

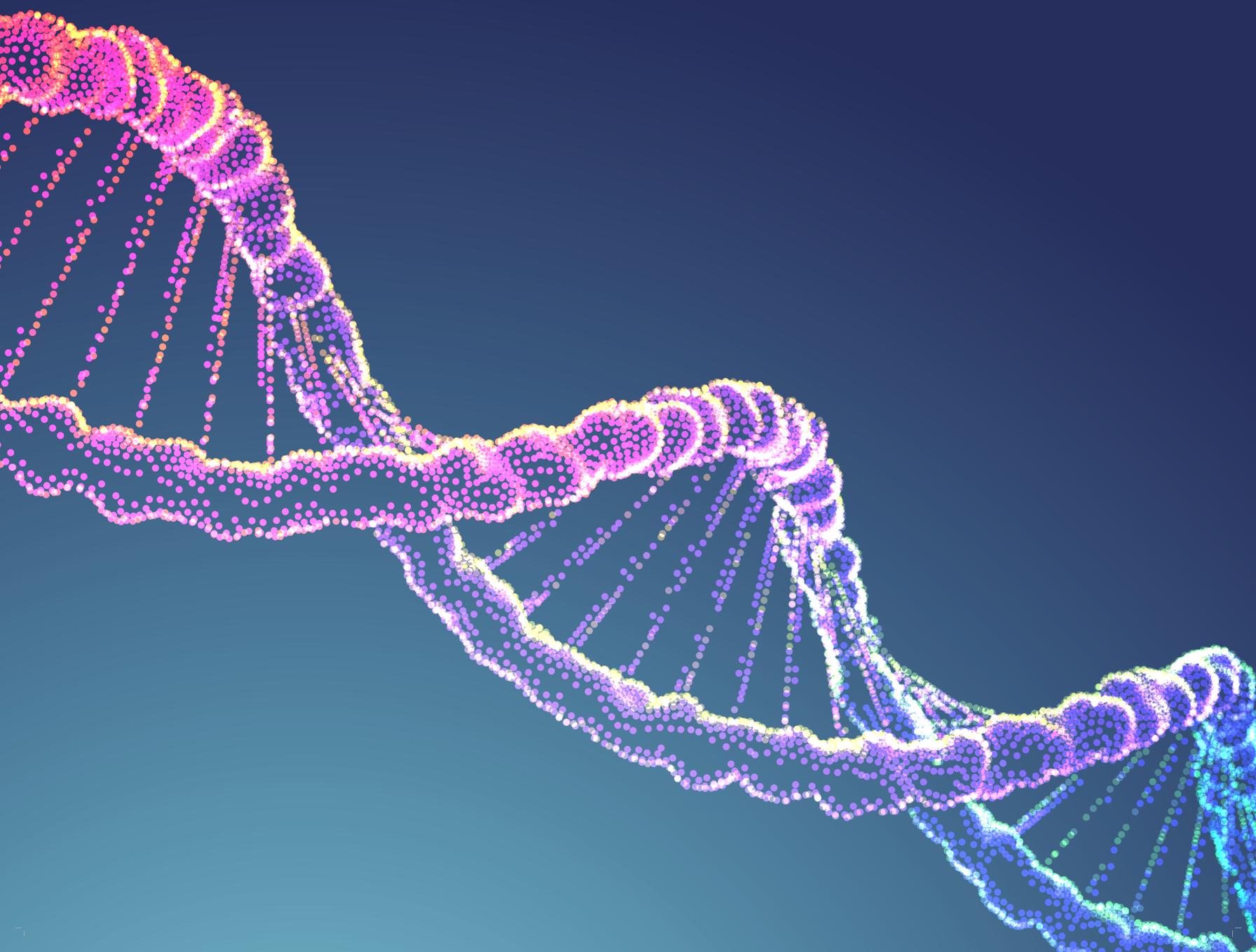
# L'EVOLUZIONE DELLA RIVOLUZIONE

Mostra sulla linea del tempo  
dell'innovazione biotecnologica



FEDERCHIMICA  
ASSOBIOTEC

Associazione nazionale per lo sviluppo  
delle biotecnologie

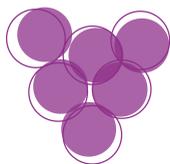


## 2000 a.C.

Gli Egiziani e i Sumeri imparano a produrre birra e formaggi.

