



Biotechnologie: Passato e Presente

MODULO 17

European Initiative for Biotechnology Education

Gruppo di lavoro

Gérard Coutouly (Unit Co-ordinator), Jan Frings, John Grainger, Alessandra Corda Mannino, Ognian Serafimov, Stefania Uccelli, Rosa Villama n n



L'Iniziativa Europea per l'Educazione alla Biotecnologia (EIBE) ha per vocazione il miglioramento della comprensione della biotecnologia, di promuovere le sue tecniche, e di stimolare il dibattito pubblico con una formazione adeguata nelle scuole e nelle università dell'Unione Europea (UE).

EIBE



BELGIË/BELGIQUE

Prof. Dr. Vic DAMEN/ Marleen van STRYDONCK, Universitaire Instelling Antwerpen (U.I.A.), Department Didactiek en Critiek, Universiteitsplein 1, 2610 Antwerpen, email mvstryd@uia.ua.ac.be
Dr. Maurice LEX, EC, GD XII E-1, SDME 9/38, Rue de la Loi 200, 1049 Bruxelles, Fax 0032/2/299-1860



BULGARIA

Prof. Raytcho DIMKOV, University of Sofia 'St. Kliment Ohridski', Faculty of Biology, Dr. Tzankov blvd. No. 8, 1421 Sofia, email ray@biofac.uni-sofia.bg



CZESKÁ REPUBLIKA

Dr. Hana NOVÁKOVÁ, Pedagogprogram co-op Pedagogiká Fakulta UK, Konevova 241, 1300 Praha 3. Fax +420/2/684 5071



DANMARK

Dr. Dorte HAMMELEV, Association of Danish Biologists, Sønderjyllands Alle 2, 2000 Frederiksberg, email dorte@centrum.dk
Mrs Lisbet MARCUSSEN, Association of Danish Biologists, Skolebakken 13, 5800 Nyborg, email lisbetma@post2.tele.dk



DEUTSCHLAND

Prof. Dr. Horst BAYRHUBER/ Dr. Eckhard R. LUCIUS/ Mrs Renate GLAWE, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel, email bayrhuber@ipn.uni-kiel.de, lucius@ipn.uni-kiel.de; glawe@ipn.uni-kiel.de
Dr. Ognian SERAFIMOV, INCS-Centre of UNESCO, c/o Jörg-Zürn-Gewerbeschule, Rauensteinstr. 17, 88662 Überlingen, email joergzuern.os@t-online.de, ognian.serafimov@t-online.de
Prof. Dr. Eberhardt TODT, Universität Giessen, FB Psychologie, Otto-Behagel-Str. 10, 35394 Giessen, email Eberhard.Todt@psychol.uni-giessen.de
Prof. Dr. Michael SCHALLIES, Pädagogische Hochschule, Heidelberg, FB Chemie, Im Neuenheimer Feld 561, 69120 Heidelberg, email schallie@ph-heidelberg.de



EESTI

Prof. Dr. Tago SARAPUU, Science Didactics, Dept., University of Tartu, Vanemuise 46-211, Tartu 51014, email tago@ut.ee.



EIRE

Dr. Catherine ADLEY, University of Limerick, Biotechnology Awareness Centre, Dept. of Chemical and Environmental Sciences, Limerick, email Catherine.Adley@ul.ie
Mrs. Cecily LEONARD, University of Limerick, Dept. of Life Sciences, Limerick, email cecily.leonard@ul.ie



ELLADA

Prof. Vasilis KOULAIIDIS/ Ass. Prof. Vasiliki ZOGZA-DIMITRIADI, University of Patras, Dept. of Education, Rion, 26500 Patras, email zogza@upatras.gr, Koulaiddi@upatras.gr



ESPAÑA

Dr. María J. SÁEZ, Dr. Angela GÓMEZ-NIÑO/ Rosa VILLAMANAN, Universidad de Valladolid, Dept. de Biología Celular y Farmacología, Geologo Hernandez Pacheco 1, Valladolid 47014, email mariaj@redestb.es, Angela@biocel.uva.es, rvillama@dce.uva.es



FRANCE

Prof. Gérard COUTOULY, LEGPT Jean Rostand, 18, Boulevard de la Victoire, 67084 Strasbourg Cedex, email coutouly@cybercable.tm.fr
Prof. Laurence SIMONNEAUX, ENFA, Toulouse, Boîte Postale 87, 31326 Castanet-Tolosan Cedex, email laurence.simonneaux@educagri.fr



ITALIA

Prof. A. BARGELLESI-SEVERI/ Dr. Stefania UCCELLI/ Dr. ssa. A. CORDA-MANNINO, Centro di Biotecnologie Avanzate, Largo Rosanna Benzi 10, 16132 Genova., email dcs@ist.unige.it, ste@ist.unige.it



LUXEMBOURG

Mr. John WATSON/ Mr. Laurent KIEFFER, European School, 23 BLVD Konrad Adenauer, 1115 Luxembourg, email krit@eursc.org, john.watson@ci.educ.lu



NEDERLAND

Dr. David J. BENNETT, European Federation of Biotechnology Working Party on Education, Cambridge Biomedical Consultants, Oude Delft 60, NL-2611 CD Delfte, email efb.cbc@stm.tudelft.nl
Dr. Fred BRINKMAN, Hogeschool Holland, Communication Project, P.O. Box 261, 1110 AG Diemen, email fbrinkman@hsholland.nl
Drs. Liesbeth van de GRINT, email e.m.j.grint@student.utwente.nl
Dr. Jan F.J. FRINGS, Pr. Marijkelaan 10, 7204 AA Zutphen, email j.frings@hccnet.nl
Dr. Ana-Maria BRAVO-ANGEL, Secretariat of the Task Group on Public Perceptions of Biotechnology, Oude Delft 60, NL-2611 CD Delfte, email efb.cbc@stm.tudelft.nl



RZECZPOSPOLITA POLSKA

Dr. Anna STERNICKA, University of Gdansk, Dept. of Biology, AL. Legionow 9, 80952 Gdansk, email bioas@univ.gda.pl



SCHWEIZ

Dr. Kirsten SCHLÜTER, Höheres Lehramt Mittelschulen der Universität Zürich, Winterthurerstr. 30, CH-8033 Zürich, email kschluet@hlm.unizh.ch



SVERIGE

Mrs. Margareta JOHANSSON, Föreningen Gensyn, P.O. Box 37, 26821 Svalöv, email henrik.johansson@mbox372.swipnet.net
Dr. Elisabeth STRÖMBERG, Östrabogymnasiet, Kämpegatan 36, 451 81 Uddevalla, email es@ostrabo.uddevalla.se



THE UNITED KINGDOM

Dr. John GRAINGER/ Mr. John SCHOLLAR/ Dr. Caroline SHEARER, National Centre for Biotechnology Education, The University of Reading, Whiteknights, P.O. Box 228, Reading RG6 6AJ, email j.m.grainger@rdg.ac.uk, j.w.schollar@rdg.ac.uk, c.shearer@rdg.ac.uk
Mr. Wilbert GARVIN, email wilbert@leaghand.fsnet.co.uk
Dr. Jill TURNER, The Medical Biology Centre, The Queen's University of Belfast, 97 Lisburn Road, Belfast BT9 7BL, email jill.turner@queens-belfast.ac.uk
Dr. Paul WYMER, 6 Park Way, Whetstone London N20 0XP, email paul.wymer@virgin.net
Dr. Jenny LEWIS, University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, Leeds LS2 9JT, email j.m.lewis@education.leeds.ac.uk
Mr. Adam HEDGE COE, University College London, Dept. of Science and Technology Studies, Gower Street, London WC1E 6BT, email a.hedgecoe@ucl.ac.uk

EIBE co-ordinator

Prof. Dr. Horst BAYRHUBER, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel, Deutschland.
Tel.: ++49-431-880-3129, Fax: +49-431-880-3132 email: bayrhuber@ipn.uni-kiel.de.

EIBE secretariat

Renate GLAWE, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel, Olshausenstr. 62, 24098 Kiel, Deutschland.
Tel.: +49-431-880 3132, Fax +49-431-880 3132, email: glawe@ipn.uni-kiel.de.



Biotechnologie: Passato e Presente

MODULO 17

European Initiative for Biotechnology Education

CONTENUTI

Contenuti

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

Gruppo di lavoro, diritti d'autore	4
Notizie sul modulo	5
Sommario	6
Storia e Biotechnologie	7
Casi specifici	
A. Panificazione	11
B. Approvvigionamento di acqua potabile	15
C. Produzione di penicillina	21
Pietre miliari: uno sguardo al passato	26
Biotechnologie in Internet	32
Saccaromicio e i lavoratori invisibili	32

World Wide Web

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

Pochi settori conoscono uno sviluppo così rapido come le biotechnologie. La pubblicazione elettronica dei moduli dell'EIBE permette una revisione in continuo aggiornamento dei contenuti e una diffusione ad un costo ridotto.

Queste pagine (e gli altri moduli EIBE) sono disponibili in tutto il mondo su World Wide Web:

<http://www.eibe.org>

Tutti i moduli sono documenti in formato PDF. Ciò significa che le illustrazioni di alta qualità, i colori, i caratteri tipografici e l'impaginazione di questi documenti verranno mantenuti qualunque Computer voi abbiate (Macintosh, compreso il Power PC, Windows, DOS e Unix).

I documenti in formato PDF sono anche di dimensione minore rispetto agli originali dai quali derivano e, pertanto, occorrerà meno tempo per trasferire i documenti. Fate attenzione che, per visualizzare i moduli dell'EIBE, avrete bisogno di una copia del software *Adobe Acrobat, Reader*.

Il software *Acrobat, Reader 3* è disponibile gratuitamente. Può essere recuperato a partire dal sito:

<http://www.adobe.com/>

Con questo software, è possibile visualizzare e stampare i moduli dell'EIBE e "navigare" facilmente attraverso i documenti.

N.B.: *Adobe e Acrobat* sono i marchi depositati di Adobe Systems Incorporated. *Macintosh* è il marchio depositato dell'Apple Computer Incorporated.

Gruppo di lavoro

- **Gérard Coutouly** (Coordinatore del modulo)
LEGTP Jean Rostand,
F - 67084 STRASBURGO
- **Dr Jan Frings**
Education Centre for Biotechnology,
Pr. Marijkelaan 10
NL-7204 AA Zutphen
- **Dr John Grainger**
NCBE, School of Animal and
Microbial Sciences,
The University of Reading,
READING RG6 6AJ
- **Dr Alessandra Corda Mannino**,
Centro de Biotechnologie Avanzate,
I - 16132 GENOVA
- **Dr Ognian Serafimov**
Assoc Centre to INCS of UNESCO
c/o Jörg Zürn Gewerbeschule
Überlingen,
D - 88662 UBERLINGEN
- **Dr Stephania Uccelli**
Centro de Biotechnologie Avanzate,
I - 16132 GENOVA
- **Dr Rosa M. Villamañán**
Universidad de Valladolid,
E.U. Educacion,
Dpto. Didactica de las Ciencias
Experimentales,
E- 34003 PALENCIA

Disegni, illustrazioni e impaginazione:
Caroline Shearer, NCBE, Università di
Reading, RG6 6AJ

Traduzione: **Maddalena Sturla**, Università
di Genova, Italia

© Diritti d'autore

I diritti d'autore sono di proprietà dell'EIBE. Gli autori di questo modulo dichiarano di essere moralmente titolari dei diritti d'autore secondo la sezione 77 di Designs, Patents e Copyright Act, UK (1998).

Uso didattico

La riproduzione elettronica o stampata della totalità o di una parte del modulo, sono autorizzati per l'uso didattico a condizione che le copie siano distribuite gratuitamente o al prezzo di riproduzione e che vengano indicati gli autori e coautori proprietari dei diritti d'autore.

Altri impieghi

Questo modulo non può essere utilizzato per fini commerciali e non può essere diffuso elettronicamente, né spedito via posta e non può essere diffuso sul World Wide Web senza autorizzazione né in altro modo di distribuzione e riproduzione che si sostituirebbe ad un abbonamento o ad un'autorizzazione individuale d'accesso, né in altri modi che non rispettino queste condizioni.

