

**Quaderni di Città dei Mestieri**

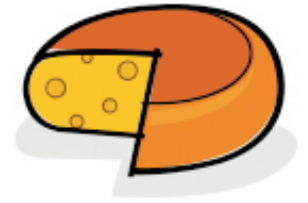
# Lavorare con le Biotecnologie



## Introduzione

Il termine “**biotecnologia**” è un neologismo derivato dall'unione di due parole: **biologia**, intesa come studio degli esseri viventi e delle leggi che li governano, e **tecnologia**, intesa come studio dei processi e delle apparecchiature necessarie alla produzione di beni e servizi in una particolare area o industria.

La definizione risale solo agli ultimi trent'anni ma processi che oggi definiamo biotecnologici sono sfruttati dall'uomo fin dal 4000 a.C., periodo al quale si fanno risalire i primi casi di produzione di pane, formaggio, vino e birra. Tutti questi alimenti sono infatti il prodotto della fermentazione, da parte di microrganismi, dei ricchi nutrienti di partenza (pasta, mosto, ecc.) che vengono trasformati in alcool, aromi e gas: un'infinità di microrganismi è in grado di metabolizzare in modo diverso prodotti di partenza simili, generando così vini dai sapori differenti, formaggi più o meno acidi e birre dall'aroma molto diverso. Nel tempo l'uomo ha imparato a selezionare quei microrganismi che meglio si adattavano alla reazione richiesta o che erano in grado di produrre nuovi elementi: gli antibiotici sono stati scoperti all'inizio del novecento quando si è visto che il fungo *Penicillium* era capace di inibire la crescita di ogni batterio circostante. La rivoluzione biotecnologica di questi ultimi decenni è consistita nel passaggio dallo sfruttamento delle fermentazioni spontanee al controllo della loro natura e funzionamento.



### **Dal lontano passato... guardando al futuro**

Le biotecnologie come le intendiamo oggi sono il risultato dello sviluppo avvenuto in molti secoli sia delle conoscenze scientifiche sia della tecnica necessaria al loro sfruttamento. L'insieme di questi due fattori ha raggiunto un punto critico a metà del secolo scorso, portando nel giro di pochi decenni dalla determinazione della struttura del DNA alla decodificazione del codice genetico per giungere molto rapidamente alla prima produzione di un farmaco per via ricombinante: nel 1980 inizia la produzione di insulina da cellule batteriche e viene rapidamente coperto il fabbisogno mondiale di questo farmaco senza alcun fenomeno di allergia o intolleranza.



Lo schema che segue evidenzia alcune tappe fondamentali di questo lungo processo.

- 8000 a.C. L'uomo pratica l'agricoltura. Ci sono evidenze che in Mesopotamia venivano già sfruttati gli incroci selettivi per migliorare la qualità del grano
- 6000 a.C. Le fermentazioni spontanee di lieviti selvaggi vengono utilizzate per la produzione di birra, vino e pane
- 4000 a.C. In Cina yogurt e formaggio vengono prodotti grazie alla fermentazione di batteri lattici
- 1322 d.C. Un capo arabo utilizza per primo l'inseminazione artificiale per allevare cavalli di razza superiore
- 1590 d.C. Zacharias Janssen inventa il microscopio
- 1675 d.C. Leeuwenhoek scopre i batteri (grazie al primo microscopio)
- 1797 d.C. Jenner inocula un bambino con un vaccino virale per proteggerlo dal vaiolo
- 1861 d.C. Louis Pasteur definisce il ruolo dei microrganismi. È considerato il fondatore della microbiologia
- 1865 d.C. Gregor Mendel formula le tre fondamentali leggi sulla trasmissione ereditaria
- 1919 d.C. Karl Ereky, ungherese, per primo utilizza la parola *biotecnologie*
- 1928 d.C. Alexander Fleming scopre l'antibiotico penicillina
- 1953 d.C. Il giornale scientifico "Nature" pubblica il manoscritto di James Watson e Francis Crick che descrive la struttura a doppia elica del DNA, l'inizio dell'era moderna della genetica
- 1972 d.C. Si scopre che la composizione del DNA umano è simile per il 99% a quello degli scimpanzé e dei gorilla
- 1973 d.C. Per la prima volta due ricercatori ricombinano con successo le estremità di DNA batterico, dopo aver tagliato a metà un gene estraneo. Nasce la moderna biotecnologia
- 1980 d.C. Si scopre come trasferire un pezzo di informazione genetica da un organismo all'altro e quindi determinare l'espressione di una caratteristica desiderabile. È la nascita dell'ingegneria genetica
- 1981 d.C. Gli scienziati cinesi sono i primi a clonare un pesce, una carpa dorata
- 1982 d.C. Prima applicazione commerciale delle biotecnologie: vengono utilizzate per produrre insulina umana per i diabetici
- 1983 d.C. Sviluppo della prima pianta transgenica di tabacco
- 1997 d.C. In Inghilterra nasce Dolly, la prima pecora clonata, copia identica di un suo simile
- 2000 d.C. Viene completato il *Progetto Genoma* di lettura e mappatura dei segmenti di DNA umano
- 2001 d.C. Un singolo gene da *Arabidopsis thaliana* viene inserito nelle piante di pomodoro per creare la prima pianta capace di crescere in terra e acqua salata
- 2002 d.C. Il riso (che sfama due terzi della popolazione mondiale) è la prima pianta di cui si mappa completamente il genoma

Ma allora perché la parola "biotecnologia" è stata inventata solo nel secolo scorso? Come mai si parla sempre di "biotecnologie", al plurale? Il significato moderno di questo termine consiste nell'applicazione di conoscenze biologiche, genetiche e biomolecolari per la produzione di prodotti mediante nuovi organismi (batteri, lieviti, piante, animali) il cui sviluppo è stato reso possibile dall'applicazione mirata delle recenti tecniche di modificazione genetica. Questa definizione si estende anche ai prodotti derivanti da organismi geneticamente modificati: enzimi, ormoni, vaccini, vitamine o composti organici. Viene infine incluso anche lo sviluppo di servizi (kit diagnostici, terapie, trapianti) impostati su prodotti ottenuti in parte mediante tecnologie del DNA ricombinante ma anche grazie alla miglior comprensione della fisiologia, biologia molecolare e genetica resa possibile dalla ricerca biotecnologica. La rivoluzione introdotta negli anni '70 dall'avvento della clonazione molecolare ha rapidamente portato all'affermarsi di molti protocolli per l'ingegnerizzazione genetica, proteica e metabolica che sono ora ampiamente sfruttati per la produzione di una serie di prodotti in microrganismi che naturalmente non li produrrebbero. Ai nostri giorni le applicazioni spaziano dalla produzione di bioenergia e biomassa alla diagnostica, dalle applicazioni in campo farmaceutico a quelle nel settore forense. Ma tutto è partito dai primi prodotti sviluppati sia in campo farmaceutico, per far fronte alle grandi malattie ed epidemie del secolo scorso (insulina, interferoni, vaccini), sia in campo industriale per migliorare molti dei processi basati su reazioni esclusivamente chimiche (trattamento di alimenti, mangimi, detersivi, polpa di cellulosa, trattamento del cuoio, estrazione di petrolio, ambito sanitario).

Ma che impatto ha questo mercato sulla società in cui viviamo? Siamo tutti coinvolti in questa rivoluzione? La risposta è quanto mai affermativa, basti pensare che circa la metà di quanto utilizziamo quotidianamente è più o meno direttamente prodotto a partire da materiale biologico. Per rendere meglio l'idea, le



quantità di materie prime e prodotti biologici (per esempio mais, canna da zucchero, cotone, lino, lana, carta, alimenti, antibiotici...) prodotte annualmente nel mondo sono dello stesso ordine di grandezza di carbone, petrolio, acciaio, minerali e loro derivati. Per la maggior parte dei processi attuali esiste la possibilità di ridurre il costo e aumentare le rese di produzione, riducendo anche l'impatto ambientale.

Questi elementi fanno delle biotecnologie un campo estremamente promettente, se non essenziale, nel futuro sviluppo della società, un settore in grado di muovere enormi capitali e di influenzare ricerca e industria in tutto il mondo.

### I colori delle biotecnologie

Uno dei modi più diffusi per classificare le applicazioni biotecnologiche è la divisione in colori: si parla di *Biotecnologie Rosse* per indicare le applicazioni in campo medico e farmaceutico (produzione di antibiotici da batteri, cura di malattie con metodi di ingegneria genetica), *Biotecnologie Verdi* per indicare il settore agro-alimentare (per esempio la produzione di piante naturalmente resistenti ai principali agenti infestanti), mentre con *Biotecnologie Bianche* si intendono i processi industriali che utilizzano fermentazioni microbiche per la produzione di composti chimici ed energia (etanolo, biocombustibili, plastiche biodegradabili).

Tuttavia un'autorevole rivista specializzata in Biotecnologie, "The Electronic Journal of Biotechnology", ha pubblicato nel dicembre 2004 un editoriale dedicato ai "colori delle biotecnologie". In questo articolo, oltre a passare in rassegna le tappe fondamentali delle biotecnologie moderne, ne viene presentata una più dettagliata suddivisione ad arcobaleno.

