COMITATO SCIENTIFICO

Presidente
Giuseppe Nappi (Pavia-Roma)
Coordinamento
Massimo Enrico Radaelli (Parma)

Adamanti Simonetta (Parma):
Anestesia e Terapia del Dolore
Aksić Ranko (Sarajevo-Bosnia Erzegovina):
Rapporti istituzionali area balcanica
Albertazzi Agostino (Piacenza):
Efficientamento energetico ed energie rinnovabili
Amadesi Claudia (Lecco):
Arti figurative
Bacchi Paolo (Pavia):
Medicina del Lavoro
Baldacchini Marcello (Brescia):
Biofisica
Barbarese Alessandro (Parma):
Medicina Generale
Barbieri Antonio (Parma):
Andrologia
Bartalini Mariella (Parma):
Associazioni animaliste
Battilocchi Paola (Parma):
Pediatria
Battistoni Marco (Macerata):
Odontoiatria Integrata
Bayanova Anara (Almaty - Kazakhstan):
Moda e Design
Beghini Dante (Parma):
Odontostomatologia
Bigliardi Silvia (Parma):
Fotografia
Bodriti Sergio (Alessandria):
Psicosomatica veterinaria
Boldrocchi Gianluca (Parma):
Geriatria e Gerontologia
Bonfanti Alessandro (Parma):
Automedicazione
Bonanomi Cristian (Lecco):
Economia
Bontempo Giuseppe Manolo (Parma):
Cottura dei cibi
Borri Maurizio (Perugia):
Psicologia e Musicoterapia
Cadonici Luigi (Parma):
Strategie del Turismo
Cadonici Paola (Parma):
Psicoterapia e Logopedia
Caligiuri Luigi Maxmilian (Cosenza):
Fisica quantistica
Capurso Sebastiano (Roma):
Residenze per anziani
Carraro Renato (Padova):
Dispositivi medici
Cassina Igor (Milano):
Scienze motorie
Ceriello Cristiano (Napoli):
Diritti animali
Cherchi Enrico (Macerata):
Cibo e Turismo
Cipriani Renato (Verona):
Biologia delle alghe
Claut Vitto (Pordenone):
Associazioni di consumatori
Cogo Roberto (Milano):
Riabilitazione cardiorespiratoria
Colombo Andrea (Milano):
Aritmologia
Colombo Giovanni Battista (Milano):
Mercato farmaceutico
Columbro Marco (Milano):
Cultura e Spettacolo
Core Gianni (Savona):
Osteopatia
Daccò Maurizio (Pavia):
Medicina generale
Dalsass Erica (Varese)
Risanamento ambientale
De Bortoli Valentino (Rimini):
Turismo e Ospitalità alberghiera
Dedova Ksenia (Roma):
Dermatologia e Medicina estetica
De Fino Marcello (Catania):
Scienze veterinarie
de Matteo Stefania (Roma):
Bioinformazione
e Bioelettromagnetismo
Di Fede Angelo Maria (Parma):
Allergologia e Immunologia
Di Loreto Vincenzo (Milano):
Tecnologie degli alimenti
Di Vito Angelo (Milano):
Masso-Idroterapia
Ditzler Hans Peter (Montevideo, Uruguay):
Arte
Doepp Manfred (Abtwil-Gaiserwald, Switzerland):
Enzimologia biodinamica
Evtusenco Olga (Rovigo):
Magnetoterapia
Fantozzi Fabio (Roma):
Chirurgia estetica
Farina Luca (Pavia):
Comunicazione nel web
Favarin Francesco (Padova):
Trattamento acque e contrasto alla Legionella
Ferrari Paolo (Parma):
Medicina dello Sport
Ferretti Stefania (Parma):
Urologia
Foad Aodi (Roma):
Professionisti di origine straniera in Italia e Salute globale
Fraschini Andrea (Varese):
Infezioni ospedaliere
Franzè Angelo (Roma):
Gastroenterologia
Fritelli Filippo (Parma):
Politiche territoriali
Gaddi Antonio Vittorino (Bologna):
Telemedicina
Gallingani Giuseppe (Reggio Emilia):
Scenari di mercato internazionale
Gandini Renato (Milano):
Medicina moderna
Gastaldi Luciano (Cuneo):
Fisica quantistica agronomica
Gerace Pasquale (Parma):
Angiologia
Gisonna Gennaro (Milano)
Aspetti legali in Medicina
Gianfrancesco Giuseppe (Bologna):
Medicina olistica
Grassi Gianfranco (Milano):
Ingegneria olistica e Psicologia
Gregori Giusva (Roma):
Osteopatia animale
Gregori Loretta (Parma):
Scienze naturali
Grimaldi Erich (Napoli):
Giurisprudenza
Grossi Adriano (Parma):
Pedagogia
Gualerzi Massimo (Parma):
Cardiologia
Guerrini Gian Luca (Milano):