Utilizzo commerciale

Per utilizzare parzialmente o integralmente questo modulo a fini commerciali o per altre pubblicazioni, dovete contattare:

Segreteria EIBE
c/o Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften (IPN) an der
Universität di Kiel
Olshausenstraße 62
D-24098 KIEL, Germania
Telefono: + 49 (0) 431 880 3132
Fax: + 49 (0) 431 880 3132

Notizie sul modulo



L'obiettivo principale di questo modulo è di offrire agli insegnanti materiale di supporto sulla storia delle biotecnologie. E' inoltre allegato un fumetto per giovani lettori.

Molti moduli EIBE includono cenni sugli aspetti storici delle biotecnologie. Tuttavia se l'insegnante o lo studente desidera effettuare un particolare approfondimento sulla storia delle biotecnologie, utilizzando soltanto i moduli EIBE, dovrà visionare tutti i moduli, raccogliere le informazioni e riassumerle in modo opportuno. E' inoltre consigliabile ricercare, da altre fonti, informazioni aggiuntive. Tuttavia, in questo modulo, sono state selezionate alcune tappe fondamentali della storia delle biotecnologie per offrire un quadro più vasto che l'insegnante potrà completare con le parti attinenti dei moduli EIBE.

Le biotecnologie sono state effettivamente introdotte in tempi remoti con l'affermarsi di metodologie atte a risolvere i problemi di produzione e di conservazione degli alimenti e dipendenti, pur non conoscendone il meccanismo, dall'azione di microrganismi. Seguì un periodo di scoperte scientifiche e tecnologiche (e di sogni?) che portò all'introduzione del nuovo termine "biotecnologia" con una serie di significati differenti. Non appena il progresso iniziò ad evolversi, con passo sempre più veloce, supportato dai progressi dell'elaborazione di nuove metodologie, si presentò la necessità di attivare l'interazione fra scienza, tecnologia e società che è da queste influenzata.

Obiettivi

Gli obiettivi del modulo sono:

- indicare le origini ed i differenti significati del termine biotecnologie;
- 1 indicare i progressi realizzati dai primordi ad oggi nella conoscenza

scientifico della materia vivente che ha permesso di utilizzare le biotecnologie per risolvere i problemi dell'umanità, portando come esempio tre casi specifici: (a) la produzione di alimenti, (b) la gestione dell'ambiente e (c) la produzione di prodotti farmaceutici;

- mostrare come le biotecnologie abbiano contribuito a migliorare la comprensione dei processi naturali e a promuovere la scienza e la tecnologia per migliorare la qualità della vita;
- aumentare la conoscenza del lavoro delle aziende biotecnologiche.

Il modulo comprende un fumetto che raffigura la storia della panificazione dai primordi ad oggi in una forma che si presta per essere proposta a giovani studenti.

Sommario



Storia e biotecnologie

Svolgendo un'indagine sul significato e sulle origini del termine biotecnologie ci si accorge che non esiste una definizione né una spiegazione del loro significato universalmente accettate. Il legame fra il significato e le origini ha fatto sì che le biotecnologie siano state condizionate da fattori culturali che, particolarmente oggi, legano la scienza e la tecnologia alla società.

Casi specifici

Sono stati selezionati tre casi specifici per illustrare le differenti origini di tre attività biotecnologiche che, ancora oggi, sono importanti:

Il caso A è un esempio dell'uso e del continuo sviluppo delle biotecnologie nella produzione di alimenti sin dai tempi remoti; il caso B spiega che le biotecnologie sono state introdotte nel XIX secolo per fronteggiare un aumento delle problematiche ambientali che influivano sulla salute e sulla prosperità delle nazioni e che, precedentemente, erano state affrontate con un approccio di tipo non-biologico sin dai tempi remoti; il caso C è un esempio dell'uso delle moderne biotecnologie, che ha portato alla scoperta nel XX secolo di ciò che ha avuto una grande importanza nella sanità e nella realtà commerciale su grande scala.

A. Panificazione

Lo sviluppo di questo essenziale alimento partendo dalle procedure empiriche delle prime applicazioni biotecnologiche, fino alla consapevolezza del ruolo del lievito e all'avvio delle tecniche della moderna panificazione industriale; l'esempio di un alimento biotecnologico nel corso del tempo.

B. Approvvigionamento d'acqua potabile

E' il resoconto di un approccio non-biotecnologico al problema dell'aumento della domanda di acqua dovuto ad un

crescita della popolazione fino alla necessità di usare tecniche biotecnologiche ambientali per il trattamento di acque inquinate; un importante esempio di applicazione delle biotecnologie per migliorare la qualità ed aumentare la disponibilità d'acqua potabile.

C. Produzione di penicillina

E' la storia della scoperta della penicillina e del lavoro, svolto in molti Paesi, che ha portato alla produzione e all'uso di questo farmaco durante la Seconda Guerra Mondiale. Questo è un esempio di recente applicazione delle biotecnologie in cui sono state sviluppate ed usate nuove tecniche per affrontare un problema medico e politico.

Pietre miliari: uno sguardo al passato

E' una cronologia di alcune tappe della storia delle biotecnologie con le principali scoperte scientifiche e tecnologiche e il progresso delle biotecnologie ad esse correlato nell'ambito della medicina, agricoltura, alimentazione, ambiente, energia e riciclaggio.

Biotecnologie in Internet

E' un elenco di siti di informazione tecnologica per conoscere le aziende biotecnologiche ed i loro prodotti e per mantenersi aggiornati sulle attuali e future scoperte delle biotecnologie.

Fumetto

In *Saccaromicio e i lavoratori invisibili* il lievito del pane, *Saccharomyces cerevisiae*, con il nome di 'Saccaromicio', diventa un personaggio immaginario che racconta la storia della panificazione dalle misteriose arti dei Sumeri, Babilonesi ed Assiri all'uso del lievito nelle moderne tecniche biotecnologiche.

Storia e Biotecnologie



Svolgendo un'indagine sul significato e sulle origini del termine biotecnologia ci si accorge che non esiste una definizione né una spiegazione del loro significato universalmente accettata. Il rapporto fra il significato e le origini causano una influenza sulle biotecnologie dei fattori culturali che, particolarmente oggi, correlano la scienza e la tecnologia con la società.

Il fatto che i microrganismi che nello svilupparsi in una beuta convertono una particolare sostanza in un prodotto utile, generalmente, è considerato un processo biotecnologico. Ma la mucca è una biotecnologia? Dopo tutto, trasforma l'erba in latte ed in carne che vengono utilizzati dall'uomo. No, non è così. C'è chi considera biotecnologia la produzione di pane e di vino e chi no. Questi esempi dimostrano che esistono differenti pareri su ciò che deve essere chiamato o meno biotecnologia. Alcuni di questi sono piuttosto intuitivi, altri più complessi. In effetti, il concetto individuale di biotecnologia è condizionato da molti fattori compresa la cultura, le competenze e la formazione.

In Germania si usa il termine *Biotechnik* per indicare ciò che, generalmente, altrove è chiamato biotecnologia. Di conseguenza il termine *Biotechnologie* in Germania si limita ad indicare gli aspetti strettamente scientifici. Inoltre, un economo può avere un'opinione differente rispetto ad un biologo o ad uno storico sul fatto se considerare la fermentazione una biotecnologia. Riferimenti storici troppo spesso riportano l'espressione "in passato la gente non sapeva cosa stava facendo, mentre oggi noi lo sappiamo". Tuttavia, è importante tenere presente che tra un secolo la gente parlerà così delle nostre conoscenze. Per fornire un contesto per il dibattito è importante cominciare con

l'origine del termine "biotecnologia", seguendone l'evoluzione e valutando il termine "naturale".

Il significato del termine biotecnologia

Considerando l'interpretazione tedesca del termine "biotecnologia", indicato da Ereky nel 1913, esistono due tipi di approccio ampiamente accettati, ma discordanti, sulle origini delle biotecnologie, cioè uno le colloca alle origini della civiltà (birra, formaggio, ecc. vedi Caso A: panificazione), l'altro in tempi molto recenti come conseguenza di importanti scoperte scientifiche e tecnologiche. La seconda interpretazione si è affermata nel 1973 negli USA dove Boyer e Cohen che, nel sostenere i primi successi nell'ingegneria genetica, hanno inaugurato una nuova era con l'applicazione delle conoscenze scientifiche per la modifica delle informazioni genetiche delle cellule procariotiche ed eucariotiche.

Qual è l'approccio corretto? Ne esiste uno? Un resoconto sulle origini e sullo sviluppo delle biotecnologie potrà aiutare.

Le origini e lo sviluppo delle biotecnologie

La produzione di formaggio, di birra ecc. è sempre stata considerata come un'arte priva di basi scientifiche fin dalle prime lavorazioni (vedi Pietre miliari: un sguardo al passato). Col passare del tempo una maggiore richiesta di mercato ha portato allo sviluppo di tecniche migliori come la fermentazione della birra. La conoscenza scientifica si è sviluppata velocemente a partire dalla prima metà del XIX secolo ed il lavoro di Pasteur e di Koch ha gettato le basi per una nuova scienza di microbiologia. E' stata individuata l'esistenza di microrganismi cresciuti in coltura e usati in colture pure.

All'inizio del XX secolo è stato avviato il procedimento di fermentazione industriale. In Gran Bretagna durante la prima guerra mondiale è stata utilizzata la tecnica di

Weizmann per produrre acido lattico per la fermentazione di un substrato solido. Successivamente, una maggiore conoscenza delle attività molecolari biologiche permise agli scienziati di pubblicare lavori dove era indicata la possibilità di usare la materia biologica per modificare la natura e avviare una bio-industria.

Durante la Seconda Guerra Mondiale grazie allo sviluppo della tecnica ad alta fermentazione fu possibile una produzione in larga scala di penicillina - “la cura miracolosa” – soprattutto negli USA (vedi Caso C: Produzione di penicillina). Seguì la produzione di altri antibiotici e di altre sostanze.

Negli anni '50 con il lavoro svolto sull'insulina si determinò, per la prima volta, la struttura primaria delle proteine. Nel 1953 Crick e Watson proposero la struttura della doppia elica del DNA. Queste scoperte contribuirono allo sviluppo della biologia molecolare negli anni '60 e alle tecniche di ingegneria genetica nel 1973. Tuttavia, questo progresso preoccupò alcuni scienziati che imposero una moratoria sulla ricerca per un anno. Poco dopo vennero introdotti nelle cellule procariotiche ed eucariotiche geni che appartenevano ad altre cellule e fu possibile la produzione in larga scala di ormoni quali l'insulina e l'ormone umano della crescita dalle cellule ricombinanti e sorsero nuove aziende che ne sfruttarono le possibilità commerciali, per es. *Genentech* nel 1976. Recentemente sono stati prodotti animali e piante transgenici quali Tracey e Polly (vedi i moduli *EIBE 9 e 11*) per trarne benefici.

Questa breve descrizione indica che il progresso è avvenuto grazie all'ingegneria genetica e spiega il motivo per cui alcune autorità considerino questo sviluppo come l'origine delle biotecnologie che, da allora, hanno continuato ad accrescersi con altre importanti scoperte quali gli anticorpi monoclonali e il codice genetico. Lo stesso rilievo ebbe l'impiego dell'alta

fermentazione che fu un altro progresso nella fermentazione tecnologica e che può essere considerato, anch'esso, all'origine delle moderne biotecnologie. Altre scoperte scientifiche o tecnologiche possono essere valutate negli stessi termini.

In conclusione, la sola analisi storica non permette di individuare le origini delle biotecnologie. Per fare ciò, è necessario considerare i cambiamenti derivati dalle scoperte scientifiche e tecnologiche. Ma, se non esiste una testimonianza scientifica universalmente accettata su una precisa origine delle biotecnologie, come è possibile considerare valida ogni affermazione? Un fatto di importanza rilevante è che ogni cittadino ha il legittimo diritto di opinione che sarà determinata da molti fattori compresi formazione culturale, ruolo e posizione sociale, livello di conoscenza scientifica e pensiero filosofico.

Una valutazione filosofica comporta il problema di decidere se accettare o meno fenomeni naturali ed artificiali. L'ingegneria genetica, per esempio, da molte persone è considerata uno sconvolgimento della natura e, pertanto, pensano che questo aspetto della biotecnologia sia moralmente ed eticamente inaccettabile.