Color Type	Area of Biotech Activities
Red	Health, Medical, Diagnostics
Yellow	Food Biotechnology, Nutrition Science
Blue	Aquaculture, Coastal and Marine Biotech
Green	Agricultural, Environmental Biotechnology – Biofuels, Biofertilizers, Bioremediation, Geomicrobiology
Brown	Acid Zone and Desert Biotechnology
Dark	Bioterrorism, Bio warfare, Biocrimes, Anticrop warfare
Purple	Patents, Publications, Inventions, IPRs
White	Gene-based Bioindustries
Gold	Bioinformatics, Nanobiotechnology
Grey	Classical Fermentation and Bioprocess Technology

Le biotecnologie sono allo stesso tempo una moltitudine di diverse applicazioni, estremamente specializzate e differenziate fra loro, ma anche un bagaglio di informazioni e conoscenze comuni applicabili in tutti i settori. Vediamo ora come avviene la formazione di un biotecnologo e come questa debba articolarsi per fornire buone prospettive d'impiego in questi settori (e in altri che verranno presentati in seguito), il cui impatto economico a livello mondiale è estremamente rilevante.

## Le Biotecnologie nel nuovo millennio

Le biotecnologie si collocano come uno dei settori in maggior sviluppo e con ampi margini di crescita, sia a livello mondiale sia in Italia (dove finalmente inizia a muoversi qualcosa). Tuttavia è utile ricordare che il mondo della ricerca è composto da più realtà (università, centri di ricerca pubblici e privati, fondazioni, aziende e multinazionali) e che tutte queste interagiscono e si completano tanto a livello nazionale che a livello globale: non esistono "biotecnologie italiane" isolate da quelle europee, americane o cinesi. Per comprendere il mondo che si presenta al laureato in biotecnologie è quindi utile esplorare tutti questi aspetti, mentre i settori occupazionali e i profili professionali verranno trattati in un capitolo specifico.

### Non solo privato

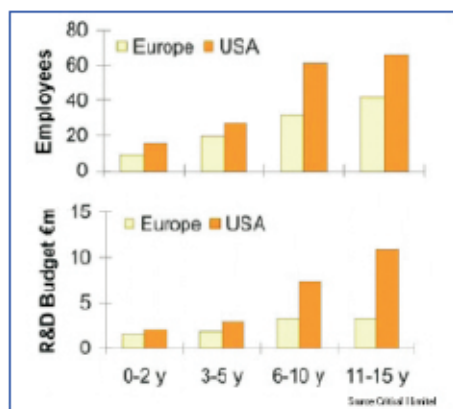
Le applicazioni non sono però tutto. I risultati finora ottenuti sono stati possibili anche grazie all'investimento in ricerca compiuto da molte nazioni, enti e istituti. Se da una parte infatti è l'industria stessa a finanziare parte della ricerca, i centri pubblici sono in grado di sviluppare tecniche e applicazioni sempre più mirate e sicure. Alla fine di questo capitolo vedremo alcune delle ultime frontiere raggiunte dalla ricerca biotecnologica, tuttavia qui è importante sottolineare come questo settore sia composto da grandi multinazionali, da piccole imprese ad alto contenuto scientifico e, infine, da piccoli e grandi centri di ricerca. In alcuni Stati la collaborazione fra queste diverse realtà è forte ed evidente, in altri, come l'Italia, è necessario investire ancora tempo ed energie perché da queste si possa trarre il massimo beneficio. Il mondo della ricerca privata è caratterizzato innanzitutto dall'esigenza di sviluppare e produrre quei prodotti di particolare interesse per l'azienda: l'obiettivo è sempre quello di proporsi sul mercato con un prodotto estremamente competitivo, dal punto di vista della qualità o del prezzo. L'altro aspetto fondamentale, sostanzialmente in opposizione a quanto succede nella ricerca pubblica, riguarda i finanziamenti alla ricerca (e ai ricercatori). Sicuramente è il mondo privato a potersi permettere di dedicare grossi investimenti alla ricerca, il che significa strumenti all'avanguardia, personale specializzato e stipendi adeguati. Sembra perfetto. Il problema resta quello introdotto all'inizio del paragrafo: i finanziamenti ci sono purché portino un vantaggio all'azienda, nessuna linea di ricerca che resti improduttiva per troppo tempo è mantenuta attiva solo perché "porta ad un generale sviluppo delle conoscenze scientifiche". Per quanto riguarda la ricerca pubblica, condotta nelle università, nel CNR (Consiglio Nazionale della Ricerca) e in molti istituti di ricerca, al ricercatore (al biotecnologo, nel nostro caso) è data la possibilità di approfondire linee di ricerca che non abbiano un'immediata applicazione ma che portino a quello sviluppo della conoscenza che spesso il privato non è in grado di perseguire. Anzi, la ricerca di base svolge proprio questa funzione, producendo informazione sui meccanismi di funzionamento di cellule, enzimi, recettori per farmaci, processi metabolici e dando così la possibilità a chi si occupa di ricerca applicata di applicare queste conoscenze al loro particolare sistema. Ovviamente il risvolto della medaglia è dato dalla disponibilità di finanziamenti: in Italia la situazione è abbastanza allarmante, con solo una piccola parte dei finanziamenti sostenuta dallo Stato, mentre in altri Paesi l'investi-

mento pubblico per la ricerca è decisamente superiore e viene affiancato da un contributo più consistente da parte delle imprese private.

### Le biotecnologie in Europa e nel mondo

Una premessa: non è possibile pensare alle biotecnologie come ad un mondo limitato, territorialmente e non. La ricerca scientifica è in generale un unico mondo transnazionale, sviluppato e integrato a livello mondiale, sia per quanto riguarda i grossi produttori multinazionali sia tutti i centri di ricerca di cui parlavamo prima. La comunicazione dei risultati (nei limiti delle necessità brevettuali) e lo scambio di persone sono sempre di più la chiave per lo sviluppo tecnologico e scientifico di ogni realtà che voglia muoversi in questo campo. La conoscenza dell'inglese è di conseguenza un'assoluta necessità, un elemento dato per scontato da chi opera nel settore, mentre lo studio di altre lingue (tedesco, giapponese, cinese, indiano) è certamente un elemento qualificante.

La scena economica attuale è fortemente influenzata dai processi di globalizzazione dei mercati, dallo spostamento degli impianti produttivi in varie zone del mondo, dalla continua fusione di aziende chimiche farmaceutiche e dall'acquisizione, da parte di queste stesse, di nuove aziende fortemente specializzate in biotecnologie. Questo sistema di fusioni ha permesso a grandi gruppi di accedere al settore biotech senza dover iniziare tutto da zero ma allo stesso modo ha garantito un futuro molto promettente ad un elevato numero di piccole società altamente specializzate, che sono state in grado di ideare prodotti concorrenziali e innovativi. Tuttavia parlare del mercato biotecnologico mondiale significa ancora parlare degli Stati Uniti, che rimangono la prima forza mondiale per quanto riguarda ricerca e produzione in questo settore (e non solo ovviamente). Se infatti a fine 2003 il numero di imprese biotech di USA ed Europa era praticamente identico (1830 e 1976, rispettivamente), la composizione e collocazione sul mercato di queste due realtà rimane decisamente diverso.



(<http://www.europabio.org/events/BioVision/CriticalI%20studyBiotech-Europ.pdf>)

Nella tabella della pagina precedente è indicato il numero di impiegati e la spesa in ricerca e sviluppo per una tipica azienda biotech europea e americana, in funzione degli anni dall'avviamento. Come si può vedere, in tutti i casi la realtà americana presenta un 30-40% di addetti in più e una spesa per la ricerca superiore del 50-200% rispetto alle controparti europee.

Vediamo anche però che il divario si fa tanto più sottile quanto più giovani sono le companies: l'Europa sta cercando di recuperare il divario accumulato nei decenni precedenti! Tuttavia sarà necessario aspettare ancora qualche anno prima di poter valutare l'impatto che i nuovi produttori asiatici avranno sul mercato globale. Le ultime analisi indicano che l'Europa potrebbe affermarsi stabilmente come la seconda realtà mondiale nel settore biotech. Per questo sarà necessario continuare ad investire mirando in particolare alla specializzazione: i concorrenti asiatici emergenti propongono prodotti a prezzi estremamente bassi ma non particolarmente sviluppati e le corrispondenti realtà scientifiche non sono ancora al livello di quelle europee o americane. La diversa ripartizione nel territorio europeo e la conseguente concentrazione in alcune aree geografiche riflette sia un diverso investimento iniziale di quei Paesi che hanno creduto sin dal principio nelle biotecnologie sia il recente concretizzarsi dei bio-cluster. Questi costituiscono, insieme ai centri d'eccellenza, il futuro per l'Europa biotech e indicano regioni ad elevato contenuto (bio)tecnologico in grado di beneficiare di agevolazioni economiche per la creazione e lo sviluppo di nuove realtà commerciali. Il fenomeno si sta affermando e sviluppando anche in Italia e verrà trattato nel capitolo dedicato alle biotecnologie nel nostro Paese.

### La situazione in Europa e in Italia

Ancora una volta, parlare di realtà biotecnologica italiana significa necessariamente inserirla nel panorama europeo.