Innovazione industriale
Guidi Antonio (Roma):
Politiche legate ai diversamente abili
Guidi Francesco (Roma):
Medicina estetica
"HeLLeR" (Milano):
Associazioni di pazienti (Psoriasi)
Korniyenko Halyna (Parma):
Etnomedicina
La Manna Antonino (Brescia):
Microbiologia applicata
Lamping Martina Carmen (Treviso):
Heilpraktiker
Latyshev Oleg Yurevich (Mosca, Russia):
Storia naturale
Lisi Rodolfo (Roma):
Traumatologia sportiva
Lista Anna (Parma):
Nutrizione
Lista Vincenzo (Pavia):
Amministrazione
Loconte Valentina (Parma):
Chirurgia plastica, ricostruttiva ed estetica
Lofrano Marcello (Brescia):
Formazione professionale
Lombardo Claudio (Bolzano):
Scienze e tecniche psicologiche
Lotti Torello (Firenze):
Dermatologia e Venereologia
Luisetto Mauro (Piacenza):
Nutraceutica
Magaraggia Anna (Vicenza):
Naturopatia e Riequilibrio Somato-Emozionale
Maierà Giuseppe (Milano):
Vulnologia
Manni Raffaele (Pavia):
Disturbi del sonno
Mantovani Mauro (Milano):
Biochimica sperimentale
Marchesi Gianfranco (Parma):
Neuropsichiatria
Martinelli Mario (Varese):
Terapia fisica vascolare
Marvisi Maurizio (Parma):
Pneumologia
Merighi Lara (Ferrara):
Alleanza Cefalalgici
Messina Lorenzo (Roma):
Oftalmologia
Miati Maurizio (Parma):
Diritti dei Lavoratori
Micoli Giuseppina (Pavia):
Misure ambientali e tossicologiche
Militello Andrea (Roma):
Anti-aging andrologico
Mongiardo Salvatore (Crotone):
Filosofia
Moneta Angela (Pavia):
Medicina di Genere
Mori Luigi (Piacenza):
Igiene intestinale
Morini Emanuela (Parma):
Scienze pedagogiche
Nin Federica (Milano):
Antispecismo e Bioetica
Pacchetti Claudio (Pavia):
Parkinson
Pagani Monica (Ferrara):
Microscopia in campo oscuro
Pagliara Claudio (Brindisi):
Medicina olistica
Pellegrini Davide (Parma):
Letteratura e Poesia
Penco Susanna (Genova):
Metodi alternativi alla sperimentazione animale
Piccinini Chiara (Modena):
Audio Psico Fonologia
Pigatto Paolo (Milano):
Dermatologia
Pilato Lorenzo (Parma):
Informatica turistica
Plebani Massimo (Lecco):
Inquinamento planetario
Po Ruggero (Roma):
Comunicazione
Pradal Valerio (Venezia):
Filatelia
Pucci Ennio (Pavia):
Neurologia
Radaelli Lorenzo Federico (Parma):
Studenti e Università
Revelli Luca (Roma):
Chirurgia endocrina e vascolare
Ricci Giorgio (Forlì-Cesena):
Turismo sanitario
Roncalli Emanuele (Bergamo):
Turismo
Saidbegov Dzhalaludin G. (Roma):
Riposizionamento vertebrale e articolare non invasivo
Saito Yukako (Tokyo, Giappone):
Scienze olistiche Naturopatia
Satragno Danila (Milano):
Arte, Musica e Spettacolo
Savini Andrea (Milano):
Naturopatia
Scaglione Francesco (Milano):
Farmacologia
Schiff Laura (Bologna):
Verde urbano e pianificazione territoriale
Segalerba Gianluigi (Genova):
Semantica ed Ontologia; Filosofia ed Etica animalista
Serraino Angela (Reggio Calabria):
Massaggio sportivo
Spaggiari Piergiorgio (Milano):
Medicina quantistica
Spagnulo Stefano (Lecce):
Biologia agroalimentare
Spattini Massimo (Parma):
Medicina funzionale
Tarro Giulio (Napoli):
Virologia
Trecroci Umberto (Forlì/Cesena):
Nutrizione integrata
Truzzi Claudio (Milano):
Sicurezza alimentare
Turanjanin Olja (Fojnica-Bosnia Erzegovina):
Idroterapia termale
Turazza Gloriana (Mantova):
Biomeccanica del piede
Valentini Marco (Forlì):
Sindromi fibromialgiche
Varrassi Giustino (Roma):
Medicina del Dolore
Vento Maurizio Giuseppe (Parma):
Otorinolaringoiatria
Vicariotto Franco (Milano):
Medicina della Donna
Viscovo Rita (Milano):
Medicina rigenerativa e Tricologia
Zanasi Alessandro (Bologna):
Idrologia medica
Zurca Gianina (Rieti):
Scienze sociali

