



Le biotecnologie



## Una definizione

Le **biotecnologie** sono tecniche che utilizzano organismi viventi (batteri, lieviti, cellule) o loro componenti per sviluppare prodotti e processi utili all'uomo in medicina, agricoltura e industria.

Spaziando dalla fermentazione tradizionale all'ingegneria genetica moderna, tali tecniche mirano ad offrire all'uomo soluzioni sostenibili, come farmaci biotecnologici, piante resistenti e biocarburanti.

Le biotecnologie vengono classificate in base al settore di applicazione:

**Biotecnologie Rosse (Medicina):** Sviluppo di farmaci, vaccini (inclusi quelli a mRNA), terapie geniche e diagnostica.

**Biotecnologie Verdi (Agricoltura):** Miglioramento genetico delle piante per la resistenza a patogeni e aumento della produttività.

**Biotecnologie Bianche (Industriale):** Processi di produzione sostenibili, uso di enzimi e creazione di bioplastiche.

**Biotecnologie Grigie (Ambiente):** Biorisanamento, gestione dei rifiuti e tutela della biodiversità.

**Biotecnologie Blu (Marino):** Uso di risorse marine per nuovi farmaci e prodotti.

## Le biotecnologie.....

Molti prodotti alimentari, come il pane, il vino e lo yogurt, da migliaia di anni presenti sulle nostre tavole, sono "vivi", perché nella loro preparazione intervengono microrganismi, ossia microscopici organismi viventi, attraverso reazioni chimiche controllate da specifici enzimi.

Lo yogurt è latte fermentato, reso acido da microrganismi (*Lactobacillus bulgaricus*) che trasformano il lattosio in acido lattico; nel vino, invece, lo zucchero dell'uva viene trasformato in alcol; il pane, infine, lievita grazie alla produzione di anidride carbonica da parte di particolari microrganismi, i lieviti.

Il ruolo dei microrganismi (e degli enzimi da essi prodotti) nella produzione di questi alimenti fu individuato da Louis Pasteur nel 1876 e, da allora, l'utilizzo (consapevole) dei microrganismi ha consentito lo sviluppo di tecnologie in grado di realizzare prodotti utili all'uomo: le biotecnologie

E, dopo le biotecnologie tradizionali - per produrre il pane, il vino, la birra, lo yogurt, i formaggi (questi ultimi col caglio, enzima estratto dallo stomaco dei vitelli) - cominciarono a svilupparsi biotecnologie per la depurazione delle acque fognarie (1910); per la produzione industriale di sostanze organiche; per la produzione di farmaci come gli antibiotici (1944), a partire dalla penicillina, scoperta da Fleming nel 1929.

Il grande “salto” in avanti delle biotecnologie si realizzò solo dopo che Watson e Crick (1953) elaborarono il loro modello della struttura del DNA, identificando in questa molecola la sede delle informazioni genetiche per la produzione di qualunque proteina.

La scoperta dei meccanismi che regolano la sintesi proteica ha consentito, dagli anni '70, lo sviluppo di una tecnologia in grado di far produrre da un organismo microscopico (riproducibile in gran quantità e a un costo relativamente limitato) una proteina di un altro organismo, impossibile da ottenere in altro modo o, comunque, ottenibile (per estrazione o per sintesi industriale) in quantità limitate o solo a costi molto elevati.

Questa tecnologia, detta **tecnologia del DNA ricombinante** o **ingegneria genetica**, impiega il DNA ricombinante, ossia una molecola di DNA ibrida, ottenuta inserendo il gene della proteina desiderata in una molecola di DNA – vettore che si introduce e si replica nelle cellule dell'organismo da cui si vuol far produrre la proteina (cellule ospiti).

In pratica, da una cellula di un organismo “donatore” si estrae il gene richiesto (o, meglio, frammenti del DNA tra i quali è compreso anche quello richiesto), lo si lega a un vettore (una molecola particolare di DNA capace di penetrare in una cellula ospite) formando così un DNA ibrido, detto DNA ricombinante, che si inserisce in una cellula “ospite”, appartenente a un altro organismo.

