ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011902006939A1

Publication Date

20130620

Applicant

CO.MA.SE. S.R.L.

Title

PROCEDIMENTO DI PRODUZIONE DI BIOLIQUIDI O BIOCARBURANTI

Front page automatically generated by WIPO

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:
"Procedimento di produzione di bioliquidi o biocarburanti"
Di: CO.MA.SE. S.r.l., nazionalità italiana, Strada Statale 231, 80/D, 12069 Santa Vittoria d'Alba (CN), Italia
Inventori designati: Lorenzo LASTELLA, Giovanni BASILE
Depositata il: 20 dicembre 2011

***

TESTO DELLA DESCRIZIONE

CAMPO DELL'INVENZIONE

La presente descrizione concerne un procedimento per la produzione di bioliquidi o biocarburanti.

SFONDO TECNOLOGICO

I bioliquidi sono combustibili liquidi che trovano applicazione nella produzione, ad esempio, di energia elettrica e di calore, mentre i biocarburanti sono utilizzati nel settore dei trasporti.

Tali biocombustibili sono prodotti a partire da una biomassa ovvero dalla frazione biodegradabile di prodotti, rifiuti e residui di origine biologica (vegetali ed animali) provenienti prevalentemente dall'agricoltura, dalla silvicoltura, dalle attività industriali. Con il termine biomassa si intende inoltre la porzione biodegradabile di rifiuti urbani.

L'olio vegetale, ad esempio, è un combustibile liquido ottenuto mediante spremitura e/o estrazione chimica di semi di piante oleaginose (ad esempio la soia, la palma, il girasole). Oltre all'alimentazione umana, l'olio vegetale è utilizzato come bioliquido in motori statici per la produzione energetica.

Sottoponendo l'olio vegetale ad un processo di trans-

esterificazione si ottiene un prodotto, definito come biodiesel, che può essere utilizzato, ad esempio, per l'alimentazione di motori nel settore del trasporto. La trans-esterificazione è una reazione chimica il cui principale risultato è la modificazione delle molecole di trigliceridi mediante alcol in presenza di catalizzatore, con formazione di un estere mono-alchile (biodiesel) e glicerolo grezzo.

Il biodiesel così prodotto trova principalmente applicazione come carburante nei trasporti e come combustibile nella produzione di energia elettrica e di calore.

Il bioetanolo è un biocarburante liquido derivato dalla fermentazione di biomassa vegetale ad alto contenuto di zucchero (ad esempio canna, barbabietola, sorgo dolce) e di amido (ad esempio granoturco, frumento, orzo, riso). Il bioetanolo può essere utilizzato per la produzione di energia elettrica e di calore e come componente delle benzine (in questo caso trova applicazione nel settore dei trasporti).

L'aumento di superfici agricole destinate a coltivazioni di piante per la produzione di bioliquidi/biocarburanti e quindi non per scopi alimentari origina inevitabilmente controversie.

La soluzione spesso adottata è quella di importare l'olio, con costi di approvvigionamento molto elevati, da paesi quali il Sud America, l'India, il Sud-est Asiatico e l'Africa ovvero paesi che basano la loro economia sul settore primario.

Tuttavia, questa soluzione è anch'essa molto discutibile in quanto presenta lo svantaggio di sottrarre - per la produzione di bioliquido o biocarburante - notevoli

risorse vegetali che potrebbero essere destinate all'alimentazione ed alla sopravvivenza delle classi sociali meno abbienti delle popolazioni locali.

L'identificazione di biomasse non provenienti da colture dedicate e di tipo non alimentare riveste dunque una importanza fondamentale.

Ad esempio, per ovviare ai suddetti svantaggi, vengono impiegati materiali non alimentari quali biomasse lignocellulosiche, anche di risulta dalle attività agro-industriale e forestali, per la produzione di bioliquidi/biocarburanti (come descritto ad esempio nei documenti brevettuali WO-A-2011/073781, WO-A-2010/069516 e WO-A-2010/053681).

Tuttavia, la produzione di bioliquidi/biocarburanti a partire da biomasse lignocellulosiche presenta evidenti svantaggi quali la necessità di utilizzare procedimenti di produzione complessi e costosi e l'ottenimento di prodotti con caratteristiche che li rendono difficilmente utilizzabili.

Ad esempio, l'olio ottenuto da materiale lignocellulosico sottoposto a pirolisi (un procedimento di decomposizione termochimica di materiali organici) presenta lo svantaggio di possedere elevata acidità e viscosità, scorie solide e alto contenuto in acqua e di essere dotato di un limitato potere calorifico.

