

Parliamo di Biorisanamento quando ci riferiamo al recupero di un'area di materiali di acqua o di suolo inquinata che viene risanata eliminando l'elemento o gli elementi inquinanti grazie a organismi viventi, per lo più batteri.

Innanzitutto chiariamo che cos'è l'inquinamento

In genere consideriamo inquinanti sostanze o un microrganismo che recano danno alla sopravvivenza o alla qualità della vita delle persone o di specie di animali, piante o microrganismi che intendiamo salvaguardare in un certo ambiente. Quello che per qualcuno può essere un inquinante, per altri può essere una fonte di sopravvivenza. Facciamo un esempio: l'accumulo di elementi come l'azoto e il fosforo in un ecosistema acquatico causa la proliferazione di alghe microscopiche che, a loro volta, non essendo smaltite dai consumatori primari, determinano una maggiore attività batterica; aumenta così il consumo globale di ossigeno, e la mancanza di quest'ultimo provoca alla lunga la morte dei pesci.

Esempi comuni di sostanze che consideriamo inquinanti sono i derivati del petrolio, l'ammonio, i fosfati, l'arsenico (sopra a determinate concentrazioni), i [metalli pesanti](#), gli atomi radioattivi, ma anche gli accumuli di rifiuti urbani ed industriali che non sappiamo come smaltire.

Se conosciamo organismi o microorganismi in grado di assorbire o metabolizzare uno o più di questi inquinanti, possiamo utilizzarli per eliminare gli inquinanti dall'ambiente di interesse (un fiume, una falda o un cumulo di rifiuti industriali).

Conoscere per progettare

Alla base della nostra capacità di progettare interventi di biorisanamento c'è la conoscenza degli stili di vita di tanti organismi diversi e in particolare di tanti batteri diversi, oppure della capacità di progettare e costruire in laboratorio batteri capaci di realizzare i nostri progetti (il che presuppone una conoscenza di base ancora più vasta!).

Se infatti siamo a conoscenza dell'esistenza di batteri capaci di ricavare energia a partire dai sottoprodotti del petrolio, e se conosciamo le loro necessità di sopravvivenza (fonti di azoto, zolfo e fosforo preferite; temperatura ottimale di crescita; quantità di ossigeno necessaria etc.) potremo incoraggiare la crescita di questi batteri in aree inquinate dal petrolio e ottenere tanti batteri e aree pulite.

Negli ultimi anni, applicando una nuova tecnica di osservazione dei batteri, abbiamo scoperto per prima cosa che quello che sappiamo sui batteri è solo una piccolissima parte di quello che c'è in natura e secondo abbiamo iniziato studiarne ed identificarne molti di più di quelli che studiavamo prima. Li cerchiamo in posti ovvi (il mare, gli oceani e i suoli) e meno ovvi (le profondità della terra; gli ambienti estremi come nevi perenni, deserti e vulcani; le superfici interne ed esterne al nostro corpo come l'intestino e l'epidermide). Questa nuova tecnica è la [metagenomica](#) e si basa sul sequenziamento del DNA dei batteri prelevati da un certo ambiente in un certo momento. Dopo aver sequenziato tutto il DNA che troviamo, cerchiamo di identificare i batteri, comparando le loro sequenze con le sequenze di batteri noti, e di caratterizzare le sequenze di batteri ignoti guardando se sono simili a sequenze a cui abbiamo già attribuito una funzione (ad esempio questa sequenza somiglia al gene per la RNA Polimerasi piuttosto che a quello per la fosfo-frutto-chinasi)

In questo video, vedete un gruppo di studenti che hanno qualche anno più di voi all'opera con l'analisi metagenomica di un'area inquinata. Stanno andando a prelevare i campioni per vedere che sostanze inquinanti ci siano e quali batteri crescano in quel corso d'acqua. Tutti batteri che hanno pescato sono stati sequenziati e caratterizzati confrontandoli con le sequenze presenti nelle banche dati biologiche.

Link al video “<https://player.vimeo.com/video/61951825>”

Campionamento dal canale Scaricatore nell'ansa che attraversa il Parco Fenice

Alcune comuni strategie di intervento

Una volta che abbiamo individuato uno o più batteri adatti ad eliminare il nostro inquinante dall'ambiente, come possiamo procedere?

Bioreattori

Se il nostro ambiente inquinato ha una cubatura contenuta, come ad esempio uno scarico industriale prodotto giornalmente in una certa quantità, possiamo portare il nostro materiale inquinato dentro ad un bioreattore progettato per far crescere al meglio il batterio o i batteri in grado di ripulire il materiale inquinato in questione.

Un esempio comune di bioreattore è costituito dai biogassificatori, un tipo di bioreattori che favoriscono la crescita di vari tipi di microrganismi in assenza di ossigeno in grado di trasformare le biomolecole residue presenti nei rifiuti organici in metano.

Un altro esempio comune di bioreattori è costituito dai fotobioreattori, una tipologia di bioreattori che consente l'entrata della luce e favorisce la crescita di alghe e cianobatteri in acque inquinate ricche in composti organici dell'azoto. I microrganismi fotosintetici crescendo incorporano l'eccesso di azoto nelle loro macromolecole, ripulendo le acque inquinate e producendo una grande varietà di molecole utili all'uomo (biodiesel, carotenoidi, glicerolo, vitamine, farmaci). Questo tipo di bioreattori possono anche essere utilizzati per ripulire l'eccesso di CO₂ dall'aria. L'aria ricca in CO₂ viene convogliata nel fotobioreattore e le alghe trasformano la CO₂ in zuccheri grazie alla luce, rilasciando ossigeno (fotosintesi).

