

Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 73 (1985)

Artikel: Le risposte della microbiologia alle crisi ambientale, energetica e alimentare
Autor: Peduzzi, Raffaele
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1003419>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LE RISPOSTE DELLA MICROBIOLOGIA ALLE CRISI AMBIENTALE, ENERGETICA E ALIMENTARE

RAFFAELE PEDUZZI

ISTITUTO CANTONALE BATTERIOSIEROLOGICO CH - 6904 LUGANO

"I biologi saranno gli architetti di domani".

Eravamo agli inizi degli anni sessanta e così si esprimeva Edgar Pisani, allora ministro francese dell'agricoltura. Alla poca professionalità del "mestiere di biologo" e della facoltà scelta, quante volte ci ripetemmo, nei primi semestri universitari, questa affermazione a mo' di stimolo.

Il "domani" di Pisani era allora forse già iniziato, ma in ogni modo le crisi che in questo quarto di secolo via via si fecero più acute dimostrarono chiaramente quale poteva essere il ruolo essenziale della biologia nel settore ambientale, energetico e alimentare.

Il mio contributo odierno è limitato a qualche esempio tratto dalle innumerevoli applicazioni pratiche offerte dalla microbiologia, quali risposte appunto alle crisi: ambientali, energetica e alimentare (Tabella I).

Avrei articolato il mio esposto in modo da considerare i tre settori citati, dopo un breve richiamo su cosa si intende per genio microbiologico, genio enzimatico e biotecnologia.

Secondo l'autorevole rapporto dell'OCDE (Biotechnologie, tendances et perspectives internationales) elaborato da A.Bull, G.Holt e M.Lilly nel 1982, la biotecnologia è definita come l'applicazione dei principi della scienza e dell'ingegneria al trattamento di materie con agenti biologici per la produzione di beni e di servizi.

In questa definizione vengono considerati i termini "agenti biologici e beni e servizi" nelle accezioni seguenti:

negli *agenti biologici*, in un ampio spettro, vengono inclusi i microorganismi, gli enzimi e le cellule animali e vegetali. Ovviamente in questo mio modesto intervento considero solo alcuni esempi di applicazioni dove vengono utilizzati i microorganismi.

Inoltre nella stessa definizione dell'OCDE si parla di "*produzione di beni di servizio*", ora si considera per *beni* i prodotti dell'industria dell'alimentazione, prodotti farmaceutici e prodotti biochimici.

E per i *servizi* si fa riferimento soprattutto alla depurazione delle acque e alla gestione dei rifiuti di origine industriale e delle economie domestiche.

Questi concetti possono essere schematizzati nelle due tabelle seguenti riprese e modificate da "Les Biotechnologies", Presses

Universitaires de France, 1983.
(Tabella II e III).

LE IMPLICAZIONI DELLA MICROBIOLOGIA NELLA CRISI AMBIENTALE

Il ruolo essenziale dei batteri e dei funghi è quello di intervenire come decompositori della materia organica nei cicli ecologici.

In questa loro funzione specifica non solo riescono a riciclare sostanze basilari necessarie alla vita, ma posseggono pure la capacità di degradare sostanze tossiche.

Risultano così essere dei disinquinanti ambientali molto efficaci. E' quindi sorta l'idea di esaltare nei microorganismi queste loro capacità di disinquinare l'ambiente da sostanze nocive, selezionando e "addomesticando" ceppi con particolare efficienza nel demolire molecole tossiche. Per meglio illustrare questo concetto della capacità di disinquinare, si pensi che a Seveso è stato possibile isolare dal terreno dei ceppi batterici del genere *Pseudomonas* aventi le proprietà di degradare la diossina.

Nell'ambiente idrico oltre alla depurazione convenzionale dove viene rafforzato il potere autodepurante dell'acqua, si è iniziato a costruire dei *bioreattori*. In questo caso su supporti artificiali vengono inoculati batteri e funghi capaci di utilizzare come substrato sostanze recalcitranti e difficilmente degradabili in genere di provenienza industriale.

Evidentemente di fronte alle alte concentrazioni tossiche e alle ampie dimensioni assunte da certe catastrofi ecologiche, l'apporto del metabolismo microbico risulta irrilevante.

Un campo dove si è potuto studiare a fondo e sperimentare il potere disinquinante di questi batteri è la degradazione degli idrocarburi. A questo proposito desidero apportare qualche elemento concernente le possibilità di utilizzare colture selezionate di batteri e funghi in questo tipo di depurazione.

Inquinamento da idrocarburi

Una ricca serie di ricerche dimostrano l'efficacia della degradazione microbica degli idrocarburi. I diversi microorganismi sono stati saggiati nelle loro capacità biodegradative nei confronti dei composti:

ciclici, aliciclici, alifatici

Esaminando le diverse pubblicazioni è possibile costituire un elenco delle specie batteriche e fungine che posseggono una provata capacità di "digerire" gli idrocarburi.
(Tabella IV).

A questo proposito possono essere citati una serie di articoli pubblicati sui lavori effettuati negli anni 70 da Soli e basati su ceppi batterici isolati sulle Coste della California dove i petrolieri effettuavano il lavaggio delle loro cisterne. Ovviamente i

ceppi isolati in questo contesto ambientale erano già selezionati per la degradazione di questi substrati.

Le indagini eseguite dopo il disastro dell'Amoco Cadiz

Un'importante serie di lavori ha preso l'avvio con il disastro ecologico della petroliera Amoco Cadiz e con la conseguente marea nera che ha investito le Coste della Bretagna nella primavera del 1978.

In questa occasione ben due stazioni biologiche di ricerche marine quella di Roscoff e di Brest si trovavano nella zona costiera investita dalla marea nera.

Le diverse unità di ricerca delle due stazioni indagarono sugli effetti ecologici di questo inquinamento. I dati così ottenuti concernono le diverse discipline dal profilo: chimico, fisico, sedimentologico, biologico (comprendente l'analisi degli effetti sulle categorie di animali e vegetali marini), e microbiologico.

Un volume di sintesi di oltre 600 pagine pubblicato nel 1981 a cura del Centre National pour l'exploitation des Océans (CNEXO), costituisce un rendiconto completo dei risultati dei lavori che presero l'avvio in questa occasione. In particolare, dal profilo microbiologico le stesse frazioni di petrolio raccolte sulla costa venivano analizzate e in seguito messe in fermentatori in presenza di ceppi batterici isolati tramite prelievi effettuati in parallelo negli stessi punti della Costa.