Il concetto di “natura”

Nei dibattiti sulle biotecnologie, molto spesso le persone usano espressioni come “superare i limiti”, “processi naturali” e “prodotti naturali”. Non è difficile contestare la validità dell'uso del termine naturale. Perché il fuoco e l'elettricità, senza i quali la società moderna non esisterebbe, sono naturali, mentre il trasferimento di DNA, che avviene in natura nel terreno e fra specie differenti, non lo è? Se si pongono le persone di fronte a questa argomentazione, giustamente non si convincono perché pensano al “naturale” come qualcosa di spontaneo piuttosto che qualcosa che richieda un giudizio razionale. L'arrivo delle moderne biotecnologie ci ha posti di fronte alla necessità di fare delle

scelte e siamo costretti a riflettere se siamo preparati a superare i limiti.

Questo concetto si è presentato molte, molte volte nella storia. Noi possiamo solo fare delle congetture sulle discussioni, dispute, lotte e cambiamenti di opinione che sono avvenuti con l'inizio dell'uso del fuoco, con l'allevamento di animali, con il disboscamento o l'avvio dell'agricoltura. Probabilmente molte trasformazioni sono avvenute senza essere particolarmente notate, come il fatto che all'improvviso ci siamo trovati completamente dipendenti dall'elettricità. Esistono, inoltre, altrettanti esempi di ostilità come quella tra pescatori e contadini di paesi vicini. Un elemento importante che ha scatenato le guerre con gli indiani in America del Nord è stata la differenza di opinione sul concetto di proprietà.

Probabilmente molti di noi sentono che stiamo vivendo un periodo storico in cui sono state prese o si stanno prendendo importanti decisioni che interessano la nostra stessa esistenza, per esempio, l'energia nucleare, la modificazione genetica di piante da coltivazione. Tuttavia, alla luce dei fatti, forse non c'è niente di nuovo. Può essere che la rilevanza di questi avvenimenti sia minore di quanto pensiamo, considerando che anche nel passato, sono state prese decisioni che venivano considerate altrettanto cruciali per motivi che allora sembravano molto validi. Di certo, possiamo fare soltanto delle congetture.

Definizioni di biotecnologia.

L'obiettivo di questa lista è di offrire varie definizioni del termine biotecnologia per stimolare il dibattito sulle differenti opinioni sulle biotecnologie (*vedi pag. 10*).

Attività per gli studenti

Per gli studenti è istruttivo documentarsi sui principali eventi storici valutando come potrebbero essere accolti oggi. I cambiamenti avvenuti nell'agricoltura sono un argomento particolarmente adatto in quanto sono facilmente disponibili informazioni storiche e contemporanee.

Argomenti per un dibattito:

- L'uso di materiale biologico, che oggi è considerato un fatto naturale, nel passato poteva essere valutato diversamente.
- Il terreno viene arato o, da un altro punto di vista, sconvolto dalle coltivazioni e dai concimi; alcune popolazioni pensano che sia una violazione della terra: "Non si dovrebbe deturpare Madre Natura".
- L'avvento dell'agricoltura ha causato una distinzione fra proprietari terrieri (gli acri sposano gli acri) e i mezzadri e ha dato origine al sistema feudatario in cui i ricchi e cavalieri consideravano con disprezzo i mezzadri.
- È vero che la maggior parte delle guerre non sono state causate per la conquista di una donna, ma per occupare terreni fertili e commerciare gli alimenti?
- I motivi che hanno portato all'introduzione di nuove tecniche in agricoltura (per es. una determinata alternanza delle coltivazioni, l'invenzione dell'aratro, la selezione delle sementi e gli incroci genetici) e la loro influenza sulla densità demografica.
- Valutazione delle conseguenze dovute all'introduzione di nuove tecniche in agricoltura sulle attività non agricole come l'economia e la gestione sociale.

Alcune definizioni del termine *biotecnologia*

Definizione	Esempio
1. Impiego di organismi per ottenere prodotti utili	<i>Panificazione</i>
2. Impiego di organismi per convertire un prodotto di valore limitato in un prodotto utile	<i>Mucche che convertono l'erba in latte, carne e cuoio</i>
3. Impiego di microrganismi per ottenere prodotti utili	<i>Lievito per la lievitazione del pane, produzione di vino e di birra; batteri dell'acido lattico per inacidire pane e yogurt</i>
4. Impiego di microrganismi per convertire un prodotto di valore limitato in un prodotto utile	<i>Batteri per il trattamento di acque di scolo; funghi per produrre antibiotici</i>
5. Conservazione degli alimenti con l'aiuto di (micro-)organismi	<i>Produzione di crauti, formaggio</i>
6. Elaborare prodotti con l'aiuto di (micro-) organismi	<i>Produzione di acidi organici, medicine</i>
7. Modificare parte del DNA di (micro-) organismi per renderli più utili	<i>Batteri ricombinanti per produrre gli ormoni</i>
8. Modificare parte del DNA di (micro-) organismi per scopi economici	<i>Piante transgeniche resistenti ai diserbanti</i>
9. Uso integrato di biochimica ed enzimologia, di genetica tradizionale e molecolare, di microbiologia e biologia cellulare come processi tecnologici impiegando processi biologici	<i>Produrre detersivi biologici; etanolo tramite fermentazione; trattamento delle acque di scolo; batteri ricombinanti per produrre insulina; produzione di mais resistente agli insetti</i>
10. Impiego di organismi, tecniche o processi biologici per lavorazione ed uso industriale	
11. Integrazione di scienze naturali, organismi, cellule o parti di esse e analogie molecolari per prodotti e servizi	
12. Impiego controllato e prudente di semplici elementi biologici - cellule vive o morte o componenti cellulari – per procedimenti tecnicamente utili, sia nei processi di lavorazione che di servizio	
13. Uso di processi biologici per risolvere i problemi e migliorare la qualità di vita	

Panificazione



Lo sviluppo del processo di panificazione, partendo dalle prime tecniche empiriche di applicazione delle biotecnologie, fino alla consapevolezza del coinvolgimento del ruolo lievito e all'avvio delle tecniche della moderna panificazione industriale è un esempio di alimento biotecnologico nel corso del tempo.

La storia della panificazione

Molti secoli prima di Cristo, Sumeri, Babilonesi ed Assiri utilizzavano il lievito per produrre pane, vino e birra. Senza saperlo, sfruttavano i processi di fermentazione, essenziali per ottenere questi prodotti.

Fin dai tempi più remoti i cereali erano alla base dell'alimentazione. Dapprima i cereali venivano mangiati crudi, successivamente furono tostati. Siamo alle soglie del processo di panificazione. L'atto istintivo della masticazione suggerì la molitura dei cereali fra due superfici. Si elaborò una farina che mescolata all'acqua formava un impasto liscio. L'impasto fu disposto su una piastra calda e cotto. – Così nacque il pane! Si produceva, però, un pane non lievitato perché non si usava il lievito. Il Ciorak, di origine indiana, è un esempio di questo tipo di pane. Ma quando si usò il lievito per la prima volta?

I primi procedimenti

Il ritrovamento di pezzi di pane lievitato in tombe e caverne indicano che l'uso del processo di lievitazione per la preparazione del pane risale alla Civiltà Egizia nel 2600 a.C. quando il pane assumeva un valore simbolico. Sono state rinvenute sette varietà di pane; alcune erano addolcite con miele, datteri, fichi, semi ed uva. Il processo di lievitazione è stato scoperto per puro caso, ma le circostanze sono ancora oggi un mistero. E' il simbolo di un'era di scoperte, di ingegno e di ricerca: l'invenzione del

forno e del setaccio, la valorizzazione dell'aratro, la costruzione di impianti di irrigazione e la panificazione.

Gli Ebrei

Per gli Ebrei, il pane aveva rilevanza come alimento e nei riti religiosi. Quando gli Ebrei fuggirono dall'Egitto si portarono dietro cialde azzime, note come "matzos". Le associazioni religiose considerano la preparazione dei "matzos" parte delle celebrazioni della Pasqua Ebraica.

I Greci

Quando nel 2000 a.C. giunsero nella loro penisola, i Greci erano soprattutto guerrieri e pastori. Avevano poco interesse alla coltivazione perché la terra, una roccia calcarea coperta da uno strato sottile di humus e con poca argilla, non poteva trattenere l'acqua. Tuttavia, il frumento importato dall'Egitto e dalla Sicilia, per i Greci fu un'occasione per imparare il processo di lievitazione, usando il succo di uva come sorgente di lievito. Nel IV secolo a.C. i Greci cominciarono a fare il pane su scala commerciale di notte. Probabilmente iniziò allora il procedimento che è ancora oggi caratteristico della panificazione.

I Romani

I Romani impararono a fare il pane quando conquistarono la Grecia. Il pane diventò così importante che la sua produzione e distribuzione furono regolate dallo Stato ed i panettieri, chiamati *pistores*, esperti nel processo di lievitazione, godevano di privilegi speciali. Si preparavano differenti tipi di pane a seconda della classe sociale: contadini, schiavi, cavalieri e la casa imperiale. Si preparava persino un pane particolare che veniva distribuito gratuitamente in occasione dei circhi equestri.

La scoperta del lievito

Fra la fine del XVII e XIX secolo, una serie di scoperte, fatte separatamente in varie parti di Europa portò alla scoperta del lievito e della comprensione del suo

funzionamento. Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) fu il primo a vedere le cellule del lievito, e altri microrganismi, esaminando dei campioni con semplici microscopi dotati di obiettivi che aveva costruito egli stesso. Successivamente, Cagniard de la Tour (1777-1859), usando un microscopio binoculare, osservò il lievito nel processo di riproduzione. A quel tempo tutti credevano che gli organismi quali insetti e vermi derivassero dalla carne in decomposizione e da materia morta, un processo conosciuto come “generazione spontanea”. Siccome alcuni scienziati non accettarono questa teoria proposero degli esperimenti per smentirli (per esempio Francesco Redi (1628-1698) dimostrò che le larve della mosca non si sviluppavano su carne coperta) e la scoperta dell’esistenza del lievito e di altri microrganismi venne usata dai sostenitori della teoria come un’ulteriore prova a proprio favore. Tuttavia, molti studiosi perseverarono nel tentativo di confutare queste argomentazioni. Gli esperimenti di Lazzaro Spallanzani (1729-1895), Theodore Schwann (1810-1882), Louis Pasteur (1822-1895) e, per concludere, John Tyndall (1820-1893) dimostrarono chiaramente che i microrganismi non si sviluppavano su sostanze nutritive portate ad alte temperature, cioè sterilizzate, e che le soluzioni riscaldate rimanevano sterili se non venivano in contatto con l’aria (dove sono presenti microrganismi).

Queste osservazioni portarono definitivamente al rifiuto della teoria della generazione spontanea e allo sviluppo di tecniche microbiologiche di base che permisero di studiare le attività del lievito in laboratorio. Pasteur capì l’importanza dell’uso di colture pure per i suoi esperimenti. Questa intuizione gli permise di dimostrare, usando il processo di fermentazione (“vita senza aria” - Pasteur), che alcuni microrganismi possono vivere in assenza di ossigeno, un componente dell’aria che precedentemente si pensava fosse essenziale per la vita. Egli dimostrò

che lo zucchero è fermentato in anidride carbonica e in alcool (etanolo) da lieviti specifici, una parte fondamentale della panificazione, mentre poco o nessun alcool è prodotto con la respirazione, cioè in presenza di ossigeno. Le indagini di laboratorio svolte sul lievito hanno rivelato altri nuovi fenomeni compreso la dimostrazione di Eduard Buchner (1860-1917) che estratti di lievito, ottenuti macinando le cellule con la sabbia, possono attivare egualmente il processo di fermentazione. Ecco come per la prima volta si scoprirono gli enzimi, le sostanze attive degli estratti e iniziò lo sviluppo della moderna biochimica.

Panificazione

All’inizio del XX secolo, con lo sviluppo di grandi complessi industriali, ebbe inizio la produzione industriale di lieviti specifici per produrre il pane. I biologi hanno dato un importante contributo scoprendo che in presenza di aria il lievito produce più anidride carbonica che in sua assenza. Inoltre, sono state messe a punto tecniche per isolare le specie di lievito particolarmente adatte per far lievitare il pane, preparando la strada allo sviluppo della moderna industria del pane.

