

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

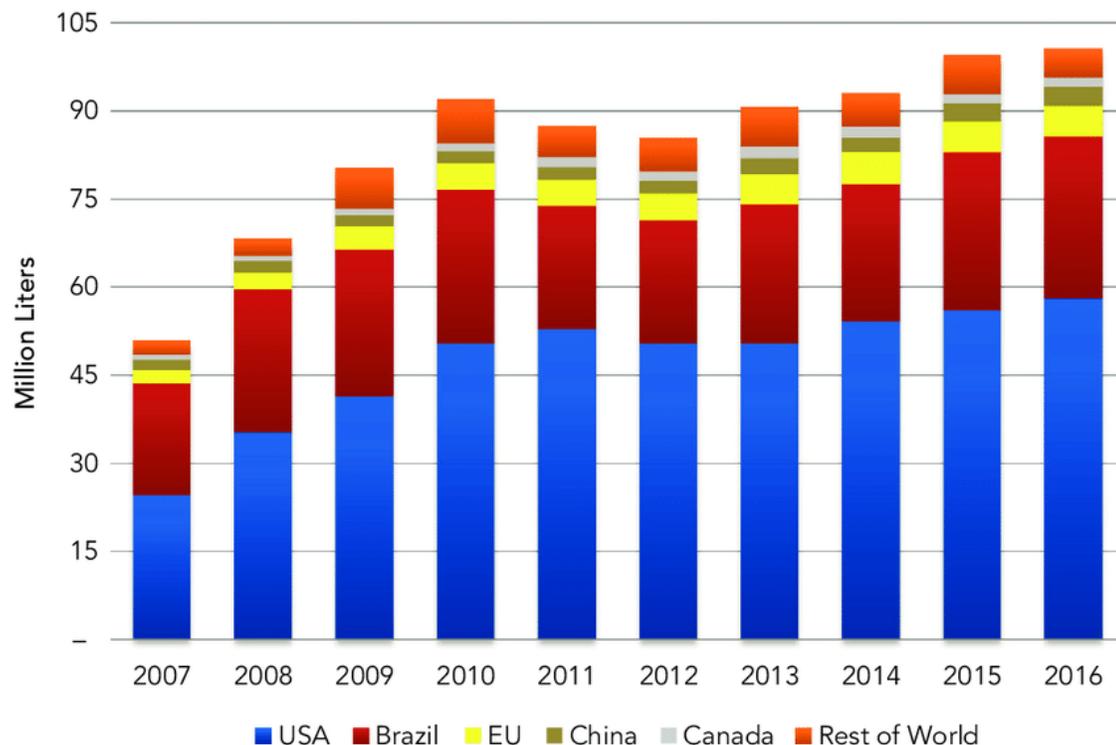
Relazione per la prova finale
**Mobilità Green: Bioetanolo e Nanotecnologie
per la sua produzione**