Le biotecnologie hanno ormai conquistato una posizione preminente tra le priorità strategiche dell'Unione Europea. Questa consapevolezza, espressa a chiare lettere dall'insieme dei Paesi membri, ha tra i suoi effetti concreti l'innescare di una rinnovata competizione per uno sviluppo dei risvolti economici delle biotecnologie che coinvolge i singoli Paesi membri e li pone a confronto in materia di offerta ai potenziali investitori. Le singole realtà nazionali tendono quindi ad entrare nel sistema competitivo offrendo ciascuno la propria peculiarità territoriale, amministrativa, legislativa o fiscale allo scopo di attirare investimenti e know-how tecnologico.

L'Italia, benché presenti un livello di sviluppo della bio-industria in ritardo rispetto agli altri grandi Paesi di analoga forza economica complessiva, si ritrova oggi in una posizione non solamente di sicura (e doverosa) possibilità di recupero ma, quasi paradossalmente, di "privilegio" nell'enorme potenziale di creazione di imprenditoria biotecnologica offerto. Il Paese offre infatti grandi risorse scientifiche, umane e culturali, ancora ampiamente da sfruttare. Inoltre esiste una naturale inclinazione nel nostro "modo di fare impresa" verso la linea di tendenza in atto nell'ambito dell'industria biotecnologica, dove gli imponenti fenomeni di acquisizione, fusione e, in ultima analisi, concentrazione delle imprese operanti nei settori produttivi tradizionali intersecati dall'innovazione biotecnologica (chimica fine, farmaceutica, agrolimentare) si sono accompagnati alla creazione di nuove piccole realtà imprenditoriali.

Queste piccole società nascono intorno ad un'idea-business vincente e tendono a oc-

cupare nicchie di sviluppo e anche di mercato difficilmente appetibili per le grandi società. Oppure svolgono attività di ricerca e sviluppo (R&D) potenzialmente interessanti per le grandi imprese (spesso su loro esplicito incarico). In questo caso, la piccola impresa costituisce l'indotto scaturito dalla dismissione della ricerca in proprio, che è oggi il tratto distintivo della grande industria per quanto concerne tutte le attività ad elevato contenuto innovativo e ad elevato tasso di aggiornamento che non facciano immediatamente capo al loro *core business*.

### L'Italia: un'eccellenza scientifica di tutto rispetto

Se l'Italia appare in ritardo nello sfruttamento industriale delle conoscenze scaturite dalla ricerca biotecnologica, altrettanto non si può certo dire circa il livello delle competenze scientifiche disponibili. I notevoli contributi che le realtà di ricerca del Paese hanno già dato all'innovazione biotecnologica sono solamente i primi e più appariscenti segnali rivelatori di un'attività nell'ambito delle scienze biologiche intensa e diffusa, nonché profondamente radicata nella cultura scientifica del Paese. Un Paese da sempre più incline alle scienze applicate rispetto a quelle "pure", come testimoniato da una lunga tradizione di eccellenza in campo medico ed agrario.



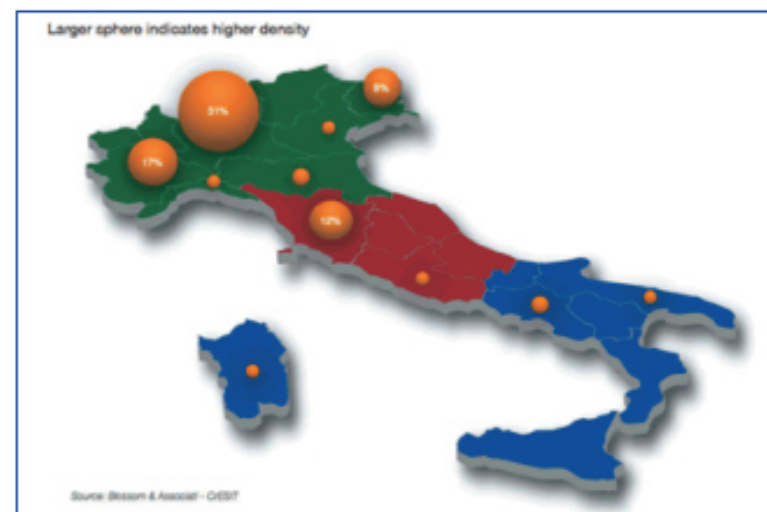
Esiste quindi in Italia un terreno culturale tradizionalmente fertile e un'inclinazione specifica alla ricerca biologica, che ha condotto all'affermazione di alcune realtà imprenditoriali di importanza internazionale. Tutto questo, pur in assenza del sostegno politico garantito negli altri grandi Paesi occidentali dalla presenza stabile delle biotecnologie tra le priorità nazionali. Tra le aziende italiane che si distinguono in termini di eccellenza assoluta in ambito internazionale, molte operano in campo medico/farmaceutico producendo vaccini e kit innovativi per la diagnostica. Sono italiani i vaccini per la pertosse e le meningiti (virale e meningococcica), così come sono italiane le scoperte sui meccanismi molecolari per lo sviluppo della corteccia cerebrale. Per quanto riguarda i centri d'eccellenza, il San Raffaele di Milano si colloca ai vertici mondiali negli studi sulla terapia genica, e uno dei più promettenti vaccini per l'AIDS è frutto delle ricerche dell'Istituto Superiore di Sanità. Inoltre, è nota in tutto il mondo la rilevanza di centri quali il Mario Negri e l'Istituto Europeo di Oncologia (entrambi a Milano) nella messa a punto delle terapie più avanzate, unitamente agli Istituti Nazionali per la Ricerca sul Cancro ed ai numerosi Policlinici universitari.

In campo agronomico i ricercatori italiani sono tra i primi ad aver concentrato l'attenzione sulla protezione dell'agro-biodiversità e sulla qualità dei prodotti: si pongono sicuramente all'avanguardia le ricerche di Università e Istituti Sperimentali per la terapia genica delle patologie più ostiche (quali le virosi) che minacciano specie ad elevato valore aggiunto tipiche della tradizione agricola nazionale, come il carciofo, il pomodoro San Marzano, la melanzana e alcuni tipi di vitigni pregiati.

### L'importanza dei bio-cluster e dei poli biotecnologici italiani

In un contesto europeo sempre più orientato alla valorizzazione delle particolari vocazioni esistenti in specifici territori, è evidente come la qualità dell'offerta in materia di "condizioni" e di infrastrutture locali costituisca un fondamentale strumento di stimolo per far crescere le risorse esistenti e svilupparne di nuove.

I bio-cluster sono definiti come gruppi di aziende e istituzioni interconnesse, geograficamente vicine e che lavorano nello stesso settore. All'interno di un cluster si trovano insieme reparti di produzione, agenzie di servizi, fornitori, centri di ricerca universitari, reparti commerciali e supporti amministrativi e legislativi. I vantaggi dati da un'organizzazione di questo tipo sono in primo luogo economici (vicinanza di fornitori e distributori, ripartizione delle spese dei reparti comuni fra più aziende, ecc.) ma soprattutto tecnologici: la presenza di gruppi di ricerca, sistemi di sviluppo, di produzione e di commercializzazione porta ad un miglioramento di tutte le fasi del processo, alla necessità di continui sviluppi e al generarsi di concorrenza fra aziende simili, con il risultato di un ulteriore miglioramento di qualità e costi. Infine all'interno di un bio-cluster spesso si sviluppa una serie di infrastrutture specializzate, legali e finanziarie, utili nelle fasi di commercializzazione e brevettazione dei prodotti nonché per l'ottenimento di finanziamenti.



([http://www.biodirectory.it/show\\_article.php?articleId=12](http://www.biodirectory.it/show_article.php?articleId=12))

Esistono pertanto nel nostro Paese regioni in cui lo sviluppo delle biotecnologie viene esplicitamente indicato tra le priorità strategiche. Tali "orientamenti regionali" hanno già influenzato la dislocazione della nascente bio-industria italiana, grazie soprattutto all'istituzione ed alla crescita intorno alle realtà esistenti di iniziative, quali i Parchi Scientifici e Tecnologici, volte ad aggregare e interconnettere le risorse esistenti e a fungere da catalizzatore per la creazione e l'attrazione di nuovi investimenti. Tali "poli", sebbene spesso ancora di dimensioni ridotte rispetto ai clusters biotecnologici di altri Paesi dell'UE, rappresentano dei sicuri nuclei di sviluppo per la bio-industria. Essi si basano infatti sulle fattive esigenze di infrastrutture e di valorizzazione del know-how esistente e spesso hanno orientamenti applicativi specifici, con concrete prospettive di crescita.

Oltre ai poli della Lombardia (Science Park Raf, Biopolo, Parco Tecnologico del Lodigiano), che insieme costituiscono uno dei principali cluster biotecnologici italiani a livello europeo (con prevalente vocazione biomedica, ma con recenti sviluppi sul fronte agro-alimentare) vanno ricordati il Bioindustry Park del Canavese (Piemonte), l'Area di Trieste (Friuli), il Parco Tecnopolis in Puglia a vocazione prevalentemente agronomica, Siena Biotech in Toscana e l'area di Napoli (Campania), che ospita il TIGET.

#### **Le nuove frontiere delle biotecnologie (nanotecnologie, biorestaurato, bioremediation)**

Le biotecnologie sono per definizione un campo in continua evoluzione, un settore che trae beneficio da ogni nuova informazione sui sistemi viventi per sviluppare nuove applicazioni e intervenire in settori anche molto lontani da quelli più tradizionali.

