

Biomasse e bioproduzioni

Biomasse includono tutti i prodotti organici derivanti dall'attività biologica degli animali e dell'uomo inclusi i rifiuti urbani

Biomassa di origine vegetale, sia di origine naturale che proveniente da coltivazioni e che non ha subito nessun trattamento o condizionamento chimico.

Biomasse vegetali: legnose e non legnose

Fonti di biomasse vegetali: aree boschive naturali, tra cui le foreste, le aree boschive oggetto di selvicoltura, le coltivazioni agroindustriali ed agricole con i loro residui (es. paglia, steli e foglie), i residui processati, sottoprodotti, che derivano dalla conversione agroindustriale o dalla lavorazione di coltivazioni.



Le biomasse hanno utilizzi che vanno oltre il semplice consumo energetico, fornendo cibo, foraggio, materiali da costruzione e recinzione, medicinali ecc. Inoltre la biomassa utilizzata a fini energetici non deriva da piantagioni dedicate, ma molte volte è quello che resta al termine di un lungo processo di trasformazione

MISURAZIONE DELLE BIOMASSE

Se la biomassa è rinnovabile, la sua produzione annuale è un fattore chiave per la stima.

Gli accrescimenti possono includere tutta la biomassa raccolta nell'area ed essere espressi nel modo seguente:

1. accrescimento corrente annuo: la biomassa totale prodotta in un anno che per le piante annuali coincide con la produzione dell'anno; mentre per le piante perenni varia su base stagionale e delle condizioni di crescita, pertanto andrebbe calcolata la media delle rilevazioni effettuate su più anni nello stesso periodo;
2. accrescimento medio annuo: il totale della biomassa prodotta in una certa area, diviso per il numero degli anni necessari per produrla. AMA rappresenta una media dell'accrescimento

USO ENERGETICO DELLE BIOMASSE

- Il continuo uso dei combustibili derivati da materiale fossile non è sostenibile in quanto: 1) costituiscono risorse finite 2) la loro combustione porta ad un aumento di emissioni di gas serra, anidride carbonica, anidride solforosa e ossidi di azoto, incidendo sull'inquinamento ambientale.
- Nel 2030 di almeno 60% di energia in più di quella attualmente disponibile.
- **UTILIZZO DI PIU' FONTI ENERGETICHE**
- Energia solare, Eolica e biocarburanti.



Il termine **bioenergia** si riferisce all'energia rinnovabile ottenuta da fonti biologiche che può essere utilizzata per il riscaldamento, l'elettricità e i combustibili. La bioenergia dovrebbe in futuro svolgere un ruolo essenziale nel raggiungere l'obiettivo di sostituire i carburanti prodotti con il petrolio e nel ridurre nel lungo-termine le emissioni di CO₂, svolgendo un ruolo chiave nella diminuzione dei cambiamenti climatici. Tutto ciò sarà possibile se verranno considerati molto attentamente sia la sostenibilità ambientale che lo sviluppo economico. Per ottenere una bioenergia sostenibile devono essere considerate le potenzialità delle diverse specie

La produzione di energia da biomasse è efficiente????

Bisogna considerare i seguenti indici: 1. NEV (net energy value) della biomassa: differenza tra l'energia prodotta dal biocarburante e quella utilizzata per la produzione.

2. Bilancio del C, conosciuto come bilancio della CO₂, calcolato come: CO₂ emessa (dalla produzione della biomassa e utilizzazione) – CO₂ fissata (nella biomassa), che dovrà essere negativo per avere la produzione di biocarburanti sostenibile dal punto di vista ambientale

Tabella 9.1 Vantaggi e svantaggi dell'utilizzo delle biomasse vegetali per la produzione di biocarburanti

Vantaggi	Svantaggi
Produzione a diverse latitudini e climi	Utilizzo di terreni destinati alla produzione di cibo
Possibilità di sostituzione rapida delle energie fossili utilizzando le esistenti infrastrutture tecnologiche	Utilizzo di piante d'interesse agrario e competizione con il mercato agroalimentare
Basso impatto ambientale: contenuto di zolfo pressoché nullo e dunque mancata produzione dei relativi ossidi (responsabili delle piogge acide)	La produzione di biomassa può variare secondo l'andamento stagionale
Basso impatto ambientale: la produzione di CO ₂ è notevolmente inferiore a quella prodotta da combustibili fossili	
Biodegradabilità e difficile autoinfiammabilità, creando minori problemi per il trasporto e lo stoccaggio	

PRODUZIONE DI BIOCARBURANTI

- Le più utilizzate sono le biomasse di piante di interesse alimentare (esempio mais, soia, canna da zucchero, girasole, colza ecc.). per cercare di diminuire l'uso delle biomasse derivate da specie d'interesse alimentare alcune altre colture sono dedicate alla bioenergia, come il miscanto (*Miscanthus x giganteus*, *Miscanthus sacchariflorus*), l'erba canaria (*Phalaris arundinacea*) e il panico verga (*Panicum virgatum*)
- Tutte Poaceae.



Le biomasse possono essere convertite in energia mediante **combustione diretta**, **processi biologici** e **biocarburanti**

COMBUSTIONE DIRETTA: trasformazione diretta dell'energia chimica contenuta nel materiale ligno-cellulosico in energia termica; tale processo avviene attualmente in bruciatori che regolano la quantità di combustibile e quella dell'aria che serve per ossidarlo, consentendo un miglior rendimento termico e un maggior controllo delle emissioni.