Ingredienti

Farina, acqua, sale (cloruro di sodio) e lievito sono le sostanze di base per preparare il pane. Per ottenere un prodotto di buona qualità, sono fondamentali ingredienti di alta qualità: la farina deve essere macinata di recente, l’acqua deve essere alla giusta temperatura e la quantità di lievito deve essere misurata esattamente. Sono necessarie capacità professionali per un accurato controllo del procedimento: la comprensione dell’influenza di fattori esterni quale umidità e la temperatura, il processo di lavorazione ed il tipo di forno sono importanti per una produzione consistente di pane di buona qualità.

Farina

Farina integrale, farina di frumento

raffinata, farina di orzo, farina di segala o farina di granturco possono essere usate nella produzione di pane. Più comunemente si usa la farina di frumento perché la qualità e la quantità del glutine contenuto in essa è importante per ottenere un prodotto leggero, croccante e saporito.

I componenti della farina rilevanti nella produzione di pane sono amido, enzimi, zuccheri semplici e proteine.

Il 60 - 68% del peso del grano è amido che viene convertito in zuccheri semplici maltosio e glucosio dagli enzimi amilasi che sono presenti nel grano anche in natura. Il maltosio (un disaccaride) ed il glucosio (un monosaccaride) vengono fermentati tramite l'azione del lievito per produrre l'anidride carbonica. L'anidride carbonica prodotta tramite fermentazione resta nella pasta causando un'espansione ed un aumento di volume (lievitazione). L'anidride carbonica è trattenuta per la caratteristica consistenza appiccicosa ed elastica che assume l'impasto. Ciò è dovuto alla presenza nell'impasto d'una proteina naturale, il glutine. La consistenza necessaria si sviluppa durante il processo conosciuto come lievitazione. I componenti attivi del glutine sono glutenina e gliadina. Gli enzimi proteolitici del grano contribuiscono anch'essi al processo di lievitazione.

Acqua

L'acqua ha molte importanti funzioni che influenzano la qualità e il gusto del pane. È uno degli elementi importanti affinché il lievito fermenti gli zuccheri liberando anidride carbonica ed è necessaria anche per il processo di lievitazione. L'acqua utilizzata dovrebbe essere di buona qualità ed avere una durezza media.

Sale

Il cloruro di sodio è aggiunto in soluzione con acqua calda. Ha un ruolo in tre aspetti della panificazione: aumenta la plasticità dell'impasto, influenza il sapore del pane e aumenta la durata di conservazione.

Lievito

La funzione principale di questo microrganismo unicellulare è la fermentazione, un processo biochimico che avviene in assenza di aria. È quindi un processo anaerobico. L'anidride carbonica è un prodotto importante della fermentazione degli zuccheri della farina ed aumenta il volume dell'impasto. Anche l'alcool (etanolo) è prodotto dalla fermentazione, ma volatilizza durante la cottura in forno. Gli enzimi del lievito contribuiscono anche alla lievitazione della pasta. Alcuni sostengono che il lievito dà al pane il caratteristico sapore, mentre altri ritengono che altri microrganismi ne siano responsabili. In alternativa all'uso del lievito tradizionale per la lievitazione del pane, è possibile produrre l'anidride carbonica usando il lievito in polvere. Il bicarbonato di sodio presente nel lievito in polvere, una volta sciolto in soluzione e riscaldato, libera anidride carbonica. Naturalmente, questa è una reazione chimica e non una biotecnologia.

Il processo di panificazione

L'elevata temperatura di cottura del forno uccide il lievito, inattiva gli enzimi del lievito e della farina, induce il gas ad espandersi, rimuove i prodotti volatili della fermentazione e dà sapore al pane. La temperatura del forno, inoltre, regola la forma del prodotto causando la polimerizzazione dell'amido della farina dando rigidità alla struttura. Così la biotecnologia ha contribuito a fare un prodotto con gli attributi richiesti di volume e di forma, di colore della crosta, di grana, di struttura, di aroma e di gusto.

Il lievito biotecnologico

Il nome convenzionale del lievito usato per la panificazione è il *Saccharomyces cerevisiae*, comunemente noto come lievito da panettiere. La produzione di grandi quantità di lievito necessaria per la panificazione commerciale è di per sé un'attività industriale. Se considerate che per fare lievitare 300 chilogrammi di farina sono

necessari 5 chilogrammi di lievito, non sorprende che un forno moderno possa usare 100 chilogrammi di lievito al giorno.

Le colture di lievito si sviluppano con l'alta fermentazione in condizioni aerobiche, viene cioè fornito un buono rifornimento di aria che fornisce l'ossigeno necessario per ottenere alti rendimenti dalle cellule del lievito. Le cellule del lievito vengono separate dal terreno di coltura, idratate a guisa di pasta, o per alcuni utilizzi in granelli, e sono conservate per essere consegnate ai forni quando necessario.

Le specie di lievito usate per la panificazione sono state selezionate per questo specifico utilizzo. Le caratteristiche fondamentali sono: sviluppo rapido, proprietà stabili, mantenimento della attività, cioè restare vitale, in pasta o nella forma disidratata per periodi ragionevolmente lunghi prima dell'uso, produrre anidride carbonica velocemente durante la lievitazione. Le specie con altre caratteristiche, quale mantenere l'attività quando la pasta viene congelata, per conservarla prima che sia necessario farla lievitare, richiedono differenti tecniche di panificazione.

Attività per gli studenti

1. Comporre un elenco e raccogliere immagini, o fare il disegno, di differenti tipi di pane di diversi paesi, religioni e culture del mondo
2. Scoprire in quali periodi della storia si mangiavano i differenti pani, come venivano preparati e chi li mangiava
3. Spiegare l'importanza religiosa o culturale ove necessario
4. Fare una panoramica dei tipi di pane che sono venduti in negozi o in supermercati. Fare un'indagine sulla vendita, per esempio, chi li compra, sulla conoscenza dei differenti tipi e sui cambiamenti dei metodi di vendita

Approvvigionamento di acqua potabile



Il resoconto di un approccio non-biotecnologico al problema dell'aumento del fabbisogno di acqua dovuto ad un incremento demografico fino all'utilizzo di tecniche biotecnologiche ambientali per il trattamento di acque inquinate; un importante esempio di applicazione delle biotecnologie, per migliorare la qualità ed aumentare la disponibilità d'acqua potabile.

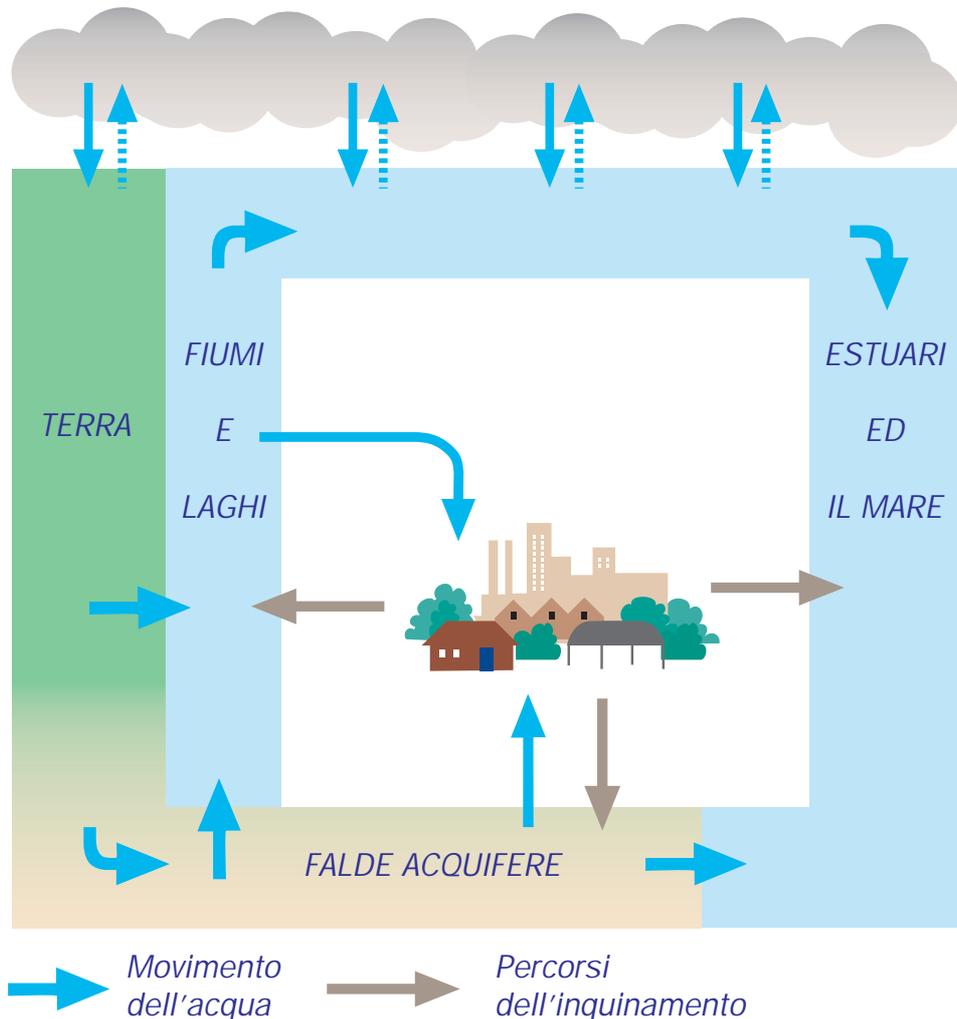
Il ciclo dell'acqua

La terra e l'atmosfera contengono una quantità d'acqua limitata e costante che

viene riciclata continuamente all'interno d'un sistema chiuso, il *ciclo dell'acqua*. L'energia solare fornisce la forza per muovere l'acqua all'interno del sistema.

Il movimento dell'acqua avviene naturalmente seguendo diverse strade: precipitazioni, suolo, mari, fiumi, laghi e torrenti sotterranei, traspirazione dalle piante, evaporazione e convezione. La distribuzione di acqua è irregolare fino al punto che in alcuni Paesi avvengono inondazioni, in altri c'è la siccità. Parte dell'acqua è presente sotto forma di ghiaccio che copre il 10% della superficie terrestre. L'uomo preleva e distribuisce l'acqua per destinarla all'uso domestico, industriale ed agricolo. Le tappe fondamentali del ciclo dell'acqua sono illustrate schematicamente nella figura 1.

Figura 1. Il ciclo dell'acqua



Approvvigionamento idrico dai primordi

3000 a.C.

Con lo sviluppo della civiltà Minoica, in Cnosso a Creta si costruì un sistema di tubazioni a pressione per fornire acqua potabile ad una popolazione di 100.000 abitanti. Inoltre, era presente un sistema di raccolta delle acque di scolo costruito in pietra e cemento ed il Palazzo Reale aveva i bagni con accessori di ceramica. In Grecia (es. in Atene), nell'antico Egitto e in Asia (es. la Valle dell'Indo) esistevano canali di scolo e fognature.

500 a.C.

Alcune città in Grecia avevano un rifornimento idrico permanente, alimentato da acqua precedentemente raccolta in cisterne scavate nella roccia.

300 a.C.

In molte regioni dell'Impero Romano si costruirono sistemi di irrigazione come quelli presenti a Cnosso. Vennero eretti acquedotti in Gallia (es. Pont du Gard - Nimes) e in Iberia (es. Segovia, Tarragona). Il Marcio ed il Nuovo Anio a Roma misuravano più di 80 chilometri.

200 a.C.

I Greci e i Norvegesi costruirono mulini per utilizzare l'acqua come forza motrice.

100 a.C.

Gli Etruschi progettarono mulini ad acqua e continuarono la costruzione degli acquedotti per fornire acqua alle città. Per esempio, a Roma, esistevano 9 acquedotti per una lunghezza totale di 500 chilometri.

400 d.C.

Nel Medioevo all'inizio della caduta dell'Impero Romano, con l'arrivo degli Unni e dei Goti, ci fu un ritorno a condizioni antigigieniche.

1000 d.C.

Avvenne un temporaneo recupero delle condizioni igieniche verso la fine del

Medioevo, ma nel periodo dei Normanni nelle città si diffuse l'abitudine di gettare i rifiuti nei corsi d'acqua.

La risposta ad una maggiore richiesta d'acqua in Gran Bretagna

1200

In Gran Bretagna, l'acqua dei fossati che circondavano i castelli divenne sempre più inquinata in quanto raccoglieva gli scarichi delle latrine. Una maggiore richiesta d'acqua da parte della popolazione londinese che era aumentata, costrinse a portare in città l'acqua potabile proveniente dalle fonti delle regioni circostanti, tramite tubazioni.

