



## Alcol sostenibile dal legno

La biomassa lignocellulosica è particolarmente strutturata e non è possibile convertirla direttamente nel prodotto desiderato. Un nuovo processo consente di pretrattarla ottenendo più bioetanolo

### Sustainable alcohol from wood

Lignocellulosic biomass has a particularly complex structure and cannot be directly converted into the desired product. A new pretreatment process allows to obtain more bioethanol and building block chemicals

#### The initial problem

*The importance of biomass exploitation can be correctly understood if different aspects are taken into account – such as, e.g., the high costs of traditional energy sources and the opportunity to exploit agro-industrial wastes. Lignocellulosic biomass could be a weighty resource, as both raw material and a source of energy, which can be used for the development of efficient and environmentally-friendly conversion processes. Actually, through the chemical and biochemical conversion of biomass a large variety of products can be obtained, such as green*

#### Il problema di partenza

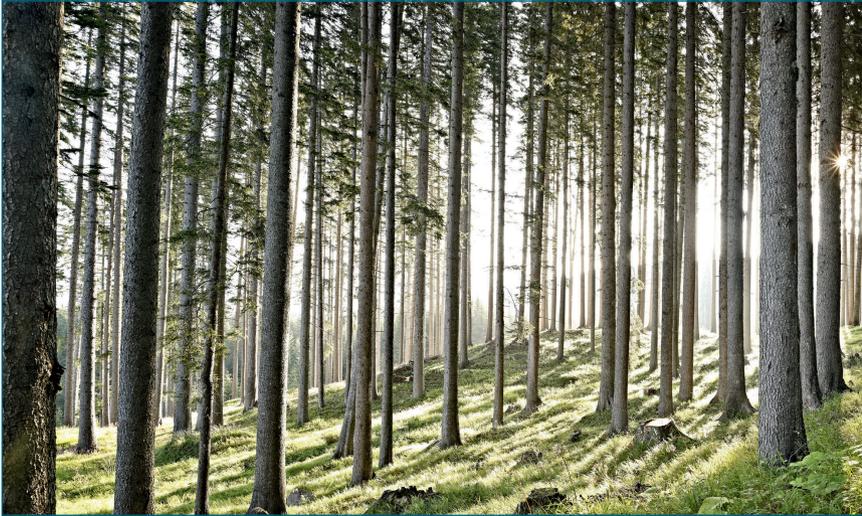
Per una corretta comprensione dell'importanza dello sfruttamento delle biomasse vanno considerati diversi aspetti, tra cui il prezzo elevato delle energie tradizionali e la possibilità di sfruttamento dei residui dell'industria agroindustriale.

La biomassa lignocellulosica costituisce una risorsa di materia prima e di energia potenzialmente molto importante, il cui utilizzo è legato allo sviluppo di processi di conversione efficienti e a basso impatto ambientale. Infatti, mediante i processi di trasformazione termochimica o biochimica della biomassa si può ottenere una gran varietà di prodotti tra cui carburanti verdi, paste cartarie, zuccheri e plastiche.

La biomassa lignocellulosica è costituita principalmente da cellulosa, emicellulosa, lignina più altri componenti organici (oli, cere ecc.) e inorganici (sali minerali), il cui rapporto può variare considerevolmente in funzione del tipo di biomassa.

Il materiale lignocellulosico è particolarmente strutturato e non risulta possibile convertirlo direttamente nel prodotto desiderato. Per modificarne la morfologia è necessario sottoporre la biomassa lignocellulosica a una fase di pretrattamento, favorendo la rottura dei legami chimici tra i vari componenti, per rendere più efficiente l'azione degli agenti biologici e chimici.

**Patent No.:** RM2012A000184  
**Title:** Metodo e relativo impianto per il trattamento di biomassa lignocellulosica  
**Inventor:** Egidio Viola, Francesco Zimbardi, Giuseppe Arcieri, Vito Valerio, Giacobbe Braccio  
**Contact person:** Francesco Zimbardi, francesco.zimbardi@enea.it



*fuels, paper pulps, sugars and plastics. Lignocellulosic biomass is mainly composed of cellulose, hemicellulose, lignin, and other organic (oils, waxes, etc.) and inorganic (mineral salts) components, combined in considerably varying quantities depending on the biomass type. Lignocellulosic material has a particularly complex structure and cannot be directly converted into the desired product. For its morphology to change, lignocellulosic biomass must necessarily undergo a pretreatment phase, causing the chemical bonds among the various biomass components to break down, so that the action of biological and chemical agents is more efficient.*

#### *The invention*

*To solve these problems, ENEA has patented a method and a pilot plant for the treatment of lignocellulosic biomass. The technique typically used for biomass pretreatment, the so called "steam explosion", is particularly interesting as it requires low energy consumption, relatively low-cost facilities and no particular chemical reactants. Specifically, from steam-exploded lignocellulosic biomass bioethanol can be obtained through cellulose hydrolysis and alcoholic fermentation. Yet, such a technique involves thermal degradation processes, producing some substances which inhibit fermentation and are harmful to the yeast specifically*

#### L'invenzione

Per risolvere questi problemi, l'ENEA ha brevettato un metodo e un impianto per il trattamento di biomassa lignocellulosica.