I PROCESSI BIOLOGICI comprendono le trasformazioni biochimiche ottenute mediante l'utilizzo di microrganismi che degradano le sostanze organiche, trasformandole, a seconda della natura del substrato, in composti semplici come anidride carbonica, acqua, azoto, metano ecc.

I BIOCARBURANTI possono basarsi su principi diversi, dall'utilizzo della componente oleosa alla produzione di etanolo attraverso processi di fermentazione, infatti, anche se in un materiale ligno-cellulosico può apparire scarsa la presenza di zuccheri fermentabili, in realtà tali zuccheri possono essere liberati dalla degradazione della cellulosa

Bioetanolo, biodiesel e biogas sono i tre maggiori prodotti bioenergetici.

Possono essere utilizzati come carburanti per il trasporto, l'etanolo è importante per la produzione di materia grezza per l'industria chimica

BIOMASSE PER LA PRODUZIONE DI BIOCARBURANTI

Tabella 9.2 Caratteristiche dei diversi biocarburanti ottenuti dalle biomasse vegetali

Generazione	Fonte	Prodotti
Prima	Semi	Bioetanolo
	Semi oleaginosi, oli recuperati	Biodiesel
Seconda	Biomassa ligno-cellulosica (bagassa, paglia, residui di piante forestali)	Bioetanolo
Terza	Microalghe	Biodiesel
Quarta	Microalghe, ingegneria metabolica	Biodiesel



Le alghe possono essere coltivate ovunque, all'aperto in laghetti, in foto-bioreattori e sistemi chiusi, non competendo per l'utilizzo di terreni agricoli con le piante di interesse alimentare. Ognuno di questi sistemi presenta dei vantaggi e degli svantaggi. La crescita in bioreattore richiede meno acqua e fornisce una migliore qualità della biomassa, ma può presentare problemi di scalabilità e maggiori costi di produzione.

Varie finalità nella coltura delle alghe: Le alghe possono crescere anche in acque reflue o saline, pertanto collocando l'impianto di coltivazione allo sbocco di reflui (ovvero le acque di scarico provenienti da impianti industriali, da coltivazioni agricole sottoposte a concimazione chimica e da aziende di allevamento del bestiame), è possibile ottenere la depurazione delle acque tramite le attività metaboliche delle alghe (biorisanamento o biorimediazione). Alla fine del processo la biomassa algale potrà essere utilizzata per la produzione di biocarburante.

Oltre alla produzione di biocarburanti (biodiesel, bioetanolo, bio-olio, bioidrogeno e biometano ottenuti mediante metodi termochimici e biochimici), a seconda della specie di microalghe, diversi composti possono essere estratti per un utilizzo industriale: lipidi, acidi grassi polinsaturi, carboidrati, pigmenti, antiossidanti e composti bioattivi.

L'ingegneria metabolica delle alghe rappresenta la base dei biocarburanti di quarta generazione. L'utilizzo del DNA ricombinante, insieme ad altre tecniche di bioingegneria per modificare direttamente il metabolismo cellulare, permette un miglioramento delle strategie metaboliche (metabolic engineering) per le applicazioni commerciali delle microalghe

Le strategie metaboliche si basano sul cambiamento delle condizioni di crescita delle colture, in quanto le alghe rispondono agli stress ambientali (esempio carenza di nutrienti, cambiamenti di temperatura ecc.) riprogrammando il metabolismo per rispondere ed adattarsi agli stress. Questi ultimi sono stati utilizzati con successo per aumentare la concentrazione di lipidi cellulari durante la crescita in diverse specie di Chlorella, Botryococcus, Isochrysis, Dunaliella e Spirulina