Tutor universitario: Prof. Roberta Bertani

Laureando: *Massignani Daniela*
1187552

Padova, 20/09/2022

Produzione Mondiale di Bioetanolo per paese

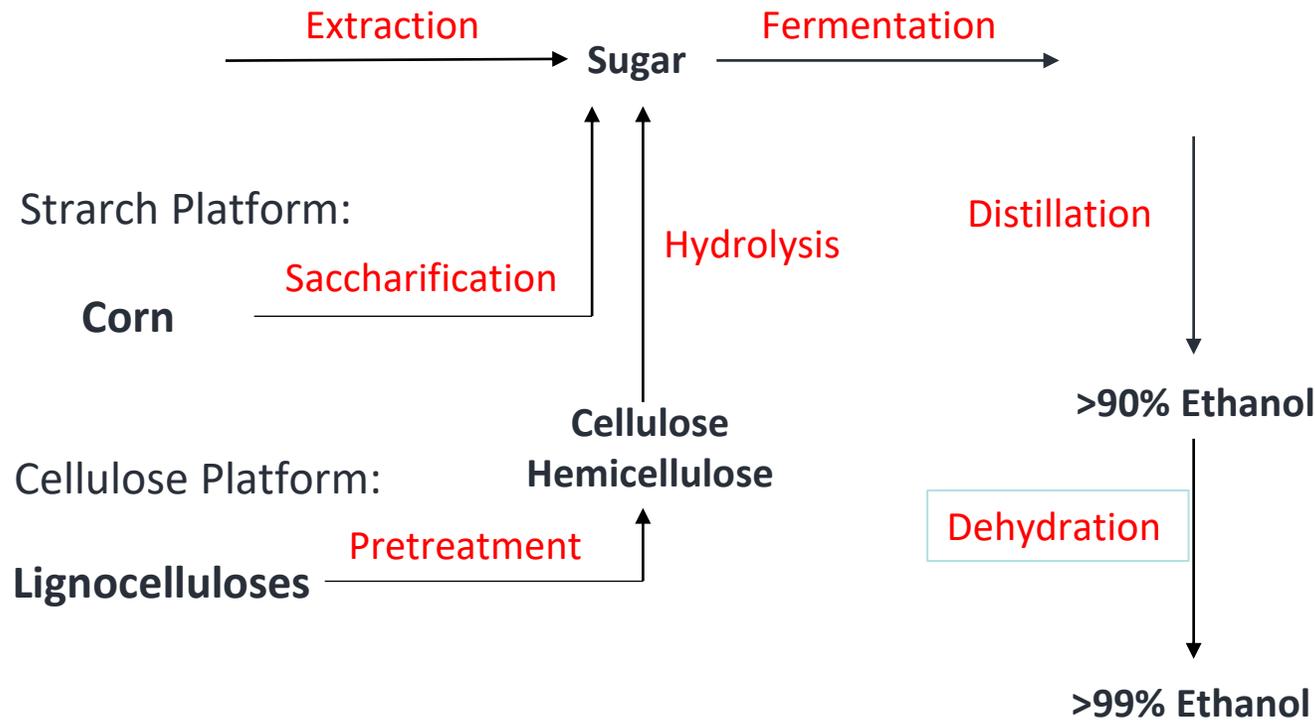


Di tutte le innovazioni oggi in fase di sviluppo al fine di ridurre l'impatto ambientale, i biocarburanti sono la soluzione più realizzabile. Tra questi si ha il bioetanolo, che è un biocarburante per l'aviazione prodotto da biomassa lignocellulosica.

Considerato l'attuale mercato globale il bioetanolo non è ancora producibile in scala industriale pertanto si è reso necessario lo sviluppo di nanotecnologie per ridurre i costi di produzione e di sviluppo.

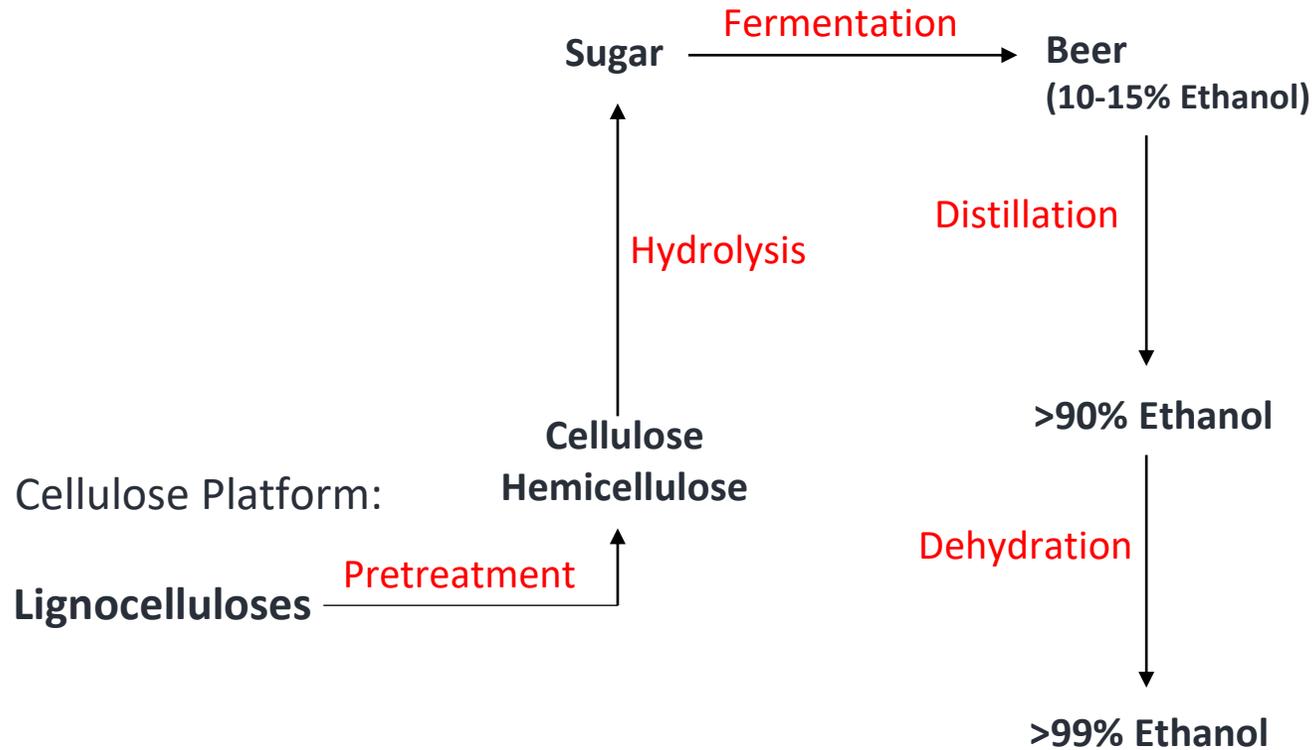
Processi generali per la produzione di bioetanolo da diversi materiali rinnovabili

Sugar Platform:



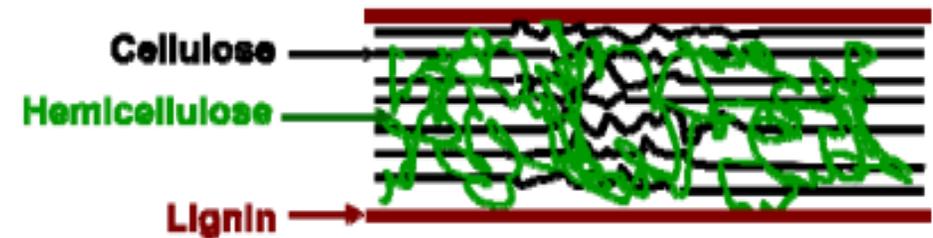
- **Produzione di bioetanolo da zucchero:** Il rilascio degli zuccheri dai materiali può essere ottenuto attraverso una semplice estrazione meccanica o spremitura.
- **Produzione di bioetanolo da amido:** La conversione dell'amido in etanolo comporta una fase supplementare rispetto al processo zucchero-etanolo cioè la saccarificazione dell'amido per produrre zuccheri fermentabili
- **Produzione di bioetanolo da piattaforma cellulosa:** La conversione della lignocellulosica in etanolo comporta tre fasi: pretrattamento, idrolisi e fermentazione

Processo per la produzione di bioetanolo da materiale lignocellulosico

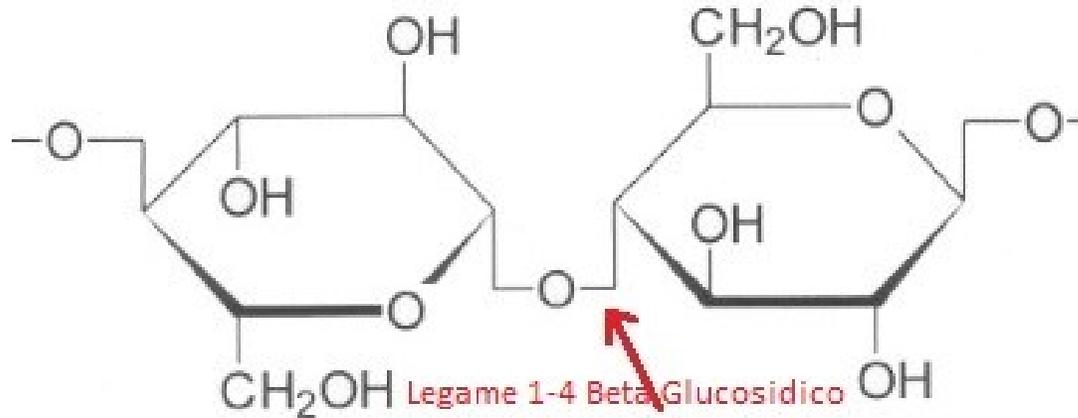


La biomassa lignocellulosica, è un composto derivante da una vasta gamma di sostanze organiche come i residui agricoli, gli alberi e le erbe selvatiche.

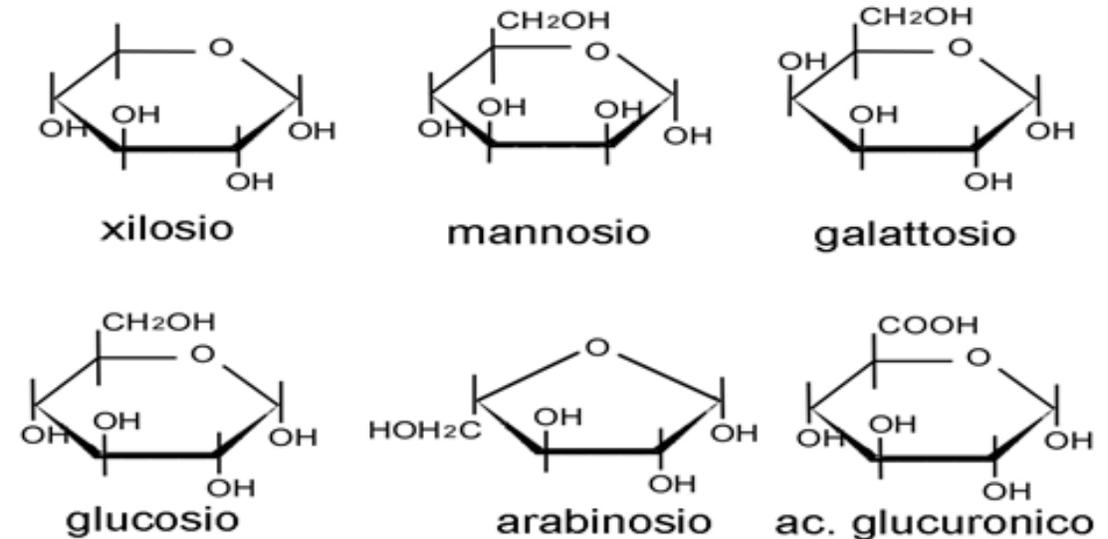
La **lignocellulosa** è composta principalmente da cellulosa, emicellulosa e lignina.