Culture batteriche miste comprendenti germi del genere *Klebsiella*, *Moraxella*, *Pseudomonas* dimostravano di avere in vitro forti capacità degradative soprattutto nei confronti delle frazioni alifatiche.

Sempre nelle condizioni dell'esperimentazione in laboratorio dopo 36 ore il 75% delle frazioni a catena lineare veniva degradato, le frazioni aromatiche invece presentavano maggiore persistenza e la degradazione microbica in questo caso risultava meno efficace. Evidentemente in natura non si può raggiungere delle "prestazioni" simili in quanto oltre all'offerta di substrato, sottoforma di idrocarburi, raramente i valori dei parametri chimico-fisici: in particolare pH, temperatura, offerta di sali minerali e ossigeno, necessari per un funzionamento ottimale del metabolismo vengono raggiunti. Si pensi soltanto che per degradare 1 mg di petrolio occorre fornire al metabolismo batterico 3 mg di ossigeno.

Comunque dalle prove effettuate parallelamente in natura e sempre in occasione della marea nera provocata dall'incidente della Amoco Cadiz, si è potuto stabilire che sull'arco di un anno nei sedimenti avveniva una degradazione analoga a quella riscontrata in vitro.

L'intervento microbiologico sull'inquinamento del Pretorio

A questo punto, "ritornando a casa nostra", reputo interessante riportare in questa sede un'esperienza di disinquinamento effettuata nel nostro contesto regionale. Si tratta di un inquinamento da idrocarburi dove è stato possibile utilizzare un preparato del commercio contenente microorganismi liofilizzati aventi delle collaudate capacità degradative nei confronti degli idrocarburi. Infatti, nell'ultimo decennio si è pensato alla commercializzazione di questi ceppi con spiccate capacità metaboliche nel degradare gli idrocarburi.

L'indicazione per l'utilizzazione è quella di inoculare gli idrocarburi versati e di creare parallelamente le condizioni ideali per lasciar lavorare le colture batteriche. Il caso è molto recente, (febbraio 1984) si tratta del disinquinamento del terreno del Pretorio di Mendrisio dopo la fuga di 19'000 litri di gasolio che poi si sono infiltrati nel terreno sottostante. Il lavoro di tipo prettamente collaborativo, si è svolto mettendo a contributo le competenze di diversi servizi del Cantone: l'Ufficio geologico cantonale, la Sezione protezione acqua e aria, il Laboratorio cantonale d'igiene, il Laboratorio di fisica terrestre, l'Istituto cantonale di batteriologia.

Si possono riassumere i lavori svolti dai diversi competenti nel modo seguente:

- lo studio geologico della zona, atto soprattutto a definire gli strati dove si sono infiltrati gli idrocarburi ed a verificare o escludere un'eventuale presenza di falda acquifera;
- le analisi per definire le concentrazioni in olio del terreno;
- le analisi del controllo dell'acqua potabile nel comune dove è avvenuto l'inquinamento;
- l'analisi della propagazione di un idrocarburo nel terreno mediante un modello di simulazione;
- l'analisi batteriologica del terreno dove è avvenuto l'inquinamento e del composto microbiologico liofilizzato da utilizzare per questo disinquinamento biologico.

Ed è appunto su questo ultimo punto che vorrei soffermarmi avendo partecipato personalmente al lavoro.

L'analisi batteriologica del terreno prima dell'utilizzazione dei batteri degradativi si rivelava necessaria anche per definire la composizione microbiologica prima dell'inserimento delle colture. Una seconda analisi batteriologica del liofilizzato impiegato, definito come composto R5 (batteri selezionati per aggredire le strutture aromatiche e nafteniche derivanti dalla lavorazione del petrolio e trasformarle in acqua e anidride carbonica) aveva lo scopo di determinare quali batteri venivano inoculati. Dal profilo sanitario inoltre, si doveva escludere che vi fossero dei germi patogeni che potessero provocare un'inquinamento supplementare di tipo biologico dell'acqua inoculando il campione fornito dalla ditta.

Dopo aver provato l'assenza di germi patogeni del tipo *Salmonella*, *Shigella* e *Staphylococcus aureus* per certificare che l'azione non costituiva un pericolo per la salute pubblica, si è proceduto alla determinazione tassonomica. Abbiamo potuto coltivare in laboratorio i diversi germi liofilizzati e determinare i ceppi che si sono rivelati essere: *Escherichia coli*, *Klebsiella* e anche il genere *Enterobacter*. Dal profilo micologico è stato messo in evidenza un fungo filamentoso del genere *Mucor* (Fig.1).

Dopo l'analisi batteriologica del campione liofilizzato potevamo quindi affermare: nel suolo, nelle condizioni e alla localizzazione di impiego previste l'operazione costituiva un pericolo per la salute pubblica, in quanto i germi menzionati non erano da considerare come germi patogeni. Durante l'impiego bisognava però evitare il contatto diretto con una falda freatica. Inoltre, per valutare il successo delle operazioni erano state definite le concentrazioni di gasolio lungo la verticale degli strati inquinati. Questa concentrazione era espressa in grammi di olio per chilogrammo di terreno. La campionatura fu fatta in febbraio, giugno e settembre. I risultati si sono rivelati concludenti in quanto si è potuto riscontrare una diminuzione del contenuto in idrocarburi rispetto alle prime analisi; la degradazione batterica è stata particolarmente elevata nella parte superficiale della zona inquinata. Sulla base di questi accertamenti analitici risultava che il tenore in olio nel terreno era diminuito del 75%. Quindi anche l'offerta di substrato per la popolazione batterica era diminuita. Infatti, venendo a mancare il supporto trofico, "il nutrimento", la popolazione si autoregola quantitativamente. In particolare le cellule batteriche entrano in autolisi e non vi è più un ulteriore sviluppo della coltura. L'evoluzione naturale dovuta alla mancanza di substrato è l'esaurimento e la scomparsa della popolazione batterica. Inoltre, nel caso concreto, il 25% del residuo ancora presente era probabilmente dato dai costituenti chimici più stabili dell'olio fuoriuscito. A questo punto era prevedibile un'ulteriore attività limitata su questi residui e un'evoluzione verso una graduale scomparsa dei batteri dagli strati dove erano stati inoculati.