## 4000 a.C.

Gli Egiziani sono maestri nell'arte della produzione di vino.



## 500 a.C.

In Cina, grumi ammuffiti di semi di soia rappresentano il primo antibiotico, usati per il trattamento di infezioni e malattie.

## 1590

Un fabbricante di occhiali olandese, Zacharias Janssen, inventa il microscopio.



## 1675

Lo studente olandese di storia naturale e fabbricante di microscopi Antonij van Leeuwenhoek scopre i batteri.

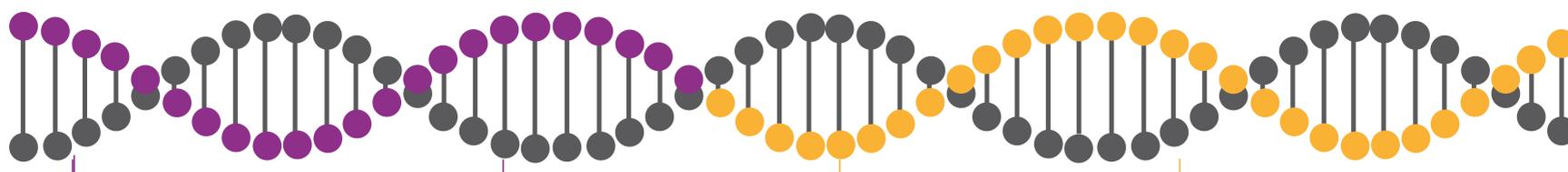
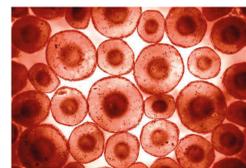


## 1833

Scoperta ed isolamento del primo enzima.

## 1838

Il chimico svedese Jöns Jakob Berzelius scopre le proteine.



## 8000 a.C.

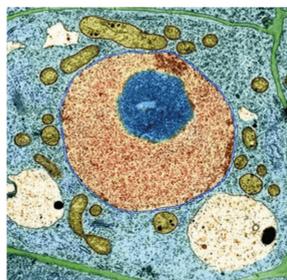
Inizio delle biotecnologie, dato che l'uomo comincia a scegliere le colture e ad incrociare il bestiame per addomesticarlo. Le patate diventano il primo alimento coltivato.

## 300 a.C.

I Greci sviluppano tecniche di innesto per la coltivazione selettiva delle piante.

## 1663

Il fisico-matematico ed inventore inglese Robert Hooke scopre l'esistenza delle cellule.



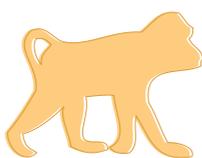
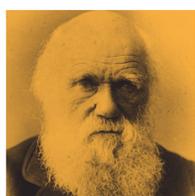
## 1796

Viene scoperto il primo vaccino contro il vaiolo. Edward Jenner scopre il processo della vaccinazione inoculando in un bambino il vaiolo delle mucche e poi reinfettandolo col vaiolo umano. Il bambino era guarito dalla forma più leggera del vaiolo di mucca, diventando così immune al vaiolo umano. Il virus del vaiolo è stato chiamato "Vaccinia", dal termine latino per la mucca, "Vacca". Da qui nasce il termine "vaccino".



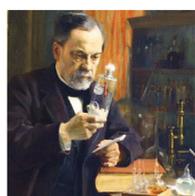
## 1855

Scoperta del batterio *Escherichia coli*. Più tardi diventerà un potentissimo strumento di ricerca, sviluppo e produzione in campo biotecnologico.



## 1859

Viene pubblicato "L'Origine delle specie", pietra miliare di Charles Darwin.



## 1885

Scoperto il vaccino contro la rabbia. Pasteur vaccina un ragazzo che era stato morso da un cane rabbioso. Il vaccino era stato ottenuto dall'estratto della colonna vertebrale di un coniglio affetto da rabbia. Tutt'oggi viene utilizzata una versione modificata di quel vaccino, che ha salvato centinaia di vite.

## 1919

In una stampa viene utilizzato, per la prima volta il termine **biotecnologia**



## 1922

A Toronto, il Dott. Frederick Banting e il suo assistente Charles Best scoprono l'insulina come trattamento per il diabete.