Già negli ultimi anni molto è stato investito nel settore "bioremediation", ovvero l'utilizzo di microrganismi (naturali o geneticamente modificati) o di loro prodotti per contrastare particolari tipi di inquinamento ambientale per i quali non sono disponibili efficienti sistemi alternativi. Sono stati così isolati e modificati alcuni batteri in grado di crescere e degradare una gamma di composti idrofobici e aromatici veramente dannosa per l'ambiente e le acque.

Un altro campo in rapido sviluppo e dal sapore estremamente affascinante è il *biorestaurato*, cioè l'utilizzo di organismi viventi e loro prodotti per risolvere il problema della crescita microbica su opere d'arte (si pensi ad affreschi in pareti esposte ad una forte umidità), il cui trattamento con composti chimici ha evidentemente un effetto deleterio sul prezioso e delicato supporto.

Per finire questa rapida panoramica sui settori emergenti delle biotecnologie ecco quelle che sono indicate come *nanobiotecnologie*. Si parla molto di nanotecnologie in generale e anche in questo settore le biotecnologie sono all'avanguardia. Dopo aver scoperto le basi del funzionamento molecolare del vivente, alcuni ricercatori si stanno spingendo ancora più in là arrivando a progettare (e realizzare) sistemi molecolari o sub-molecolari in grado di svolgere specifiche funzioni su scala atomica. Enzimi e matrici plastiche vengono integrati per ottenere migliori catalizzatori, proteine e materiali sintetici possono essere indotti a funzionare come nano-motori alimentati da composti chimici oppure sarà possibile sviluppare "macchine molecolari" costituite esclusivamente da composti inorganici. Fra le applicazioni in fase di sviluppo vi è anche la creazione di cellule sintetiche in grado di ricreare la complessità dei sistemi viventi e che potrebbero essere utilizzate per testare farmaci e droghe senza dover ricorrere alla sperimentazione su animali.



## **Il percorso formativo ideale**

#### **Modalità di accesso**

Per accedere al Corso di Laurea (CdL) in Biotecnologie è necessario essere in possesso di un qualsiasi diploma quinquennale di scuola media superiore.

#### **Lauree di I livello**

Con la recente riforma universitaria, è stata attivata una classe di Laurea di I livello in ambito biotecnologico:

→ Biotecnologie (classe 1)

I CdL attivati all'interno di questa classe hanno durata triennale e hanno l'obiettivo di assicurare il raggiungimento di un'adeguata preparazione teorica e pratica per poter operare nel settore delle biotecnologie.

L'accesso ad alcuni dei corsi facenti parte della classe di Laurea in Biotecnologie (1), come per esempio il CdL in Biotecnologie Mediche, è subordinato al superamento di un test di ammissione. Il test consiste nella soluzione di quesiti a risposta multipla su biologia generale, matematica, chimica generale, fisica e logica. Altri CdL, pur non avendo limitazioni all'accesso, prevedono comunque la somministrazione di un test di autovalutazione molto simile a quello appena descritto. Con la differenza che, in questo caso, il test ha il solo scopo di valutare le attitudini dello studente per questo tipo di studi.

Alla fine del triennio, il laureato in biotecnologie possiederà un'adeguata conoscenza di base dei sistemi biologici, interpretati in chiave molecolare e cellulare e una buona conoscenza teorica e pratica delle tecniche multidisciplinari che caratterizzano l'operatività biotecnologica. Inoltre, potrà vantare una appropriata conoscenza delle normative bioetiche, adeguate capacità nella stesura di rapporti tecnico-scientifici, nonché competenze bio-informatiche.

Ai fini del conseguimento del titolo finale, il percorso didattico prevede lo svolgimento di un tirocinio presso aziende o enti pubblici e privati, oppure presso i laboratori di ateneo. Questa esperienza si conclude con una relazione scritta dell'attività svolta, che costituisce l'elaborato da discutere in sede di prova finale. La laurea si consegue con il superamento di un esame finale e l'acquisizione di 180 crediti, suddivisi nei tre anni di studio.

Conseguito il titolo di laurea triennale, lo studente può frequentare un corso di laurea specialistica, iscriversi ad un master di primo livello o frequentare corsi di formazione post-base.

Ogni CdL, in base agli specifici obiettivi formativi previsti, fornisce competenze, conoscenze e abilità specialistiche per determinati ambiti lavorativi. Inoltre, è importante sottolineare che esistono significative differenze tra i vari Atenei. Ogni Facoltà ha infatti la possibilità di organizzare percorsi di studio specifici, fortemente influenzati dal locale contesto culturale, economico, sociale e professionale.

In applicazione al Dpr 5/6/2001 n. 328 con la laurea triennale della classe Biotecnologie (1) è possibile conseguire l'abilitazione all'esercizio della professione di biotecnologo agrario, perito agrario, agrotecnico e biologo junior.

## Lauree Specialistiche

Una volta conseguito il titolo di laurea triennale, lo studente può iscriversi ad un Corso di Laurea Specialistica. Esistono tre classi:

- Biotecnologie agrarie (S7)
- Biotecnologie industriali (S8)
- Biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche (S9)

I corsi di laurea specialistica durano 2 anni e hanno l'obiettivo di fornire allo studente una conoscenza più approfondita per l'esercizio di attività di elevata qualificazione nell'ambito biotecnologico.

Ai fini del conseguimento del titolo finale è richiesto lo svolgimento di un progetto di ricerca sperimentale assegnato allo studente che viene seguito da un relatore. Lo studente è tenuto ad elaborare un proprio progetto, che di norma è svolto nel contesto di una delle discipline del corso di Laurea specialistica.

In seguito al conseguimento della Laurea specialistica il laureato possiederà una formazione culturale e professionale avanzata ed ampia autonomia nell'ambito del lavoro.

## Corsi post-laurea

I corsi di perfezionamento e i master di primo e secondo livello vengono organizzati solitamente dai singoli atenei, ma esistono anche scuole specializzate che erogano formazione altamente qualificante nel settore. Questi corsi propongono un programma di formazione interdisciplinare che affianca a strumenti e solide competenze tecniche, competenze di gestione, promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica.



## Dottorato di Ricerca

Immane tappa per l'inizio della carriera accademica o importante occasione di ulteriore crescita ed approfondimento professionale, il Dottorato di Ricerca è un percorso (generalmente retribuito) della durata di 3 anni. Ai fini dell'ammissione è necessario il superamento di un esame che consiste in una prova scritta ed una orale. Il principale compito del dottorando è lo svolgimento del proprio progetto di ricerca. L'organizzazione delle attività all'interno del corso di dottorato è variabile e dipende dai singoli atenei. Spesso il dottorando svolge attività didattica e partecipa a seminari e congressi. Ai fini del conseguimento del titolo di Dottore di Ricerca, è richiesta la stesura di una tesi in cui vengono riportati i principali risultati dell'attività di ricerca svolta.

## OFFERTA FORMATIVA A MILANO E LOMBARDIA

Riportiamo qui di seguito alcuni riferimenti riguardo alle opportunità formative a Milano e in Lombardia relative al settore delle Biotecnologie.

Vi ricordiamo, però, che la Città dei Mestieri e delle Professioni di Milano è sempre a disposizione per fornire ulteriori informazioni e un aiuto per definire il percorso professionale, scegliere una formazione o cercare un lavoro.

### Classe delle lauree in "Biotecnologie" (1)

- Università degli Studi Insubria Varese-Como (<http://www.uninsubria.it>):  
"Biotecnologie" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
- Università degli Studi di Brescia (<http://www.unibs.it>):  
"Biotecnologie" - Facoltà di Medicina e Chirurgia
- Università degli Studi di Milano (<http://www.unimi.it>):  
"Biotecnologie agrarie e vegetali" - Facoltà di Agraria  
"Biotecnologie farmaceutiche" - Facoltà di Farmacia  
"Biotecnologie industriali e ambientali" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
"Biotecnologie mediche" - Facoltà di Medicina e Chirurgia  
"Biotecnologie veterinarie" - Facoltà di Medicina Veterinaria
- Università degli Studi di Milano-Bicocca (<http://www.unimib.it>):  
"Biotecnologie" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
- Libera Università "Vita e Salute San Raffaele" di Milano (<http://www.unihsr.it>):  
"Biotecnologie mediche e farmaceutiche" - Facoltà di Medicina e Chirurgia
- Università degli Studi di Pavia (<http://www.unipv.it>):  
"Biotecnologie" - Interfacoltà: Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali; Medicina e Chirurgia; Farmacia

### Classe delle lauree in "Biotecnologie agrarie" (S7)

- Università degli Studi di Milano (<http://www.unimi.it>):  
"Biotecnologie vegetali, alimentari e agro-ambientali" - Facoltà di Agraria

### Classe delle lauree in "Biotecnologie industriali" (S8)

- Università degli Studi Insubria Varese-Como (<http://www.uninsubria.it>):  
"Biotecnologie industriali e biocatalisi" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
- Università degli Studi di Milano (<http://www.unimi.it>):  
"Biotecnologie per l'industria e per l'ambiente" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
"Genomica funzionale e bioinformatica" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
- Università degli Studi di Milano-Bicocca (<http://www.unimib.it>):  
"Bioinformatica" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
"Biotecnologie industriali" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
- Università degli Studi di Pavia (<http://www.unipv.it>):  
"Biotecnologie industriali" - Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