Struttura cellulosa



Principali zuccheri che compongono l'emicellulosa



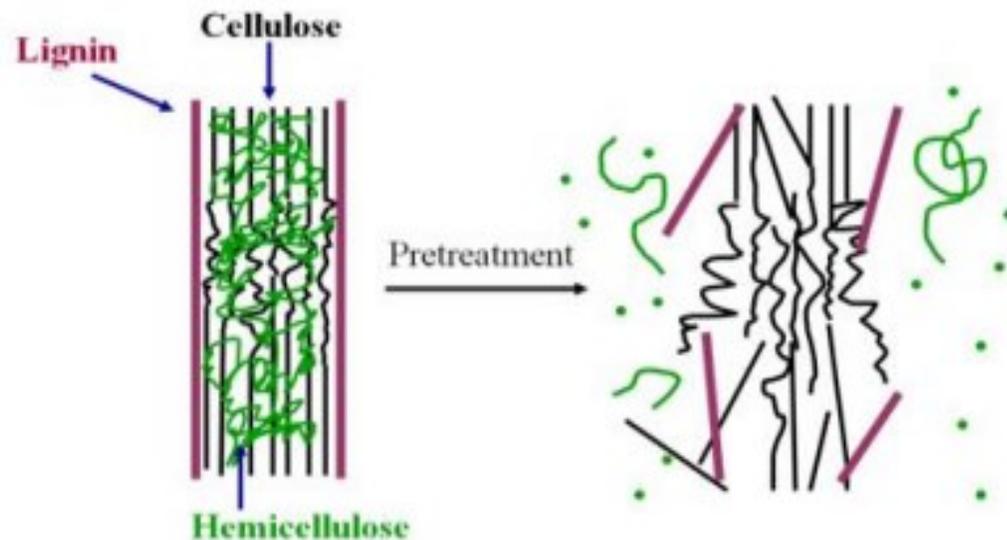
La **cellulosa** è un polisaccaride omogeneo a lunga catena di unità di glucosio legate da legami glicosidici.

L'**emicellulosa** è un polimero complesso ed eterogeneo di zuccheri e derivati dello zucchero che formano una rete altamente ramificata.

La **lignina** è una miscela eterogenea molto complessa di composti che tengono insieme le fibre di cellulosa ed emicellulosa.

Pretrattamento

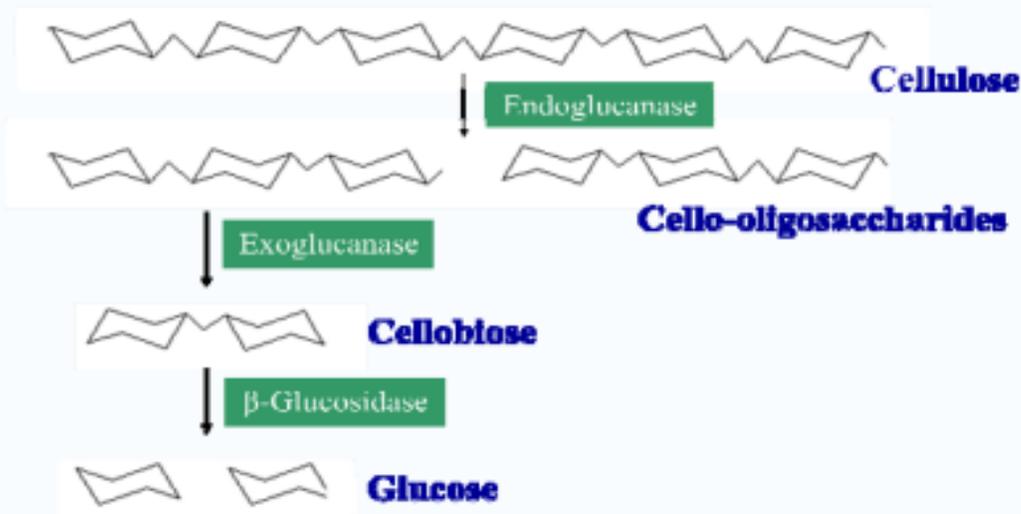
Processo di pretrattamento per i materiali lignocellulosici



- **Pretrattamento fisico:** include la sminuzzatura meccanica, l'esplosione di vapore, l'esplosione di fibre di ammoniaca e la pirolisi. Comporta un alto input di energia.
- **Pretrattamento chimico:** Include idrolisi acida e alcalina.
- **Pretrattamento biologico:** Utilizza microbi per degradare la lignina e l'emicecellulosa. Questo processo richiede molto tempo

Idrolisi Enzimatica

Idrolisi enzimatica della cellulosa in glucosio



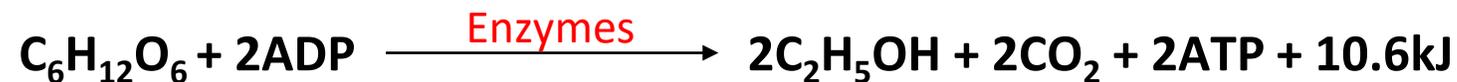
L'**idrolisi enzimatica** dei materiali lignocellulosici pretrattati comporta reazioni enzimatiche che convertono la cellulosa in glucosio e l'emicellulosa in zuccheri semplici pentosi ed esosi. Dopo il pretrattamento, la maggior parte della lignina viene rimossa dai materiali lignocellulosici, la cristallinità dei materiali è significativamente ridotta e la porosità è aumentata, il che permette agli enzimi di penetrare nei materiali e accedere ai substrati, completando la conversione della cellulosa in glucosio.