Tecnologie enzimatiche applicate

Golfo di Napoli, anni ’70



Pasquale Ferorelli, *Responsabile Ricerca e Sviluppo Citozeatec S.r.l., Visiting Professor St. George Campus (Enzimologia biodinamica)*

Anni ‘70: l’opinione pubblica nazionale era ancora scossa dall’epidemia di colera a Napoli del 1973, dal timore di un suo ritorno e dal crollo dell’infondata convinzione che la salinità delle acque di quel golfo, forse il più bello del mondo, fosse una garanzia di salute per chi ne consumasse le creature, pesci, crostacei o molluschi che fossero (cozze in particolare, come fu appurato).

Come sempre accade, da un grande problema nasceva una opportunità, sintetizzabile in una nuova sensibilità ambientale che, dalla pura esternazione emozionale e teorica, si traducesse in qualcosa di concreto: chi scrive era allora un giovane esperto di tecnologie enzimologiche, con idee molto chiare in proposito, per cui non mi stupii di ricevere, da un’azienda finanziata dalla Cassa per il Mezzogiorno, la messa a punto di un progetto di disinquinamento ambientale che trasformasse i liquami in biogas (metano).

Ciò che segue è una sintetica descrizione del progetto, e la foto un po’ sbiadita che si vede alla fine (Figura 3) è uno dei miei ricordi più cari, perché scattata dopo un collaudo durato due anni, che fece scalpore anche per i suoi sviluppi internazionali e che a me rafforzò la convinzione che, utilizzando enzimi, si possano risolvere molti problemi, anche in termini di salute umana ed animale (il pensiero di una «Terapia Complementare Enzimatica», oggi accolto da prestigiose Università nazionali ed internazionali, nasceva proprio da questo presupposto: per appofondimenti consultare il sito *https://www.citozeatecsrl.ch/).*

Qualora il testo risultasse eccessivamente tecnico, chi fosse interessato a chiarimenti e/o approfondimenti può scrivermi all’indirizzo p.ferorelli@citozeatec.it



Depurazione biologica anaerobica con produzione di metano (CH4) da decomposizione organica dei liquami e trasformazione CO2 da pirolisi