La ricerca industriale e lo sviluppo sperimentale in questo campo hanno permesso di identificare nelle biomasse microbiche una valida alternativa alle biomasse di origine vegetale per la produzione di bioliquidi o biocarburanti.

I lieviti, e più in generale i funghi, rappresentano un gruppo di microrganismi utilizzati per la produzione di bioliquidi o biocarburanti.

Il documento brevettuale WO-A-2011/051977 descrive un procedimento per la produzione di biodiesel a partire da un lievito del genere *Pichia*. Nello specifico, il documento descrive un procedimento di estrazione di olio a partire da una biomassa costituita da tale lievito mediante centrifugazione, omogeneizzazione ed estrazione con solventi. L'olio così ottenuto viene successivamente sottoposto ad un procedimento di trans-esterificazione per l'ottenimento di biodiesel.

Tale procedimento è complesso e svantaggioso in termini economici in quanto richiede una pluralità di impianti – molto costosi - necessari per condurre le diverse fasi del procedimento stesso.

WO-A-2008/134836 concerne la produzione di biocarburanti da biomasse microbiche di lieviti e funghi mediante estrazione degli oli contenuti in tali microrganismi. La produzione della fase oleosa ha luogo attuando il procedimento denominato "direct thermopressurized liquefaction" (ELDT). Questo procedimento di estrazione prevede l'impiego di solventi e catalizzatori ed è condotto ad una temperatura compresa tra 120 e 400°C ed a una pressione compresa tra 1 MPa e 5 MPa.

Il procedimento ivi descritto presenta, anch'esso, condizioni operative che richiedono impianti complessi e costosi. Inoltre, l'utilizzo di solventi e catalizzatori concorre ad aumentare il costo di produzione del biocarburante.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Tenendo in considerazione queste premesse, è quindi sentita la necessità di soluzioni migliorative, più efficaci che consentano di produrre bioliquidi o

biocarburanti in condizioni di processo ed economiche più vantaggiose rispetto a quanto fatto finora.

In accordo con l'invenzione, il suddetto scopo è ottenuto grazie alla soluzione specificatamente richiamata nelle rivendicazioni allegate, che costituiscono parte integrale della presente descrizione.

La presente descrizione concerne un procedimento per la produzione di un bioliquido o biocarburante che comprende le seguenti operazioni:

i) provvedere una biomassa di funghi, preferibilmente lieviti (3a; 3b; 3c);

ii) sottoporre la biomassa (3a; 3b; 3c) a liquefazione meccanica (10) ottenendo una fase solida ed una prima fase gassosa;

iii) sottoporre la prima fase gassosa a condensazione (13) ottenendo il bioliquido o biocarburante ed una seconda fase gassosa.

I risultati riportati nel seguito mostrano che il procedimento qui descritto consente di produrre un bioliquido o biocarburante con caratteristiche di acidità e viscosità inferiori e con potere calorifico nettamente superiore rispetto ai bioliquidi o biocarburanti ottenuti da biomasse lignocellulosiche.

Inoltre, il procedimento descritto permette di ottenere bioliquidi o biocarburanti a costi notevolmente ridotti rispetto a quelli richiesti per la produzione di bioliquidi o biocarburanti ottenuti con i procedimenti noti nell'arte.

BREVE DESCRIZIONE DELLE FIGURE

L'invenzione verrà ora descritta in modo dettagliato, a titolo di esempio non limitativo, con riferimento alla

figura allegata, in cui:

- **Figura 1:** Rappresentazione schematica di una forma di attuazione del procedimento per la produzione di bioliquidi o biocarburanti oggetto della presente descrizione.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DI ALCUNE FORME DI REALIZZAZIONE

L'invenzione verrà ora descritta in modo dettagliato, a titolo di esempio non limitativo, con riferimento ad un procedimento per la produzione di bioliquidi/biocarburanti.

Nella seguente descrizione, sono presentati numerosi dettagli specifici per fornire una comprensione completa delle forme di realizzazione. Le forme di realizzazione possono essere attuate in pratica senza uno o più dei dettagli specifici, o con altri procedimenti, componenti, materiali, ecc. In altri casi, strutture, materiali od operazioni ben noti non sono mostrati o descritti in dettaglio per evitare di oscurare certi aspetti delle forme di realizzazione.

In tutta la presente specificazione, il riferimento ad "una forma di realizzazione" o "forma di realizzazione" significa che una particolare configurazione, struttura, o caratteristica descritta in connessione con la forma di realizzazione è inclusa in almeno una forma di realizzazione. Quindi, la comparsa delle frasi "in una forma di realizzazione" o "in una certa forma di realizzazione" in vari siti nell'intera presente specificazione non fa necessariamente riferimento alla stessa forma di realizzazione. Inoltre, le particolari configurazioni, strutture, o caratteristiche possono essere combinate in qualsiasi modo adatto in una o più forme di realizzazione.