Processo di fermentazione per la produzione di etanolo



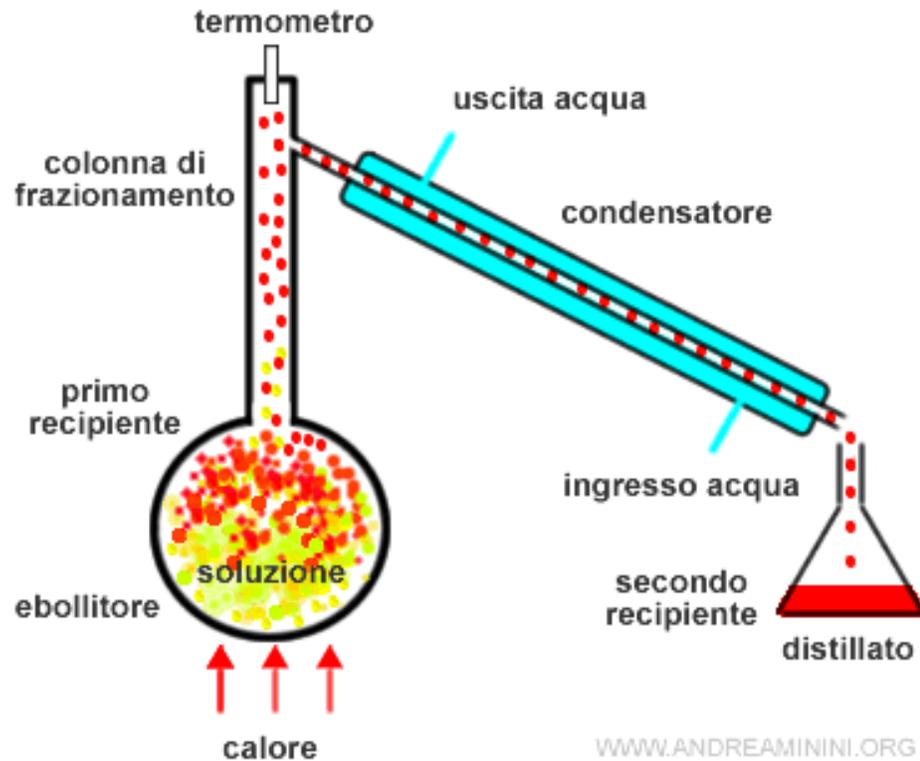
Nella **fermentazione** del lievito, la soluzione di glucosio ottenuta dall'idrolisi della cellulosa viene mescolata con una coltura di lievito acclimatata in condizioni asettiche. Il glucosio nella soluzione penetra nelle cellule di lievito dove viene convertito da un gruppo di enzimi creati dalle cellule di lievito e, attraverso una serie di reazioni enzimatiche, si ottengono etanolo, CO₂ ed energia. Una parte dell'energia e del glucosio rilasciati sono utilizzati dalle cellule di lievito per sostenere la loro crescita durante la fermentazione.

Le reazioni biochimiche complessive per convertire il glucosio in etanolo e CO₂ nella fermentazione del lievito possono essere espresse come:



Purificazione etanolo

Processo di distillazione frazionata

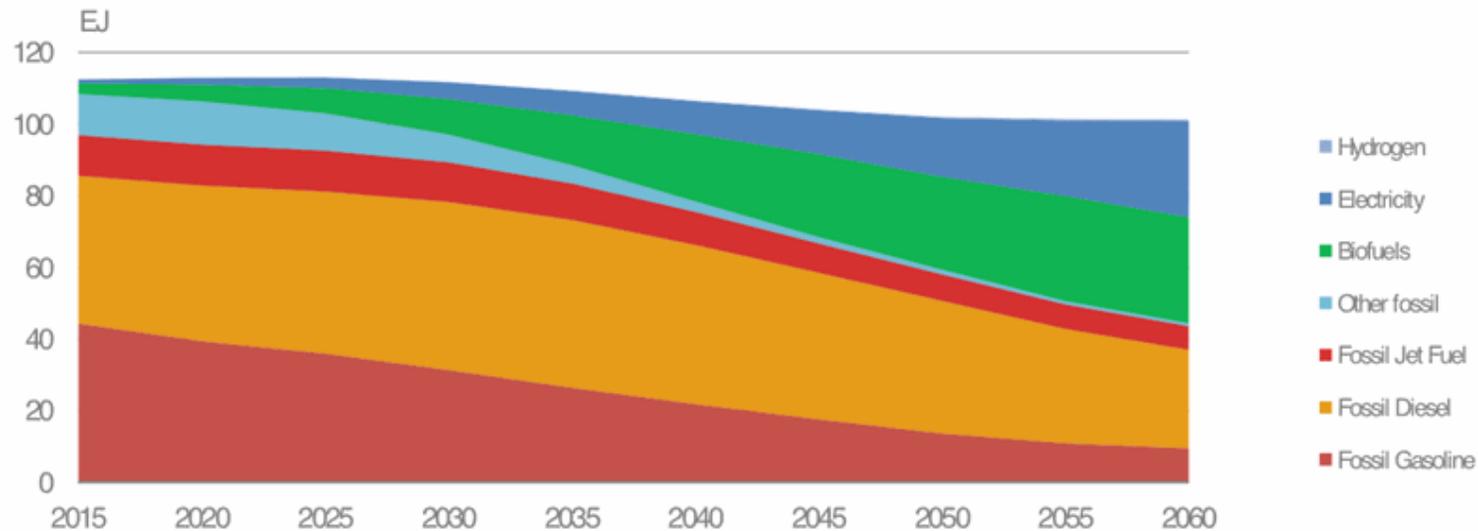


Il processo di **purificazione** avviene in due fasi: distillazione frazionata e disidratazione. La **distillazione frazionata** è un processo fisico termico, basato sull'equilibrio di fase della miscela etanolo-acqua. Normalmente, la concentrazione di etanolo può essere aumentata attraverso la distillazione frazionata a circa il 90% dal brodo di fermentazione.