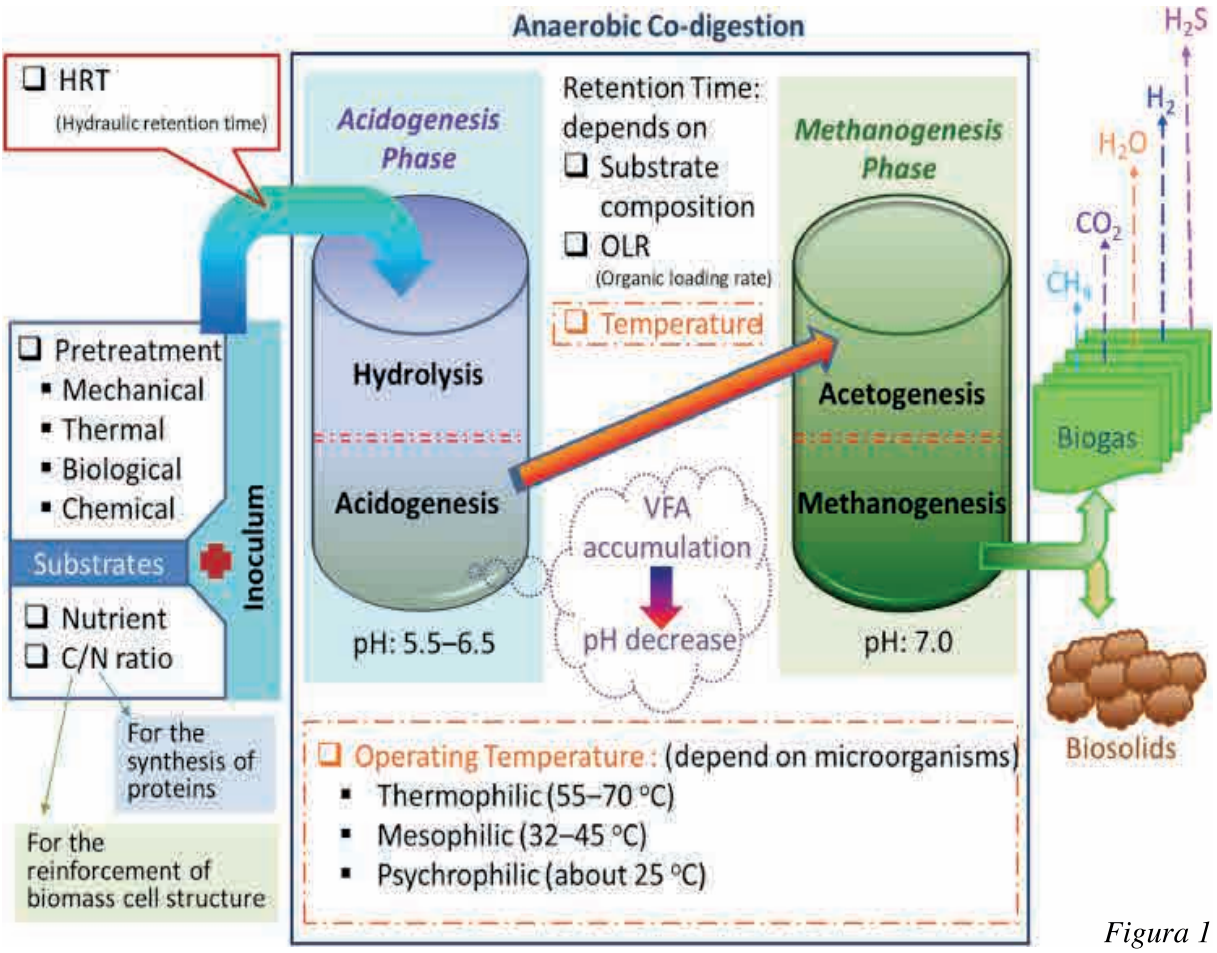


Figura 1

Depuratore biologico anaerobica con produzione di CH4)da decomposizione organica
Committente: Cassa per il Mezzogiorno
Progetto e messa in opera macchine: Pasquale Ferorelli

BIOGAS: LA DIGESTIONE ANAEROBICA

Caratteristiche del processo di trasformazione anaerobica nella produzione di biogas

La digestione anaerobica è un complesso processo biologico nel quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in biogas. Affinché la biomassa diventi biogas, è necessaria l'azione di diversi tipi di microrganismi specializzati.
Semplificando al massimo:

- un primo gruppo di batteri dà il via al processo di degradazione, trasformando la sostanza organica in composti intermedi, come idrogeno, acido acetico e anidride carbonica.
- Un secondo gruppo di batteri, formato da microrganismi metanigeni, porta a termine il lavoro producendo il metano.