## 1839-1855

Gli scienziati tedeschi Matthias Schleiden e Theodor Schwann affermano che tutti gli organismi sono costituiti da cellule.

Il fisico prussiano Rudolf Virchow dichiara:

**"Ogni cellula deriva da un'altra cellula"**

## 1861

Il chimico francese Louis Pasteur sviluppa la pastorizzazione, un processo che protegge il cibo uccidendo col calore i microbi dannosi.



## 1865

Dopo aver coltivato e testato piante di pisello per sette anni, Gregor Mendel pubblica una descrizione delle regole che determinano come i tratti ereditari siano trasmessi alla progenie: è la fondazione della genetica moderna.



## 1870-1910

Il padre del miglioramento genetico vegetale Luther Burbank sviluppa più di 800 nuovi ceppi di frutta, verdura e fiori. La patata resistente alle malattie fungine da lui sviluppata viene ampiamente piantata in tutta l'Irlanda, determinando la fine della Grande Carestia irlandese. Il botanico William James Beal produce in laboratorio il primo ibrido sperimentale di mais.

## 1942

Fermentando su larga scala la muffa del melone di Cantalupo, il microbiologo americano Andrew Moyer sviluppa una tecnica per produrre enormi quantità di penicillina, rilanciandola come "farmaco miracoloso".

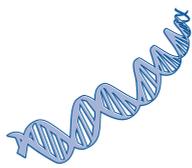


## 1941

Il microbiologo danese A. Justin conia il termine

### "ingegneria genetica"

una tecnica che consiste nel trasferimento di una determinata porzione di materiale genetico da un organismo all'altro.



## 1953

James Watson e Francis Crick sono i primi a descrivere la struttura a doppia elica del DNA.

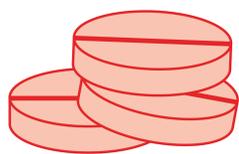


## 1961

Scoperta del "filamento stampo" RNA messaggero. L'RNA messaggero gioca un ruolo fondamentale della sintesi proteica. Gli RNA messaggeri, noti anche come mRNA, sono molecole di RNA che trasportano l'informazione genetica dal DNA nel nucleo della cellula al complesso di creazione delle proteine nel citoplasma cellulare. Per diverso tempo dopo la scoperta della funzione genetica del DNA e la decifrazione della sua struttura a doppio filamento (grazie a Watson e Crick), i ricercatori non hanno saputo esattamente come l'informazione genetica venisse portata dai geni al citoplasma per produrre le proteine richieste dalle funzioni cellulari. Nel 1965, i biologi francesi Francois Jacob e Jacques Monod hanno ricevuto il Premio Nobel per la Fisiologia e la Medicina per il loro contributo in questa ricerca.

## 1928

Il batteriologo scozzese Sir Alexander Fleming scopre le caratteristiche antibiotiche della penicillina.



## 1943

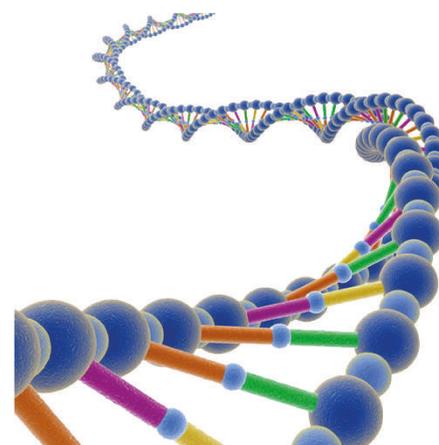
Lo scienziato canadese Oswald Theodore Avery isola del DNA puro.

## 1958

Il DNA viene prodotto in vitro per la prima volta.

## 1962

Premio Nobel per la scoperta della struttura "A Doppia Elica" del DNA. Il Premio Nobel per la Fisiologia e la Medicina 1962 è stato assegnato congiuntamente a Francis Harry Compton Crick, James Dewey Watson e Maurice Hugh Frederick Wilkins "per le loro scoperte riguardanti la struttura molecolare degli acidi nucleici e la sua importanza per il trasferimento di informazioni nella materia vivente"





## 1971

Prima sintesi completa di un gene. Primo DNA ottenuto da geni provenienti da diversi organismi.