BIOPESTICIDI

Un concetto fondamentale nella protezione dell'ambiente è quello di evitare che dei pesticidi molto pericolosi vengano utilizzati e penetrino nel suolo (si tratta generalmente di pesticidi organoclorati del tipo DDT, Lindano, ecc.). Delle 1'500 specie di insetti nocivi esistenti, si stima che almeno 300 specie debbano essere combattute, perché provocano gravi danni (Parisi e Spalla, 1985). Gli insetticidi correntemente usati a scopi agricoli-sanitari e forniti dalla ricerca chimica negli ultimi quarant'anni presentano alcuni svantaggi. Infatti si assiste all'insorgenza sempre più frequente di resistenze negli stipiti d'insetti; inoltre il fatto di presentare una specificità troppo limitata nel colpire le specie dannose provocano la morte anche di insetti utili, inoltre costituiscono in natura dei residui tossici per l'uomo e l'anima-

le. Questo fattore negativo è ulteriormente esaltato, in quanto bisogna considerare che una delle proprietà di un insetticida è quella di essere chimicamente stabile e poco degradabile. La conseguenza di questa persistenza è appunto l'accumulazione nelle catene alimentari. Da queste constatazioni è quindi sorta l'idea di intraprendere una *lotta biologica contro gli insetti nocivi utilizzando biopesticidi prodotti da microorganismi*.

I bioinsetticidi possono essere d'origine fungina, batterica o virale, si basano sulle proprietà insetticide di metaboliti (p.es. tossine proteiche) prodotte dai microorganismi. Una serie di vantaggi vengono messi in evidenza per questi bioinsetticidi:

- l'assenza di insorgenze di razze d'insetti resistenti;
- una specificità elevata nel colpire le specie di insetti da eliminare (questo presuppone però l'individuazione esatta del parassita da combattere).
- la mancanza di tossicità per l'uomo, gli animali e le piante nei confronti del principio attivo contro l'insetto.

Ad esempio il battere *Bacillus thuringiensis* produce una *tossina proteica* capace di distruggere selettivamente certe larve di lepidotteri, farfalle che parassitano diverse specie di vegetali. Una varietà di questo bacillo risulta particolarmente interessante, scoperta e studiata da diversi anni soprattutto in Francia all'Istituto Pasteur, viene designata come *Bacillus thuringiensis var. israelensis*. Si tratta di una varietà che produce una tossina capace di distruggere con grande efficacia alcuni ditteri (mosche e zanzare). Riveste perciò attualmente una grande importanza nella lotta contro il paludismo ed è già apparso in commercio il bioinsetticida (la "Sporéine") che deriva da questo tipo di battere.

L'attività insetticida riesce ad esempio a distruggere le larve delle mosche portatrici della febbre gialla e dell'oncocercosi. Tramite la coltura sommersa di questo *Bacillus*, alla sporulazione viene formata la glicoproteina che costituisce la protossina.

Questa protossina è attivata dall'insetto all'ingestione.

Attualmente sul mercato, in Francia, Italia, Germania e USA, esistono almeno quattro bioinsetticidi basati sui principi attivi prodotti da ceppi di *Bacillus thuringiensis*. I prodotti derivanti da batteri del genere *Bacillus* sono certamente i più affermati.

Comunque già attualmente possono essere menzionate altre sostanze d'origine microbica già commercializzate o che vengono studiate a livello sperimentale; si tratta di agenti attivi di tipo fungino (in particolare nei generi: *Beauveria*, *Hirsutella*) ed anche virali (*Heliothis*, *Pieris*, *Autographa*).

Possiamo inoltre evocare altri esempi di principi attivi, prodotti da microorganismi, che possono costituire la base di un approfondimento e ulteriori sviluppi nella lotta biologica:

- tramite l'utilizzazione di funghi contro gli insetti, ad esempio *Entomophthora muscae* che si sviluppa selettivamente sul dorso delle mosche facendole scoppiare;

- tramite l'utilizzazione di *virus* contro i funghi parassiti. Il fungo *Endothia parasitica* provoca il deperimento del castagno. Esiste un ceppo fungino che ha la proprietà di essere ipovirulento perché portatore di un virus. Ora, inoculando il ceppo attenuato all'albero già infettato da un ceppo normale, si ottiene un rallentamento della propagazione della malattia;
- tramite l'utilizzazione di virus contro i batteri. L'utilizzazione dei batteriofagi, parassiti dei batteri, dei quali provocano la distruzione per lisi, ha beneficiato di un interesse considerevole in medicina umana soprattutto nel periodo fra le due guerre, prima dell'uso generalizzato degli antibiotici. Alcune applicazioni vengono attualmente riprese con rinnovato interesse.

Possiamo menzionare per esempio l'utilizzazione di batteriofagi isolati da acque luride nel nostro contesto ambientale ticinese. L'applicazione terapeutica derivante in patologia umana è stata oggetto di un riuscito trattamento di un'infezione auricolare ribelle da *Pseudomonas aeruginosa*. Comunque la fagoterapia è conosciuta da anni.

In ambienti acquatici è ad esempio risaputo che certe proprietà battericide dei fiumi Gange e Yuma sono basate sulla ricca presenza di batteriofagi. Le proprietà igieniche date da questi alle acque potrebbero essere in relazione con la pratica dei bagni sacri e purificatori che le popolazioni indigene fanno da sempre in questi fiumi.

Un'altra applicazione di questi virus isolati dalle acque è quella concernente i batteriofagi di *Aeromonas*, dopo l'isolamento da diversi ambienti acquatici di questi virus è stato possibile applicarli in una problematica epidemiologica. In questo caso, tramite dei batteriofagi messi in evidenza nelle acque luride, nelle acque di piscicoltura, nei fanghi delle stazioni di depurazione abbiamo potuto stabilire le correlazioni in ceppi batterici provenienti da materiali clinici (emoculture, strisci da ferite, espettorati, ecc.) e ceppi di origine ambientale (isolati su pesci o dalle acque libere). (Fig.2)

Prima di passare alle applicazioni pratiche della microbiologia nei campi energetici e alimentari, vorrei fare una premessa. In quanto, esaminando le relazioni tra i microorganismi e i deficit energetici e alimentari, bisogna evidenziare alcune idee chiave:

- il necessario abbandono del concetto di *rifiuto*. Infatti, tutto quello che deriva dal mondo vegetale e animale (in particolare dall'escrezione e digestione) prende le connotazioni di *materia prima* per i decompositori, la categoria d'organismi dei quali stiamo parlando;
- tutta questa materia prima in natura può essere trasformata in energia e alimenti;
- se il concetto di *rifiuto-materia prima* per i decompositori è conosciuto da sempre, risulta molto difficile lo sfruttamento applicativo mediante procedimenti tecnici.