Le intestazioni qui presentate servono semplicemente per convenienza e non interpretano lo scopo o il significato delle forme di realizzazione.

La presente descrizione concerne un procedimento di produzione di un bioliquido o biocarburante che comprende le seguenti operazioni:

iv) provvedere una biomassa di funghi, preferibilmente lieviti (3a; 3b; 3c);

v) sottoporre detta biomassa (3a; 3b; 3c) a liquefazione meccanica (10) ottenendo una fase solida ed una prima fase gassosa;

vi) sottoporre detta prima fase gassosa a condensazione (13) ottenendo detto bioliquido o biocarburante ed una seconda fase gassosa.

Ai fini della presente descrizione i termini "bioliquido" e "biocarburante" sono considerati sinonimi, indipendentemente dai significati attribuiti a tali termini dalle normative vigenti, nazionali ed estere, concernenti i bioliquidi ed i biocarburanti.

La biomassa di lieviti/funghi è caratterizzata da un'elevata percentuale di carbonio (superiore al 50% in peso della stessa) e non contiene lignina.

La presente descrizione dimostra che, grazie a tali caratteristiche, la biomassa di lieviti/funghi è un materiale ottimale da sottoporre ad un procedimento di liquefazione meccanica per la produzione di bioliquidi/biocarburanti.

Al contrario, materiali lignocellulosici sottoposti a liquefazione meccanica - oltre a necessitare ulteriori operazioni di lavorazione del materiale lignocellulosico prima di essere sottoposti a liquefazione meccanica - determinano la sintesi di un olio caratterizzato da elevata

viscosità e corrosività. Inoltre, quando impiegato in motori statici o per mezzi di trasporto quale carburante, l'elevata viscosità ed acidità dell'olio ottenuto possono causare sia danneggiamenti al sistema di iniezione sia incrostazioni a parti interne del motore.

I procedimenti impiegati per la crescita di lieviti, e più generalmente di funghi, sono comunemente noti e simili per differenti specie.

I lieviti/funghi che possono essere utilizzati per la produzione di una biomassa da sottoporre a liquefazione meccanica secondo la presente descrizione sono i lieviti impiegati ad esempio per la produzione di birra, etanolo, integratori alimentari per animali, per la panificazione, per la depurazione di acque e di liquami, per la produzione di prodotti che trovano impiego nel settore farmaceutico e nutraceutico.

Il procedimento qui descritto prevede di sottoporre a liquefazione meccanica sia biomasse di lieviti/funghi appositamente prodotte (biomasse primarie) sia residui e/o scarti di produzioni di biomasse di lieviti/funghi per le applicazioni sopra indicate. La biomassa da sottoporre a liquefazione meccanica deve in ogni caso possedere un grado di umidità inferiore al 15-20% in peso, preferibilmente compresa tra il 5 ed il 10% in peso.

Lieviti/funghi comunemente utilizzati per gli scopi suddetti e per la produzione di bioliquido o biocarburante secondo la presente descrizione sono, ad esempio, selezionati tra *Aspergillus (fisheri, fumigatus, nidulas)*, *Candida (utilis, guilhermondi, oleophila, lopotica)*, *Criptococcus terricolus*, *Cladosporium (fulvum, herbarum)*, *Eremothecium ashovi*, *Hansenula (saturnus, ciferrii)*, *Kluyveromyces fragilis*, *Lipomyces starkeyi*, *Phaffia*

rhodozyma, Rhodutorala (glutinis, gracilis), Rhodosporidium toruloides, Saccharomyces cerevisiae, Saccharomyces carisbergengis, Saccharomyces rauxii, Saccharomycopsis lipolytica, Sporidiobolus microsporus, Sporobolymices ruberrimus, Sporidiobolus microspores, Yarrowia lipolytica.

In figura 1 è riportato uno schema di una forma di attuazione del procedimento di produzione di bioliquidi o biocarburanti secondo la presente descrizione.