Una tecnologia usata per la **disidratazione** della miscela etanolo-acqua è l'assorbimento tramite setaccio molecolare, che si basa sulle diverse dimensioni delle molecole di acqua e di etanolo.

materiale	vantaggi	svantaggi
Legno	<ul style="list-style-type: none"> • Elevata densità • Basso costo di trasporto • Non richiede nuovi terreni coltivabili 	<ul style="list-style-type: none"> • Modesto tasso di produzione annuale
Erbe	<ul style="list-style-type: none"> • Alto rendimento di etanolo per acro • Non ci sono costi di produzione 	<ul style="list-style-type: none"> • Bassa densità • Elevato costo di trasporto
Residui Agricoli	<ul style="list-style-type: none"> • Abbondanti nel mondo • Non richiede terreni aggiuntivi 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo negativo della materia prima • Bassa densità • Elevato costo di trasporto

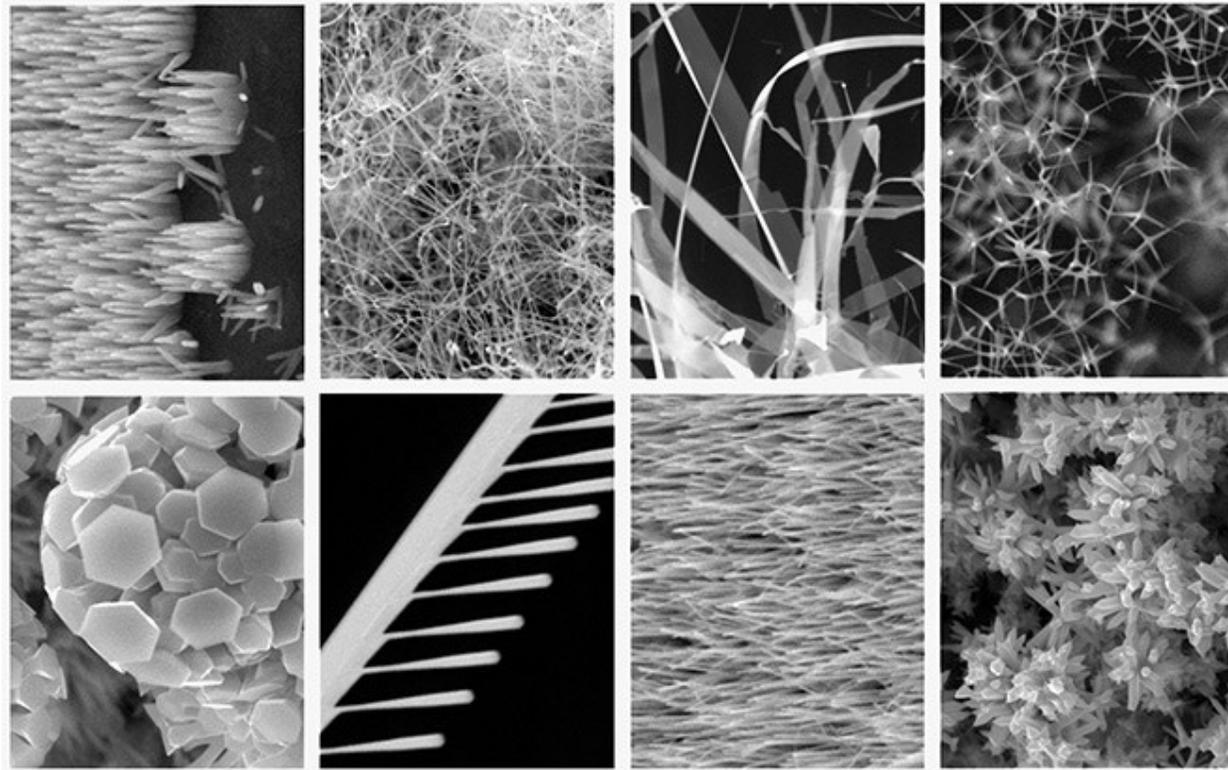
Il ruolo dei biocarburanti nello scenario dell'AIE al 2060



A livello globale si sta vivendo una crescente domanda di petro-carburanti accompagnata da una diminuzione della disponibilità di petrolio greggio

I biocarburanti diventeranno competitivi a livello globale solo quando potranno essere slegati dalle colture alimentari. La complessità e il costo delle diverse fasi della produzione possono essere minimizzati con l'applicazione di diverse nanoparticelle, il cui coinvolgimento semplifica la lavorazione della biomassa grezza, riduce i costi di produzione e gli impatti ambientali.