## 1968

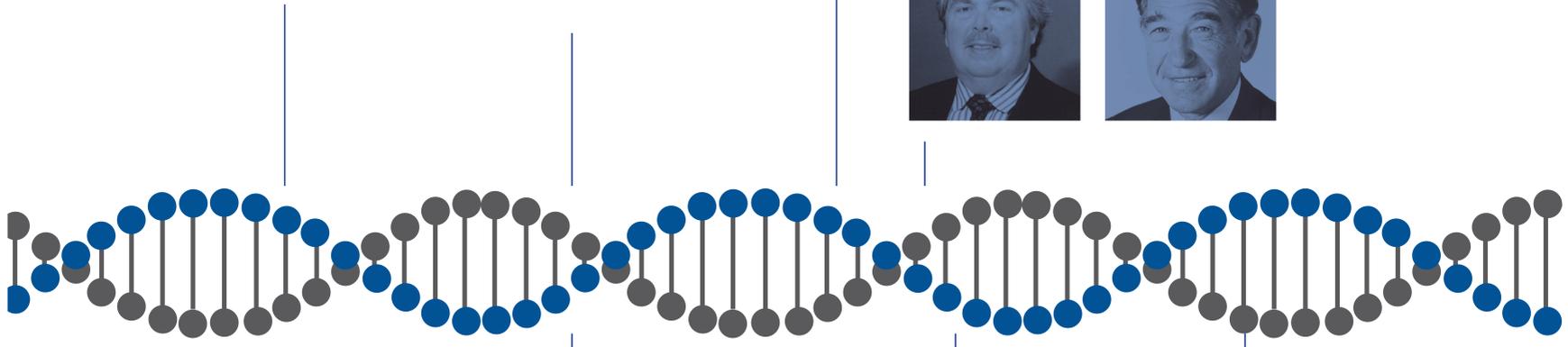
Marshall W. Nirenberg e Har Gobind Khorana vincono il Premio Nobel per aver decifrato il codice genetico dei 20 amminoacidi, permettendo così ai ricercatori di affermare che il codice genetico è universale in tutti gli organismi viventi.

## 1970

Lo scienziato svizzero Werner Arber scopre che i batteri si difendono dai virus tagliando il DNA virale mediante specifici enzimi di restrizione. Questi enzimi sono oggi ampiamente usati nelle moderne tecnologie che usano il DNA.

## 1973

Stanley Cohen e Herbert Boyer sviluppano la tecnologia del DNA ricombinante. Considerata come la nascita della moderna biotecnologia, hanno completato il primo esperimento di ingegneria genetica di successo inserendo in DNA batterico un gene proveniente da una rana acquatica.



## 1970

Norman Borlaug diventa il primo coltivatore di piante a vincere un Premio Nobel per le nuove varietà di grano che aumentano i raccolti del 70%. Ciò segna l'inizio della Rivoluzione Verde nel mondo dell'agricoltura. Il microbiologo americano Daniel Nathans scopre il primo enzima di restrizione che può tagliare in pezzi il DNA per studi e applicazioni varie. La tecnica degli enzimi di restrizione diventa uno strumento fondamentale nella ricerca genetica moderna, aiutando a creare l'industria biotecnologica e ponendo le basi per il Progetto Genoma Umano.

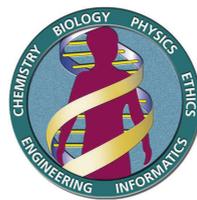


## 1976

Per la prima volta è determinata, per uno specifico gene, la sequenza delle coppie di basi che si combinano per formare il DNA.

## 1977

Herbert Boyer, fondatore della pioniera azienda biotecnologica Genentech, usa il batterio E. coli per produrre l'insulina umana. La tecnica rappresenta un miglioramento significativo nell'efficienza e nella realizzabilità a lungo termine della produzione di questa terapia medica vitale, precedentemente estratta da scorte limitate dei tessuti animali che potevano determinare reazioni allergiche. La stragrande maggioranza dell'insulina è oggi prodotta grazie a questo metodo.



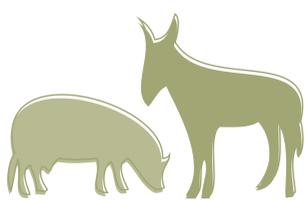
## 1982

Viene sviluppato il primo vaccino da DNA ricombinante per uso animale.