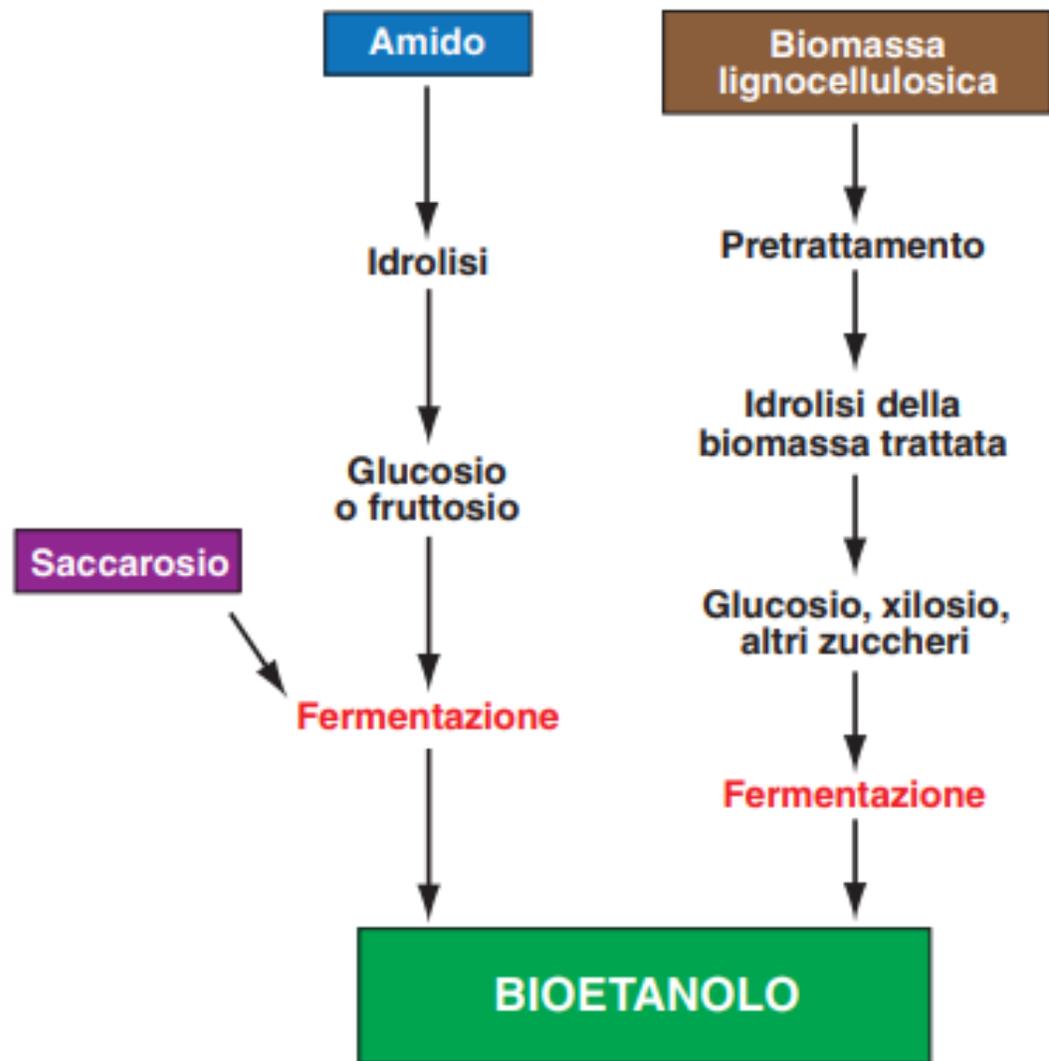


Figura 9.2 Trattamenti necessari per ottenere la produzione di bioetanolo da amido, saccarosio e materiale lignocellulosico.