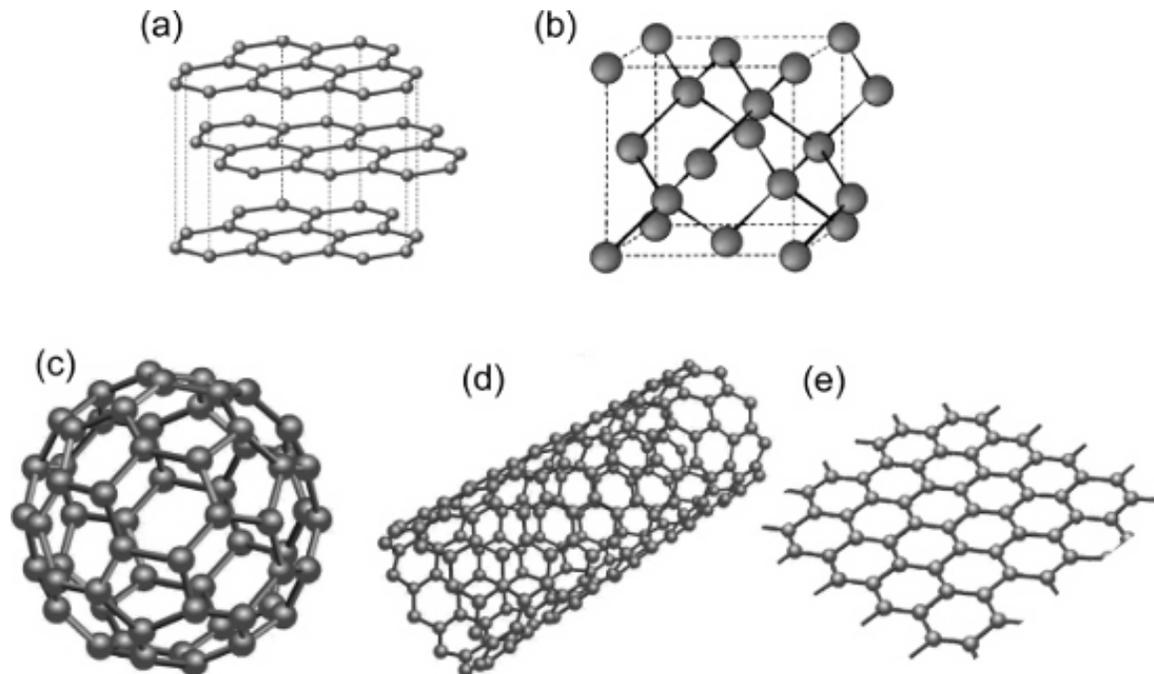
Esempi di Nanoparticelle



La peculiarità dei **nanomateriali** è che questi forniscono un rapporto area-volume molto grande. Ciò garantisce una grande superficie attiva per la reazione chimica da effettuare. Possono dunque accelerare la reazione fornendo i siti attivi per la formazione di legami con i reagenti in fase solida, liquida o gassosa.

*L'applicazione di **nanoparticelle** durante la produzione di alcol aiuta a migliorare l'efficacia complessiva del processo aumentando l'efficienza del pretrattamento, l'idrolisi enzimatica e aumentando il tasso di reazione durante la fase di fermentazione.*

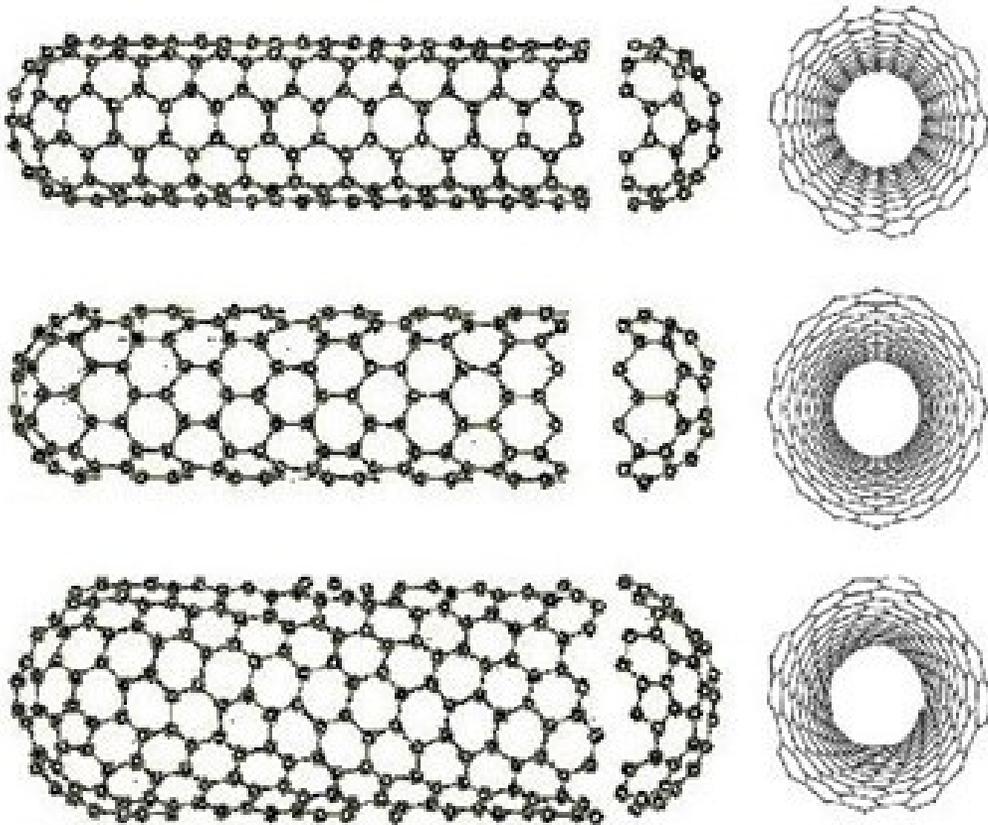
Nanomateriali a base di grafene



Le **nanoparticelle** possono essere efficacemente utilizzate durante il pretrattamento per migliorare la chimica a livello molecolare e consentono anche la modifica specifica e mirata dei biocatalizzatori oltre all'eliminazione dell'inquinamento causato dal pre-trattamento chimico.