### Classe delle lauree in "Biotecnologie mediche, veterinarie e farmaceutiche" (S9)

- Università degli Studi di Brescia (<http://www.unibs.it>):  
"Biotecnologie mediche" - Facoltà di Medicina e Chirurgia

- Università degli Studi di Milano (<http://www.unimi.it>):  
 “Biotecnologie mediche e medicina molecolare” - Facoltà di Medicina e chirurgia  
 “Biotecnologie del farmaco” - Facoltà di Farmacia  
 “Scienze biotecnologiche veterinarie” - Facoltà di Medicina veterinaria
- Università degli Studi di Milano-Bicocca (sede di Monza, <http://www.unimib.it>):  
 “Biotecnologie mediche” - Facoltà di Medicina e Chirurgia
- Libera Università “Vita e Salute San Raffaele” di Milano (<http://www.unihsr.it>):  
 “Biotecnologie mediche molecolari e cellulari” - Facoltà di Medicina e Chirurgia
- Università degli Studi di Pavia (<http://www.unipv.it>):  
 “Biotecnologie mediche e farmaceutiche” - Interfacoltà: Medicina e chirurgia, Farmacia

#### Dottorati di Ricerca

- Università degli Studi Insubria Varese-Como (<http://www.uninsubria.it>):  
 “Biologia cellulare e molecolare”  
 “Biotecnologie”
- Università degli Studi di Milano (<http://www.unimi.it>):  
 “Biotecnologia degli alimenti”  
 “Biotecnologie applicate alle scienze mediche”  
 “Biotecnologie applicate alle scienze veterinarie e zootecniche”  
 “Biochimica”  
 “Biologia cellulare e molecolare”
- Università degli Studi di Milano-Bicocca (sede di Monza, <http://www.unimib.it>):  
 “Biotecnologie industriali”  
 “Biologia”  
 “PhD Program in Translational and Molecular Medicine”
- Libera Università “Vita e Salute San Raffaele” di Milano (<http://www.unihsr.it>):  
 “International PhD Program in Molecular and Cellular Biology”
- Università degli Studi di Pavia (<http://www.unipv.it>):  
 “Scienze farmacologiche”  
 “Biochimica”  
 “Scienze genetiche e biomolecolari”

#### Master, corsi di specializzazione e perfezionamento

- Università degli Studi di Milano (<http://www.unimi.it>):  
 “Analisi e gestione dei progetti di sviluppo”  
 “Brevettistica”  
 “Scienze cosmetiche”  
 “Citometria a flusso”
- Università degli Studi di Pavia (<http://www.unipv.it>):  
 “Preformulazione e sviluppo galenico”  
 “Progettazione e sviluppo dei farmaci”  
 “Tecnologie farmaceutiche e attività regolatorie”

**!Attenzione!:** le informazioni riguardanti master, corsi di specializzazione e perfezionamento qui riportate sono solo a titolo esemplificativo. Tutti i corsi post-laurea sono infatti soggetti a modifiche annuali. Per avere maggiori informazioni, Vi consigliamo di contattare direttamente i singoli Atenei o di consultare il loro sito web.

## Principali settori occupazionali

### Biotecnologo Medico

Il biotecnologo medico può operare in diversi settori, primo tra tutti quello diagnostico, attraverso la gestione delle tecnologie di analisi molecolare applicate ai campi medico, medico-legale, tossicologico e riproduttivo-endocrinologico. Un campo di applicazione più recente è costituito dal settore bio-ingegneristico, con particolare riferimento all’uso di bio-materiali od organi e tessuti ingegnerizzati. Altri campi applicativi comprendono la sperimentazione in campo biomedico ed animale per il mantenimento della salute e lo studio della patogenesi delle malattie umane. Il biotecnologo medico può anche operare nel settore terapeutico prendendo parte allo sviluppo ed alla sperimentazione di prodotti farmacologici innovativi (inclusa la terapia genica). Il laureato in Biotecnologie Mediche può inoltre dirigere laboratori a prevalente caratterizzazione biotecnologica e coordinare, anche a livello gestionale ed amministrativo, programmi di sviluppo e sorveglianza della qualità della vita e della salute in campo umano con particolare riguardo allo sviluppo di prodotti biologicamente attivi, diagnostici e di terapie cellulari e molecolari, tenendo conto dei risvolti etici, tecnici e giuridici.

Il laureato in Biotecnologie Mediche potrà trovare impiego presso laboratori di analisi e diagnostica, Istituti di ricovero e cura a carattere scientifico, Università e Istituti di ricerca pubblici e privati, industrie (in particolare quelle operanti nel settore della diagnostica).

### Biotecnologo Farmaceutico

Il laureato in Biotecnologie Farmaceutiche è in grado di operare nel settore terapeutico, con particolare riguardo allo sviluppo e alla sperimentazione di prodotti a potenzialità terapeutica innovativi da applicare a patologie umane ed animali, e nel settore produttivo e di progettazione.

Altri ambiti in cui le competenze di un biotecnologo farmaceutico possono trovare applicazione sono il settore della formulazione (preparazione di vettori, cellule e forme farmaceutiche innovative per la somministrazione di nuovi prodotti terapeutici), diagnostico (attraverso la gestione delle tecnologie di analisi molecolare applicate ai campi medico, farmacologico, tossicologico e cosmetologico) e della sperimentazione in campo biomedico, con particolare riferimento all’utilizzo dei modelli in vivo e *in vitro* per la comprensione dei meccanismi d’azione di nuovi farmaci. Il laureato in Biotecnologie Farmaceutiche sarà in grado di dirigere con ampia autonomia laboratori di carattere biotecnologico e farmaceutico, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture.

Alcuni tra i possibili sbocchi lavorativi sono costituiti da Università ed Enti di ricerca pubblici e privati e industrie (in particolare quelle farmaceutiche, della diagnostica biotecnologica e della cosmetologica).



### **Biotecnologo Veterinario**

Il laureato in Biotecnologie Veterinarie è un professionista di profonda cultura biologica con approfondite conoscenze sperimentali e metodologiche per lo studio delle principali molecole di interesse biologico e dei meccanismi fisiologici e biochimici degli organismi e degli animali di interesse veterinario. Le conoscenze acquisite durante il corso di studi sono finalizzate all'acquisizione di diverse competenze, tra cui la messa a punto di nuovi vaccini ingegnerizzati e di sonde diagnostiche per malattie infettive e infezioni alimentari e per la produzione di proteine di interesse terapeutico, diagnostico e zootecnico. Altro settore di competenza del biotecnologo veterinario è la caratterizzazione di genotipi utili per la diagnosi di parentela e per la ricerca di associazioni tra markers al fine di selezionare razze resistenti alle malattie infettive o neoplastiche. Il biotecnologo veterinario può inoltre trovare impiego come assistente presso il medico veterinario per il perfezionamento di metodologie di trapianto di organi, tessuti animali e bioprotesi.

Il laureato in Biotecnologie Veterinarie ha prospettive di lavoro presso Università ed Enti di ricerca pubblici e privati, può operare nella diagnostica e nel controllo delle malattie dell'igiene. Infine, il biotecnologo veterinario può trovare impiego presso industrie farmaceutiche, veterinarie e mangimistiche.

### **Biotecnologo Agro-alimentare**



Il laureato in Biotecnologie Agro-alimentari è un professionista che possiede elevati livelli di competenza per la programmazione e lo sviluppo scientifico e tecnico-produttivo delle biotecnologie applicate nel settore agrario, vegetale e alimentare. Tra i settori di competenza del biotecnologo agro-alimentare sono inclusi l'ottimizzazione delle tecnologie biotecnologiche applicate ai vegetali e ai microrganismi per impieghi alimentari, l'analisi di materiale vegetale per la rilevazione di organismi

geneticamente modificati, lo studio ed il controllo delle conseguenze ambientali dovute all'impiego di organismi vegetali transgenici in agricoltura, la valutazione del rischio ambientale in relazione alle tecnologie utilizzate. Il biotecnologo agro-alimentare potrà trovare impiego presso Enti di ricerca pubblici e privati, industrie (tra cui quelle legate alla produzione, trasformazione e conservazione dei prodotti agroalimentari ed allo sviluppo dell'utilizzo di prodotti vegetali non alimentari), osservatori per il controllo fitosanitario, agenzie pubbliche e private per il controllo e la protezione ambientale. Inoltre, un altro sbocco professionale è da individuare nelle imprese di servizi e consulenza per il controllo degli alimenti sia per uso umano che per uso zootecnico.

### **Biotecnologo Industriale**

Il biotecnologo industriale è in grado di svolgere compiti tecnico-operativi e attività professionali nei diversi ambiti di applicazione delle biotecnologie industriali tra cui la produzione di intermedi e prodotti per la chimica fine, lo sviluppo di processi per la chimica eco-compatibile e la produzione di metaboliti primari e secondari, lo svi-

luppo di biosensori per il monitoraggio ambientale e di tecnologie per il risanamento ambientale e la produzione di kit per la diagnostica molecolare. Il biotecnologo industriale può trovare impiego presso reparti di fermentazione industriale e nel controllo di processi biotecnologici, con competenze anche di tipo economico.