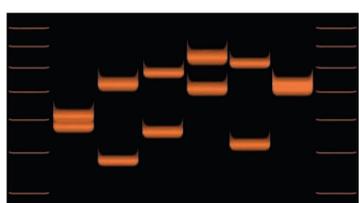
## 1990

La chimosina, un enzima impiegato nella produzione del formaggio, diventa, in Canada, uno dei primi prodotti utilizzati nella catena alimentare a derivare da tecniche ricombinanti. Normalmente estratto dal caglio, enzima complesso che si trova nello strato interno dello stomaco delle mucche, la chimosina è oggi prodotta direttamente in organismi come i batteri E. coli. Viene lanciato il Progetto Genoma Umano. Questo sforzo internazionale, della durata di 13 anni, per determinare la sequenza delle 3 miliardi di paia di basi che compongono il DNA di una persona, ha infine identificato 20.000-25.000 geni.



## 1986

Per la prima volta negli USA, le prime piante geneticamente modificate vengono fatte crescere all'aperto nei campi. Si tratta di piante di tabacco geneticamente modificate. Nello stesso anno nasce **Assobiotec**.



## 1984

Viene scoperta l'impronta genetica, usata oggi per stabilire le relazioni familiari e identificare i sospetti criminali.

## 1989

Scoperta del gene difettivo causa della fibrosi cistica da parte del Dott. Lap-Chee Tsui al Toronto's Hospital for Sick Children. Successivamente, scoperte analoghe collegano geni specifici ad altre malattie, quali l'autismo, la Malattia di Huntington, e un raro problema cardiaco noto come Cardiomiopatia Ventricolare Destra. Ognuna di queste scoperte ha contribuito ad accrescere la conoscenza della complessa relazione tra la funzione di un gene e la malattia.



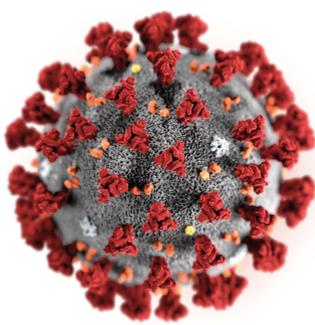
## 1997

Il mondo conosce la pecora Dolly, il primo animale clonato. L'UNESCO adotta la Dichiarazione Universale del Genoma Umano e dei Diritti Umani, riconoscendo il genoma umano come patrimonio dell'umanità che deve essere salvaguardato dalla manipolazione inappropriata.



# 1998

Il verme *C. elegans* diventa il primo organismo pluricellulare di cui viene completamente sequenziato il genoma.



# 2003

2003 Viene completato il Progetto Genoma Umano. I ricercatori al Canada's Michael Smith Genome Sciences Centre alla British Columbia sono stati i primi a sequenziare il genoma del virus SARS.

# 2009

Il Winnipeg's National Microbiology Laboratory completa il primo sequenziamento genetico del virus dell'influenza H1N1, proprio mentre la malattia sta raggiungendo proporzioni pandemiche internazionali.



# 2005

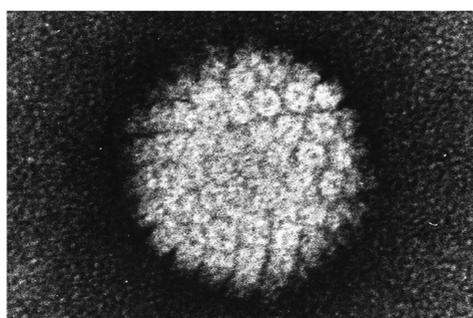
Il miliardesimo acro biotech è piantato da uno degli 8.5 milioni di agricoltori in uno dei 21 paesi.



L'azienda Medicago, con sede a Quebec, coltiva il vaccino contro H5N1 (virus dell'influenza aviaria) in piante di tabacco. Questo prodotto diventa, in Canada, il primo vaccino influenzale coltivato in piante ad essere sottoposto a studi clinici sull'uomo.

# 2007

Il primo vaccino contro il papillomavirus umano – causa di un tipo di cancro – è approvato per essere usato su donne e ragazze in più di 80 paesi.