Tuttavia, molte delle materie prime hanno una struttura recalcitrante e sono difficili da digerire (ad esempio, lignocellulosa o cheratine), oppure contengono composti tossici (come aromi di frutta o un alto contenuto di ammoniaca), o non sono affatto digeribili (ad esempio plastica, coloranti di tessuti).
Per superare queste sfide, si è progettato un digestore con enzimi estremofili ad alta temperatura e un secondo con batteri termofili.
Il processo di produzione del biogas avviene all'interno di appositi "**digestori**", nei quali la biomassa introdotta (il cosiddetto "substrato") viene demolita in percentuali variabili tra il 40

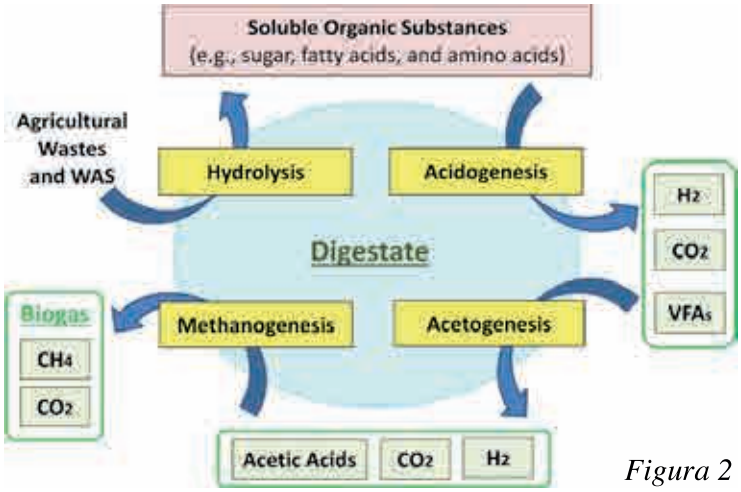


Figura 2

e il 60%. Per **digestione anaerobica** si intende la degradazione della sostanza organica da parte di microrganismi in condizioni di anaerobiosi. Si tratta di un processo differente rispetto al compostaggio che invece è strettamente aerobico

IL PROCESSO

In relazione al tipo di batteri utilizzati, esistono due differenti intervalli di temperatura in cui viene condotta la digestione anaerobica:

- **con batteri mesofili;**
- **con batteri termofili.**

1. **Con batteri mesofili** si lavora a temperature comprese tra 20-45 °C, con un intervallo ottimale di 37-41 °C; in questo caso le condizioni di esercizio ottimali implicano un intervallo di temperatura compreso tra i 50-52 °C, con temperature che possono anche essere relativamente elevate e superare i 70 °C. Il tempo di residenza in un digestore varia in funzione della quantità del materiale da trattare, del tipo di materiale e dalla temperatura di esercizio. Altro parametro particolarmente importante è il valore di pH. Nel caso della digestione condotta con batteri mesofili il tempo di residenza è compreso tra i 15 e i 30 giorni. Nel caso della digestione **UASB** (*acronimo di **U**pflow **A**naerobic **S**ludge **B**lanket: trattamento anaerobico dell'acqua reflua, tecnologia di trattamento dei reflui organici ad alto COD - "Chemical Oxygen Demand" - basato sulla fermentazione in carenza di ossigeno in un digestore anaerobico*), con batteri mesofili, che permette il trattamento delle acque reflue, i tempi di residenza differiscono in relazione alla parte liquida e a quella solida, con i primi che rispettivamente rientrano nell'arco di un giorno mentre i secondi non superano i 90 giorni.
2. **Con batteri termofili** le temperature più elevate permettono di velocizzare la digestione, richiedendo solamente due settimane per giungere al completamento. La digestione termofila ha un costo maggiore, richiede più energia ed è più critica dell'analogo processo mesofilo, quest'ultimo è quindi quello attualmente più utilizzato.

Contributo importante è stato risolto aggiungendo enzimi specifici ai termofili, ottenendo il degrado dei liquami (digestione) di 10 giorni e con incremento del 20% di metano (CH4). La digestione anaerobica è suddivisibile in quattro stadi:

1. **Idrolisi** dove le molecole organiche subiscono scissione in composti più semplici quali i monosaccaridi, amminoacidi e acidi grassi.
2. **Acidogenesi**, dove avviene l'ulteriore scissione in molecole ancora più semplici come gli acidi grassi volatili (ad esempio acido acetico), propionico butirrico e valerico, con produzione di ammoniaca, anidride carbonica e acido solforico quali sottoprodotti.
3. **Acetogenesi**, dove le molecole semplici prodotte nel precedente stadio sono ulteriormente digerite producendo biossido di carbonio, idrogeno e principalmente acido acetico.
4. **Metanogenesi**, con produzione di metano, biossido di carbonio e acqua