1300

Nel 1307 si costruì a Londra, sul fiume Tamigi, il primo ponte in pietra. Sul ponte vennero erette anche delle case e gli abitanti versavano le acque di scolo ed altri rifiuti direttamente nel fiume. L'inquinamento che ne risultò fu un pericolo, perché il fiume veniva utilizzato anche come sorgente d'acqua potabile. La paura del rischio di epidemie derivanti dall'inquinamento portò alla costruzione d'un sistema di canali di scolo e all'emanazione di leggi raccolte nella Legge sulla Sanità del 1388.

1500

La popolazione di Londra superò i 200.000 abitanti e, di conseguenza, furono necessarie maggiori provviste alimentari e di acqua. Il bestiame e i prodotti alimentari vennero importati dai paesi circostanti e nel 1582 si utilizzò, per la prima volta, una pompa idraulica per portare l'acqua dal fiume Tamigi. Allo sviluppo industriale seguì una maggiore richiesta di materie prime e di manodopera. Ciò causò un maggiore passaggio di cavalli e di carri. Invece di tornare dalla città con i carri vuoti, fu economicamente vantaggioso usare il viaggio di ritorno per portare prodotti dalla città ai mercati dei paesi periferici. Il letame che si accumulava sempre di più nelle strade, per il passaggio dei numerosissimi cavalli e mucche, veniva raccolto sia a fini igienici che remunerativi.

1600

I fiumi come il Fleet erano così inquinati che funzionavano come fognature a cielo aperto. L'acqua era diventata così putrida che si era costretti a prelevare l'acqua potabile in particolari zone del fiume Tamigi e si dovette escogitare un modo per portarla agli abitanti della città. Perciò nel 1610, venne introdotto l'uso di tubi di legno d'olmo; si utilizzarono anche tubi di piombo.

1700

In Gran Bretagna la rivoluzione industriale e la continua crescita della popolazione comportò una maggiore richiesta d'acqua, ma i fiumi, usati come canali di scolo dalle abitazioni e dall'industria, non potevano essere buone sorgenti. Le persone benestanti potevano permettersi di comprare l'acqua dai barcaioli e dai carrettieri. Più tardi l'invenzione del motore a vapore del 1712 permise di pompare l'acqua dalle fontane e dalle tubazioni alle città e di metterla a disposizione di gran parte della popolazione. Migliorarono le condizioni igieniche domestiche con l'introduzione del gabinetto inventato nel 1590, ma d'uso comune 100 anni più tardi.

1800

Nel 1840, la quantità d'acqua consumata quotidianamente nelle case e nei poderi della Gran Bretagna era di 18 litri pro capite. In campagna l'acqua si prelevava dai pozzi, dai torrenti e dai fiumi, ma in città e nei villaggi l'inquinamento delle fonti idriche era ancora un problema. Le acque di scolo scorrevano lungo le strade di Londra, mescolate agli scarichi dei pozzi neri delle classi agiate ed aumentava il pericolo per la salute. Il primo caso di colera fu stato segnalato in Gran Bretagna nel 1831 e dal 1848 al 1854, 250.000 persone morirono per la malattia. Si cominciarono quindi a prendere delle misure di sicurezza per combattere il problema e con le nuove leggi, per es. Legge sulla Pubblica Sanità 1848, 1875; Legge di Londra del 1852; Legge sulla Sanità 1866, furono attuati numerosi cambiamenti.

Le fognature a cielo aperto, diventate sgradevoli e maleodoranti, furono chiuse e convertite in fognature chiuse. Gli scarichi dei pozzi neri furono incanalati nelle fognature nel 1847 e a Londra fu obbligatorio collegare gli scarichi urbani alle condotte delle acque superficiali fatte in pietra. Venne introdotto l'uso di tubi in ferro per rifornire l'acqua alle fontanelle cittadine.

Nel 1853 si stabilì di prendere l'acqua dai tratti più puliti nella parte alta del fiume Tamigi. Il risultato fu una riduzione delle morti di colera che a Londra passarono da 130 al 37 per mille. E' nota la pestilenza che dilagò a Londra nel 1854. Ci furono più di 500 morti di colera in 10 giorni per l'uso di una fontana contaminata in Broad Street. La peste cessò grazie al dott. John Snow che impedì alla gente di usare la fontana rimuovendone la maniglia.

Particolari appezzamenti di terreno furono destinati all'eliminazione di acque inquinate e lo spiacevole odore, che a volte proveniva da queste, venne eliminato con l'aggiunta di acido fenico che riduceva il processo di putrefazione. Tra l'altro l'uso di questo acido fenico diede a Lister Joseph l'idea di usarlo nelle operazioni chirurgiche. Un altro impiego fu come fertilizzante aggiunto in acque inquinate destinate all'agricoltura.

Il risultato di questi provvedimenti fu che nel 1868 il colera fu debellato, ma dovettero passare altri vent'anni prima che Robert Koch isolasse i batteri responsabili della malattia.

L'attuale fabbisogno idrico

Il progresso della società moderna porta ad una maggiore necessità d'acqua. Poiché la quantità di acqua disponibile è limitata, è fondamentale economizzarne l'uso, controllare le fonti di inquinamento ed aumentare la quantità d'acqua che può rientrare in ciclo per un eventuale riutilizzo. Nel Regno Unito, ogni persona consuma circa 360 litri d'acqua al giorno direttamente o indirettamente. Questa quantità è

costituita da 140 litri per l'uso domestico e da 220 litri utilizzati dalle fabbriche, dagli ospedali e in agricoltura. Per esempio, la quantità d'acqua necessaria per alcuni prodotti di consumo è: per una tonnellata di calcestruzzo, 450 litri; per una tonnellata di acciaio, 4500 litri; per un'automobile, 30.000 litri. È necessario inoltre la presenza di grandi depositi di raccolta d'acqua per garantire un rifornimento ininterrotto. A Londra, per esempio, viene conservata in serbatoi l'acqua sufficiente per 100 giorni del fabbisogno della popolazione.

Nella maggior parte dei Paesi europei, più del 90% (99% in alcuni casi) della popolazione è collegata ad un impianto idrico, ma in paesi come l'Austria, la Grecia ed il Portogallo la percentuale è più bassa (35-55%). Di conseguenza, devono essere disponibili grandi quantità d'acqua per soddisfare le enormi richieste. Al contrario, la situazione è molto diversa in altre parti del mondo. C'è scarsità d'acqua nei Paesi in via di sviluppo, dove alcune popolazioni devono sopravvivere con poco più di due litri d'acqua al giorno. Un altro contrasto fra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo è la quantità d'acqua usata per i diversi utilizzi (Tabella 1).

Il ruolo delle Biotecnologie per l'ambiente

La Biotecnologia ambientale è costituita dall'applicazione delle biotecnologie per la protezione e il risanamento dell'ambiente. Come per altre applicazioni delle

biotecnologie l'uso della biotecnologia ambientale è iniziato ben prima che il termine "Biotecnologia ambientale" entrasse in uso. Nella seconda metà del XIX secolo ingegneri civili svilupparono sistemi per la purificazione dell'acqua mediante filtrazione e trattamento delle acque di scolo degli agglomerati urbani, ma i processi microbiologici non furono diffusamente adottati fino al 1930. Gradualmente gli ingegneri meccanici cominciarono a collaborare più intensamente con i biologi con spirito veramente interdisciplinare, tipico delle biotecnologie, per sviluppare migliori e più ampi sistemi di trattamento adeguati a volumi sempre maggiori di acqua inquinata prodotti dalla società e dall'industria e per rispondere alle esigenze in continua crescita.

Un altro aspetto del problema da considerare si presenta in Europa sulla costa mediterranea. Cinquanta milioni di abitanti, a parte i milioni che si aggiungono in estate, producono annualmente 100 tonnellate di acqua di scolo per ogni chilometro di costa e l'85% viene riversata direttamente in mare senza alcun trattamento.

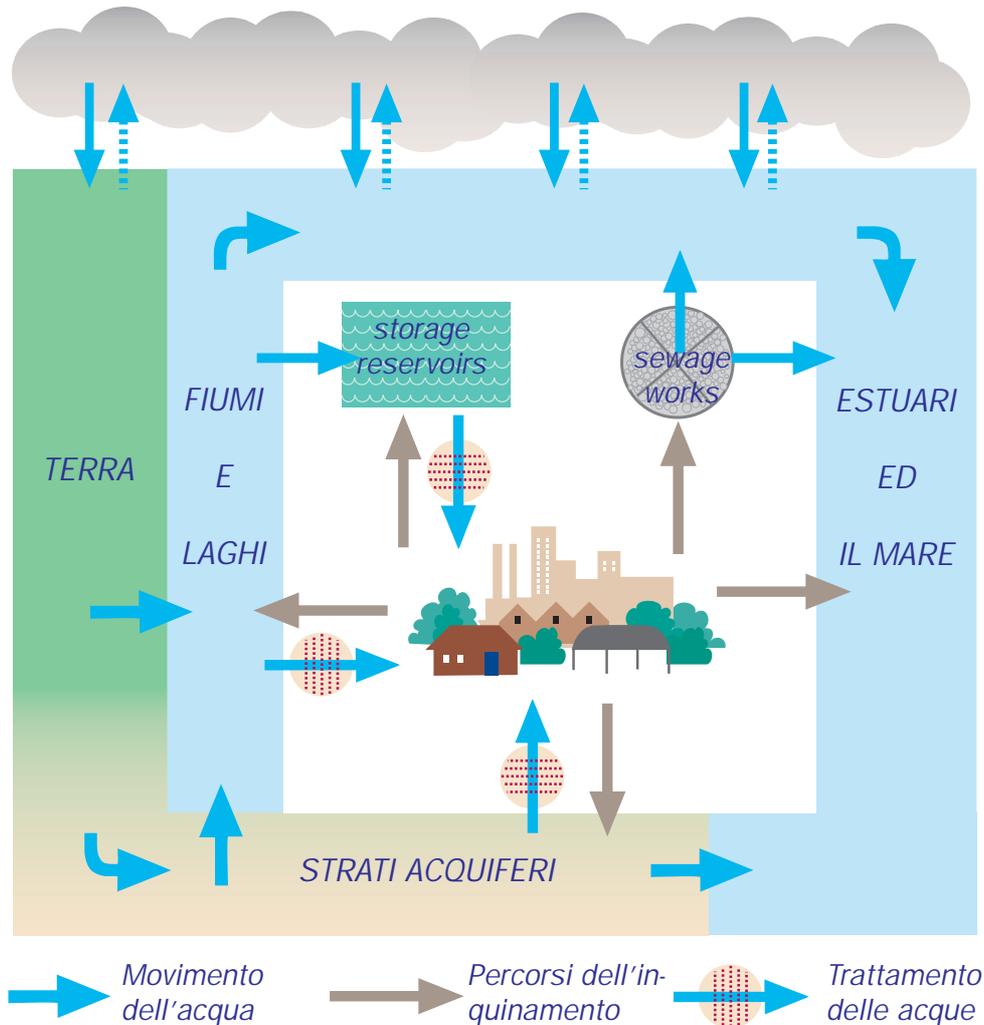
La figura 2 illustra i percorsi dell'inquinamento dovuto all'aumento della popolazione e all'industrializzazione e gli effetti che si ripercuotono nel ciclo dell'acqua rappresentato nella figura 1. Vengono indicate, inoltre, le misure adottate nel rifornimento idrico di una quantità d'acqua sufficiente, con l'allestimento di serbatoi e l'accertamento della qualità necessaria per il consumo ed altri usi.