# 1999

Scienziati tedeschi e svizzeri sviluppano il "riso dorato", arricchito di betacarotene, che stimola la produzione di vitamina A, prevenendo così alcune forme di cecità.

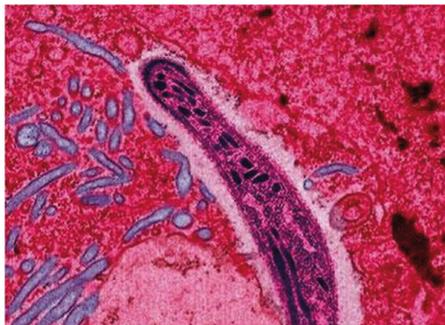
# 2009



Un team canadese di scienziati e ingegneri dell'Università di Toronto sviluppano un microchip con componenti nanometriche per individuare marcatori chimici per il cancro, una tecnica che potrebbe rendere la diagnosi molto più rapida.

Il Consorzio Internazionale di Sequenziamento del Genoma della Patata rilascia una bozza dell'intera sequenza del genoma della patata, la terza coltivazione più importante al mondo.

## 2011



Esperimenti sull'uomo del Vaccino contro la Malaria. Esperimenti sull'uomo del vaccino contro la malaria si stanno attualmente eseguendo e mostrano risultati positivi. Questo potrebbe essere il primo vaccino contro un'infezione da parassita. Accesso al trattamento per HIV/AIDS. Le Nazioni Unite adottano una dichiarazione politica atta ad aumentare a 15 milioni di persone, entro il 2015, l'accesso al trattamento dell'AIDS. In Europa, le disposizioni sono in condizione di avvio per raggiungere questo scopo.

Gli scienziati biotecnologici europei hanno lanciato un test clinico di un farmaco biotech anti-HIV prodotto usando del tabacco geneticamente modificato – il primo degli studi di questo tipo, in Europa. Se lo studio in Fase I verrà eseguito con successo, seguiranno studi più ampi e i ricercatori già immaginano un nuovo anticorpo che potrà essere combinato con un altro farmaco per offrire una migliore protezione contro HIV/AIDS ad un prezzo molto inferiore, permettendo così un accesso più ampio al trattamento nei paesi più poveri.

## 2010

Prima cellula sintetica. Nel maggio 2010, l'Istituto J. Craig Venter crea la prima cellula batterica completamente sintetica e auto-replicante, chiamata Synthia. Mentre il governo USA ha stanziato \$ 430 milioni nella biologia sintetica fin dal 2005, la maggior parte di essi è stata utilizzata per sviluppare carburanti alternativi. Alcune aziende stanno ora iniziando a sfruttare la tecnologia per scopi medici.

## 2012

Bozza del Genoma del Grano. Un team internazionale pubblica una bozza del genoma del grano. Ibrido di tre erbe, il grano di razza possiede 3 genomi e più di 96.000 geni in una sola pianta, rendendolo così particolarmente difficile da decifrare.



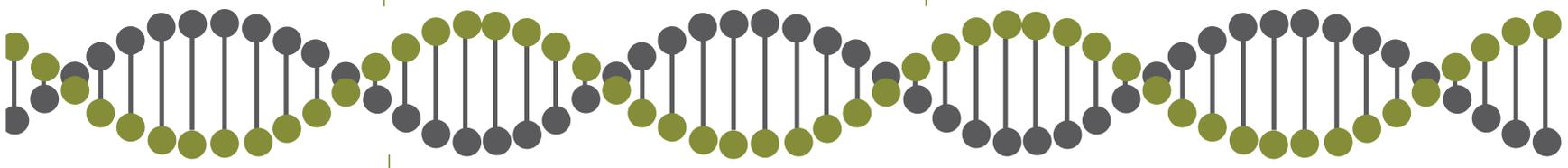


## 2013

Il primo occhio bionico ha visto la luce negli USA, fornendo una speranza alle persone non vedenti di tutto il mondo. Sviluppato dalla Second Sight Medical Products, la Argus II Retinal Prosthesis System ha aiutato più di 60 persone a recuperare parzialmente la vista, in alcuni casi con risultati migliori che in altri.