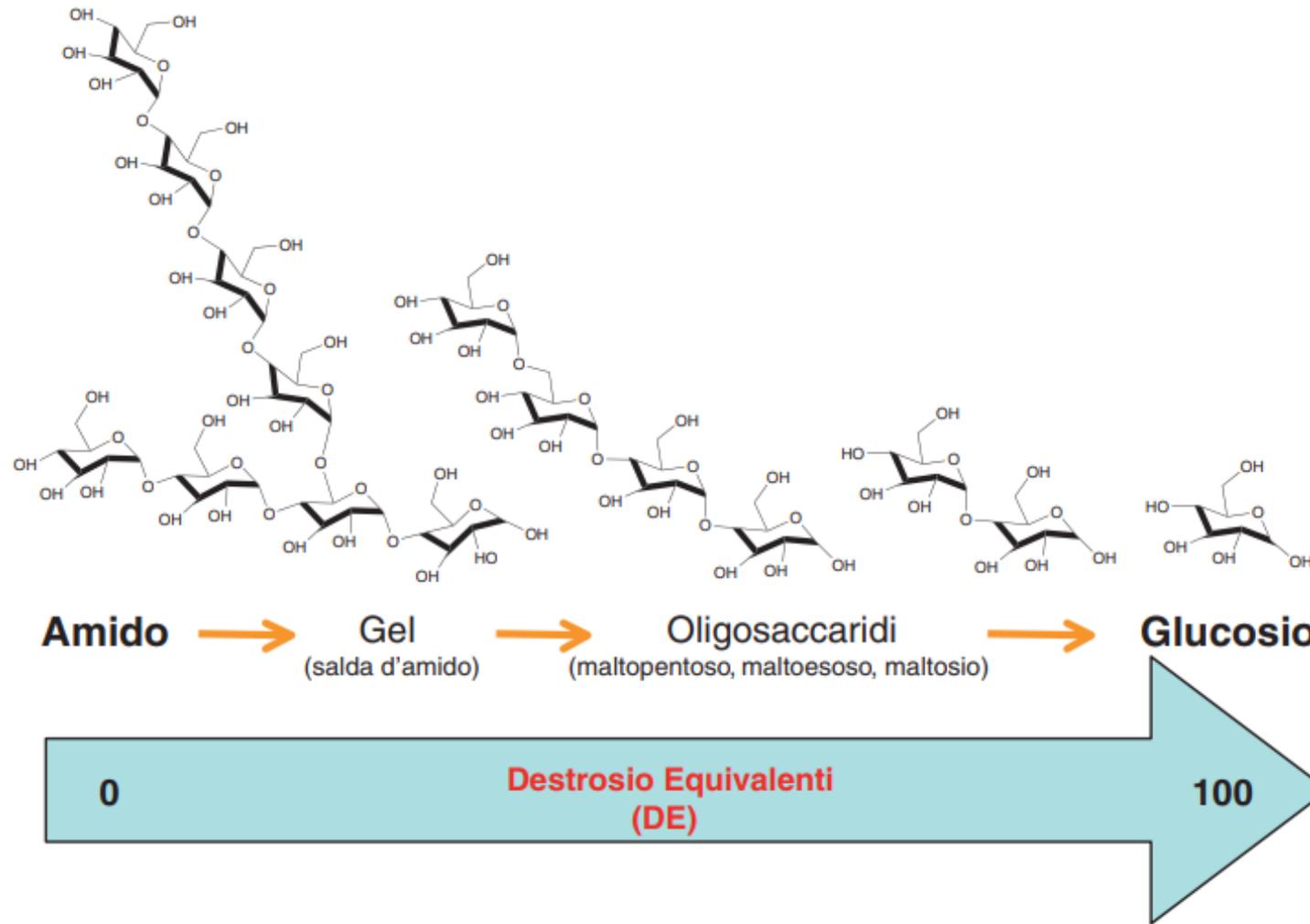


Figura 9.3 Progressione del valore di Destrosio Equivalenti (DE) durante il processo di saccharificazione dell'amido.

Dalla biomassa vegetale può anche essere ottenuto **metanolo**, ma devono essere utilizzati metodi che aumentano i costi di produzione, come la distillazione ad alta pressione del legno duro ad una temperatura di circa 250°C, un processo ad alta intensità energetica.

Il metanolo presenta dei vantaggi rispetto al metano, in quanto, essendo liquido, è più facile da usare per le automobili. Tuttavia, la sua produzione e il suo utilizzo presentano diversi lati negativi, poiché esso ha una più bassa efficienza, un più alto potenziale di emissioni di CO₂ e una maggiore tossicità

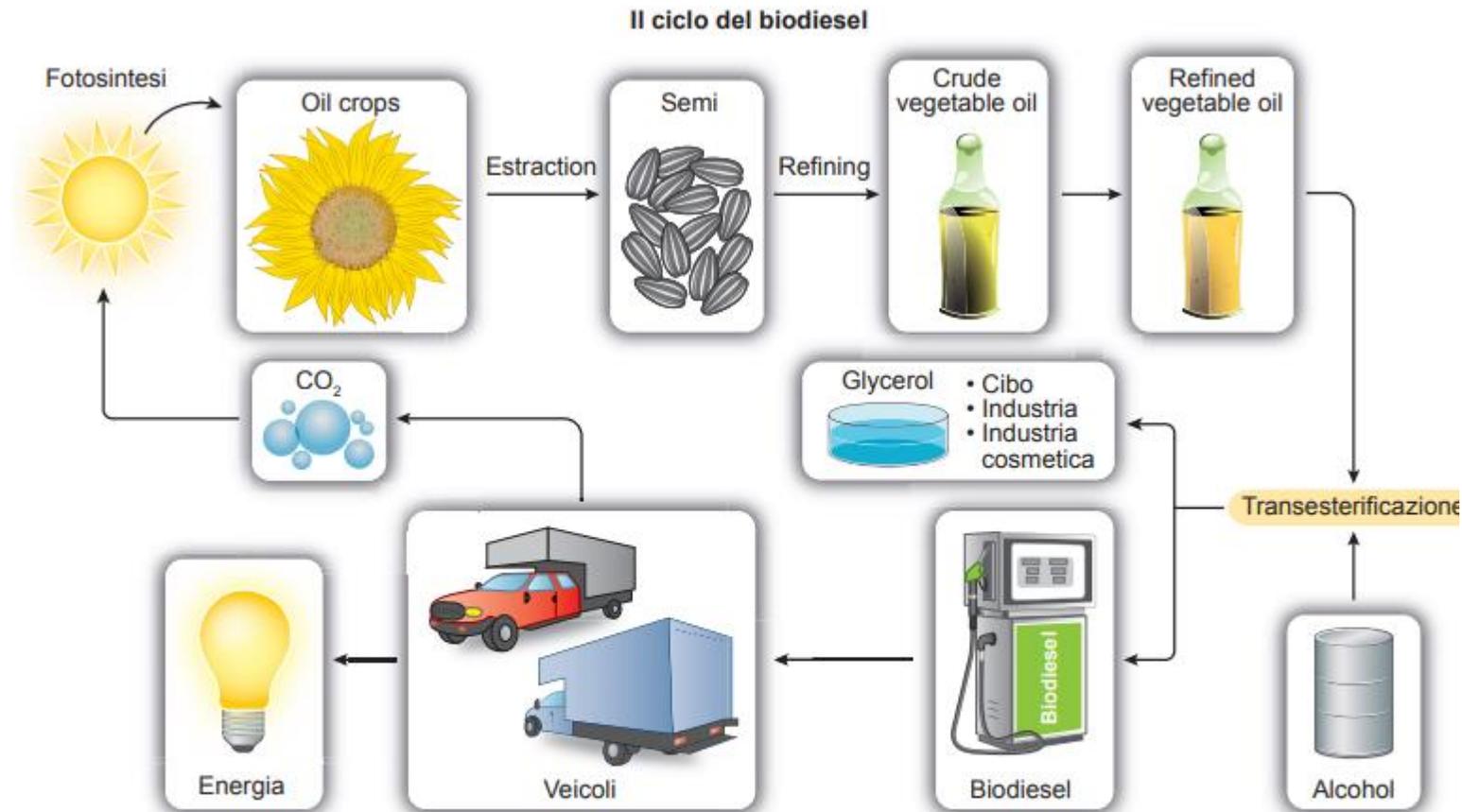


Figura 9.4 Produzione di biodiesel da oli vegetali prodotti in piante oleaginose.