In una prima forma di attuazione la biomassa microbica primaria è appositamente prodotta 3a; la fase di produzione della biomassa di lieviti e/o funghi avviene all'interno di tank adibiti alla crescita dei microrganismi, quali ad esempio fermentatori. I lieviti/funghi all'interno del fermentatore sono alimentati con nutrienti che vengono preparati e stoccati in tank chiusi in acciaio, dotati di aperture controllate, normalmente sottoposti ad una fase di sterilizzazione con una corrente di vapore. I fermentatori sono dotati di un sistema di aerazione per garantire ai microrganismi, coltivati con i nutrienti opportuni, l'ossigenazione necessaria per la loro crescita e proliferazione. I fermentatori sono corredati di sonde necessarie per la misurazione dei parametri necessari per la crescita dei microrganismi, ovvero sonde per il rilevamento della temperatura, del pH e dell'ossigeno disciolto. E' inoltre presente un sistema per il monitoraggio della quantità del lievito presente nel tank.

In una diversa forma di attuazione, la biomassa microbica 3b deriva da residui e/o scarti di produzioni di biomasse di lieviti/funghi derivanti da procedimenti di depurazione di acque e/o liquami.

L'impiego di una biomassa microbica umida (quale quella proveniente da un fermentatore 3a o quella derivante

da procedimenti di depurazione di acque e/o liquami 3b) prevede una fase di essiccazione 5 della biomassa umida, ossia il passaggio della stessa in un essiccatore. L'essiccatore può essere alimentato ad esempio da un gruppo di cogenerazione.

Nel caso di una biomassa microbica 3c che è già stata essiccata e/o contiene una percentuale di umidità non superiore al 15-20% in peso, preferibilmente tra 5-10%, quale ad esempio una biomassa microbica derivante dalla produzione di pane o birra, questa può essere direttamente alimentata alla fase di liquefazione meccanica 10.

La biomassa di lieviti/funghi da sottoporre al processo di liquefazione meccanica qui descritto presenta inoltre il vantaggio, rispetto alle biomasse lignocellulosiche, di non necessitare di ulteriori fasi di preparazione, quali ad esempio la triturazione.

Indipendentemente dalla sua origine la biomassa di lieviti/funghi è sottoposta ad un processo di liquefazione meccanica 10 in un reattore metallico (ad esempio di tipo auger) dotato di uno o più estrusori o viti senza fine il cui movimento rotatorio determina una frizione della biomassa sugli estrusori stessi e sulle pareti del reattore con conseguente generazione di calore. Gli estrusori o viti senza fine posizionati all'interno del reattore sono ad esempio estrusori ad elica, preferibilmente ma non esclusivamente due, cilindrici o conici, in contro rotazione.

La biomassa trascinata dal movimento e per "frizione" subisce un fenomeno di rottura delle molecole, ovvero al raggiungimento di una determinata temperatura, preferibilmente compresa tra 300 e 350°C, le molecole costituenti la biomassa si riducono e passano in fase

gassosa.

La temperatura e la pressione di "frizione" all'interno del reattore sono regolate dalla velocità di rotazione degli estrusori/viti senza fine e dall'ampiezza degli spazi liberi esistenti tra gli estrusori e le pareti del reattore stesso.

In una forma di attuazione preferita, è possibile alimentare 11 (da una fonte esterna) idrogeno oppure un gas prodotto dall'acqua (mediante, ad esempio, celle elettrolitiche o reattori adronici o sistemi al plasma freddo) durante la fase di liquefazione meccanica 10 per favorire la reazione di idrogenazione della biomassa sottoposta a liquefazione meccanica così da incrementare l'ottenimento di una prima fase gassosa ad alta qualità. Si tenga in ogni caso in conto che – anche in assenza di alimentazione di idrogeno o gas 11 - durante la fase di liquefazione meccanica 10 il trattamento della biomassa per frizione genera di per sé idrogeno.

La biomassa di lieviti/funghi viene immessa nel reattore di liquefazione meccanica mediante coclea o sistema pneumatico, in modo da evitare l'ingresso di aria. La fase di liquefazione meccanica 10 è, infatti, condotta in sostanziale assenza di ossigeno oppure in presenza di una ridotta quantità di ossigeno al fine di evitare la combustione della biomassa.

La temperatura a cui viene condotta la fase di liquefazione meccanica è compresa tra 200 °C e 500 °C, preferibilmente circa 350°C.

Il reattore è scaldato inizialmente mediante piastre elettriche fino a raggiungere la temperatura di esercizio; successivamente la temperatura è mantenuta costante grazie al calore generato dalla frizione della biomassa sugli

estrusori e sulle pareti del reattore stesso.

Il procedimento determina quasi istantaneamente la liquefazione meccanica (decomposizione molecolare) della biomassa di lieviti/funghi con ottenimento di una fase solida ed una prima fase gassosa.

La fase solida è sottoposta da una operazione di estrazione 12 dall'ambiente di reazione, ad esempio mediante una coclea o filtri, mentre la prima fase gassosa è sottoposta ad una operazione di condensazione 13 con ottenimento di un bioliquido o biocarburante ed una seconda fase gassosa.