L'immobilizzazione degli enzimi sui nanomateriali permette facile recupero e riutilizzabilità, prolungano l'auto-vita e la stabilità.

Nanotubi di Carbonio

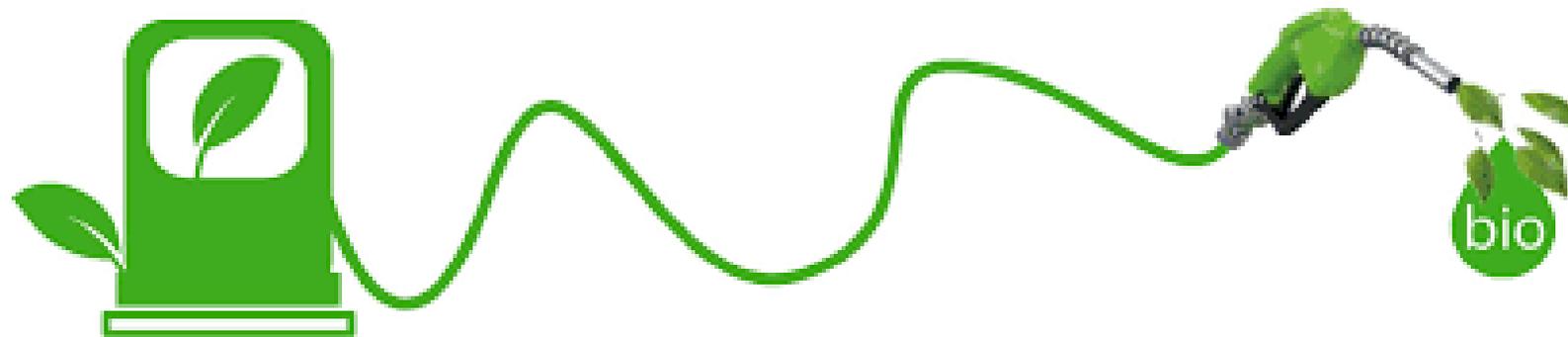


Durante la produzione di combustibili liquidi attraverso la fermentazione, le nanoparticelle influenzano l'attività enzimatica. La modifica superficiale dei catalizzatori aiuta a migliorare le proprietà dei siti attivi che aumentano significativamente l'interazione tra le nanoparticelle e le molecole.

- **Nanoparticelle magnetiche** (con cellule di lievito intrappolate): permettono il recupero efficiente e la riutilizzabilità nella produzione
- **Nanotubi di carbonio:** possiedono un'elevata resistenza alla trazione e una notevole stabilità meccanica e termica.
- **Nanosheet:** consente il rilevamento di composti utilizzando nanoparticelle metalliche immobilizzate sulla sua struttura.

La ricerca di fonti di energia alternative per sostituire i combustibili fossili non rinnovabili, sempre in via di esaurimento, ha aperto la strada all'esplorazione di biomasse vegetali e algali per la produzione di bioetanolo. Per superare gli ostacoli dovuti l'aumento dei costi di produzione e ai progressi tecnologici, la nanotecnologia e i nanomateriali sviluppati da questa potrebbero essere di enorme aiuto per la produzione sostenibile di bioetanolo. La nanotecnologia infatti consente la possibilità di riutilizzare molti nanomateriali e una maggiore stabilità nel processo di produzione di bioetanolo.

In futuro questi progressi potrebbero aprire nuove strade nella produzione sostenibile di bioetanolo



- Global fuel ethanol production by country/region and year. Source:... | Download Scientific Diagram (researchgate.net)
- https://amslaurea.unibo.it/
- La cellulosa: Struttura e funzioni – Scienze della materia (wordpress.com)
- -I principali zuccheri monomeri costituenti dell'emicellulosa | Download Scientific Diagram (researchgate.net)
- Biocombustibili e miti da sfatare (staffettaonline.com)
- La distillazione frazionata, cos'è e come funziona - Andrea Minini
- "Advanced Biofuel Technology" Jay J. Cheng, Govinda R. Timilsina
- "Green Nanotechnology for Biofuel Production" Neha Srivastava, Manish Srivastava, Himanshu Pandey, P.K Mishra, Pramond W. Ramteke
- TITLE (wemakers.eu)
- I Nanotubi di Carbonio cosa sono? E cosa rappresentano per il futuro? | SempliceMenteScienza (wordpress.com)
- Fast and efficient nanoshear hybrid alkaline pretreatment of corn stover for biofuel and materials production – ScienceDirect
- GRAFENE - antonafp (google.com)