Ruolo fondamentale degli enzimi estremofili nella trasformazione di molecole tossiche presenti nei liquami provenienti dal processo di colorazione dei tessuti, quali: Ammine aromatiche, Alchilfenoli etossilati, Metalli pesanti, Dimetilfumarato, Clorofenoli, Coloranti, Allergenici e/o cancerogeni regolamentati solo in Europa, Formaldeide

La produzione di biogas attraverso la tecnologia della digestione anaerobica ha fatto enormi progressi nel corso degli anni. Attualmente, a causa dell'elevata domanda di energia e delle preoccupazioni ambientali legate all'aumento della popolazione mondiale, la spinta verso i processi di digestione anaerobica sta guadagnando slancio all'interno della ricerca e dell'industria per la generazione di energia sostenibile. In questo senso, vi è una crescente attenzione su un migliore utilizzo delle materie prime per una migliore produzione di biogas.

L'obiettivo del "pretrattamento" è facilitare il processo di digestione rimuovendo queste barriere e rendendo il contenuto organico del substrato facilmente accessibile e utilizzabile dalla comunità microbica.
Sono stati adottati diversi approcci al pretrattamento, che possono essere classificati come fisici, chimici, fisico-chimici e biologici. Questa recensione considera alcune strategie innovative, che aiutano l'utilizzo di materie prime indigeribili, lente, difficili da digerire e inibitorie per la produzione di biogas. Il pretrattamento ideale da impiegare per la lavorazione di queste materie prime dovrebbe essere economicamente vantaggioso, aumentare l'accessibilità delle materie prime ai microrganismi, non dovrebbe utilizzare o produrre sostanze che inibiscono la produzione di biogas, non dovrebbe richiedere elevata energia e non dovrebbe generare sottoprodotti dannosi per l'ambiente.
Una breve rassegna sulla biochimica della produzione di biogas, sulla resa teorica, sulle potenziali materie prime disponibili e sulle sfide associate a queste materie prime aiuterà a comprendere come implementare strategie innovative verso il pretrattamento. La materia prima per la produzione di biogas viene preparata prima della digestione rimuovendo contaminanti come sabbia, metalli e altri detriti a seconda della fonte della materia prima. Inoltre, la dimensione della materia prima può essere ridotta (per materie prime la cui superficie disponibile non è accessibile ai batteri idrolizzanti) e gli inibitori delle materie prime come gli aromi di frutta e l'olio proveniente dagli effluenti dei frantoi di palma (POME) possono essere rimossi.
Le materie prime organiche subiscono diverse fasi di degradazione durante il processo di digestione anaerobica (*Fig. 1*) e vengono brevemente discusse come segue.

PRIMA FASE
La prima fase è l'**idrolis**i, qui la materia prima viene disintegrata dall'azione di una comunità diversificata di batteri idrolitici che producono **esoenzimi**. I prodotti di questa prima fase sono zuccheri semplici, aminoacidi e acidi grassi. Questo passaggio è stato segnalato come il fattore limitante per la biomassa difficile da digerire
come la lignocellulosa e i rifiuti ricchi di cheratina. Inoltre, durante questa fase si possono formare alcuni sottoprodotti tossici, (problema risolto utilizzando un batterio "estremofilo" scoperto nella "solfatara" di Pozzuoli: "***Thermus aquaticus***").

SECONDA FASE
La seconda fase è l'**acidogenesi**, in questa fase i monomeri dell'idrolisi vengono convertiti in acidi organici a catena corta, alcoli, alcuni composti di azoto organico e zolfo organico, insieme a idrogeno e anidride carbonica. Grazie al pretrattamento con estremofili, questo passaggio è stato considerato il più veloce nel processo di AD.
Se la materia prima ha una bassa capacità tampone e il tasso di carico organico è elevato, l'accumulo di acidi grassi volatili può provocare un calo del pH, che inibirebbe i metanogeni che producono metano nella fase finale.

TERZA FASE
La terza fase è l'**acetogenesi**, qui i microrganismi omoacetogenici riducono l'idrogeno e l'anidride carbonica in acido acetico. In questa fase, i batteri acetogeni possono sopravvivere solo a una concentrazione di idrogeno molto bassa, quindi un'eccessiva produzione di idrogeno dalla fase di acidogenesi può inibire questi batteri.