Al laureato in Biotecnologie Industriali si presentano dunque prospettive di impiego e responsabilità presso Università ed Istituti di ricerca pubblici e privati, laboratori di ricerca e sviluppo, laboratori di servizi, Enti preposti alla elaborazione di normative brevettuali riguardanti lo sfruttamento di prodotti e/o processi della bioindustria e reparti di produzione industriale (in particolare quelli farmaceutici, di chimica fine, di chimica energetica, di diagnostica biotecnologica e di cosmetologia). In quest'ultimo campo, il biotecnologo industriale può trovare collocazione sia nell'area della produzione, sia in quella della ricerca, dell'innovazione, della gestione e controllo di qualità.

### **Bioinformatico**

La figura professionale del Bioinformatico è molto recente, ma sempre più richiesta in vari settori delle scienze biomediche e delle biotecnologie, ove è frequente la necessità di trattare un'enorme quantità di dati, in continuo rinnovamento e ampliamento, e caratterizzati da una grande complessità intrinseca. Il laureato in Bioinformatica possiede competenze e familiarità con il metodo scientifico sperimentale su sistemi biologici, buone conoscenze di fisica e chimica e ottime competenze computazionali, informatiche e matematico-statistiche. Il Bioinformatico può trovare impiego in diversi settori tra cui la genomica funzionale, la proteomica, la chimica computazionale, la gestione di database e la genetica forense. Molti sono gli sbocchi professionali per un laureato in Bioinformatica nei diversi settori industriale, medico e farmaceutico sia in ambito accademico sia industriale.

## Profili professionali

La situazione lavorativa del biotecnologo in Italia e all'estero si presenta altamente dinamica e in evoluzione. Se lo sbocco più ovvio e automatico, e anche il più diffuso, è il lavoro come ricercatore in università, altre professioni nel pubblico e nel privato stanno lentamente emergendo. Per esempio, nel privato solo una piccola percentuale di laureati in biotecnologie svolge il classico ruolo del ricercatore, mentre molti sono impiegati nel controllo di qualità, nella direzione di laboratori, nel project management e nel marketing. Un ruolo importantissimo nel delineare la carriera professionale è svolto dagli stessi laureati che, se altamente professionali e motivati, possono farsi strada nel mondo del lavoro. Non bisogna dimenticare che è solo da pochi anni che i "biotecnologi" esistono. Quindi loro sono i pionieri, tutto loro è il compito di proporre, inventare, creare la propria professione. Questa è la sfida a cui ogni laureato in biotecnologie dovrebbe prepararsi.

Nelle pagine che seguono riportiamo alcuni esempi di professioni che un biotecnologo potrebbe svolgere (l'elenco non è da considerarsi esaustivo). Vi invitiamo a leggerle come indicazione e spunto per capire meglio quali sono le competenze di ogni buon biotecnologo e in che modo queste possono essere utilizzate per costruire la propria carriera professionale.

### Ricercatore accademico

#### Il settore

All'interno del mondo accademico i principali compiti del ricercatore sono essenzialmente due: la ricerca e la didattica. Tutti coloro che svolgono attività di ricerca sono in un modo o nell'altro coinvolti anche dalla didattica: oltre ai professori, una buona parte della forza lavoro è infatti costituita da studenti, sia in internato per la tesi di laurea, sia impegnati nel conseguimento del titolo di dottore di ricerca. A seconda della disciplina, l'attività di ricerca può essere più o meno orientata ad aspetti fondamentali della conoscenza oppure verso l'applicazione. In ogni caso il principio ispiratore della ricerca pubblica è la generazione di conoscenza e la sua diffusione.

#### Principali compiti e attività

Il principale compito del ricercatore è senz'altro la conduzione diretta di uno o più progetti di ricerca. L'attività di ogni giorno prevede quindi una gran quantità di lavoro sperimentale "manuale". Nel contempo, lo studio e la discussione sui propri dati scientifici, nonché la didattica sono parte integrante del lavoro di un ricercatore. Inoltre, la quantità e la qualità delle pubblicazioni scientifiche spesso rappresentano il metro di giudizio secondo il quale un ricercatore viene valutato. Pertanto anche la scrittura, ovviamente in inglese, di articoli scientifici è parte integrante del lavoro di un ricercatore. Anche la stesura di progetti per l'ottenimento di finanziamenti è un'attività tra le più complesse e faticose alle quali un ricercatore è chiamato.



#### Percorso professionale

Una volta conseguita la laurea, gli studi proseguono con il Dottorato di Ricerca: un percorso della durata di tre o quattro anni (a seconda della nazione in cui si decide di farlo) durante il quale il dottorando inizia a gestire un proprio progetto di ricerca, mentre è ancora impegnato a seguire corsi e seminari. Al dottorato segue il "Post-Doc", ovvero un periodo di ricerca a tempo determinato che in genere viene svolto in un laboratorio diverso rispetto a quello in cui si è svolto il dottorato. Per gli avanzamenti di carriera successivi, in Italia, è necessario superare dei concorsi pubblici che consentono di accedere alle posizioni di Ricercatore, Professore Associato e Professore Ordinario.

#### Competenze necessarie a questo percorso fornite dal corso in Biotecnologie

Il Corso in Biotecnologie fornisce sicuramente delle solide basi di biologia cellulare e molecolare e una buona conoscenza della chimica. Queste basi, in combinazione con competenze più specifiche acquisite a seconda della specializzazione scelta consentono di iniziare la gestione di progetti di ricerca con sufficiente cognizione di causa. Sono inoltre strumenti preziosi per approfondire le tematiche più specifiche che devono essere affrontate ogni giorno. Inoltre, il lungo internato di tesi, richiesto per il conseguimento della laurea, fornisce una buona conoscenza delle tecniche di biologia molecolare che si rivelano molto utili nello svolgimento dell'attività di ricerca.

#### Competenze extra: come acquisirle?

La lingua inglese è un requisito fondamentale e imprescindibile e il modo più semplice per acquisirla è un soggiorno all'estero. Inoltre, a seconda del settore in cui si va ad operare, spesso è importante acquisire conoscenze che consentano di interfacciarsi meglio con professionisti e collaboratori esperti in altri settori. Un ricercatore completo deve anche saper comunicare e promuovere la propria attività. Oltre alla capacità di riportare i propri risultati in modo chiaro e inequivocabile, richiesta per la scrittura degli articoli scientifici, le capacità relazionali con i colleghi, ma anche con un pubblico di non addetti ai lavori, sono un'ottima dote per un buon ricercatore, che deve assolutamente evitare di chiudersi nella semplicità rassicurante del proprio laboratorio e dei colleghi più vicini.

### Esperto di fermentazioni in un'azienda farmaceutica

#### Il settore

La maggior parte dei principi attivi farmaceutici (la parte farmacologicamente attiva di un farmaco acquistato in farmacia) sono ottenuti per via fermentativa. Anche gli antibiotici per uso umano e veterinario, gli antitumorali e gli additivi alimentari sono ottenuti attraverso processi di fermentazione che utilizzano microrganismi (batteri, lieviti, muffe, microalghe). Pertanto, nella maggior parte delle industrie farmaceutiche esiste un reparto fermentazioni, sia nel settore ricerca e sviluppo sia in fase produttiva.

#### Principali compiti e attività

Il tecnologo di processo si occupa del mantenimento delle banche cellulari, della verifica delle capacità produttive dei ceppi microbici e del controllo delle fasi di crescita cellulare dalla beuta – l'ampolla in vetro utilizzata per la coltura delle cellule –

all'impianto pilota fino all'impianto industriale. Inoltre è suo compito la pianificazione e l'esecuzione dei test per il trasferimento dei processi fermentativi da scala di laboratorio a scala industriale e dei test volti al miglioramento delle performance fermentative. Il tecnologo di processo si occupa inoltre del controllo delle fasi di purificazione, dei test volti al miglioramento delle rese di estrazione del prodotto e dei test per il trasferimento dei processi di purificazione da scala di laboratorio alla scala di impianto pilota fino all'impianto industriale. Il responsabile di un reparto di fermentazione industriale ha il compito di supervisionare i processi fermentativi e di coordinare l'attività di produzione con la fase estrattiva e di purificazione. Deve inoltre gestire le risorse umane garantendo la supervisione a ciclo continuo dei processi produttivi. Il responsabile del settore fermentazione di un'azienda farmaceutica ha il compito di coordinare il trasferimento delle tecnologie dai clienti e dal reparto ricerca e sviluppo al reparto di produzione industriale, di studiare la fattibilità dei processi fermentativi in sede di contrattazione con società clienti, di supervisionare la produzione fermentativa per scopi commerciali e sperimentali garantendo gli standard di qualità richiesti da enti certificatori (FDA, Ministero della Salute).

### **Percorso professionale**

È possibile iniziare questo percorso professionale subito dopo la laurea. Tuttavia, si può giungere a questo lavoro anche dopo aver maturato un'esperienza di ricerca in università o altri enti pubblici. Una volta in azienda, si inizia come tecnologo di processo presso il reparto di fermentazione industriale. Dopo aver maturato una certa esperienza, è possibile diventare responsabile del reparto di fermentazione industriale e quindi responsabile del settore fermentazione (industriale e di ricerca e sviluppo).

### **Competenze necessarie a questo percorso fornite dal corso in Biotecnologie**

Il corso in Biotecnologie fornisce molte delle competenze interdisciplinari necessarie per lo svolgimento di questo lavoro. Le materie più importanti sono senz'altro la chimica delle fermentazioni, la microbiologia, la biochimica e la biochimica industriale, la chimica organica, e la chimica organica di processi e prodotti biotecnologici industriali ed infine l'economia e l'organizzazione aziendale.