La figura 2, inoltre, indica i sistemi di trattamento di acque derivanti dagli agglomerati urbani (comprese attività agricole) ed industriali che permettono di rimettere l'acqua nel ciclo per riutilizzarla evitando di aumentare il livello di inquinamento dei fiumi, del mare, ecc. Non è necessario descrivere il processo di trattamento delle acque di scolo perché maggiori dettagli sono disponibili in altri

Tabella 1. Acqua utilizzata in casa per varie necessità

Tipo di impiego	Uso (%)	
	Europa	Bangladesh
Lavaggio personale	30	30
Cucina	7	15
Bucato	11	20
Lavaggio di stoviglie	13	15
Altro	39	20

Figura 2. Il ciclo dell'acqua nel XX secolo



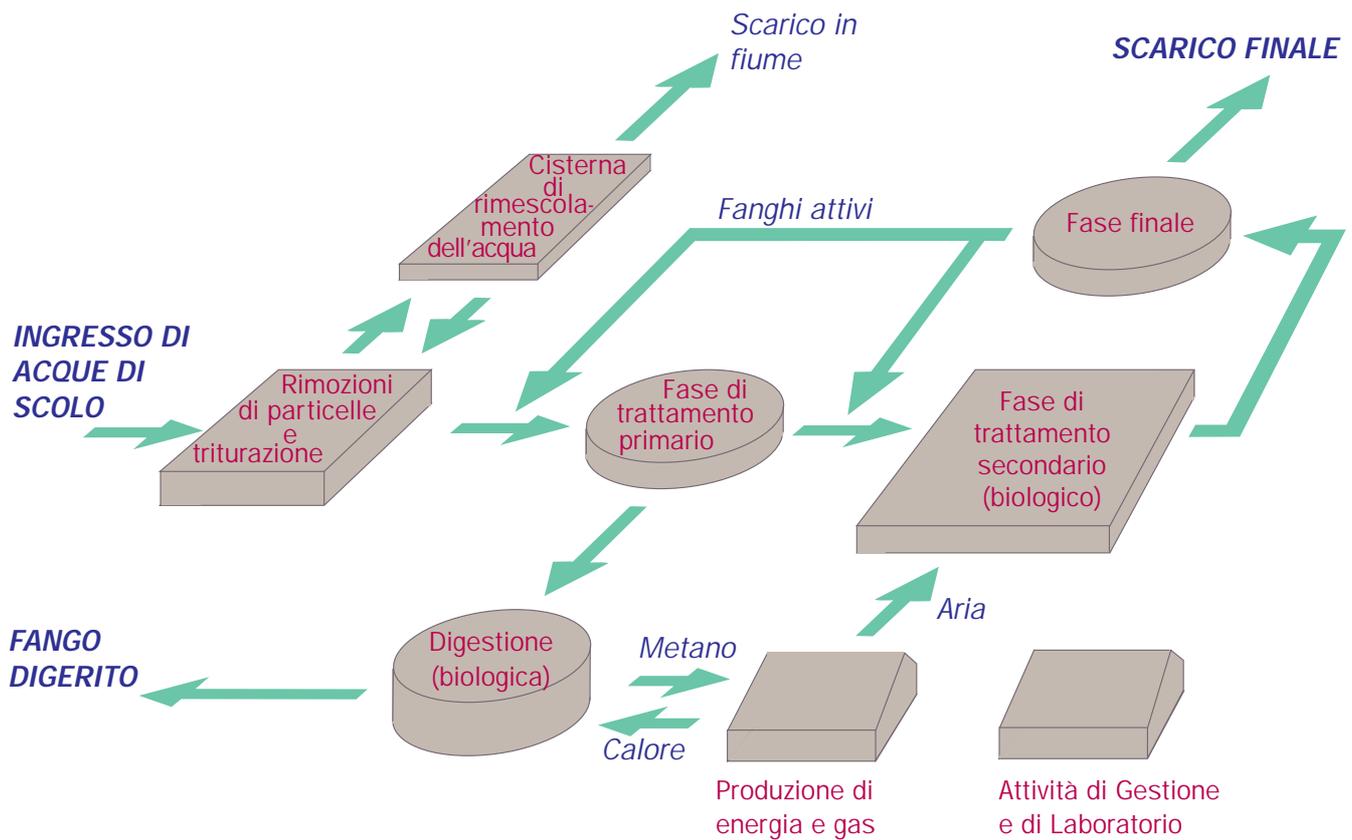
testi. Tuttavia, per utilità, la figura 3 rappresenta uno schema del trattamento delle acque di scarico. Le due fasi che dipendono dall'attività biotecnologica dei microrganismi sono (i) il trattamento secondario (aerobico) e (ii) la digestione dei fanghi che avviene in assenza di aria (anaerobica), dalla quale deriva una produzione di gas metano che può essere usato per generare elettricità.

Sebbene gli impianti di trattamento delle acque di scarico non rilascino acqua potabile, riducono notevolmente il livello di inquinamento dei fiumi e facilitano il trattamento impiegato per ottenere acqua potabile da immettere nella rete idrica cittadina (vedi il paragrafo seguente).

Approvvigionamento d'acqua potabile
 Oltre alla quantità di acqua necessaria, bisogna considerare la sua qualità in termini

di contenuto chimico (es. eventuale presenza di sostanze tossiche, o che possono essere pericolose per la salute o influenzare il gusto o l'odore), le proprietà fisiche (per esempio, la trasparenza o il colore che dipendono dalla presenza di particelle) e la qualità biologica (per esempio, presenza di veicoli di malattie). In Europa, gli standard della qualità dell'acqua potabile sono stabiliti dalle Leggi Nazionali e dalle Direttive CE. Per mantenere le scorte di acqua esenti da contaminazioni si utilizzano disinfettanti con cloruro od ozono, trattamenti che tengono elevati i livelli di qualità necessari per il consumo; per esempio il 99,5% dei campioni analizzati nel Regno Unito soddisfano gli standard richiesti. Tuttavia, c'è ancora molta strada da fare nei Paesi in via di sviluppo dove, per esempio, 25.000 bambini ogni giorno muoiono di colera e di dissenteria, in quanto bevono acqua inquinata.

Figura 3. Digramma del trattamento di acque di scolo



Attività per gli studenti

1. Valutare il valore massimo di quantità di acqua usata per differenti impieghi nella vostra casa a settimana. Calcolare il consumo annuale
2. Comporre una tabella indicando la quantità di acqua usata nelle industrie del vostro paese
3. Usare le informazioni fornite dall'azienda locale responsabile dell'approvvigionamento di acqua potabile e del trattamento delle acque di scolo per paragonare l'evoluzione dei procedimenti comunali rispetto a quelli adottati dalla Gran Bretagna come indicato nel testo
4. Scoprire se esistono delle limitazioni sull'immissione di acque di scolo nei fiumi locali e, in caso affermativo, gli standard da rispettare
5. Scoprire se esistono delle regole per la costruzione di nuovi alloggi o industrie e le conseguenze per un aumento delle acque di scolo che ne deriva
6. Quali sono i problemi principali del rifornimento idrico in paesi in via di sviluppo? Tutti i paesi in via di sviluppo hanno gli stessi problemi? Che metodi si stanno adottando nel tentativo di risolverli e se sì, quanto sono stati efficaci?

Produzione di penicillina - Storia di un evento accaduto durante la Seconda Guerra Mondiale

★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

La storia della scoperta della penicillina e del lavoro di molti Paesi che ha permesso la produzione e l'uso di questo farmaco durante la Seconda Guerra Mondiale. Si tratta di un esempio di una delle più recenti applicazioni delle biotecnologie in cui sono state sviluppate ed usate nuove tecniche per combattere un problema medico e politico.

L'eccezionale scoperta

Curami con l'issopo e io guarirò
Salmo 51, v 7.

Anche se questo passo della Bibbia può o meno essere il primo riferimento scritto sull'utilizzo della penicillina, non ci sono dubbi sulla data dell'importante osservazione fatta da Fleming che ne ha permesso la sua scoperta. Sebbene la storia sia ben nota, è necessario riportare almeno

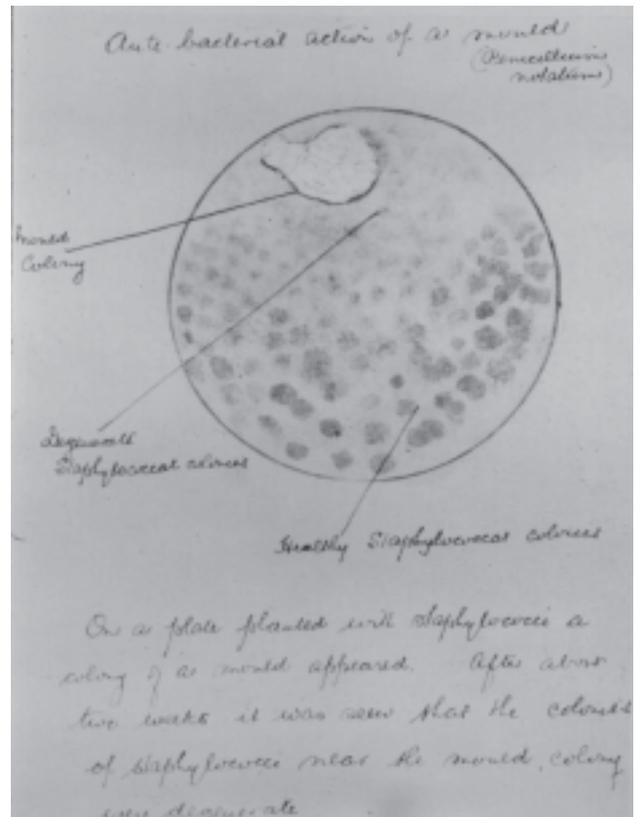
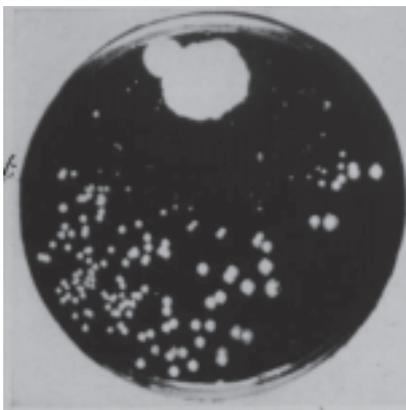


Sir Alexander Fleming

Photo: Wellcome Trust Medical Photographic Library

un breve resoconto. Alle 9 del mattino di un giorno di settembre (probabilmente il 3) del 1928, Alexander Fleming era rientrato nel suo laboratorio all'ospedale di St. Mary a Londra da una vacanza estiva. Decise che la sua prima operazione sarebbe stata quella di riordinare il laboratorio e perciò cominciò a gettare alcune capsule Petri contenenti vecchie colture di batteri di stafilococco di cui non avrebbe più avuto bisogno. Poiché prima di gettare le capsule ogni volta le controllava, improvvisamente si fermò. In una di esse, vicino al bordo dove non erano

Figura 4. La singolare crescita della muffa di penicillium notatum (sotto), disegni e appunti di Fleming sulla sua attività antibatterica sugli stafilococchi (a destra).



Pictures from the Wellcome Trust Medical Photographic Library

cresciute colonie del batterio stafilococco, si era sviluppata della muffa bianca, un agente contaminante che è occasionalmente presente nell'aria. La muffa, che successivamente venne classificata una specie di *Penicillium notatum*, aveva liberato una sostanza ad effetto inibitorio che Fleming chiamò "penicillina". La fotografia raffigurante questo fenomeno fatta da Fleming è esposta al British Museum di Londra (Figura 4).

Fleming e due dei suoi assistenti scoprirono che il substrato migliore per la crescita della muffa era un terreno di coltura di brodo di carne mantenuto a temperatura ambiente. La muffa si sviluppava soltanto sulla superficie del terreno di coltura di brodo perché era strettamente aerobica, cioè non può svilupparsi in assenza di ossigeno che è nell'aria. Il liquido presente sotto lo strato superficiale della muffa era diventato di colore giallo e si scoprì che aveva una attività antibatterica. Il colore giallo e l'attività antibatterica aumentavano con lo sviluppo della muffa. Purtroppo, tutti i tentativi fatti per recuperare e purificare la sostanza attiva fallirono, anche dopo che Fleming ebbe chiesto consiglio al suo collega Harold Raistrick, un professore di chimica. Si resero conto che la penicillina nella forma non purificata è instabile, ma non erano in grado di migliorare il processo di estrazione.