L'olio vegetale puro (OVP detto) è l'olio ottenuto dai semi di piante oleaginose. Il bilancio energetico degli OVP, cioè il rapporto tra output energetico disponibile e l'input energetico immesso, varia tra 3:1 a 5:1, in quanto le lavorazioni necessarie alla preparazione del combustibile sono limitate, con una buona possibilità di riduzione dei gas serra, secondo alcuni autori superiore all'80% rispetto all'uso del combustibile diesel. OVP può essere impiegato in motori e turbine, nell'alimentazione di generatori di piccola scala (motori a gasolio o microturbine).

Colza, girasole, soia, palma (competizione dei suoli per colture di interesse agronomico), alternativa è la coltura di microalghe

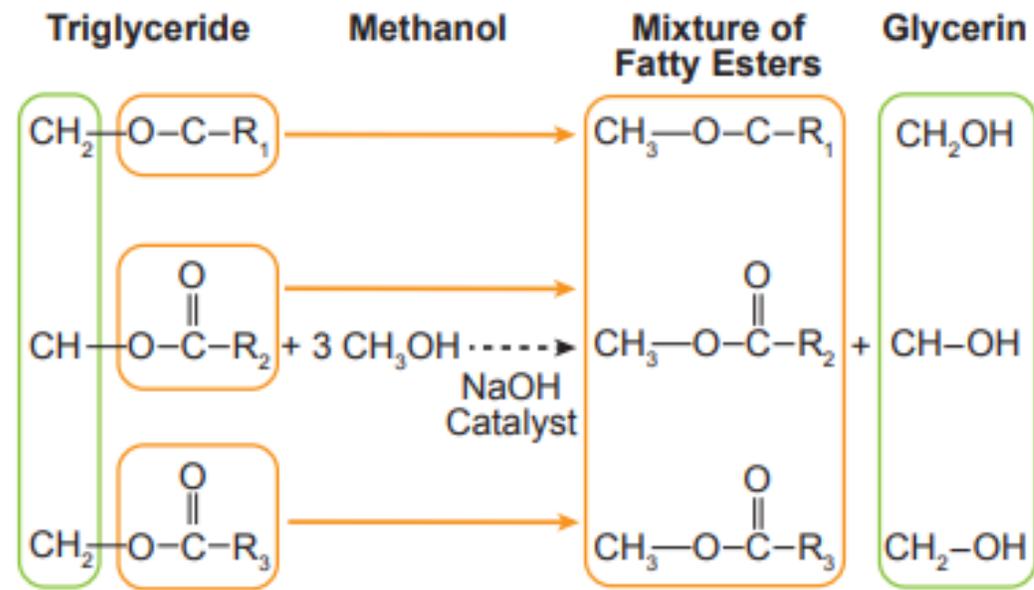


Figura 9.5 Il processo di transesterificazione.

Il biodiesel è un combustibile ottenuto miscelando olio vegetale con alcol metilico (o etilico). È un prodotto di mercato molto appetibile per il basso impatto ambientale e la semplicità delle tecnologie per la sua lavorazione e utilizzazione. Gli oli vegetali sono ottenuti dalla spremitura di piante oleaginose (soia, colza, girasole, ecc.), il cui prodotto di scarto può essere impiegato come alimento per il bestiame. Il motore diesel, deve il nome al suo inventore Rudolf Diesel, che fu il primo a dimostrare la possibilità di ottenere biodiesel da una varietà di piante coltivate. Il suo era un motore termico alimentato inizialmente con olio di arachidi. Oggi non è più possibile utilizzare oli vegetali puri, in quanto la loro densità risulta troppo elevata per il buon funzionamento dei moderni diesel. È necessario quindi diluirli o con il comune gasolio, o con alcol metilico (o etilico), attivando un processo di transesterificazione in grado di fornire una densità adeguata. Attualmente, la transesterificazione degli oli (trigliceridi) con alcoli è il metodo più sviluppato e promettente per la produzione di biodiesel, che produce glicerina come sottoprodotto (by-product)

Produzione di biogas

Il biogas è una miscela di metano e biossido di carbonio e costituisce il più importante carburante gassoso ottenuto da biomassa. Alla base del processo produttivo c'è una digestione enzimatica in anaerobiosi da parte di batteri, il substrato è costituito da una miscela di letame e altri materiali vegetali uniti ad acqua. Il biogas può essere utilizzato negli ambiti domestici, artigianali ed industriali.

Utilizzo dei depositi di rifiuti per la produzione di fertilizzante ed energia. Sono diversi i paesi che hanno già sviluppato programmi per la produzione di biogas, tra cui Cina, India, Danimarca. Il vantaggio dell'utilizzo del biogas è dato dal fatto che può sfruttare le reti di distribuzione del gas naturale e sostituire quest'ultimo nei diversi usi energetici. Lo svantaggio è dovuto al suo basso potere calorifico; per il momento il suo utilizzo è nei motori a combustione interna per la generazione di elettricità.

“cibo vs carburante”

Una varietà altamente produttiva (50 ton/ha) che ha un'alta efficienza di conversione (75%) richiederebbe circa 100 milioni di ha per sostituire un'equivalente quantità di petrolio, da ciò si desume che piante meno produttive o convertibili richiederebbero una maggiore quantità di terreno.