### **Competenze extra: come acquisirle?**

Le competenze necessarie per comprendere i criteri di qualità imposti alle aziende chimico-farmaceutiche vengono acquisite principalmente "sul campo", così come l'applicazione delle norme di buona fabbricazione in un impianto di produzione industriale. In modo analogo, le competenze tecniche relative alla comprensione e all'uso degli impianti si acquisiscono lavorando "direttamente" sulle macchine, confrontando le proprie esperienze con altre figure tecniche complementari al ruolo del biotecnologo (ingegneri, chimici industriali, meccanici, tecnici che si occupano di automazione di processi e di strumenti di misura e di controllo).

## **Product Specialist**

### **Il settore**

Il Product Specialist (PS) trova impiego in aziende specializzate nella fornitura di prodotti per analisi chimico-fisiche e ricerche microbiologiche, per la produzione e il commercio di apparecchiature e materiale per il laboratorio di ricerca, analisi e

controllo qualità. Le tipologie di prodotti proposti vanno dalla strumentazione, ai reagenti chimici e biologici, al disposable (articoli in plastica monouso). I principali clienti a cui il PS si rivolge sono laboratori di analisi di aziende farmaceutiche, chimiche, biotecnologiche, agro-alimentari, ospedaliere, università, strutture pubbliche di controllo e ricerca ambientale, umana e animale.

### **Principali compiti e attività**

Il PS deve occuparsi della compilazione di materiale tecnico e informativo (manuali, datasheet, flyer) su strumenti, reagenti, materiale monouso, dello svolgimento di



analisi di mercato e dell'elaborazione delle strategie di vendita (promozioni, sconti sui prodotti, preparazione del relativo materiale promozionale). Tra i compiti del PS vi è inoltre la definizione del budget e l'organizzazione delle scorte di magazzino da tenere per i prodotti di interesse.

Il PS inoltre visita abitualmente potenziali clienti per la presentazione di nuove linee di prodotti, eventuali dimostrazioni con strumenti di prova, partecipa a congressi con stand,

interviene in caso di installazione e manutenzione della strumentazione e si occupa della preparazione di testi da presentare sul sito web della società.

### **Percorso professionale**

La carriera del PS può avere inizio subito dopo la laurea e si sviluppa secondo un percorso che può essere così sintetizzato: dopo un'esperienza di alcuni anni come PS è possibile passare al ruolo di Responsabile Marketing, con compiti di coordinazione dei PS e maggiori responsabilità su budget e settore commerciale dell'azienda. In generale le aziende operanti nel settore biotecnologico italiano sono di piccole dimensioni. In questo caso, spesso i ruoli professionali sono già definiti e non vi sono molte possibilità di avanzamento di carriera. Diversa è la situazione per grosse aziende e multinazionali, in cui le possibilità sono sicuramente maggiori.

### **Competenze necessarie a questo percorso fornite dal corso in Biotecnologie**

Il corso di Biotecnologie fornisce le competenze tecniche riguardanti il settore cui i prodotti sono rivolti. Tutto ciò che si impara nel corso di studi diventa informazione indispensabile per capire le esigenze dei clienti e il funzionamento e le possibili applicazioni degli strumenti. Inoltre, le competenze acquisite durante il corso di laurea sono estremamente utili per descrivere ai clienti i vantaggi derivanti dall'uso di un particolare strumento o reagente oltre che per la compilazione del materiale tecnico.

### **Competenze extra: come acquisirle?**

In prima istanza occorre sottolineare come una naturale predisposizione per questo mestiere sia un requisito essenziale. Le competenze necessarie per iniziare la carriera di PS vengono in genere fornite dall'azienda stessa nel periodo di formazione iniziale durante il quale sono organizzati corsi presso i produttori di reagenti/strumenti (in Italia o all'estero). Per quanto riguarda le competenze commerciali, qualsiasi azienda con certificazione ISO ha l'obbligo di svolgere corsi di formazione al personale, tenuti sia da personale interno che esterno.

## 1. Brevetti e proprietà intellettuale

### Il settore

Il settore della proprietà intellettuale si occupa del diritto riguardante i beni immateriali che appartengono ad un'azienda o ad un privato. Il settore brevettuale è parte integrante di tutti i processi innovativi, facenti parte di qualsiasi ambiente scientifico: lo sfruttamento economico in esclusiva (consentito dal brevetto) è uno strumento importante per raggiungere un ritorno economico dagli investimenti affrontati per sviluppare l'invenzione.

Nel settore delle biotecnologie, a fronte di enormi capitali investiti durante un lungo periodo di tempo, il brevetto è un importante strumento di stimolo per la ricerca. La normalizzazione del sistema brevettuale a livello europeo ha favorito e semplificato l'ottenimento della protezione brevettuale tra i paesi aderenti: la normativa è in continua evoluzione per adattarsi alle nuove aree di ricerca, tra cui le Biotecnologie.

### Principali compiti e attività

Il consulente brevettuale si occupa di diverse attività, facenti capo alla proprietà industriale: primariamente si occupa di redigere domande di brevetto e seguirne l'analisi presso i vari uffici brevettuali. La redazione di una domanda di brevetto richiede un'accurata conoscenza scientifica dello stato del settore. In particolare, la ricerca della "prior art" è un momento fondamentale nella redazione di un brevetto. Le procedure di rilascio di un brevetto prevedono l'interazione del consulente con un esaminatore, il quale può richiedere una più approfondita descrizione dell'invenzione o una riduzione della protezione rivendicata: l'importanza del consulente brevettuale in questa situazione è quella di massimizzare la seconda riducendo il più possibile la prima.

Dal punto di vista amministrativo, i passaggi di deposito, analisi, concessione e mantenimento del brevetto sono abbastanza complicati e non omogenei tra i vari sistemi brevettuali: verificare che questi passaggi siano seguiti in modo corretto è un altro compito di grande importanza che il consulente brevettuale può trovarsi ad affrontare. Un altro compito importante è l'attività di mediazione nel trasferimento di know-how tra aziende. Inoltre, il consulente brevettuale può essere impiegato in ambito forense come supporto al collegio giudicante o agli avvocati di parte.

### Percorso professionale

Generalmente il consulente brevettuale ha seguito un corso di laurea scientifico, e ha speso alcuni anni in ambiente universitario e industriale, con mansioni attinenti alla ricerca di laboratorio, prima di passare all'attività di consulenza. Non è raro incontrare consulenti che hanno passato svariati anni in laboratorio e quindi trovano un nuovo stimolo professionale nel settore brevettuale. Corsi di approfondimento e specializzazione nel settore brevettuale sono organizzati da diversi atenei in Italia.

### Competenze necessarie a questo percorso fornite dal corso in Biotecnologie

Il corso in Biotecnologie fornisce informazioni di base riguardo a normative brevettuali e proprietà intellettuale. In particolare, per gli indirizzi di laurea più vicini al settore industriale, interi corsi possono essere dedicati al tema "Brevetti e proprietà intellettuale".

### Competenze extra: come acquisirle?

Ulteriori competenze possono essere acquisite tramite corsi privati, master organizzati da diverse università italiane o stage in uffici brevettuali. I corsi a pagamento possono fornire un'ottima preparazione di base, che tuttavia non sostituisce l'esperienza sul campo: in alcuni casi, un lungo stage potrebbe essere preferibile rispetto ad un costoso master in proprietà intellettuale.

## 2. Technology transfer

### Il settore

"Technology transfer" vuol dire "Trasferimento tecnologico" e indica il trasferimento trasversale di tecnologia, competenze e conoscenze dall'università all'impresa e viceversa. Negli ultimi anni, si è assistito ad un aumento degli interventi volti ad incentivare la collaborazione tra le imprese e le università o gli enti di ricerca, al fine di realizzare progetti innovativi e prodotti ad elevato contenuto tecnologico, competitivi sul mercato globale.

Il dialogo tra gli industriali ed i ricercatori non è semplice, sia perché i due mondi hanno metodi di lavoro diversi, sia perché da entrambe le parti esiste talvolta una certa diffidenza. Inoltre, spesso è difficile sapere come interpellare l'altra parte e a chi rivolgersi per avere una risposta. La figura del consulente nel technology transfer, è nata proprio per rispondere a queste esigenze e per favorire l'attiva collaborazione tra università ed impresa.

### Principali compiti e attività

Il consulente nel technology transfer ha il compito di mediare tra imprese e dipartimenti universitari, al fine di avviare collaborazioni che si realizzano in progetti di ricerca ed innovazione.

I possibili casi da "risolvere" sono molteplici e le attività possono quindi essere varie.

Vi è il caso in cui l'azienda si rivolge al consulente chiedendo la collaborazione con università o enti di ricerca pubblici al fine di risolvere un problema tecnico relativo ad un prodotto o per promuovere l'innovazione del prodotto stesso. In questo caso, il consulente dovrà interpretare la volontà dell'impresa ed individuare quei dipartimenti che possano fornire competenze e idee innovative da sviluppare insieme e che, soprattutto, soddisfino le aspettative dell'impresa.