Il bioliquido o biocarburante così ottenuto è inoltre preferibilmente sottoposto ad una fase di separazione 8 dall'acqua residua di processo.

La seconda fase gassosa ottenuta al termine della fase di condensazione 13 è eventualmente utilizzata, ad esempio, per alimentare 14 un gruppo di cogenerazione per la produzione di energia elettrica ed eventualmente calore necessari per il processo (ad esempio per l'eventuale essiccazione della biomassa microbica primaria). La seconda fase gassosa ottenuta al termine della fase di liquefazione meccanica è normalmente composta da: CO: 33-37%, H_2: 33-37%, CH_4: 28-32%, CO_2: 0,5-1%, N_2: 5-7%.

Il bioliquido o biocarburante (ottenuto al termine della fase di condensazione 13) può opzionalmente essere sottoposto ad uno o più procedimenti di upgrade 9 di eliminazione degli eventuali residui solidi, miglioramento del pH (se acido), aumento del potere calorifico e diminuzione della viscosità.

Tali procedimenti di upgrade 9 possono essere selezionati fra: trattamento con prodotti naturali minerali quali zeoliti al fine di modificare il pH, nanofiltrazione,

passaggio in un reattore a cavitazione per ottenere una semplificazione molecolare (anche detta cold cracking), ossidazione del materiale, miscelazione stabile con acqua mediante cavitazione.

Il residuo solido, denominato carboncino, è utilizzabile come ammendante agricolo oppure può essere ulteriormente trattato, ad esempio con vapore, in un reattore 7 per ottenere carbone attivo con tecnologia nota, oppure ancora pellettizzato.

La Tabella 3 riporta un esempio del contenuto, espresso in percentuale in peso, dei prodotti finali ottenuti al termine del processo di liquefazione meccanica sopra descritto e condotto a valori di temperatura finale del reattore di circa 350°C, con giri variabili da 2500 e 6000 rpm, per un lievito di *Saccharomyces cerevisae* avente una composizione di: proteine 50%, oli e grassi greggi 3%, cellulosa greggia 6%, ceneri 6%, umidità 8%.

Tabella 3

Prodotti	**T finale reattore 350°C**
Seconda fase gassosa	40-50%
Bioliquido/biocarburante	40-50%
Fase solida	5-10%

Il procedimento qui descritto consente la produzione di un bioliquido o biocarburante con pH che, in relazione al materiale di origine ed alla regolazione (velocità estrusori e temperatura), è compreso tra 5 e 7,2.

Il pH del bioliquido o biocarburante ottenuto può inoltre essere variato mediante l'utilizzo di prodotti quali ad esempio zeoliti, carbonato di calcio o carbonato

di ammonio. Il carbonato di calcio o il carbonato di ammonio possono essere inseriti direttamente nel reattore di liquefazione meccanica.

Il potere calorifico del bioliquido o del biocarburante ottenuto è pari a 25-30 MJ/Kg e tale valore può essere incrementato fino a 30-40 MJ/Kg, a seconda del materiale utilizzato e/o della tecnica di upgrade utilizzata.

Il bioliquido o biocarburante ottenuto è caratterizzato da un valore di viscosità a 25°C compreso tra 5 e 200 cSt, preferibilmente pari a circa 10-20 cSt (dato variabile a seconda del materiale utilizzato e del sistema di upgrade utilizzato), un valore che è decisamente inferiore rispetto a quello dei bioliquidi/biocarburanti ottenuti da biomasse lignocellulosiche.

La ridotta viscosità del bioliquido o biocarburante ottenuto mediante il procedimento descritto è determinata sia dalla mancanza di lignina nella biomassa di partenza, sia dalla composizione della biomassa di partenza particolarmente adatta alla operazione di liquefazione meccanica (ossia i lieviti).

Il procedimento descritto permette di ottenere un bioliquido o biocarburante con caratteristiche che ne permettono un uso particolarmente efficace per l'alimentazione di motori diesel, in particolare per la produzione di energia elettrica e di calore (cogenerazione).

Il procedimento di produzione di bioliquidi o biocarburanti oggetto della presente descrizione presenta numerosi vantaggi rispetto ai procedimenti di produzione di bioliquidi o biocarburanti descritti nella tecnica nota.

Il procedimento prevede l'impiego di biomasse non

alimentari i cui costi di produzione sono principalmente rappresentati dai costi dei nutrienti impiegati per la proliferazione dei microrganismi e dalla quota di trasformazione in bioliquido/biocarburante. Gli altri addendi del costo (ad esempio ammortamenti, costi di gestione e di personale) influiscono mediamente nell'ordine del 22-28% del costo totale di produzione.