La canna da zucchero e le specie correlate (*Saccharum*, *Miscanthus* e *Erianthus* spp.) sono le piante con la più alta produttività identificate al momento; secondo alcune stime la prima può produrre più di 100 ton di materia secca/ha/anno. Le opzioni riguardanti le biomasse legnose includono pioppo e salice con potenziali produttivi di circa 15 ton/ha/anno; le specie di *Eucalyptus* possono produrre più di 100 ton/ha/anno, comparabili alle migliori piante erbacee come la canna da zucchero. Pioppo ed eucalipto rappresentano le piante legnose modello come fonti per la bioenergia, mentre mais e sorgo tra le piante erbacee.

BIOPRODUZIONE DI POLIMERI

“biotecnologie bianche”

Derivati plastici del petrolio hanno cominciato a rappresentare un problema ambientale e ad avere costi sempre più elevati di produzione e smaltimento, riportando alla ribalta le capacità naturali degli organismi nel produrre polimeri. Un grande obiettivo della biotecnologia bianca è la produzione di **plastiche biodegradabili**. Gli sforzi in tal senso si sono concentrati soprattutto nello studio dei PHA (poliesteri di 3-idrossiacidi) perché naturalmente prodotti da diversi batteri. Per esempio, il batterio *Ralstonia eutropha* arriva ad accumulare PHB (poli-3-idrossi-butirrato, il più abbondante dei PHA) fino a costituire l'85% del suo peso secco. Purtroppo, nonostante l'efficienza sia sorprendente, i costi della fermentazione sono comunque elevatissimi (5-10 volte superiori alle plastiche convenzionali derivate dal petrolio). La Dupont (l'azienda che ha inventato il nylon) ha studiato per lungo tempo un nuovo polimero polisaccaridico prodotto in mais, adatto al confezionamento di tessuti per abbigliamento. Si tratta del 1-3-propanediolo (PDO). Estratto dall'amido del mais, è stato registrato come “Sorona®”.

Un campo applicativo per l'utilizzo dei biopolimeri è l'agricoltura, in cui i film (teli) di plastica per la pacciamatura (plastic mulch films) vengono molto utilizzati per la produzione di piante coltivate allo scopo di modificare le temperature del suolo e conservarne l'umidità. Il polietilene (PE) a bassa densità è il polimero più usato perché poco costoso, facilmente utilizzabile, di lunga durata e flessibilità. Tuttavia, non è biodegradabile, per cui il suo vasto utilizzo rappresenta un serio rischio di contaminazione ambientale.

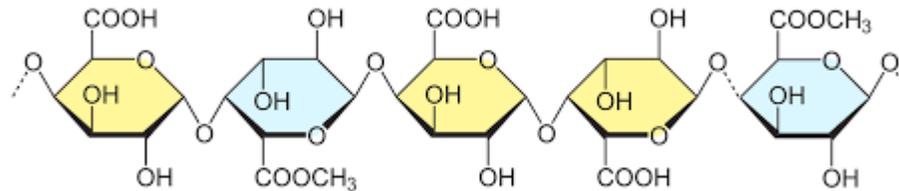
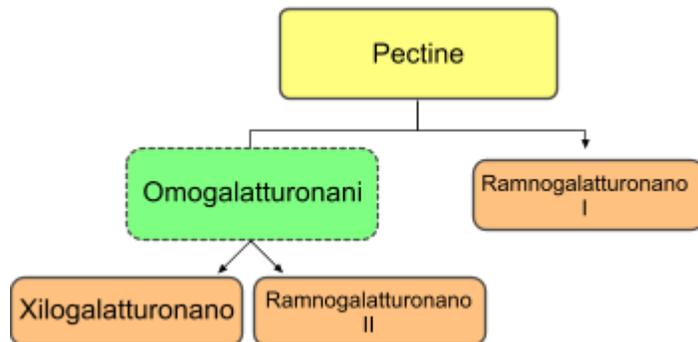
BIOTECNOLOGIE ROSSE

“Biotecnologie rosse” Fino ad oggi, numerosi composti vegetali sono stati caratterizzati nel dettaglio per la loro valenza terapeutica, ma solo alcuni sono riproducibili per sintesi chimica. Quest’ultima si rende necessaria quando la fonte naturale non è facilmente reperibile ma le biotecnologie stanno facendo passi da gigante nelle colture in vitro così da aprire un nuovo spazio per la ricerca e per il mercato. Un ulteriore apporto all’applicazione degli organismi vegetali nell’ambito delle biotecnologie rosse è rappresentato dalla sintesi di proteine ricombinanti nelle cellule vegetali, grazie anche allo sviluppo e miglioramento dei protocolli che consentono l’inserimento di sequenze di DNA nel genoma

Le piante rappresentano in questo ambito una prospettiva interessante rispetto all’utilizzo di microorganismi e cellule di mammifero. Dopo la prima espressione di anticorpi ricombinanti nelle piante, ci si è resi conto dei potenziali benefici offerti dalle piattaforme vegetali rispetto alle colture cellulari di mammifero. Sin dai primi anni ’90 sono stati condotti numerosi studi di fattibilità che dimostrano come la produzione di proteine terapeutiche in pianta o colture cellulari vegetali. Il termine inglese *molecular farming* è stato adottato per indicare la produzione di tali proteine in pianta. I fermentatori batterici consentono rese di 100- 200 mg/L con picchi di 6 gr/L, ma il loro uso è limitato dalla scarsa efficienza dei batteri nel dotare le proteine di tutte le modificazioni post-traduzionali necessarie al mantenimento della farmacocinetica.