MICROORGANISMI E CRISI ENERGETICA

Nelle relazioni microbiologia e crisi energetica va rilevato che le indagini sono orientate su due linee essenziali: la preparazione di carburanti di sostituzione e la preparazione di carburanti rinnovabili tramite la trasformazione della biomassa.

a) Preparazione di carburanti di sostituzione

L'idea che s'è fatta strada dopo la prima crisi petrolifera del 1973 è quella di utilizzare come carburante le materie vegetali. Così da arrivare in un'ultima sintesi, con procedimenti adeguati, ad una maggiore indipendenza dalle forniture di petrolio. Quindi, nuova attualità hanno gli studi sulle possibilità di *estrarre direttamente idrocarburi dalla materia vegetale*. Vorrei iniziare da questa linea d'indagine che potrebbe risultare la più semplice e promettente se consideriamo la sua immediatezza.

La produzione di idrocarburi è possibile soprattutto a partire da alghe microscopiche. I procedimenti essendo ancora allo stadio di laboratorio, la trasposizione su scala semi-tecnica e industriale non avverrà prima degli anni '90.

Le colture delle "plantes à pétrole" che vengono attualmente sperimentate con successo sono costituite dalla specie algale *Botryococcus braunii*. Si tratta di un'alga unicellulare il cui peso secco è costituito dal 15 fino al 75% da idrocarburi (generalmente negli altri vegetali non supera 1%).

Gli *idrocarburi* formati dalle cellule si accumulano essenzialmente nelle pareti esterne. Formano dei grossi globuli che in certi momenti fisiologici rappresentano fino a 95% del contenuto cellulare.

La separazione degli idrocarburi dalla massa colturale avviene tramite centrifugazione.

Con le colture "ottimalizzate" in laboratorio si arriva ad ottenere:

- il raddoppio della biomassa ogni due giorni;
- un contenuto in idrocarburi del 35%.

Questo equivale ad una produzione di 0,09 grammi di idrocarburi per litro di coltura al giorno.

La difficoltà risiede nel trasportare i principi validi in provetta su scala più vasta. Comunque in condizioni "naturali" sulla superficie di un vasto corpo d'acqua, si può postulare la produzione di 60 tonnellate d'idrocarburi per ettaro all'anno.

b) Produzioni di carburanti rinnovabili

Come sostitutivi di idrocarburi fossili la cui disponibilità planetaria è limitata. L'interesse della biomassa vegetale risiede appunto nel fatto che si tratta di materia prima rinnovabile.

La crisi del petrolio ha così dato *nuova attualità alle fermentazioni*; da intendersi come studio e gestione ottimale dei procedimenti di trasformazione della biomassa legati alle fermentazioni. Basata sulle bioconversioni effettuate tramite il metabolismo batterico e fungino è sorta una nuova scienza "l'agrienergie", "energy-farming". L'agro-energia può essere definita come la coltura delle piante per produrre in seguito con i microorganismi dell'energia sotto forma di biocombustibile, cioè dell'alcol, del metanolo ed anche dell'idrogeno.

Una serie di programmi a livello nazionale sono stati varati nel Brasile, negli USA, nel Canada, nella Svezia, nella Nuova Zelanda. Per la sua importanza dal profilo quantitativo, va menzionato il vasto programma brasiliano "*Pro alcool*" lanciato nel 1974. Vertente essenzialmente sulla produzione di etanolo a partire dalla canna da zucchero, ha portato ad una produzione del 1985 di 33 milioni di tonnellate di questo alcol. Quantità di carburante che corrisponde al 20% del consumo degli autoveicoli in questa nazione.

Dal 1976 nel Brasile e dal 1979 nel Canada e negli USA, esiste sul commercio a disposizione degli automobilisti un carburante misto di benzina e di alcol d'origine vegetale.

Si reputa che i carburanti (composti di idrogeno, carbonio e ossigeno che presentano, quanto alla loro utilizzazione nei motori delle automobili, delle proprietà analoghe a quelle della benzina, come il metano, l'etanolo il miscuglio acetone-metanolo) possano entrare in competizione con gli idrocarburi verso il 1990.

A questo proposito si possono pure citare i programmi svedesi vertenti sulla produzione di metanolo a partire dal legno; il programma canadese che ha portato al "gasohol" un miscuglio di 90% di benzina e 10% di etanolo ottenuto a partire dal mais.

MICROORGANISMI E CRISI ALIMENTARE

Nell'industria alimentare tradizionale le applicazioni biotecnologiche sono meno spettacolari. Vanno però evidenziati tutti i miglioramenti dei tradizionali procedimenti di produzione di alimenti.

Sono soprattutto applicazioni derivanti da studi su batteri e funghi levuriformi utilizzati in procedimenti conosciuti da millenni. Queste pratiche antiche hanno potuto essere ottimizzate da conoscenze approfondite dei procedimenti di fermentazione facendo capo a nozioni di genetica e enzimologia.

Anche in questo settore il capostipite delle ricerche è Louis Pasteur con le sue ricerche sulla fermentazione alcolica.

Desidero rapidamente richiamare quali sono i microorganismi che con il loro metabolismo presiedono la produzione di alcune derrate

alimentari di importanza fondamentale

ACETOBACTER	per la produzione di ACETO
LACTOBACILLUS	" YOGURT
LEUCONOSTOC	" FORMAGGI
SACCHAROMYCES CEREVISIAE	" VINI

Le "nuove" possibilità consistono nel:

- "programmare" gli organismi in funzione di nuovi compiti da eseguire mediante l'introduzione di geni provenienti da altri organismi;
- colture in massa per permettere l'estrazione di grosse quantità di sostanze come:

ENZIMI, VITAMINE, ACIDI ORGANICI, AMMINOACIDI, ANTIBIOTICI

Alcuni esempi:

Candida lipolytica fungo levuriforme utilizzato per una ben collaudata produzione di proteine destinate all'alimentazione animale a partire da *idrocarburi e sottoprodotti*, procedimento sviluppato con successo dall'industria petrolifera. Inoltre, la degradazione biologica della *LIGNINA* tramite i lieviti *Candida utilis* e *Torula utilis* permette di ottenere proteine, vitamine e grassi.

Sullo stesso substrato *Clostridium acetobutylicum* tramite la fermentazione anaerobica produce alcol, acetone e butanolo.

Nell'URSS la produzione di proteine "single cell protein" partendo da metanolo ammonta attualmente a 100'000 tonnellate annue.

La Società inglese ICI produce annualmente 50'000 tonnellate di proteine con microorganismi coltivati sul metanolo.