Interventi sul posto

Se la quantità del materiale è ingente (ad esempio un fiume o un lago) o difficilmente raggiungibile (come ad esempio l'acqua di una falda) dobbiamo intervenire sul posto favorendo la crescita dei batteri detossificatori proprio nell'ambiente che vogliamo ripulire.

Un primo modo potrebbe essere l'inoculo di batteri capaci di degradare una determinata sostanza in un ambiente dove sono assenti o rari ([bioaugmentation](#)).

Se i batteri degradatori sono già presenti sul posto, forse l'azione più efficace è quella di favorirne la crescita mettendo a disposizione dei batteri la sostanza o le sostanze ce ne limitano la crescita. Una [storia interessante ci viene raccontata su "le scienze"](#) nella quale scopriamo che i batteri capaci di ricavare energia dal petrolio sversato nel Golfo del Messico hanno smesso di crescere perchè non avrebbero abbastanza azoto per replicare il proprio materiale genetico. Quando è possibile e questo non interferisce troppo con l'ecosistema, interveniamo fornendo nell'ambiente le sostanze che servono per favorire la crescita dei batteri degradatori delle sostanze indesiderate ([biostimulation](#)).

I batteri presenti nella zona inquinata possono soffrire non solo la carenza di nutrienti, ma anche la carenza di aria con le giuste concentrazioni di ossigeno. In questo caso interverremo insufflando ossigeno o favorendo l'anaerobiosi, a seconda delle necessità ([bioventing](#)).

In tutti questi casi sarà opportuno costruire delle barriere fisiche che mi consentano di limitare e controllare le azioni di biorisanamento che sto portando avanti.

I [depuratori](#) delle acque urbane non sono forse una forma di biorisanamento?

CLIL

Eccovi un link ad un articolo divulgativo pubblicato da Scientific American riguardo ai batteri che vivono sulla superficie della crosta terrestre e le loro molteplici ed anche estreme strategie di sopravvivenza: <http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/2015/04/22/what-about-earths-microbiome/>

Surfing the web for information

Nelle righe sopra vi ho riassunto un pochino quello che ci siamo detti in classe e che dovrete rivedere a casa.

[In una lezione precedente abbiamo anche parlato dell'informazione nell'era del web](#). Utilizzando quello che abbiamo imparato provate a ricostruire voi

stessi questa lezione cercando informazioni affidabili nella rete. Un buon punto di partenza per avere delle informazioni generali e affidabili sono i siti delle università, soprattutto nelle sezioni dedicate esplicitamente alle scuole o alla divulgazione scientifica. Nel mondo americano queste fonti di informazione sono identificate dal dominio ".edu". Io ad esempio sul bioremediation ho trovato due fonti di informazioni facili e generali: [un sito della Cornell University](#) e [un sito della Michigan State University](#).

Per trovare degli articoli scientifici sull'argomento, possiamo fare una ricerca su [PubMed](#). Io vi propongo di fare la seguente ricerca:

- cercate la parola "Bioremediation"
- aggiungete anche "bacteria" per restringere il campo della ricerca
- dalla barra sulla sinistra scegliete di vedere solo le review per visualizzare solo articoli di interesse più generale
- sempre dalla barra sulla sinistra scegliete di vedere solo gli articoli per i quali è disponibile gratuitamente l'intero contenuto (visto che non abbiamo nessuna sottoscrizione)

Scorrendo anche solo i titoli degli articoli che troviamo ci facciamo una idea di quanti diversi inquinanti e quante diverse tecniche di risanamento si stiano studiando!

Io trovo che gli articoli tuttavia siano un po' troppo specialistici, ognuno racconta un pezzetto piccolissimo di una storia. Voi che ne dite?

Tempo di condividere quello che abbiamo imparato

Arrivati a questo punto abbiamo imparato un bel po' di cose sul biorisanamento. Ma soprattutto molte cose le sapevamo già e avevamo solo bisogno di un po' di tempo per metterle insieme e un po' di fantasia per immaginare soluzioni. Ma molte delle cose che abbiamo scritto sopra le avete immaginate voi da soli senza che ve le spiegassi io. Quindi significa che è tempo di insegnare agli altri quello che sappiamo!

Se osservate la [pagina di Wikipedia in italiano sul biorisanamento](#) vedrete che possiamo fare molto per migliorarla. Per cui, al lavoro!

Tenete sempre presente che le informazioni che metteremo devono essere:

- **essenziali (dobbiamo dire solo le cose importanti e tralasciare i dettagli)**
- **comprensibili da tutti**
- **affidabili (dobbiamo indicare la fonte dell'informazione che riportiamo)**

Potete utilizzare anche la [pagina di wikipedia in inglese](#) per trovare alcune fonti e referenze utili, e non dimenticate il vostro libro!

Divisi in gruppi dovrete studiare molto e scrivere poco per produrre la definizione sintetica per i seguenti paragrafi:

1. Definizione di Biorisanamento
2. Interventi di Biorisanamento *in situ* utilizzando batteri
3. Interventi di Biorisanamento in Bioreattori
 1. gassificatori
 2. fotobioreattori
4. Biorisanamento utilizzando le radici delle piante
5. Biorisanamento utilizzando i funghi

Una volta ultimato il vostro lavoro di gruppo, inviate il materiale che avete prodotto, insieme ai vostri nomi e alla classe attraverso l'apposito formulario qui di seguito. Buon lavoro a tutti!

Nome (obbligatorio)

E-mail

Argomento (obbligatorio)

Contenuto prodotto (obbligatorio)

[Questa è la pagina in cui sono riportati i vostri contributi con un commento dell'insegnante](#)

[Questa è a oggi la pagina dell'enciclopedia libera dedicata al biorisanamento](#)