QUARTA FASE
La fase quattro è la **metanogenesi**, in cui la produzione di metano avviene in condizioni anaerobiche rigorose. Questa fase è stata segnalata come fase limitante per le materie prime facilmente degradabili e con bassa capacità tampone. Esistono principalmente due gruppi di **batteri metanogeni** che possono essere distinti, in metanogeni **idrogenotrofi** e metanogeni **acetotrofici,** che convertono rispettivamente idrogeno e anidride carbonica e acido acetico in metano; tutto ciò porta a comprendere la possibilità dei batteri come fissatori di molecole volatili, riciclando anidride carbonica generata dai processi pirolitici (paragonabile agli enzimi clorofilliani). L'equilibrio tra i microrganismi che producono e quelli che consumano idrogeno è molto importante poiché l'ossidazione anaerobica, cioè la formazione di acetato, può avvenire solo con una bassa pressione parziale dell'idrogeno per motivi termodinamici.

La crescente produzione di rifiuti organici indigeribili aumenta l'interesse per la combinazione di processi termochimici e biochimici come la **gassificazione** e la **fermentazione**. Sia la gassi-

ficazione che la fermentazione consistono in diverse fasi del processo. Inizialmente la materia prima viene alimentata al gassificatore in cui la temperatura aumenta fino a ca. 1200 °C. Quando la temperatura aumenta, l'acqua della materia prima evaporando (a 100 °C), concentra il carbonio sottoforma di catrame, trasformato successivamente da un processo pirolitico.
I principali passaggi della reazione sono, a questo punto, il gas d'acqua e la reazione di Boudouard (Eq. (1), (2)). Inoltre, i gas reagiscono tra loro (reazioni in fase gassosa) e con il carbonio (reazioni gas-solido). Il metano può anche essere prodotto dalla reazione di carbonio e idrogeno.

Reazione del gas acqua:
H2O+C↔H2+CO, ΔHSTP=131.3kJ/mol
Reazione Boudouard:
CO2+CArial 2CO, ΔHSTP=172,5kJ/mol

Il gas prodotto dalla gassificazione contiene idrogeno fermentabile, monossido di carbonio e anidride carbonica. Questa miscela di gas viene immessa in un fermentatore dove viene convertita in metano. Più specificamente, l'anidride carbonica e l'idrogeno vengono convertiti in metano e acqua da metanogeni a idrogenotrofi, mentre il metanogeniacetotrofico converte il monossido di carbonio e l'acqua in metano e anidride carbonica. Il contenuto organico di una materia prima determina la resa teorica della produzione di biogas. Quando la composizione elementare è nota, la produzione teorica di metano può essere calcolata utilizzando l'Eq. (3a), (3b) 1933): CCH OoN SS+yH2O→xCH4+nNH3+sh2S+(C-X) CO2 Mole di metano prodotte(X)=1/8(4C+H-2o-3N-2S). Quando non sono note né la composizione elementare né la proporzione di carboidrati, proteine e grassi, la resa teorica di metano può essere calcolata anche dalla domanda chimica di ossigeno della materia prima utilizzando l'Eq. (4):457< /span>3mN) sono utilizzati come substrati, la resa teorica sarà 0,42, 0,50 e 1,016O104HN), o grasso (C2O7H5), proteine (C5 CH4+2O2→CO2+2H2O). Tutto ciò porterà ad ottenere una reazione stechiometrica: da questa equazione sono necessarie 2 kmoli di O2 (o 64 kg COD) per l'ossidazione completa di 1 kmol di metano, quindi 1 kg COD equivale a 1/64 kmol di metano o 0,35 m 3 CH4 a temperatura e pressione standard.

DIGESTIONE DI POTENZIALI MATERIE PRIME PER LA PRODUZIONE DI BIOGAS E LORO SFIDE

Come discusso in precedenza, la biomassa facilmente lavorabile viene utilizzata principalmente come materia prima per il processo di digestione anaerobica. Le materie prime comuni e facilmente lavorabili includono letame di bestiame, scarti della lavorazione alimentare e fanghi di depurazione. D'altro canto, la biomassa difficile da trattare è molto abbondante e si accumula enormemente. Questa biomassa, se opportunamente pretrattata, può costituire una preziosa materia prima per la produzione di biogas, riducendo così l'inquinamento ambientale e favorendo il recupero di gassificazione di materie prime indigeribili.