Secondo P.Peillet (1985) l'obiettivo è quello di valorizzare globalmente la produzione agricola tramite la microbiologia, tenendo presente che attualmente solo il 50% delle molecole fabbricate da vegetali sono utilizzate: l'agricoltura fornisce il 50% di materie "nobili" in 50% di materie di "imballaggio" di natura soprattutto cellulosica. Questo 50% può essere una fonte potenziale di glucidi e costituire ulteriore substrato per l'industria delle fermentazioni.

Inoltre, proteasi d'origine fungina sono utilizzate nella produzione di formaggi. Isolato dal caglio del vitello il gene che codifica, per la sintesi della chimosina, ha potuto essere introdotto nei microorganismi in modo che si possa esprimere.

Una riuscita del *genio-enzimatico* è costituita dalla trasformazione industriale dell'amido dei cereali in fruttosio. Negli USA e nel Giappone, secondo una recente stima, il 30% dello zucchero proviene dall'amido. Ad esempio sembra che la Coca-cola sia esclusivamente prodotta con questa nuova fonte di dolcificante.

Le implicazioni economiche dell'adozione di questi procedimenti sono molto importanti. Si pensi solamente al fatto che facendo capo all'amido ditte così importanti sfuggono al monopolio dei prodotti dolcificanti esercitato dall'industria della barbabietola e della canna da zucchero.

CONCLUSIONI

Ho tentato in questo mio intervento di evocare alcune possibilità di applicazioni pratiche della microbiologia nei diversi settori che notoriamente oggi sono in crisi. Le possibilità offerte dai microorganismi sono però così numerose da far apparire estremamente modesto il mio contributo.

In sede di conclusioni vorrei comunque proporre alcuni punti di riflessione:

uno dei paradossi della nostra civiltà industriale è quello di riscoprire e di studiare tecniche e soluzioni biologiche alle quali alcune popolazioni della Terra facevano già ricorso da millenni. L'*etnobotanica*, disciplina appartenente alla sfera dell'ecologia umana, recentemente ha ricevuto nuovo impulso nel senso che si prefigge di studiare le proprietà delle specie vegetali utilizzate dalle tribù primitive a scopi terapeutici, religiosi o magici. Per analogia ritengo che una *etnomicrobiologia*, già intrapresa debba essere incentivata.

In ultima analisi si tratta di mettere a profitto più intelligentemente e senza spreco le risorse biologiche del nostro Pianeta, che iniziamo appena a conoscere.

Come in ogni campo anche le applicazioni "troppo spinte", senza discernimento, della microbiologia nei settori evocati può portare a delle aberrazioni. Prontamente a questo proposito un volume di recentissima pubblicazione (giugno 1985) attira l'attenzione su alcuni aspetti. In effetti, Aurelio Peccei e Daisaku Ikeda nel loro carteggio apparso con il titolo "Campanello d'allarme per il XXI secolo", denunciano giustamente lo squilibrio provocato dalla deforestazione operata soprattutto nel Brasile allo scopo di produrre metanolo.

In Amazzonia, secondo gli stessi autori, gli equilibri naturali sono ulteriormente minacciati a causa dell'eccessiva estensione della coltura della canna da zucchero destinata alla produzione energetica.

Altri lavori di recente pubblicazione (febbraio 1985) "La rivoluzione biotecnologica, processi, prodotti e promesse" di Parasi-Spalla altrettanto puntualmente denunciano l'aberrazione e in definitiva lo spreco energetico al quale si va incontro quando si utilizza il vino per produrre alcol etilico a scopo industriale. Da questi esempi si può dedurre che per non creare ulteriori squilibri occorre fornire ai fermenti biomasse più idonee e adeguate per produrre carburante.

Questa considerazione fondamentale permetterebbe di non incorrere in una nuova tendenza aberrante che si fa' strada. Quella di ritenere spontaneamente che l'eccedenza agricola (quindi materiali "nobili") delle nazioni industrializzate venga indirizzata verso la produzione di carburante, quando invece il deficit alimentare regna sulla maggior parte della superficie terrestre.

Inoltre, va chiaramente evidenziato che queste possibilità biologiche che pur esistono trovano nella loro applicabilità su larga scala non solo degli ostacoli tecnici, ma soprattutto economici. E' evidente che dei progressi tecnici importanti permettono sovente di ridurre gli ostacoli economici. I due aspetti sono inti-

mamente legati e momentanei indirizzi di ricerca possono essere basati su delle materie prime che risultano in un dato periodo poco costose. Si pensi, ad esempio alle numerose ricerche consacrate negli anni 1960-70 ai microorganismi che si moltiplicano sul petrolio producendo amminoacidi, proteine, acido citrico. Considerati i costi odierni del petrolio queste ricerche sono quasi completamente abbandonate con l'obiettivo alimentare; la "bistecca derivata dal petrolio" non è già più di moda perché la materia prima è diventata troppo costosa.

Già attualmente, lo abbiamo rapidamente visto, la biotecnologia è una realtà che permette di produrre:

- *carburante* senza petrolio per automobili
- *zucchero* senza barbabietole e canna da zucchero
- *vitamine, ormoni, antibiotici, vaccini.*

Le implicazioni di tipo politico saranno enormi, "Le Monde diplomatique" del giugno 1985 è quasi interamente dedicato alla problematica, vi ha consacrato 7 pagine intere con il titolo: "Les biotechnologies peuvent-elles changer la Société?". In particolare J.P.Raynaud nell'articolo "une affaire aux multiples visages" dopo aver considerato le implicazioni a livello familiare, tecnico, industriale, commerciale, finanziario, sotto le implicazioni di tipo politico annota la riflessione seguente: "Le biotechnologies fanno parte delle tecnologie del futuro. Possono aiutare al mantenimento della predominanza tecnica dei paesi industrializzati per lasciare ai paesi in via di sviluppo il controllo d'industrie che non sono più portatrici d'avvenire come le acciaierie, l'industria tessile, prossimamente l'automobile e a termine anche l'elettronica".

In altri termini, diventano sempre più attuali le parole di Pasteur che ho già avuto modo di citare: "Signori, spetterà ai microbi l'ultima parola"!