La tecnica generalmente utilizzata per il pretrattamento della biomassa, denominata "steam explosion", risulta particolarmente interessante in quanto comporta un basso consumo energetico, l'utilizzo di impianti relativamente economici e non richiede l'uso di particolari prodotti chimici. In particolare, la biomassa lignocellulosica sottoposta a steam explosion può

essere utilizzata per l'ottenimento di bioetanolo mediante processi di idrolisi della cellulosa e fermentazione alcolica. Tuttavia, questa tecnica comporta la produzione di alcune sostanze derivanti da processi di degradazione termica che inibiscono il processo di fermentazione e sono nocive nei confronti del lievito utilizzato. La produzione di tali sostanze, tra cui l'acido formico, l'acido acetico, il furfurale, l'idrossimetilfurfurale e la benzaldeide, è generalmente bassa e le molecole sono tipicamente volatili. Al fine di rendere la fermentazione alcolica priva di ostacoli, esistono diversi metodi di rimozione di questi inibitori, che però hanno l'inconveniente di rimuovere carboidrati solubili qualora la si sottoponesse a lavaggio acquoso o di aggiungere sostanze chimiche con conseguente aggravio dello smaltimento.

Il metodo e l'impianto di detossificazione brevettati dall'ENEA sono efficaci e nello stesso tempo privi di questi inconvenienti. Infatti, consentono di ottenere un'efficace detossificazione che, garantendo maggiori quantitativi di etanolo prodotto per via fermentativa, non comporta la rimozione degli oligomeri solubili dalla biomassa cellulosica, quali ad es. emicellulosa, ed evitano l'aggiunta di agenti chimici esterni. L'impianto è caratterizzato da un dispositivo di produzione di aria calda umida e una camera di detossificazione per la biomassa.

La sperimentazione è stata condotta sia con sistema di detossificazione a letto fisso sia vibro-fluidizzato. Il principale vantaggio del letto vibro-fluidizzato consiste nel velocizzare la rimozione degli inibitori, riducendo così i consumi. Entrambi i sistemi sono stati applicati su un materiale esploso ottenuto da un impianto di steam explosion in continuo (300 kg/h) in cui la biomassa lignocellulosica è stata sottoposta alla temperatura di 210 °C per 6 minuti. Il mate-



riale così prodotto è stato omogeneizzato, raccolto in fusti chiusi e conservato a 4 °C.

### Vantaggi, applicazioni e interesse di mercato

Il metodo di detossificazione brevettato garantisce maggiori quantitativi di etanolo prodotto per via fermentativa senza rimozione degli oligomeri solubili dalla biomassa cellulosa, quali ad es. emicellulosa, e non necessita dell'aggiunta di agenti chimici esterni, consentendo quindi un maggiore sfruttamento della biomassa trattata e di conseguenza del bioetanolo ottenuto.

I risultati ottenuti dai prototipi di laboratorio sono da considerarsi significativi per analoghi impianti in scala industriale. Inoltre, la componentistica essenziale dei prototipi può essere riprodotta negli impianti in scala industriale.

(a cura di Daniela Bertuzzi)

used. The production of such substances – like, e.g., formic acid, acetic acid, furfural, hydroxymethylfurfural, and benzaldehyde – is generally low and molecules are usually volatile. In order to make the alcoholic fermentation process smooth, different methods to remove such inhibitors exist but the drawback is they entail removing soluble carbohydrates in case of water washing or adding chemicals, posing the consequent additional problem of waste disposal. The detoxification method and plant patented by ENEA are successful and have no drawbacks. Actually, they allow to get effective detoxification, which ensures higher quantities of fermentation-produced ethanol, thus avoiding the removal of soluble oligomers – such as, e.g., hemicellulose – from cellulosic biomass and the addition of external chemicals. The plant is endowed with a device producing warm, humid air and a biomass detoxification chamber. Tests have been performed with both a fixed and a vibrofluidized-bed detoxification system. The latter system has the advantage of being low-consumption as it speeds up the inhibitors removal. Both systems have been applied on exploded material obtained from a continuous steam explosion plant (300 kg/h), where lignocellulosic biomass has been kept at a temperature of 210 °C for 6 minutes. The material so produced has been homogenized, collected into closed barrels and then preserved at 4 °C.

### Benefits, applications and the market's interest

The patented detoxification method ensures larger quantities of fermentation-produced ethanol without removing any soluble oligomers – such as, e.g., hemicellulose – from cellulosic biomass and does not require any addition of external chemicals, thus allowing to better exploit pretreated biomass and the generated bioethanol. Moreover, the furanic compounds and the small organic acids that are removed and recovered in a condensate phase are versatile building blocks for a very interesting class of polymers, so they can be further processed and improve the economics of the whole process. The results obtained from the laboratory prototypes are to be considered significant for similar plants on industrial scale – where, furthermore, the basic prototypical components can be reproduced.

(translated by: Carla Costigliola)