Materie prime per l'industria alimentare

Alcuni polimeri tipicamente vegetali sono importanti materie prime dell'industria alimentare. Un importante componente della parete cellulare, **le pectine**. Queste sono polisaccaridi complessi che non vengono metabolizzati dal tratto digestivo superiore e sono considerate "fibre dietetiche". Hanno importanti ruoli fisiologici e nel determinare aspetto e consistenza dei cibi. Come molecole, manifestano viscosità, capacità di formare gel e di legare ioni. Per estrarre le pectine, si fa largo uso industriale dei residui della spremitura di mele ed agrumi, della polpa della barbabietola da zucchero, della testa del girasole, fibre della patata, pelle di cipolla, caffè, cacao. L'estrazione industriale si ottiene con acqua calda acidificata. Le condizioni (pH, temperatura, tempo) devono essere ottimizzate per ottenere un prodotto dalle caratteristiche desiderate di gelificazione e grado di metilazione. L'industria delle confetture utilizza pectine estratte industrialmente. Esse formano gel in presenza di alte concentrazioni di zucchero (superiore al 60%).



UTILIZZO DELLE BIOMASSE PER LA DEPURAZIONE

Green biotechnology

Gli effetti tossici e la mobilità dei diversi inquinanti nelle varie matrici ambientali, adottando, dove possibile, trattamenti in situ. Le piante possono essere considerate degli “estrattori” naturali in quanto guidate dall’energia solare hanno la capacità di assorbire acqua e sali minerali dal terreno mediante le radici. È su questa caratteristica che si basa il fitorisanamento (o fitorimedio dall’inglese phytoremediation) e la fitodepurazione, tecnologie ecocompatibili, utili per la salvaguardia ed il recupero dei suoli e delle risorse idriche, e alla depurazione dell’aria.

In italiano, fitorisanamento e fitodepurazione vengono molte volte considerati sinonimi, ma in realtà il primo riguarda la depurazione dei suoli e dell’aria, mentre la fitodepurazione si riferisce più specificamente alla decontaminazione di acque reflue o di scarico, che possono essere depurate mediante l’utilizzo delle piante, in particolare idrofite, e dei microrganismi. Anche le alghe possono essere utilizzate per la depurazione.

Le piante assorbono l’inquinante e possono accumularlo nelle radici o nel fusto, la biomassa verrà rimossa al termine del trattamento e processata in modo appropriato sulla base del contaminante rimosso.

