delle biomasse

Oggi vi è grande interesse verso l'utilizzo delle biomasse per la produzione di biocombustibili, che possono essere usati insieme ai combustibili fossili o possono addirittura sostituirli. Vi sono però alcuni aspetti che vanno considerati e che rendono discutibile il loro impiego su vasta scala:

- per produrre biocombustibili è necessaria una grande quantità di energia, che viene impiegata per la produzione dei fertilizzanti, per arare il terreno, per raccogliere e trasportare le biomasse, per trasformarle nei prodotti finiti e così via. Questa energia deriva normalmente dai combustibili fossili: molti studiosi hanno calcolato che l'energia immessa per la produzione di alcuni biocombustibili sia superiore a quella che si ricava dal loro utilizzo;
- l'utilizzo di combustibili fossili per fornire l'energia necessaria alla coltivazione e produzione di biocombustibili comporta emissioni di anidride carbonica. Spesso l'utilizzo dei biocombustibili fa aumentare, anziché ridurre, le emissioni di CO₂: ciò è dovuto non solo a quanto detto prima, ma anche al disboscamento delle foreste per far spazio alle coltivazioni energetiche, come sta accadendo in Sud America;
- per ottenere grandi quantità di biocombustibili sono necessarie vaste estensioni di terreno ed enormi quantità di acqua per l'irrigazione;
- la coltivazione estensiva a scopi energetici può portare alla distruzione di preziosi ecosistemi necessari per mantenere l'equilibrio della biosfera, come le foreste pluviali;
- in un mondo in cui centinaia di milioni di persone soffrono la fame, è moralmente discutibile coltivare prodotti per "alimentare" i mezzi di trasporto di altri esseri umani.

Testo aggiornato ad agosto 2022