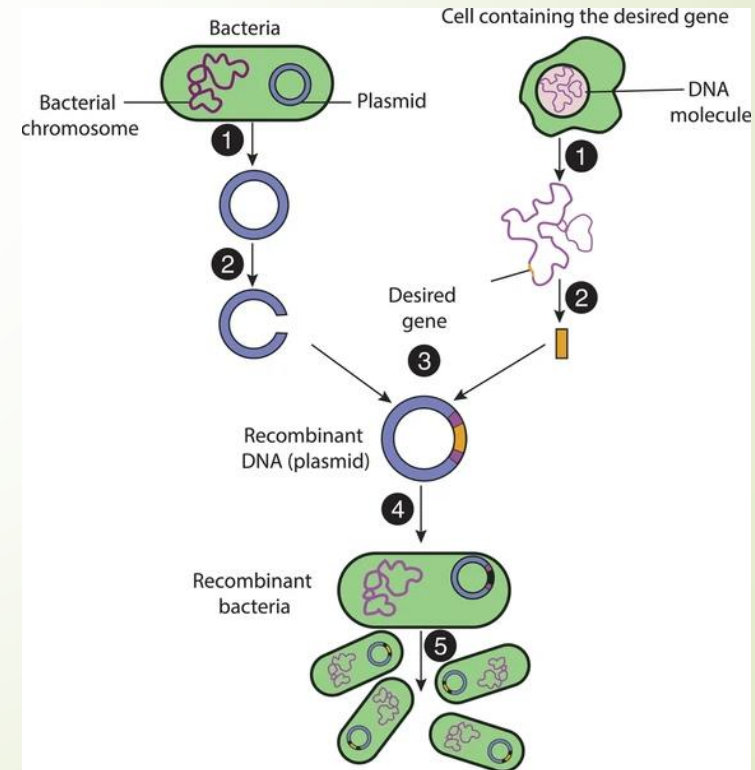
La cellula ospite, ricevuto il DNA ricombinante, acquisisce la capacità di produrre la proteina codificata da quel gene, cioè si trasforma, diventa una cellula ricombinante.

Stimolando la riproduzione delle cellule ospiti (clonazione), in poco tempo si otterrà una popolazione di milioni di cellule, tutte in grado di produrre la proteina desiderata. Le cellule che vengono utilizzate come “ospiti” del DNA ricombinante devono essere:

- 1) in grado di ospitare il DNA ricombinante (che va costruito utilizzando un vettore adeguato alla cellula in cui deve inserirsi);
- 2) facili da coltivare (si devono riprodurre rapidamente);
- 3) innocue (sia per il personale di laboratorio che per il destinatario della proteina prodotta: non possono essere usate cellule di microbi patogeni, che potrebbero infettare i laboratoristi o contaminare la sostanza proteica da produrre con sostanze tossiche prodotte dal batterio stesso).

Le cellule ospiti più frequentemente utilizzate sono batteri e microrganismi unicellulari eucarioti ma possono essere impiegate cellule provenienti da piante o animali.

Ognuna di queste cellule può ricevere nuovo DNA mediante un idoneo vettore, specifico per ogni tipo di cellula. I vettori possono essere: batteriofagi (virus che infettano i batteri) per i batteri; plasmidi (piccole molecole di DNA circolare) per i batteri e altri organismi unicellulari; virus vegetali e virus animali rispettivamente per cellule di piante e di animali.