BIBLIOGRAFIA (sommatoria)

AMOCO CADIZ - *Bilan du colloque sur les conséquences d'une pollution accidentelle par hydrocarbures, élaboré par M. Marchand, Publications du CNEOX-Rapports scientifiques et techniques No.44, Brest, novembre 1979.*

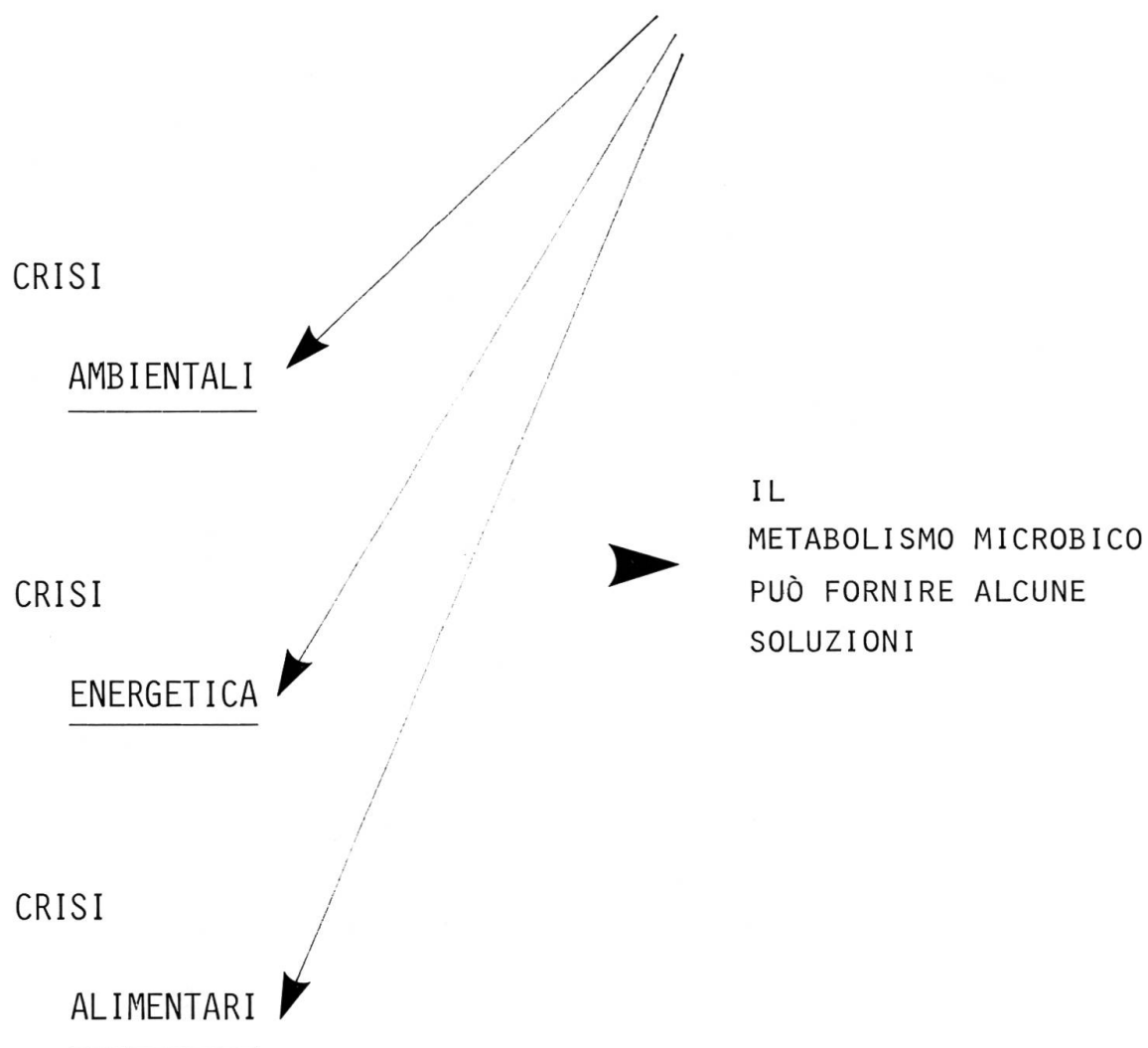
AMOCO-CADIZ - *Conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures, publié par le Centre National pour l'exploitation des océans, Paris, 1981 (Autori vari).*

BULL, A.T., HOLT, G., LILLY, M.D. - *Biotechnologie, Tendances et perspectives internationales OCDE, Paris, 1982. Organisation de Coopération et de Développement Economiques.*

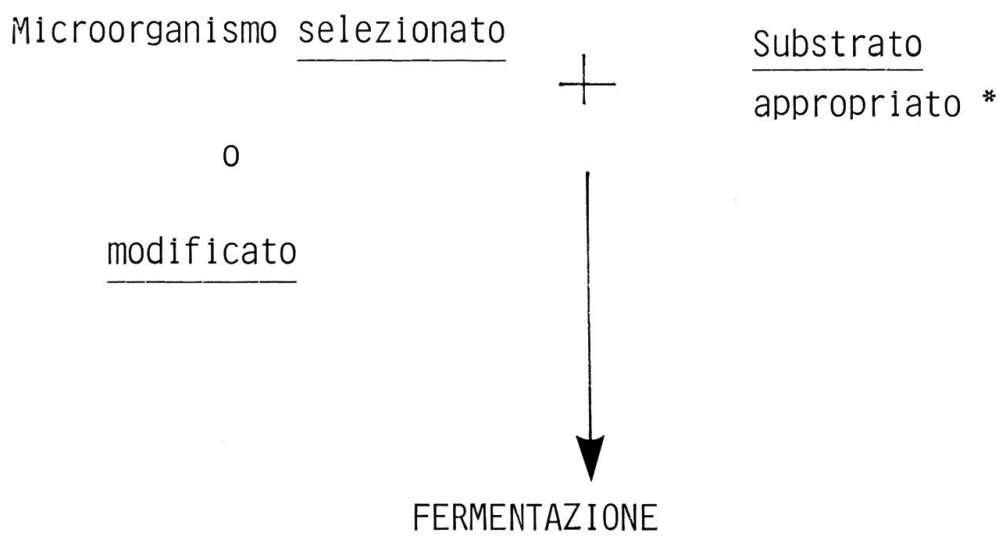
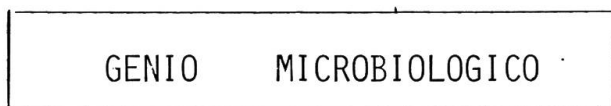
CASADEVALLE, E., METZGER, P., LARGEAU, C., COUTE, A. - *Investigation chimique de souches sauvages de Botryococcus braunii: Nature des Hydrocarbures, Congrès, Paris, 1982.*