L'alternativa economicamente più valida per la produzione di bioliquidi/biocarburanti è l'utilizzo di lieviti/funghi residuali o provenienti da attività di bonifica/depurazione.

Nel seguito verrà fornito un esempio, a titolo puramente esemplificativo e non limitativo, di una forma di attuazione del procedimento oggetto della presente descrizione.

Una biomassa microbica 3a di un lievito oleico, *Rhodotorula Glutinis*, è coltivata con i seguenti nutrienti:

- Melasso (precedentemente trattato a vapore a 121 °C per 20 minuti e filtrato a carboni attivi);
- Nitrato di sodio di grado tecnico;
- Solfato di magnesio di grado tecnico.

La quantità di nutriente giornaliera è di 2,5 gr/lt di melasso, 0,1 gr/lt di nitrato di sodio e 0,1 gr/lt di solfato di magnesio. Il lievito così alimentato ha prodotto lipidi nell'ordine del 30% in peso.

Per la verifica delle condizioni di crescita economica è stato definito un parametro, denominato "Fattore di Conversione - FDC", che collega i nutrienti alla produzione di biomassa; tale valore è collegato con un semplice algoritmo matematico al costo dei nutrienti, per ogni tipo di substrato. L'FDC è un dato sperimentale che dipende anche dalle condizioni fisico-ambientali e strutturali di

coltura.

Considerando, poi, una generazione media riscontrata nella liquefazione meccanica in bioliquido o biocarburante del 50% in peso della biomassa, il costo per la produzione di biomassa è dato dalla seguente formula:

$$C_t = ((1000/(FDC \times Q_t)) \sum_{i=1}^{n} Q_i C_i) (1/X)$$

dove:

- C_i = costo nel nutriente i-esimo (da 1 ad n) (euro/Kg)
- Q_i= quantità nutriente i-esimo (gr/lt)
- Q_t = quantità totale di nutrienti (gr/lt)
- P = produzione microrganismo/i (gr/lt di materiale secco)
- C_t = Costo nutrienti in determinate condizioni di crescita per produrre una tonnellata di olio (euro/ton)
- X = quota produzione olio in impianto liquefazione meccanica (0,5 corrisponde al 50%)
- FDC = P/Q_t.

Il costo di produzione della biomassa microbica è inversamente proporzionale al FDC e direttamente proporzionale al costo dei singoli nutrienti, in rapporto alla quota di ognuno nel substrato.

Con l'FDC si ha una indicazione immediata dell'economicità della coltura in esame.

Ad esempio, un FDC pari a 2 rappresenta una conversione di una "quantità di nutrienti" (ad esempio 2,7 gr/lt giorno) per ottenere "due quantità" (circa 5,4 gr/lt

giorno) di biomassa secca.

Continuando nell'esempio, per un ceppo di *Rhodotorula Glutinis* alimentata con melasso opportunamente depurato (150 euro/ton - 2,5 gr/lt) e Sali tecnici (0,8 euro/Kg - 0,2 gr/lt) si ha un C_t di 198 euro, ma con un FDC di 0,5 il C_t diventa 729 euro, che rappresenta un valore non economicamente accettabile. In tali condizioni ritorna economicamente vantaggioso il processo nel caso di melasso a 60 euro/ton e Sali a 0,5 euro/kg con un C_t di 370 euro/ton.

I dati di FDC riscontrati nella crescita di *Rhodotorula Glutinis* sono superiori a 2 (da 2 a 5,9), considerando gli altri addendi al massimo (28%), e l'FDC a 2 con il massimo dei costi nutrienti, si ha un costo del bioliquido o biocarburante di 275 euro/ton, che risulta inferiore ai costi di acquisto dell'olio vegetale crudo (500-800 euro/ton a cui si devono aggiungere i costi di trasformazione) e del costo di produzione del bioetanolo (500-500 euro/ton), dimostrando la validità economica del processo oggetto della presente descrizione.

Si riporta di seguito un esempio di liquefazione meccanica alimentata con lievito tecnico, proveniente dallo scarto della produzione della birra utilizzato per alimentazione animale citato in precedenza (*Saccharomyces cerevisae* avente una composizione media di: proteine 50%, oli e grassi greggi 3%, cellulosa greggia 6%, ceneri 6%, umidità 8%).

Il materiale è fornito in forma secca con granulometria fine e conseguentemente alimentato direttamente mediante coclea alla fase di liquefazione meccanica 10 all'interno del reattore metallico.