## L'ingegneria genetica e l'insulina umana

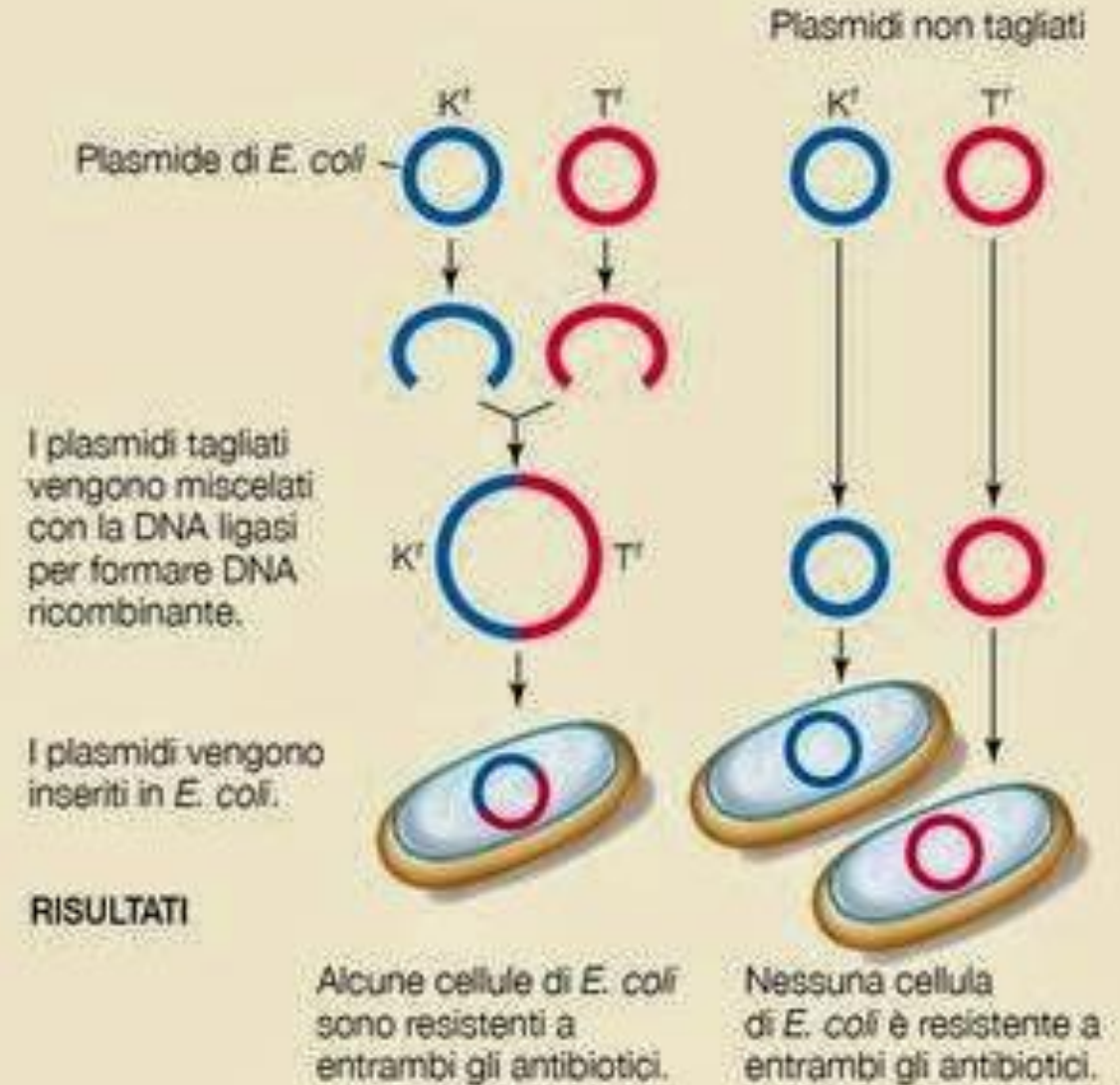
Una delle prime proteine ottenute mediante la tecnologia del DNA ricombinante è stata l'insulina umana, un ormone carente nei diabetici e utilizzato, perciò, per curare il diabete mellito.

- 1) La prima tappa consiste nell'isolamento del gene che codifica per l'insulina, ormone prodotto dalle cellule beta del pancreas: si estrae il DNA di queste cellule e lo si "taglia" in vari pezzi utilizzando dei particolari enzimi, detti enzimi di restrizione, che tagliano il DNA in corrispondenza di specifiche sequenze di nucleotidi. Si ottengono vari frammenti di DNA, uno dei quali corrisponde al gene dell'insulina.
- 2) Esistono oggi tecniche più rapide che consentono di ottenere il gene dell'insulina partendo dall'RNA messaggero, del quale sono presenti molte molecole nelle cellule beta del pancreas; con un enzima, la trascrittasi inversa, vengono prodotte molecole di DNA complementari all'RNA messaggero; questa singola catena viene poi duplicata per azione della DNA polimerasi, ottenendo così il gene dell'insulina. Viene tagliato, sempre con gli enzimi di restrizione, anche il DNA del vettore, che, in questo caso, è un plasmide.
- 3) Il DNA della cellula (in frammenti) e il plasmide, dopo essere stati tagliati, vengono mescolati insieme e legati per mezzo di un enzima specifico, la DNA-ligasi. Si ottengono così delle molecole di DNA ricombinante, costituite da pezzi del plasmide e da pezzi del DNA umano legati insieme. Alcune di queste molecole "ibride" di DNA ricombinante contengono, attaccato al plasmide, il gene dell'insulina, altre invece no.