La riscoperta

Nel 1938, l'australiano Howard Florey, professore di Patologia all'Università di Oxford in Inghilterra e il suo assistente Ernst Chain, un biochimico ebreo emigrato da Berlino nel 1933 con la madre tedesca ed il padre russo, iniziarono a studiare nuove sostanze battericide alla Scuola di Patologia Sir William Dunn a Oxford. Nel corso d'una ricerca bibliografica, parte essenziale di ogni nuovo progetto di ricerca, Chain lesse casualmente la pubblicazione di Fleming sulla scoperta della penicillina. Senza un particolare scopo scientifico, decisero di approfondire ulteriormente questa ricerca, senza pensare che potesse

Howard Florey

Photo: Wellcome Trust Medical Photographic Library



Ernst Chain

Photo: Wellcome Trust Medical Photographic Library



avere un impiego pratico. Dalla metà di marzo del 1940, Chain riuscì ad estrarre circa 100 mg di una polvere marrone che possedeva un'attività molto più alta rispetto all'originale estratto di muffa ottenuto da Fleming. Tuttavia, era chiaro che soltanto lo 0,1% della polvere era composto da antibiotico. La penicillina è incolore: la sostanza marrone è costituita principalmente da altri componenti.

Nessuno del gruppo di ricerca aveva idea dell'influenza che la penicillina avrebbe

avuto sulla vittoria delle Forze Alleate impegnate nella Seconda Guerra Mondiale. Nel maggio del 1940, dopo aver provato, sperimentandola su un certo numero di animali, che la sostanza non era tossica, venne iniettata a 8 topi bianchi una dose letale del batterio streptococco e a 4 di essi fu iniettata successivamente della penicillina. Norman Heatley, un altro membro del gruppo di ricerca, che rivestiva un ruolo chiave nel lavoro, rimase tutta la notte di guardia nel laboratorio. Il mattino successivo i topi che avevano ricevuto il trattamento erano ancora vivi, mentre tutti quelli non trattati erano morti. Altri esperimenti condotti su animali si conclusero con successo e incoraggiarono l'avvio di un progetto per la produzione di penicillina sufficiente a condurre indagini cliniche su pazienti.

Nel frattempo la guerra non si evolveva a favore degli Alleati. Le forze inglesi ed alleate vennero allontanate dalle truppe tedesche dalla costa francese in Inghilterra a Dunquerque. Le bombe naziste avevano iniziato a colpire città e villaggi inglesi. Perciò l'industria farmaceutica inglese era interamente impegnata nel programma di guerra di rifornimento di vaccini, antitossine e plasma; e conseguentemente non era possibile affrontare la necessità di attuare una nuova tecnologia di fermentazione necessaria per la produzione di penicillina. Un altro ostacolo fu il fatto che il Governo Britannico non aveva a disposizione sufficiente denaro per avviare altri esperimenti importanti per il gruppo di Oxford e per altri.

I ricercatori di Oxford calcolarono che, per le restrizioni del momento, producendo 500 dm³ di brodo di muffa alla settimana sarebbero occorsi parecchi mesi per ottenere una quantità di penicillina sufficiente a curare solo 5-6 pazienti. Così trasformarono rapidamente i laboratori in una piccola fabbrica. Ogni sorta di contenitore venne usato per lo sviluppo di muffa - secchi, vasche da bagno, borse dell'acqua calda, bidoni per il latte, camicie

di raffreddamento, ecc. All'inizio del 1941 la "fabbrica" produsse penicillina sufficiente per i primi esperimenti su pazienti, ma il primo esperimento, su un poliziotto di nome Albert Alexander, fu un disastro. Soffriva da due mesi di setticemia causata dall'infezione di streptococco e stafilococco essendosi graffiato la faccia con un cespuglio di rose. Malgrado le dosi massive di sulfamidico, stava morendo. Inizialmente, rispose molto bene al trattamento con la penicillina, ma da allora il suo stato cominciò a peggiorare e, un mese dopo la prima somministrazione di penicillina, morì. Verso la conclusione della cura fu chiaro che il problema non era il fatto che il preparato non fosse abbastanza attivo; era semplicemente che non era stata prodotta una quantità sufficiente per completare la cura. Tuttavia, con altri pazienti si ottennero migliori risultati.

Gli Stati Uniti entrano nella Seconda Guerra Mondiale

A seguito dei problemi incontrati nella ricerca e nello sviluppo, Florey e Heatley nel mese di luglio del 1941 si recarono negli Stati Uniti con l'intenzione di coinvolgere le aziende americane nella produzione di penicillina su grande scala. I responsabili del Consiglio Nazionale delle Ricerche e del Ministero dell'Agricoltura degli Stati Uniti vennero presto convinti dalle argomentazioni degli scienziati britannici. Poco tempo dopo, il Governo incaricò Robert D. Coghill del Laboratorio di Ricerca Regionale del Nord in Peoria, Illinois, ad ottimizzare il processo di produzione di penicillina passando dalla tecnica dimensionata a livello di contenitori del gruppo di Oxford, ad una fermentazione su grande scala. Si era calcolato che facendo crescere le muffe in bottiglia il progetto avrebbe avuto bisogno d'una fila di bottiglie che avrebbero ricoperto una distanza pari a quella da New York a San Francisco! Nel frattempo, Florey persuase il Comitato di Ricerca Medica degli Stati Uniti ad indirizzare molte ditte farmaceutiche nella produzione della penicillina.

Gli Stati Uniti entrarono ufficialmente nella Seconda Guerra Mondiale nel dicembre dello stesso anno. Il Ministero della Guerra del Governo degli Stati Uniti riconobbe presto la potenzialità della penicillina sulle ferite di guerra ed il progetto venne dichiarato "top secret". Si attuò velocemente l'affascinante sviluppo tecnico passando dalla produzione con bottiglie ai grandi fermentatori con il coinvolgimento di molte aziende, studi di ingegneria, università ed uffici amministrativi. Si dovettero risolvere enormi problemi: il modello e la tecnologia d'un nuovo tipo di fermentatore particolarmente profondo (bioreattore) che si poteva mantenere con sicurezza incontaminato durante una produzione il cui processo durava parecchie settimane; ottimizzazione del rendimento selezionando le migliori specie di *Penicillium*, elaborazione di metodiche adatte al recupero e alla purificazione del prodotto. In questo contesto la biotecnologia poteva mostrare la sua vera natura di attività interdisciplinare.

A questo punto, convinto delle grandi potenzialità della penicillina, il Governo britannico nel 1942 prese l'iniziativa e si accordò con le grandi aziende dell'industria farmaceutica – May & Baker, Glaxo, Burroughs Wellcome, British Drug Houses, Boots, ICI, Kempl-Bishop - per cominciare a collaborare alla produzione. Gli ingegneri britannici si recarono negli Stati Uniti per conoscere i progressi già realizzati dalla concorrenza.

Coordinamento per gestione degli Stati Uniti

A metà del 1943, il Ministero della Guerra affidò ad Albert L. Elder il compito di coordinare il progetto della penicillina. Egli coinvolse gli scienziati delle università del Minnesota, del Wisconsin e di Stanford e l'Istituto di Tecnologia (MIT) del Massachusetts supportati dal costante lavoro del gruppo di Coghill Robert in Peoria. Essi svilupparono l'idea di costruire grandi fermentatori fino ad una capacità 100 m³ con aerazione sterile. Furono questi

i primi serbatoi a rimescolamento meccanico.

Il gruppo di ricerca della Peoria, inoltre, aveva scoperto che un liquido ottenuto dalla macerazione del grano, facilmente disponibile essendo un prodotto agricolo di surplus e un sottoprodotto dell'industria locale di cereale dell'Illinois, era un terreno adatto per la fermentazione. Inoltre, avevano ottenuto una migliore produzione di penicillina usando una specie di *Penicillium chrysogenum*, isolata dalla muffa del melone cantalupo, un frutto coltivato in Peoria. Successivamente, un gruppo di ricercatori dell'Università del Wisconsin ottenne risultati ancora migliori con un mutante (Q-176) ottenuto con radiazioni ultraviolette che produceva circa 1500 Unità Internazionali di penicillina/ml di terreno di coltura. Per confronto, la specie usata dal gruppo di Florey e Chain a Oxford produceva circa 3 Unità Internazionali. Dopo la guerra, i rendimenti furono ulteriormente ottimizzati, raggiungendo 15.000 unità/ml.

Nel frattempo, l'azienda *Gist-Brocades* in modo autonomo e segreto attivò una produzione di penicillina nei Paesi Bassi, allora occupati dai Nazisti. Il loro lavoro era cominciato nel 1943, basandosi sulle pubblicazioni di Fleming e sulle informazioni ottenute da messaggi radiofonici. Testarono tutte le specie disponibili di *Penicillium* e la specie *Penicillium baculatum* mostrò essere la più promettente. Siccome il prodotto era differente da quello degli inglesi e degli americani, e anche per evitare che i Tedeschi capissero cosa stava facendo, *Gist-Brocades* diede il nome di Bacinol al suo prodotto.

Ormai, molte delle ditte farmaceutiche in Canada, Gran Bretagna e specialmente negli Stati Uniti producevano penicillina. Si ottennero risultati positivi sulle ferite di guerra infettate nel Nord d'Africa dove si scoprì casualmente anche che la penicillina è molto efficace nella cura dei casi di

gonorrea, un altro ostacolo al mantenere completamente efficienti le forze combattive. Al momento del D-Day (lo sbarco in Francia sulle spiagge della Normandia, partito dall'Inghilterra nel 1944) gli Alleati erano in una posizione di vantaggio avendo una disponibilità di penicillina prodotta negli Stati Uniti sufficiente per affrontare tutte le emergenze sanitarie che potevano verificarsi nell'invasione americana in Europa. Quindi si può arguire che il lancio della bomba atomica sul Giappone non fu l'unico fattore che portò alla fine della Seconda Guerra Mondiale.

Il Dopoguerra

Per le ditte farmaceutiche degli Stati Uniti quali *Squibb*, *Bristol*, *Merck ed il Co.*, *Pfizer*, *Lilly ed Upjohn* il grande successo della penicillina rappresentò l'inizio di una fama mondiale. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, in diversi paesi del mondo, vennero attivate molte aziende per la produzione di penicillina. Oltre che nel Regno Unito, le aziende nascevano anche in Europa, per esempio *Rhone-Poulenc* e *Roussel-Uclaf* in Francia, *Hoechst* in Germania, *Farmitalia* in Italia, *Gist-Brocades* nei Paesi Bassi (che ottenne vantaggi dalla attività clandestina sostenuta durante la guerra) e *Novo* con sede in Danimarca. Un aumento di produzione permise una diminuzione dei costi, per esempio il prezzo della penicillina

del 1965 era 1/10000 di quello del 1943.

Il fenomenale successo della penicillina nel mondo, la scoperta di molti altri antibiotici e lo sviluppo della tecnologia di fermentazione realizzata su grande scala che ora è una caratteristica sistematica della biotecnologia moderna, sono pietre miliari della storia della biotecnologia e dell'umanità. Fleming, Florey e Chain ricevettero il premio Nobel per la Medicina e per la Fisiologia nel 1945 per i loro importanti successi scientifici.

Tuttavia, si presentano sempre nuove sfide. Oggi, nel mondo esiste il problema molto serio della allarmante diffusione di resistenza da parte di batteri patogeni agli antibiotici – un altro impegno della biotecnologia medica.

Bibliografia

The history of penicillium production. Nel *Chemical Engineering Progress Symposium Series*, Vol **66**, N° 100. American Institute of Chemical Engineers, 1970.
Alexander Fleming. By Beverly Birch. G. Bitter Verlag, Reckfingshausen, 1993
Alexander Fleming: the man and the myth. Gwyn Macfarlane. Oxford University Press, 1985
The life of Sir Alexander Fleming, discoverer of penicillin. André Maurois, tradotto da francese da Gerard Hopkins. Jonathan Cape, London, 1959

Attività per gli studenti

1. Inventare e rappresentare un breve gioco su una parte della storia della scoperta, produzione ed uso della penicillina
2. Scoprire quali malattie possono essere curate con la penicillina ed i microbi specifici che le causano
3. Scoprire quali malattie non possono essere curate con la penicillina, perché e come possono essere curate

(In queste due attività si potrebbero valutare le differenti malattie che sono causate dai batteri, per esempio mal di gola e diarrea, problemi recenti di sviluppo di resistenza alla penicillina e le malattie causate dai funghi, come il mugugno e dai virus, per esempio AIDS.)

4. In cosa i sulfamidici differiscono dalla penicillina?
5. Che cosa è la penicillina semisintetica e perché viene prodotta?