Il reattore, preriscaldato a 300 °C, contiene 2

estrusori ad elica che sono fatti ruotare a 5000 rpm.

Al termine della fase di liquefazione meccanica si ottiene una fase solida ed una fase gassosa, quest'ultima sottoposta ad una operazione di condensazione per l'ottenimento di un bioliquido o biocarburante.

Il risultato finale consiste in un bioliquido/biocarburante in una quantità pari al 45% della biomassa in ingresso, una seconda fase gassosa pari al 47% e carboncino pari all'8%.

Il bioliquido ha le seguenti proprietà fisiche:

- Densità a 15 °C: 0,87Kg/lt
- Potere calorifico inferiore: 40 MJ/KG
- Viscosità a 20°C: 4,6 Cst
- Contenuto d'acqua: 0,06 % m/m
- Numero di acidità: 11 mg/KOH/g.

Tali proprietà consentono l'alimentazione del bioliquido/biocarburante in motori diesel a basso numero di giri per la produzione di energia elettrica e calore.

Nel caso di utilizzo di lievito *Rhodotorula Glutinis* con la produzione di bioliquido del 45% in peso, con un FDC di 1,5 al massimo dei costi delle materie in alimentazione e con la somma dei costi ulteriori pari al 28% del costo totale, si ottiene un costo del bioliquido pari a 408 euro/tonnellata, che è conveniente rispetto ad altri metodi noti, oltre a dare garanzia di approvvigionamento continuo, senza porsi in alternativa al food.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la produzione di un bioliquido o biocarburante, detto procedimento comprendendo le seguenti operazioni:

i) provvedere una biomassa di funghi, preferibilmente lieviti (3a; 3b; 3c);

ii) sottoporre detta biomassa (3a; 3b; 3c) a liquefazione meccanica (10) ottenendo una fase solida ed una prima fase gassosa;

iii) sottoporre detta prima fase gassosa a condensazione (13) ottenendo detto bioliquido o biocarburante ed una seconda fase gassosa.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui detta biomassa (3a; 3b) è sottoposta ad un'operazione di essiccazione (5) prima di essere sottoposta a liquefazione meccanica.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, in cui detta biomassa (3a; 3b; 3c) presenta un contenuto di acqua inferiore al 15-20% in peso, preferibilmente compresa tra 5 e 10% in peso.

4. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta operazione di liquefazione meccanica (10) è condotta ad una temperatura compresa tra 200-500 °C, preferibilmente circa 350°C.

5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta operazione di liquefazione meccanica (10) è condotta in assenza di

ossigeno, oppure in presenza di una quantità ridotta di ossigeno tale da evitare una combustione di detta biomassa.

6. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta operazione di liquefazione meccanica (10) è condotta in presenza di idrogeno o gas d'acqua.

7. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto bioliquido o biocarburante è sottoposto ad una fase di estrazione (8) dell'acqua residua.

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto bioliquido o biocarburante è sottoposto ad un procedimento di upgrade (9).

9. Procedimento secondo la rivendicazione 8, in cui detto almeno un procedimento di upgrade (9) è selezionato fra: trattamento con zeoliti, nanofiltrazione, cavitazione, ossidazione, miscelazione stabile con acqua.

10. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto bioliquido o biocarburante presenta un pH compreso tra 5 e 7,2.

11. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto bioliquido o biocarburante presenta un potere calorifico compreso tra 30-40 MJ/Kg.

12. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto bioliquido o biocarburante presenta una viscosità compresa tra 5-200 cSt a 25 °C, preferibilmente circa 20 cSt a 25 °C.

CLAIMS

1. Process for producing a biofuel or bioliquid, the process including the following operations:

i) providing a biomass of fungi, preferably yeasts (3a, 3b, 3c);

ii) subjecting said biomass (3a, 3b, 3c) to mechanical liquefaction (10) obtaining a solid phase and a first gas phase;

i) subjecting said first gas phase to condensation (13) obtaining said bioliquid or biodiesel, and a second gas phase.

2. Process according to claim 1, wherein said biomass (3a, 3b) is subjected to a drying operation (5) before being subjected to mechanical liquefaction.

3. Process according to claim 1 or claim 2, wherein said biomass (3a, 3b, 3c) has a water content lower than 15-20% by weight, preferably between 5 and 10% by weight.

4. Process according to any one of the preceding claims, wherein said operation of mechanical liquefaction (10) is carried out at a temperature between 200-500 °C, preferably about 350 °C.

5. Process according to any one of the preceding claims, wherein said operation of mechanical liquefaction (10) is carried out in absence of oxygen, or in presence of a small amount of oxygen to avoid combustion of said biomass.