In altri casi, è l'ente di ricerca o un dipartimento universitario a contattare il consulente per proporre un'idea progettuale da sviluppare e mettere sul mercato grazie alla collaborazione con privati. In questo caso, il consulente procede contattando le aziende e mediando l'incontro tra le parti coinvolte. Un'altra richiesta a cui il consulente nel technology transfer spesso deve rispondere è la ricerca di partners per l'innovazione, questa volta tra privati che cercano in altre aziende competenze ai fini di sviluppare un progetto in collaborazione.

### Percorso professionale

Dopo la laurea in Biotecnologie in genere si frequenta un Master *ad hoc* cui fa seguito un periodo di stage presso aziende. Quindi è possibile inserirsi direttamente in società di consulenza o lavorare come liberi professionisti.

### Competenze necessarie a questo percorso fornite dal corso in Biotecnologie

La preparazione scientifica di base che il corso in Biotecnologie fornisce risulta molto utile ed efficace. Inoltre la conoscenza approfondita del mondo della ricerca e dei laboratori universitari si rivela fondamentale nello svolgimento di questa professione. Inoltre, i corsi universitari sulla tutela della proprietà intellettuale sono molto importanti perché il brevetto è un aspetto molto importante per la ricerca industriale.

### Competenze extra: come acquisirle?

La maggior parte delle competenze extra vengono acquisite con l'esperienza che si matura nel tempo. Le pubbliche relazioni sono la base per poter rispondere con prontezza alle richieste degli imprenditori, nel migliore dei modi. Oltre alle competenze relazionali, ovviamente è utile conoscere le leggi che regolano la ricerca e l'innovazione e imparare a leggere e utilizzare i bandi regionali, nazionali ed europei. Le competenze di cui più è carente un Biotecnologo sono quelle che riguardano l'economia e l'organizzazione aziendale. Per colmare queste lacune è consigliabile l'iscrizione ad un Master specializzato nel settore.

## Product manager

### Il settore

Il Product manager è l'imprenditore del prodotto che gli è stato affidato dall'azienda. Nel settore biotecnologico, che il prodotto sia un farmaco, un vaccino o una nuova qualità di mais, l'azienda avrà comunque bisogno di un Product manager per seguire il prodotto dalla fase di progettazione fino alla sua commercializzazione. Considerato che proprio il marketing, ormai, orienta e influenza le attività di tutte le imprese, figure professionali di esperti quali i Product manager sono sempre più richieste. In ogni settore.

### Principali compiti e attività

Il Product manager è un coordinatore di persone e risorse per la progettazione, la realizzazione e il controllo di tutte le attività inerenti al marketing per quanto riguarda un prodotto o una linea di prodotti. Al Product manager viene affidata la gestione di un prodotto con la responsabilità di migliorare la performance economica e competitiva. Tra i suoi principali compiti, vi è lo studio del mercato del prodotto in termini di consumatori, clienti, distributori e concorrenti, la definizione dei traguardi coerenti con le potenzialità del prodotto e la scelta delle politiche di marketing più efficaci ed efficienti per raggiungere i traguardi desiderati. In particolare, il Product manager pianifica gli obiettivi, le strategie e le azioni necessarie a realizzare la produzione e la successiva commercializzazione di un prodotto o di una linea di prodotti.

Dal punto di vista operativo deve essere in grado di comprendere e coordinare le varie funzioni aziendali che concorrono alla realizzazione della sua strategia: il reparto produzione, il reparto vendite, il reparto finanziario e le risorse umane.



### Percorso professionale

Il percorso professionale ideale per diventare Product manager prevede una iniziale esperienza nel settore marketing e vendite o in qualità di informatore medico-scientifico. Esiste inoltre una distinzione tra Product manager Junior e Senior in funzione dell'esperienza maturata. Una volta diventato "Senior", il Product manager dovrà gestire in piena autonomia i progetti affidatigli, dalla fase progettuale fino a quella di realizzazione.

### Competenze necessarie a questo percorso fornite dal corso in Biotecnologie

Il Product manager deve possedere una conoscenza generale di tutti gli aspetti fondamentali dell'azienda, ma anche una conoscenza specifica del prodotto di cui è responsabile e della clientela di riferimento. Può essere infatti coinvolto negli aspetti tecnici del prodotto interagendo continuamente con la funzione R&D.

Il CdL in Biotecnologie fornisce al Product manager che opera nel settore biotecnologico tutte le competenze tecnico-scientifiche necessarie per approfondire correttamente le conoscenze riguardanti il prodotto ed il cliente.

### Competenze extra: come acquisirle?

Le competenze extra necessarie per lavorare come Product manager nel settore marketing e vendite possono essere acquisite frequentando master e corsi di specializzazione. Il tutto va poi integrato con attitudini personali al lavoro in team, alla gestione dei rapporti interpersonali ed allo svolgimento di analisi del mercato e della concorrenza. Ovviamente, creatività, capacità organizzative, di comunicazione, persuasione e negoziazione sono caratteristiche di fondamentale importanza per diventare un Product manager di successo!

## Giornalista scientifico

### Il settore

Il giornalista scientifico è un professionista che si occupa di informazione scientifica su quotidiani, settimanali e mensili specializzati e non (giornali cosiddetti generalisti) sia su carta che su web, in radio e in televisione e sui nuovi media (internet, podcasting, media digitali).

### Principali compiti e attività

Oltre ad attività di divulgazione di notizie scientifiche attraverso i media, il giornalista scientifico può svolgere attività in centri di ricerca come addetto ufficio stampa e svolgere compiti di formazione e divulgazione in *science centre* e musei scientifici ideando, progettando e realizzando contenuti (anche grafici e multimediali) di mostre a tema scientifico.

### Percorso professionale

La carriera professionale può svolgersi all'interno di redazioni di ogni genere (carta stampata, Tv, radio, internet) o come giornalista free lance che collabora occasionalmente o stabilmente con diverse testate. Si può anche scegliere il percorso come curatore di mostre ed exhibit in musei scientifici, sempre come free lance o come curatore stabile.



### **Competenze necessarie a questo percorso fornite dal corso in Biotecnologie**

Il Corso in Biotecnologie fornisce una conoscenza approfondita delle tematiche inerenti la biologia molecolare e le biotecnologie in diversi e/o specifici settori (medico, farmaceutico, industriale, agrario, veterinario), che rappresentano ad oggi uno dei maggiori interessi per i media nazionali e internazionali.

### **Competenze extra: come acquisirle?**

Una buona formazione teorica sugli aspetti comunicativi è auspicabile, per meglio fare propri e utilizzare i diversi linguaggi comunicativi. Esistono diversi corsi di specializzazione universitari e master in giornalismo e comunicazione scientifica che offrono un'adeguata preparazione e un'esercitazione pratica al lavoro di giornalismo.

## **Alcuni Link Utili**

<http://www.assobiotec.it>

*Associazione Nazionale per lo Sviluppo delle Biotecnologie*, rappresenta le imprese biotecnologiche e i parchi scientifici in Italia e contiene molte informazioni sui risvolti economici e legislativi nel mondo delle biotecnologie

<http://www.biotecnologi.org>

Sito dell'*Associazione Nazionale Biotecnologi Italiani*, della rivista on-line Prometeus e del Consiglio Nazionale Studenti in Biotecnologie

<http://www.biodirectory.it>

*Italian Biotechnology Directory*, raccoglie informazioni su quanto accade nel mondo delle aziende Biotech in Italia e non solo

<http://www.europabio.org>

*Associazione Europea per le Bioindustrie*

<http://www.bio.org>

Informazioni sulle biotecnologie e supporto per agenti del settore

### **Riviste specializzate in biotecnologie:**

<http://www.nature.com/nbt/index.html>

<http://www.prometeusmagazine.org>

<http://www.ejbiotechnology.info>

# Indice

## Introduzione

Dal lontano passato... guardando al futuro	3
I colori delle biotecnologie	5

## Le Biotecnologie nel nuovo millennio

Non solo privato	7
Le biotecnologie in Europa e nel mondo	8
La situazione in Europa e in Italia	9
L'Italia: un'eccellenza scientifica di tutto rispetto	10
L'importanza dei bio-cluster e dei poli biotecnologici italiani	10
Le nuove frontiere delle biotecnologie (nanotecnologie, biorestauro, bioremediation)	12

## Il percorso formativo ideale

Modalità di accesso	13
Lauree di I livello	13
Lauree Specialistiche	14
Corsi post-laurea	14
Dottorato di Ricerca	14

## **OFFERTA FORMATIVA A MILANO E LOMBARDIA**

Corsi universitari	15
Dottorati di Ricerca	16
Master, corsi di specializzazione e perfezionamento	16

## Principali settori occupazionali

Biotechnologo Medico	17
Biotechnologo Farmaceutico	17
Biotechnologo Veterinario	18
Biotechnologo Agro-alimentare	18
Biotechnologo Industriale	18
Bioinformatico	19

## Profili professionali

Ricercatore accademico	20
Esperto di fermentazioni in un'azienda farmaceutica	21
Product Specialist	22
Consulente	24
Product manager	26
Giornalista scientifico	27

## Alcuni link utili

29

Prima edizione: dicembre 2006

© 2006 - Città dei Mestieri di Milano e della Lombardia

Tutti i diritti riservati

---

Finito di stampare nel dicembre 2006 dal Consorzio Artigiano «L.V.G.» - Azzate (Varese)