4) Questi nuovi plasmidi ricombinanti vengono messi a contatto con le cellule di un particolare batterio, l'Escherichia coli, dal quale vengono assorbiti.

5) Si cerca quindi di individuare gli E. coli ricombinanti che hanno assorbito il plasmide ricombinante contenente il gene per l'insulina, li si isola, li si coltiva in modo da ottenere un numero elevato di cellule produttrici di insulina umana.

**METODO** Plasmidi di *E. coli* che contengono un gene per la resistenza all'antibiotico canamicina o alla tetraciclina vengono tagliati da un enzima di restrizione.



I pro.

Grazie all'ingegneria genetica stanno oggi arrivando sul mercato vegetali più nutrienti e più resistenti a malattie, freddo, siccità.

Le aziende che si occupano dei cibi transgenici creano fragole e kiwi resistenti a funghi patogeni o soia in grado di contrastare l'azione dei diserbanti totali.

Altri prodotti modificati sono alcuni pomodori che marciscono più lentamente di quelli tradizionali, oppure pomodori o fragole che, grazie a un gene ricavato da un pesce dei mari del nord, possono essere coltivati in climi più rigidi.

Sono da annoverare in questa lista anche le api transgeniche, che non pungono e producono più miele e, non ultimo, il narciriso, prodotto in Italia, ottenuto inserendo nel genoma del riso alcuni geni del narciso responsabili della produzione di caroteni (provitamina A) di cui i fiori di questa pianta sono ricchi.

Con questo riso si potrà curare addirittura la cecità dei popoli orientali che seguono una dieta ricca di riso ma povera di vitamina A, fondamentale per il processo della visione.

I vantaggi maggiori, in campo agricolo, sono di ordine economico, perché i raccolti sono più abbondanti e resistenti e questo può essere un vantaggio anche nella lotta contro la fame nel mondo.

I contro.

Dobbiamo domandarci, innanzitutto, se ciò che produce l'ingegneria genetica è realmente esente da rischi per la salute umana e per l'ambiente.

Una pianta OGM può resistere meglio ai parassiti, ma non è detto che questo sia del tutto un fatto positivo: la catena alimentare che parte dalla pianta viene interrotta e può essere alterato tutto l'ecosistema, con conseguenze difficili da prevedere; i pollini della pianta OGM, più resistente, potrebbero consentire la diffusione incontrollata degli OGM a spese di altre piante, riducendo la biodiversità; inoltre, i pollini degli OGM potrebbero causare allergie in soggetti oggi non affetti da queste patologie.

Nell'ambito medico, le terapie geniche sollevano problemi di ordine bioetico, in particolare quando sono associati ai temi della fecondazione artificiale, della clonazione e della produzione di tessuti, organi ed embrioni a fini terapeutici.

L'utilizzo delle biotecnologie in Italia è disciplinato da un quadro normativo che trova i suoi fondamenti nella **Costituzione Italiana**, la quale mira a bilanciare la libertà di ricerca scientifica con la tutela dei diritti fondamentali dell'individuo.

Ecco i principali riferimenti costituzionali coinvolti:

**Articolo 32 (Tutela della salute):** È il pilastro principale. Fondamentale per la bioetica, garantisce il diritto alla salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, ponendo limiti alle manipolazioni genetiche che potrebbero danneggiare l'integrità psicofisica.

**Articolo 33 (Libertà di scienza e arte):** Sancisce che "l'arte e la scienza sono libere e libero ne è l'insegnamento". Questo articolo tutela la ricerca biotecnologica, ma la sua libertà non è assoluta, dovendo rispettare altri valori costituzionali.

**Articolo 2 (Diritti inviolabili dell'uomo):** Riconosce e garantisce i diritti inviolabili dell'uomo, sia come singolo che nelle formazioni sociali. Questo articolo protegge la dignità umana contro le possibili strumentalizzazioni delle biotecnologie.

**Articolo 9 (Promozione della ricerca):** La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica.

**Articolo 3 (Uguaglianza e dignità):** Tutela la pari dignità sociale e vieta discriminazioni, aspetti rilevanti nell'ambito della manipolazione genetica e dell'ingegneria genetica.

**Articolo 13 (Libertà personale):** Riconosce l'inviolabilità della libertà personale, applicabile al consenso informato e all'autodeterminazione nel sottoporsi a trattamenti biotecnologici o terapeutici