6. Process according to any one of the preceding claims, wherein said operation of mechanical liquefaction (10) is carried out in presence of hydrogen or water gas.

7. Process according to any one of the preceding claims, wherein said bioliquid or biofuel is subjected to an extraction operation (8) of residual water.

8. Process according to any one of the preceding claims, wherein said bioliquid or biofuel is subject to an at least one upgrade process (9).

9. Process according to claim 8, wherein said at least one upgrade process (9) is selected from: zeolites treatment, nanofiltration, cavitation, oxidation, water stable mixing.

10. Process according to any one of the preceding claims, wherein said bioliquid or biofuel has a pH between 5 and 7.2.

11. Process according to any one of the preceding claims, wherein said bioliquid or biofuel has a calorific value between 30-40 MJ/kg.

12. Process according to any one of the preceding claims, wherein said bioliquid or biofuel has a viscosity between 5-200 cSt at 25 °C, preferably about 20 cSt at 25 °C.

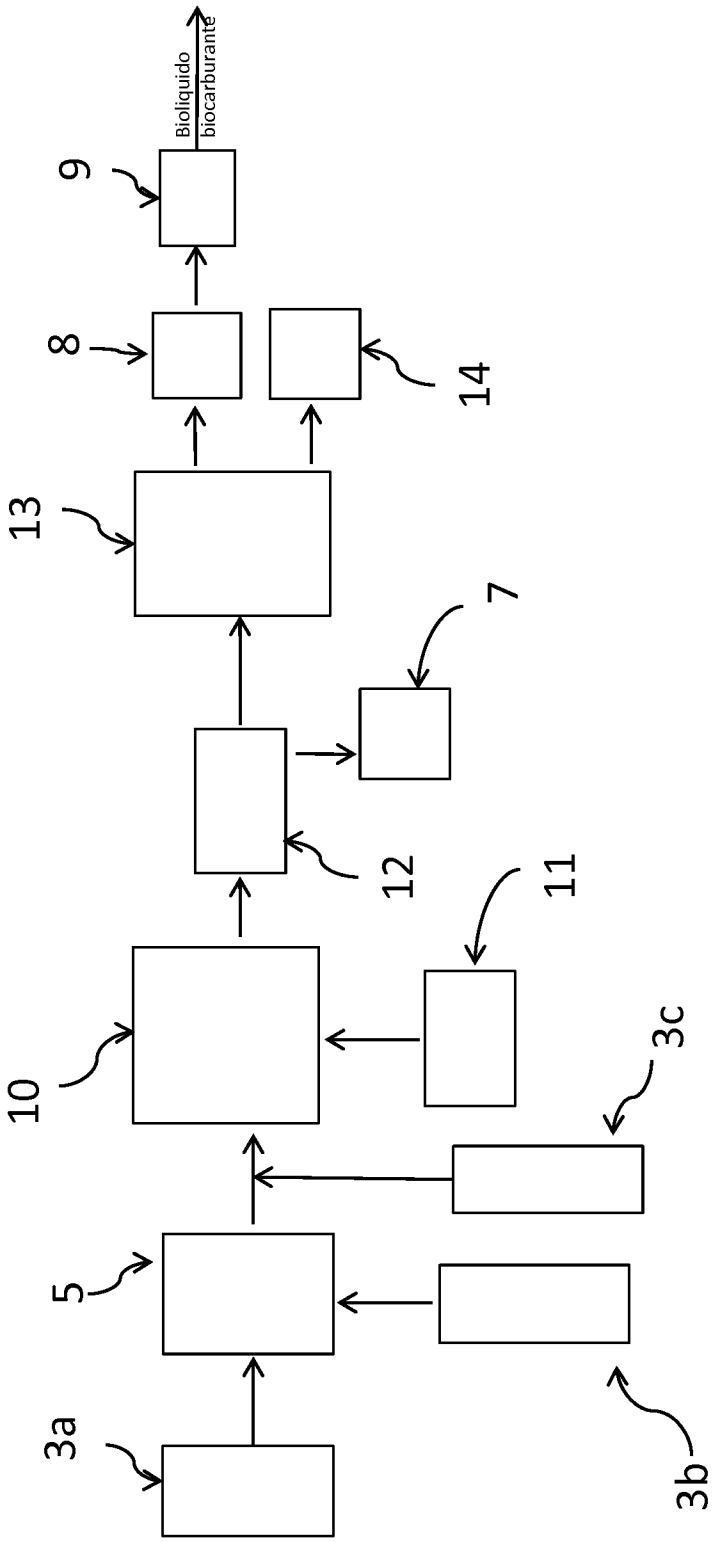


Figura 1