FITORISANAMENTO

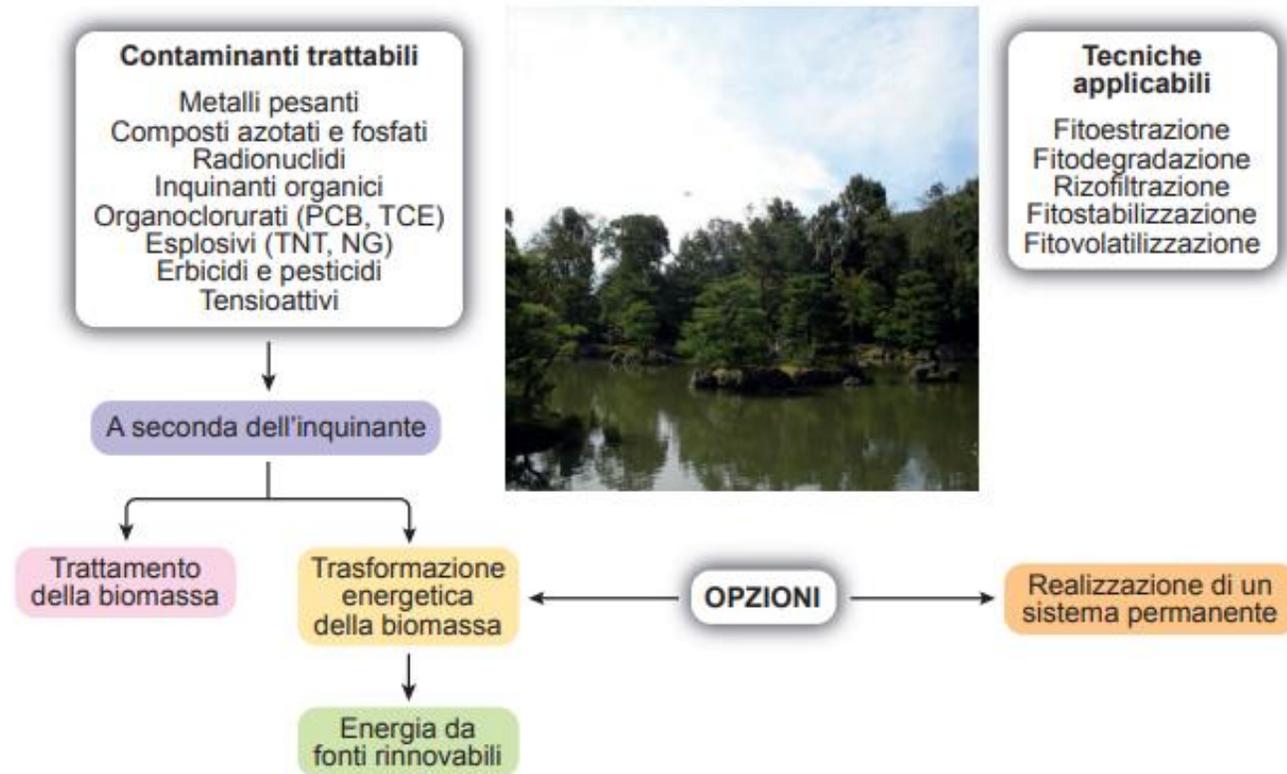


Figura 9.7 Applicazioni del fitorisanamento. Sulla base del tipo di inquinante accumulato e della sua pericolosità, la biomassa raccolta al termine del trattamento verrà considerata come rifiuto speciale (radionuclidi, metalli pesanti), o potrà essere utilizzata come compost (composti azotati e fosfati) o come fonte di energia rinnovabile.

Uva, carciofi, finocchi, melograno: riciclare gli scarti per farne nutraceutici

In Italia nascono diversi progetti di economia circolare che mirano a valorizzare biomolecole attive presenti nell'ortofrutta potenzialmente preziose per la salute.

Dall'economia circolare arrivano principi attivi per la nutraceutica. L'agricoltura italiana si candida a fornire materia prima alle aziende che utilizzano estratti di piante con una formulazione simile a quella farmaceutica, ovvero in compresse, capsule o perle. Uva (processi di vinificazione), finocchi, carciofi, melograno (bucce da succhi di frutta), mele, sono solo alcuni esempi che producono una grande quantità di materiale di scarto (circa il 60% del prodotto). Ma se quello che finora abbiamo considerato un rifiuto si rivelasse la fonte per nuove forme di economia? Se potessimo collocare gli scarti come punto di partenza per una nuova filiera produttiva, capace di generare un mercato del tutto inedito?

“Gli scarti sono un peso e un costo per le aziende agricole”

Gli scarti producono valore aggiunto, sotto forma di una bevanda o di una farina che può essere indirizzata al mondo della trasformazione degli alimenti. Oppure permettono la produzione di nutraceutici, partendo da estratti di piante con una formulazione simile a quella farmaceutica. “Il commercio dello scarto o di un semi-trasformato permette all'agricoltore di ottenere un guadagno invece che un costo. Al contempo permettono di trasformare il rifiuto in una risorsa sfruttabile.

Ma oltre agli agricoltori, bisogna convincere il mercato perché il circolo virtuoso si inneschi. “In questo la ricerca chimica e clinica hanno un ruolo fondamentale”. Sebbene il mercato dei nutraceutici abbia toccato un valore pari a 3 miliardi di euro nel nostro Paese, perfino in tempi di pandemia, “è necessaria tutta la parte di ricerca chimica, per stabilire che tipo di molecole si rintracciano negli scarti e in quali quantità.

I residui agricoli, infatti, sono una miniera d'oro. Possono contribuire alla produzione di bioenergia, di combustibili, di elettricità e di calore ma anche di sostanze biochimiche. Le applicazioni complementari degli scarti sono una pratica ben radicata nell'ambito della coltivazione delle viti. Gli agricoltori li usano per fare compost e per ammendare il terreno. Gli scarti della vinificazione: la cosiddetta vinaccia. L'Europa produce ogni anno circa 14,5 milioni di tonnellate di prodotti della vite, come la vinaccia, le foglie, le acque reflue, i gas serra e i rifiuti inorganici.

Dalla vinaccia fermentata si ottiene grappa per distillazione o si estrae alcol etilico da usare come disinfettante. Inoltre dalla vinaccia si estrae anche acido tartarico. Infine, dai vinaccioli che contengono il 15-20% di materia grassa, si ottiene anche un olio adatto alla frittura.

“Alcune sostanze sono note da 30-40 anni, come il resveratrolo. È uno stilbene con una potente azione antiossidante. È possibile recuperarlo dalla vinaccia attraverso processi di estrazione complessi”.

Le proantocianidine da vinaccia non fermentata

Da scarti agroalimentari a prodotti per la salute



ViVita pharma produce dispositivi medici, integratori e dermocosmetici con particolare attenzione alla sostenibilità e all'ambiente

Dagli studi condotti nei laboratori dell'Università Sapienza nasce la startup innovativa ViVita pharma. ViVita, grazie alle elevate competenze scientifiche e manageriali del suo team di soci, ambisce alla ricerca e allo sviluppo di prodotti innovativi di elevata qualità in grado di offrire efficacia e sicurezza. I nostri principi attivi sono estratti da scarti e sottoprodotti vegetali di aziende agro-alimentari, in un'ottica di economia circolare, grazie alla quale gli scarti diventano materia prima per un nuovo ciclo produttivo. I nostri primi prodotti derivano da scarti di lavorazione della vite da cui prende origine il nome

ViVita. Sono indicati per le forme infiammatorie acute e croniche della pelle e delle mucose quali dermatite atopica e seborroica, psoriasi, candidosi vaginale ed altre forme infiammatorie con componente fungina e non (brevetto Sapienza ceduto alla startup).