- CHARTIER, P., MERIAUX, S. - L'énergie de la biomasse, La Recherche. 113 (11) 766 - 776, 1980.
- DEMAIN, A., SOLOMON, N. - La microbiologie industrielle in La Révolution Biologique Numéro spécial de "Pour la science - Scientific American". 49, (14-24)- Novembre 1981.
- DEMARTA, A., PEDUZZI, R. - Etude épidémiologique des *Aeromonas* par lysotypie, Riv. It. Piscic. e Ittiop. 19 (4) 148-155, 1984.
- DUMON, R., GUIBET, J.C., POTRAS, J.Y. - Les méthanol, Réalités et perspectives. Les objectifs scientifiques, Ed. Masson, Paris 1984.
- DUMON, R., GELUS, M. - Valorisation chimique du bois, les objectifs scientifiques de demain, Ed. Masson, Paris, 1982.
- DOUZOU, P., DURAND, G., KOURILSKI, P., SICLET, G. - Les biotechnologies, Ed. Presses Universitaires de France, Paris, 1983.
- GROS, F., JACOB, F., ROYER, P. - Sciences de la vie et société. (Rapport présenté à M.le Président de la République) La Documentation française, Paris, 1979.
- MANIL, P., - L'utilisation de microbes, Ed. Presses Universitaires de France, Paris, 1968.
- MILANESI, G. - Le biotecnologie in Italia, Ed. Franco Angeli, Milano, 1984.
- NEDWELL, D.B., BROWN, C.M. - Sediment microbiology, Ed. Academic Press, London-New York, 1982.
- PARISI, F., SPALLA, C. - La rivoluzione biotecnologica, (processi, prodotti e promesse), Ed. Mondadori, Serie: Edizioni scientifiche e tecniche EST, febbraio 1985.
- PECCI, A., IKEDA, D. - Campanello d'allarme per il XXI Secolo, Ed. Bompiani, giugno 1985.
- PELCZAR, M.J., REID, R.D., CHAN. - Microbiologia, Ed. Zanichelli, 1982.
- PEDUZZI, R. - Attività microbiche e qualità idrica, in "The Qualitative thirst of modern Man" colloquia Medica Santoriana, Monografia, Ed. Istituto Comeliana, Milano 1978.
- PEDUZZI, R. - Inquinamento idrico e patologia umana, Tribuna medica ticinese, 49 (6), 271-276, 1984.
- PEDUZZI, R. - Les réponses microbiologiques aux crises actuelles, Cours: Hydrobiologie Microbienne, Université de Genève, 1982.

- PEILLET, P. - Vastes horizons pour les industries agro-alimentaires, Diversifier et valoriser la production, *Le Monde diplomatique*; juin 1985.
- PIFFARETTI, J.C., MARTINONI, G., PEDUZZI, R. - Fagoterapia: Trattamento di un'infezione auricolare ribelle da *Pseudomonas aeruginosa*, *Tribuna medica ticinese*, 48, 165-168, 1983.
- RAYNAUD, J.P. - Une "affaire" aux multiples visages. Du laboratoire au marché, in "Les biotechnologies peuvent-elles changer la Société?". *Le Monde diplomatique*, juin 1985.
- RONCIN, O. - La culture de l'énergie, Numéro spécial de "Sciences & Avenir": No. 50. Le boom des Biotechnologies, 59-62, 1984.
- SEGUIER, F. - L'utilisation de déchets agricoles in "La Recherche sur les énergies nouvelles", Ed. su Seuil, Paris, 1980.
- SOLI, G., BENS, E.M. - Selective Substrate Utilization by Marine Hydrocarbonoclastic Bacteria, *Biotechnology and Bioengineering*, by John Wiley & Sons, Inc., 1973.

RISPOSTE MICROBIOLOGICHE ALLE CRISI ATTUALI

ESAMINIAMO
ALCUNI ESEMPI DI APPLICAZIONE PRATICA DELLA MICROBIOLOGIA
NEI CAMPI CITATI



Moltiplicazione del microorganismo
in condizioni fisico-chimiche definite
costantemente sorvegliate nel fermentatore