Durante la gassificazione, la materia prima viene gassificata mediante esposizione a temperature elevate (1000–1200 °C) e un agente ossidante. Vapore, ossigeno e aria vengono utilizzati principalmente come flussi ossidanti. Il gas prodotto (*syngas*) è composto principalmente da H2, CO e CO2<a i=5>, che può successivamente essere fermentato per la produzione di biogas. Inoltre, al termine della gassificazione, nel gassificatore rimane una cenere residua, sotto forma di slang. La composizione del gas di sintesi e delle ceneri è fortemente influenzata dalla composizione della materia prima.

STRATEGIE INNOVATIVE SENZA PRETRATTAMENTO

Sebbene negli ultimi anni siano emersi diversi metodi di pretrattamento, persistono ancora alcune sfide come i costi elevati, i sottoprodotti dannosi per l'ambiente: necessita quindi scoprire batteri, enzimi resistenti in grado di trasformare molecole dannose, promuovendo processi biodinamici. Per affrontare queste sfide sono state prese in considerazione strategie innovative che mirano a migliorare l'uso delle materie prime facilmente disponibili e a basso costo per la produzione di biogas. Le strategie discusse includono la produzione integrata di biogas e digestori innovative.

CONCLUSIONE

Come sopra riportato, la materia prima per la produzione di biogas può contenere composti indigeribili, difficili da convertire e inibitori.



Figura 3

Pertanto, è stato preso in considerazione un pretrattamento o altri metodi innovativi per facilitare la digestione biologica. La nostra proposta prevede il trattamento combinato mediante processi termici, chimici, fisico-chimici o biologici oltre a gassificazione-fermentazione, indirizzando la Co2 nei reattori biologici per essere nuovamente ridotta in metano.

IL MISTERO DELL'ORIGINE DELLA VITA PASSA PER UNA SOLFATARA?

Il collaudo positivo dell'impianto di depurazione, descritto in questo articolo, ebbe immediatamente grande risonanza mondiale, al punto che il Prof. Ernesto Quagliariello, allora Rettore dell'Università "Aldo Moro" di Bari, in contatto con i maggiori pionieri della Biochimica, Hans Krebs, Peter Mitchell, Albert Lehninger, giunse ad affermare che il pretrattamento con batteri estremofili poteva essere utilizzato in moltissimi altri processi industriali. Successivamente veniva scoperta la TAQ-Polimerasi (enzima del batterio Thermus aquaticus) e quindi la PCR (reazione a catena della polimerasi), una delle scoperte più importanti per la Biologia e per la Medicina: Kary Mullis, ricercatore statunitense, collaboratore di Peter Mitchell, riferiva di avere infatti di avere trovato la TAQ-polimerasi in batteri estremofili isolati nelle acque termali di Yellowstone, scoperta la cui applicazione tecnologica gli valse il Premio Nobel nel 1983.Nel 2002, dal 22 al 25 settembre, oltre 450 scienziati si riunirono a Napoli, presso il Complesso Universitario Monte Sant'Angelo dell'Università "Federico II", su iniziativa del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), proprio per parlare di "estremofili", microrganismi che vivono in condizioni estreme di temperatura che, secondo molti sarebbero





all'origine della vita. Questi microrganismi, infatti, crescono e si sviluppano nelle stesse condizioni ambientali presenti sulla crosta della Terra più o meno 3,8 miliardi di anni fa, quando ebbe appunto inizio la vita. Da qui la definizione di "estremofili", eccezionali cellule con una composizione biochimica simile a quella degli altri viventi, e il grande interesse che continuano a sollevare nella comunità scientifica. "*Lo studio approfondito di questi organismi e delle loro macromolecole* - concluse Mosè Rossi, Professore di Biochimica Industriale alla Facoltà di Scienze MFN, Università di Napoli, Presidente dell'Area di Ricerca del CNR Napoli 2 - *ci può aiutare a ricostruire la storia della vita sulla Terra, comprendere i meccanismi mediante i quali si è formata e sviluppata ed eventualmente capire come possa apparire in altri pianeti o sistemi solari diversi dal nostro*".