## 2014

Un gruppo americano riesce ad espandere, in vitro, l'alfabeto genetico per includere due nucleotidi idrofobici artificiali, d5SICS and dNaM. Floyd Romesberg e i suoi colleghi hanno dimostrato che le forme trifosfato di entrambi i nucleotidi vengono importate in E. coli ed efficientemente incorporate nel genoma senza che i meccanismi di riparazione del DNA li riconoscano come lesioni. Né la presenza di un trifosfato anormale, né la replicazione di paia di basi innaturali modifica la crescita della cellula in modo significativo. Il risultante batterio contenente DNA con una coppia di basi innaturali è così il primo organismo a riprodurre un alfabeto genetico espanso, senza che la replicazione cellulare sia particolarmente compromessa.



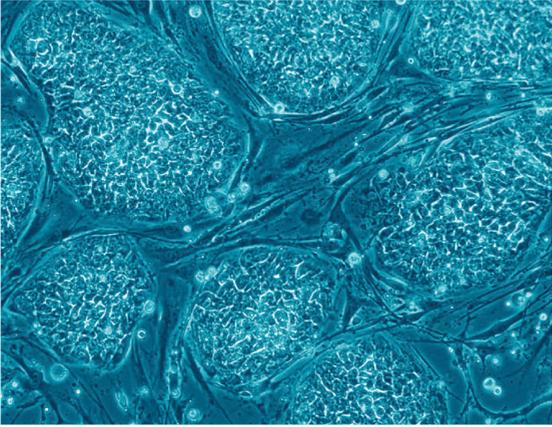
## 2013

Il mondo celebra il 60° anniversario della scoperta della doppia elica di Watson e Crick.



## 2016

Approvata la prima terapia genica al mondo per il trattamento di pazienti neonati con ADA-SCID. Per la prima volta, grazie a questo approccio terapeutico innovativo e personalizzato, è possibile utilizzare le cellule staminali del paziente con il gene modificato per correggere la malattia alla radice.

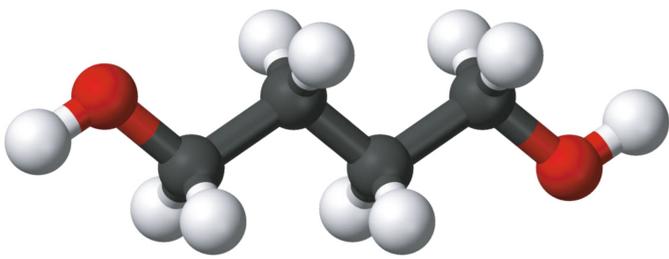


## 2020

Il Premio Nobel per la chimica va a Emmanuelle Charpentier e Jennifer Doudna per lo sviluppo del metodo di editing genomico CRISPR-Cas9. In uno storico studio pubblicato nel 2012, le due ricercatrici ricreano in provetta le "forbici genetiche" dei batteri, semplificate nei componenti molecolari e riprogrammate in modo da poter tagliare qualsiasi molecola di DNA in un sito predeterminato. Da allora, l'uso delle forbici genetiche CRISPR-Cas9 si è diffuso con grande rapidità, contribuendo a molte importanti scoperte nella ricerca di base nei campi più disparati: dalle colture in grado di resistere a muffe, parassiti e siccità alle terapie sperimentali contro tumori e malattie ereditarie.



## 2016



Inaugurato in Italia il primo impianto industriale al mondo che produce butandiolo (1,4 BDO) direttamente dagli zuccheri attraverso un processo di fermentazione. La bioraffineria integra i processi chimici già in atto per la produzione di biochimici con la biotecnologia industriale così il bio-butandiolo prodotto farà risparmiare il 50% delle emissioni di gas serra rispetto al butandiolo convenzionale.

## 2021

Per contrastare la pandemia da COVID-19 vengono utilizzati, per la prima volta, vaccini ad mRNA. Di solito nella vaccinazione viene iniettato il virus (o il batterio) 'indebolito', oppure una parte di esso. Il sistema immunitario riconosce l'"intruso" e produce gli anticorpi che utilizzerà quando incontra quello 'vero'. Nel caso dei vaccini a RNA messaggero invece si inietta l'"istruzione" per produrre una particolare proteina, detta proteina 'spike', che è quella che il virus utilizza per 'attaccarsi' alle cellule. La cellula produce quindi da sola la proteina 'estranea', che una volta riconosciuta fa attivare la produzione degli anticorpi.