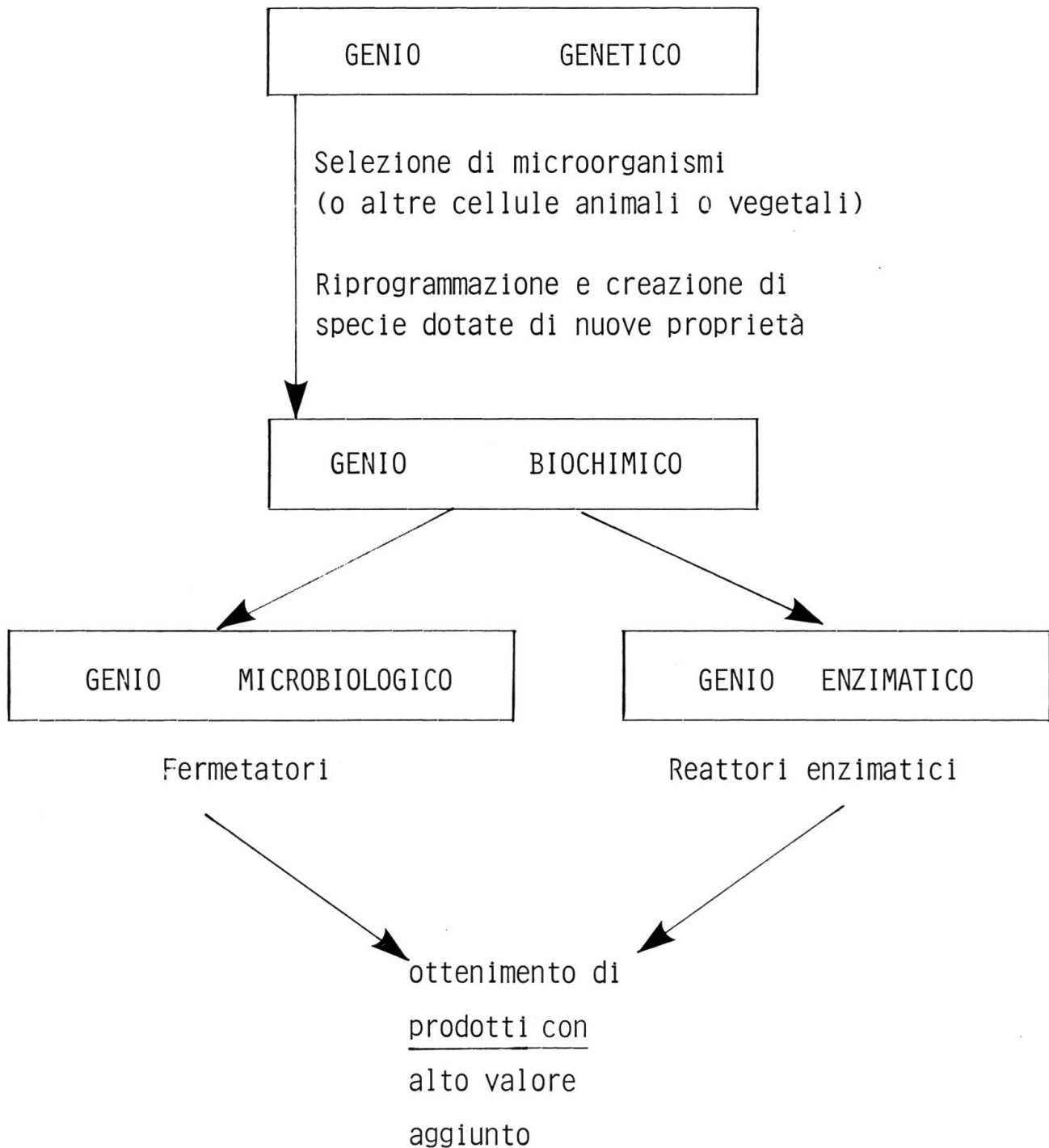


ottenimento di un prodotto che bisogna
estrarre e purificare

I prodotti ottenuti sono inerenti:

- l'agro-alimentare
- i medicinali
- la chimica

* sottoprodotto o rifiuto di manifattura o della produzione
agricola di cui assicura il riciclaggio e la valorizzazione

LE VIE D'APPLICAZIONE DELLE TECNICHE BIOLOGICHE

SERIE DI MICROORGANISMIaventi le capacità di degradare gli idrocarburiLIEVITI

Torulopsis
Monilia
Candida
Rhodotorula

FUNGHI FILAMENTOSI

Aspergillus
Fusarium
Botrytis
Mucor
Penicillium
Trichoderma

BATTERI

Mycobacterium
Pseudomonas
Flavobacterium
Moraxella
Acinetobacter
Corynebacterium

Il funzionamento del processo degradativo, dipendente da diversi fattori: Temperatura ($20^0 - 37^0$ C), offerta di tipo Trofico N P
Bisogno in O₂, pH

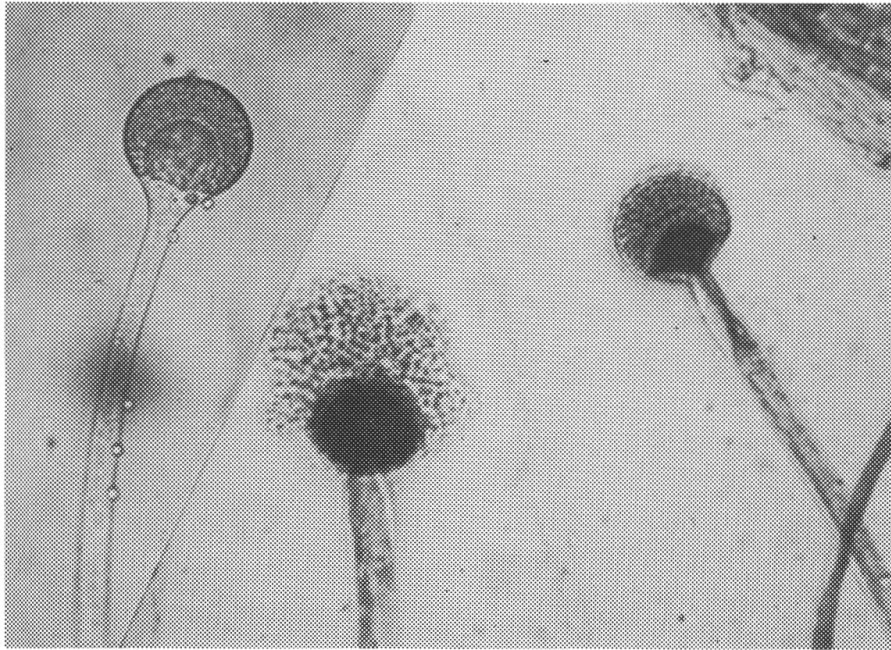


Fig. 1. - Sporangii di un fungo filamentoso del genere *Mucor*. Questa coltura fungina è stata isolata dal liofilizzato di microorganismi utilizzati per disinquinare il suolo adiacente al Pretorio di Mendrisio dopo la fuoruscita accidentale di nafta nel febbraio 1984.

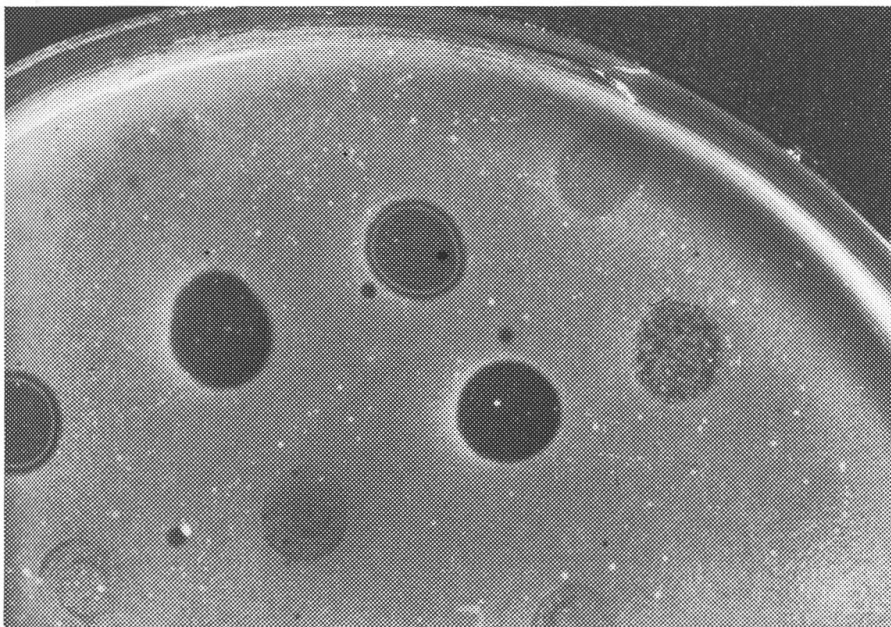


Fig. 2. - Coltura batterica sulla quale è possibile osservare l'effetto dei batteriofagi. I buchi corrispondono alle zone di lisi dove il virus ha provocato la distruzione dei batteri della specie *Aeromonas hydrophila*. L'effetto è osservato dopo 24 ore di incubazione a 30°C dopo aver depositato una goccia di sospensione fagica sul tappeto batterico inoculato su Piastra di Petri.