Data	Alcune importanti scoperte scientifiche e tecnologiche	Alcune importanti scoperte biotecnologiche
1839	Schleiden e Schwann formulano teoria cellulare	
1848		Legge di Sanità Pubblica (Regno Unito)
1850		Viene fondata l'azienda Liebig
1855	Escherich scopre il <i>Bacillus coli</i> (<i>Escherichia coli</i>)	
1859	Teoria dell'evoluzione: Darwin e Wallace	
1863	Pasteur inventa la pastorizzazione	
1865	Legge di Mendel sull'ereditarietà	
1868		Viene debellato il colera nel Regno Unito
1876	Teoria sulle malattie batteriche (Koch) La fermentazione è promossa dall'attività di microrganismi (Pasteur)	
1876	Koch scopre il bacillo antrace Pasteur scopre i principi che regolano l'antibiosi	Osservazione di microrganismi nella fermentazione della birra
1881		Produzione microbica di acido lattico
1883	Weissmann : i cromosomi sono veicoli dell'ereditarietà	
1886	Koch isola i batteri del colera	
1889	Beyerinck : "Ogni cosa è dappertutto; l'ambiente seleziona"	
1890		Primo impiego dell'alcool come combustibile
1897	Buchner dimostra l'esistenza della fermentazione acellulare; per es. gli enzimi	
1902	Ehrlich e Hata producono il 'Salvarsan' per curare la sifilide	
1910		Vengono introdotte nuove tecniche di purificazione basate sull'attività di microrganismi (Regno Unito)
1910 - 1920	Morgan comincia a lavorare sui geni della drosofila; i geni costituiscono i cromosomi	
1912	Bragg (padre e figlio) sviluppano la cristallografia a raggi x (tecnica per determinare la struttura delle proteine)	
1912 - 1914		Röhm brevetta una preparazione enzimatica per i detersivi Produzione di acetone e butanolo con microrganismi (processo di Weizmann)

Data	Alcune importanti scoperte scientifiche e tecnologiche	Alcune importanti scoperte biotecnologiche
1916		Si attua l'immobilizzazione degli enzimi
1918		Viene fondata l'Università Agraria Wageningen (Paesi Bassi); Guorui avvia una azienda che vende digestori per il metano dando inizio a un approccio di tipo scientifico all'agricoltura.
1921 - 1922	Banting, Best e Macleod scoprono l'insulina	
1928	Fleming scopre la penicillina	
1936		Produzione di acido citrico per fermentazione
1938		Florey e Chain cominciano a lavorare sulla penicillina
1940		Il cortisone viene isolato Crescita di lievito per alimentazione umana in una soluzione di bisolfuro (Germania); 15000 t/anno alla fine della Seconda Guerra Mondiale
1941	Concetto di Beadle e Tatum : 'un gene, un enzima' Waksman scopre la streptomina	Coltivazione di microrganismi su idrocarburi sintetizzati da carbone (Germania) Dimostrazione dell'attività terapeutica della penicillina da parte di Florey e Chain
1944		Inizia negli USA la produzione industriale di penicillina Gist-Brocades produce in segreta penicillina ("Bacinol") a Delft (Paesi Bassi)
1944	Avery, McLeod a McCarty dimostrano che il DNA è il materiale genetico	
1945	Colture di cellule animali in laboratorio	Sviluppo di lievito su sostanze derivate dalla canna da zucchero in Giamaica
1950		Aumenta l'interesse per i digestori per la produzione di metano (India e Cina) Produzione industriale di nuovi antibiotici, per es. streptomina, cefalosporina
1953	Watson e Crick ipotizzano la struttura a doppia elica del DNA	L'amilasi viene usata per produrre particolari tipi di sciroppo che non possono essere prodotti tramite la convenzionale idrolisi acida
1955	Viene determinata la struttura primaria di una proteina: l'insulina	Hoerberger constata che le attuali conoscenze non potrebbero sostenere la speranza di avviare un procedimento commerciale per la crescita di microrganismi su idrocarburi Produzione di antibiotici nella maggior parte dei paesi industrializzati
1956	Kornberg scopre il DNA polimerasi Scoperta del tRNA	Pasveer sviluppa il ciclo di ossidazione continuo per trattare le acque di scolo

Data	Alcune importanti scoperte scientifiche e tecnologiche	Alcune importanti scoperte biotecnologiche
1957	Isaacs e Lindeman scoprono l'interferone	Impiego di amilasi per produrre particolari sciroppi contenenti una quantità di zucchero, che non possono essere prodotti con la convenzionale idrolisi acida In Francia in collaborazione con BP viene avviato il progetto di crescita di microrganismi su idrocarburi
1960	Scoperta dell'mRNA	I ricercatori della <i>Du Pont</i> identificano un'attività batterica in grado di convertire azoto in ammoniaca Aumenta la quantità di prodotti commerciali ottenuti dalla fermentazione, ad es. acido lattico, acido citrico, acetone, butanolo
1961	Nirenberg comincia a decifrare il codice genetico	Nel Centro di Ricerca Lord Rank nasce il progetto di crescita di microrganismi per l'alimentazione umana (<i>Quorm</i> , una micoproteina) Novo (Danimarca) scopre una proteasi alcalina per detersivi
1962	Jacob e Monod ipotizzano il modello operone	BP costruisce una industria in Lavéra (Francia) per la crescita di microrganismi su idrocarburi (<i>Toprina</i>) Estrazione microbica di uranio
1964	Nirenberg e Ochoa definiscono il codice genetico (la corrispondenza tra triplette di basi dell'mRNA e un aminoacido)	ICI , Shell e Hoechst pianificano una produzione commerciale di singole proteine cellulari (SCP) Si usa la amiloglicosidasi per convertire amido in glucosio
1967	Viene determinata la struttura tridimensionale del lisozima	
1968	Isolamento di un gene per la tecnica di ibridazione	Chibata immobilizza <i>L-amino-acylasi</i> per la produzione industriale di aminoacidi
1970	Arber , Smith e Nathan scoprono gli enzimi di restrizione Temin , Mizutani e Baltimore scoprono la trascrittasi inversa	Reazioni allergiche ai detersivi forse causate dagli enzimi; si accetta l'uso di detersivi biologici
1972 - 3	Berg , Cohen , Chang e Boyer mettono a punto esperimenti di ingegneria genetica: taglio e unione di molecole di DNA usando enzimi di restrizione e ligasi	Produzione industriale di una maggiore quantità di enzimi per detersivi
1973	Sviluppo di ibridoma per la produzione di anticorpi monoclonali	Progetto di produzione di etanolo con la fermentazione di gasolio in Brasile Novo (Danimarca) sviluppa una amilasi termostabile

Data	Alcune importanti scoperte scientifiche e tecnologiche	Alcune importanti scoperte biotecnologiche
1974	Berg propone una moratoria alla biotecnologia	Introduzione alla preparazione di detersivi privi di tracce enzimatiche Aumenta il prezzo del petrolio
1974	La Conferenza di Asilomar ordina una moratoria al lavoro di ingegneria genetica	Köhler e Milstein ottengono anticorpi monoclonali per fusione cellulare UNESCO e UN fondano il 'Centro di Ricerca di Microbiologia' (MIRCERNS) Produzione enzimatica di sciroppo ad alto contenuto di fruttosio dal glucosio come dolcificante alternativo al saccarosio da Novo (Danimarca)
1976		Negli USA si fonda la Genentech
1977	Sono isolati il cDNA dell'insulina, l'ormone della crescita di ratto (GH) e la gonadotropina corionica umana (HCG) Maxam, Gilbert e Sanger introducono tecniche per sequenziare i geni	
1978	Introduzione della mutagenesi diretta	Bimbo in provetta (Regno Unito)
1979	Nell' <i>E. coli</i> viene clonato ed espresso l'ormone umano insulina e clonato l'ormone della crescita umano da Goeddel alla Genentech	
1980	Ingegneria genetica sulle cellule vegetali di Van Montagu Scoperta della reazione a catena polimerasica (PCR) da parte di Mullis della Cetus , una compagnia statunitense	Costruzione di industrie per la produzione di insulina umana con ingegneria genetica
1981	Brinster e Palmiter sviluppano il primo animale transgenico	L'Alta Corte di Giustizia statunitense permette la produzione di microrganismi geneticamente modificati
1982		E' in vendita insulina umana (<i>Humulin</i>) prodotta con ingegneria genetica
1983	Viene descritta la sindrome di immunodeficienza acquisita (AIDS)	In Francia è istituito il Comitato Nazionale d'Etica Test della <i>Chlamydia</i> con anticorpi monoclonali
1984	La Chiron , una compagnia americana, sequenzia il gene del virus dell'immunodeficienza umana (HIV)	
1985	Jeffreys inventa il fingerprinting genetico	
1986		Vendita dell'ormone umano della crescita ottenuto con l'ingegneria genetica
1987	Inizia il Progetto Genoma Umano (HUGO) per sequenziare il genoma umano	Piante di tabacco geneticamente modificate

Data	Alcune importanti scoperte scientifiche e tecnologiche	Alcune importanti scoperte biotecnologiche
1988		Brevettato negli USA il topo transgenico
1989		Impiego della terapia genetica per curare malattie genetiche
1990		Impiego della terapia genetica per curare i casi di deficienza ADA Nasce la pecora transgenica 'Tracey'
1991		Vengono istituiti 24 MIRCENS
1995		Introdotte sul mercato soia e pomodoro geneticamente modificati
1996		Introdotta sul mercato la rapa dai semi oleosi geneticamente modificata

Attività per gli studenti

1. Comporre una lista dei diversi campi della biotecnologia, per esempio l'agricoltura, la medicina, ecc. ed assegnare ad ogni area alcune scoperte biotecnologiche, elencandole in una terza colonna.
2. Per alcune delle importanti scoperte scientifiche e tecnologiche elencate nella seconda colonna, indicare in una terza colonna quali di esse dipendono dalla biotecnologia.
3. Aggiungere alla tabella altri eventi e sviluppi del passato e del presente che leggete o apprendete su libri, giornali, riviste, ecc. o da Internet.
4. Aggiungete alla tabella le nuove scoperte in biotecnologia lette o trovate su Internet (vedi pag. 32).

Biotecnologie in Internet



E' un elenco di siti di informazione tecnologica per conoscere le aziende biotecnologiche ed i loro prodotti e per mantenersi aggiornati sulle attuali e future scoperte delle biotecnologie.

N.B. Anche se i siti elencati sono stati controllati e ne è stata valutata la funzionalità, la configurazione e gli indirizzi possono cambiare molto rapidamente e possono non essere più accessibili.

Aziende biotecnologiche

Genentech	www.genentech.com
Clontech	www.clontech.com
Monsanto (USA)	www.monsanto.com
Monsanto (UK)	www.monsanto.co.uk
Novartis	www.novartis.com
Gist Brocades	www.gist-brocades.com
Novo	www.novo.dk
Zeneca	www.zeneca.com
Hoechst:	www.hoechst.com

Altri

European Food Information Council	www.eufic.org
Nature	www.nature.com
Science	www.sciencemag.org
New Scientist	newscientist.com
National Centre for Biotechnology Education	www.rdg.ac.uk/NCBE

(questo sito raggruppa una lista di indirizzi di siti di biotecnologia)

Motori di ricerca

Biotechnology and Biological Sciences Research Council	www.bbsrc.ac.uk
Medical Research Council	www.mrc.ac.uk
Wellcome Trust	www.wellcome.ac.uk
Institute of Food Research	www.ifrn.bbsrc.ac.uk

"Saccaromicio e i lavoratori invisibili"



Fumetto *(vedi le pagine seguenti)*

Il lievito del pane *Saccharomyces cerevisiae* viene chiamato 'Saccaromicio', un personaggio immaginario che racconta la storia dell'evolversi del processo di panificazione nel corso dei secoli. Ai tempi dei Sumeri, Babilonesi ed Assiri e per i secoli che seguirono, la lievitazione dell'impasto era attribuita a misteriosi fenomeni e, quindi, legata alla magia e alla religione. Così fu fino al diciannovesimo

secolo quando si capì che il lievito era responsabile della fermentazione e, pertanto, aveva un ruolo nel processo di panificazione. Oggi, i biotecnologi sono in grado di intervenire in vari modi, alterando la struttura dell'impasto e modificando le specie tradizionali di lievito dei panettieri, per ottenere una gamma di prodotti adatti a soddisfare i bisogni di fornitori, rivenditori e consumatori.