



DNA

La Genetica e lo sviluppo del futuro dell'uomo

Valter Magliani

Unità di Microbiologia e Virologia

Dipartimento di Scienze Biomediche Biotechnologiche e Traslazionali

Università di Parma

S. Ilario d'Enza 9.11.2015



DNA

Che cos'è la genetica?

Biotecnologie e manipolazione del DNA

Impatto sul futuro della vita e dell'uomo

Uomo architetto di un nuovo futuro, autore di una seconda "Genesi"?

Problemi e limiti etici

Che cos'è la genetica?

Genetica (da γένεσις, “genesì”, “origine”)

branca della biologia che studia i geni, l'ereditarietà e la variabilità genetica negli organismi viventi



Johann Gregor Mendel (1822-1884)

Monastero di Brno (attuale Repubblica Ceca)

Prete agostiniano

Padre della genetica (1865)

Ereditarietà

Modificazione del patrimonio genetico

La modificazione del genoma degli esseri viventi da parte dell'uomo è una pratica antichissima, iniziata almeno 14.000 anni fa, con l'addomesticamento del cane (**selezione delle razze**)

I metodi utilizzati **tradizionalmente** per modificare il patrimonio genetico degli esseri viventi sono essenzialmente due:

INCROCIO



Tecnica che permette di unire le caratteristiche presenti in due individui diversi, anche non appartenenti alla medesima specie, grazie al **rimescolamento** dei loro genomi sfruttando la **riproduzione sessuale**
nuove razze (cani, gatti, ecc.)
nuovi animali (es. mulo, bardotto)

MUTAGENESI



Fenomeno naturale o provocato dall'uomo, basato su imprecisioni o **errori** nella replicazione del genoma durante i processi di divisione cellulare
I "mutanti" vengono poi sottoposti a **selezione** o dall'**ambiente** (selezione naturale → evoluzione) o dall'**uomo** e, se le mutazioni sono vantaggiose, vengono mantenute nella popolazione
(Es. mais giallo - mais bianco)

Nuove conoscenze sul DNA hanno rivoluzionato questi approcci



Yellow bar < A Adenina

Green bar > T Timina

Coppie fisse

A – T

C – G

Blue bar < C Citosina

Red bar > G Guanina

Anni '1940

DNA

depositario dell'informazione genetica

Struttura a **doppia elica** costituita da due catene "antiparallele" di "**nucleotidi**" tenute insieme da coppie di basi complementari (**A-T** e **C-G**)

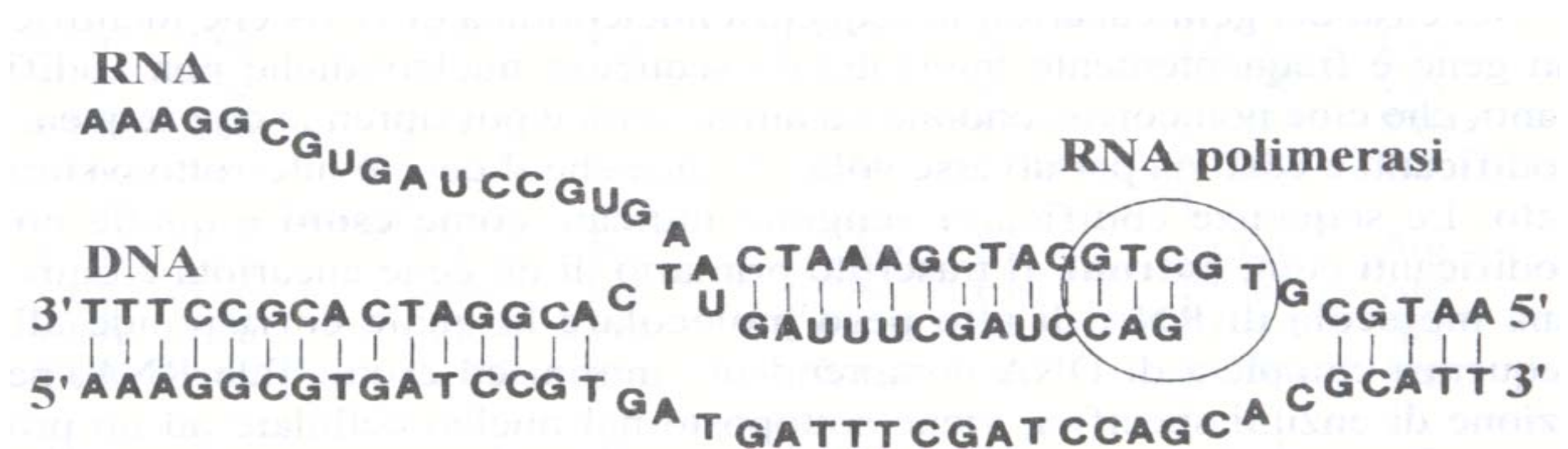
(scala a chiocciola)

Nel DNA ci sono sequenze, chiamate **geni**, che codificano per proteine che determinano le caratteristiche ("caratteri") di un organismo

Insieme di tutti i geni di un organismo: **Genoma**

DNA organizzato in **cromosomi** nel nucleo di ogni cellula
n° cromosomi dipende dalla specie

Dai geni l'informazione passa a **RNA messaggero (mRNA, “trascrizione”)** e poi a **proteine (“traduzione”)** che conferiscono le caratteristiche ad una cellula (o ad un organismo vivente)



Nuove conoscenze sul DNA

1953 Watson e Crick – scoprono la struttura a doppia elica del DNA

1969 primo enzima di restrizione (EcoRI)

endonucleasi o “forbici molecolari”

Possibilità di tagliare e cucire (enzimi “**ligasi**”) molecole di DNA in modo preciso e definito



Eco RI



Fse I

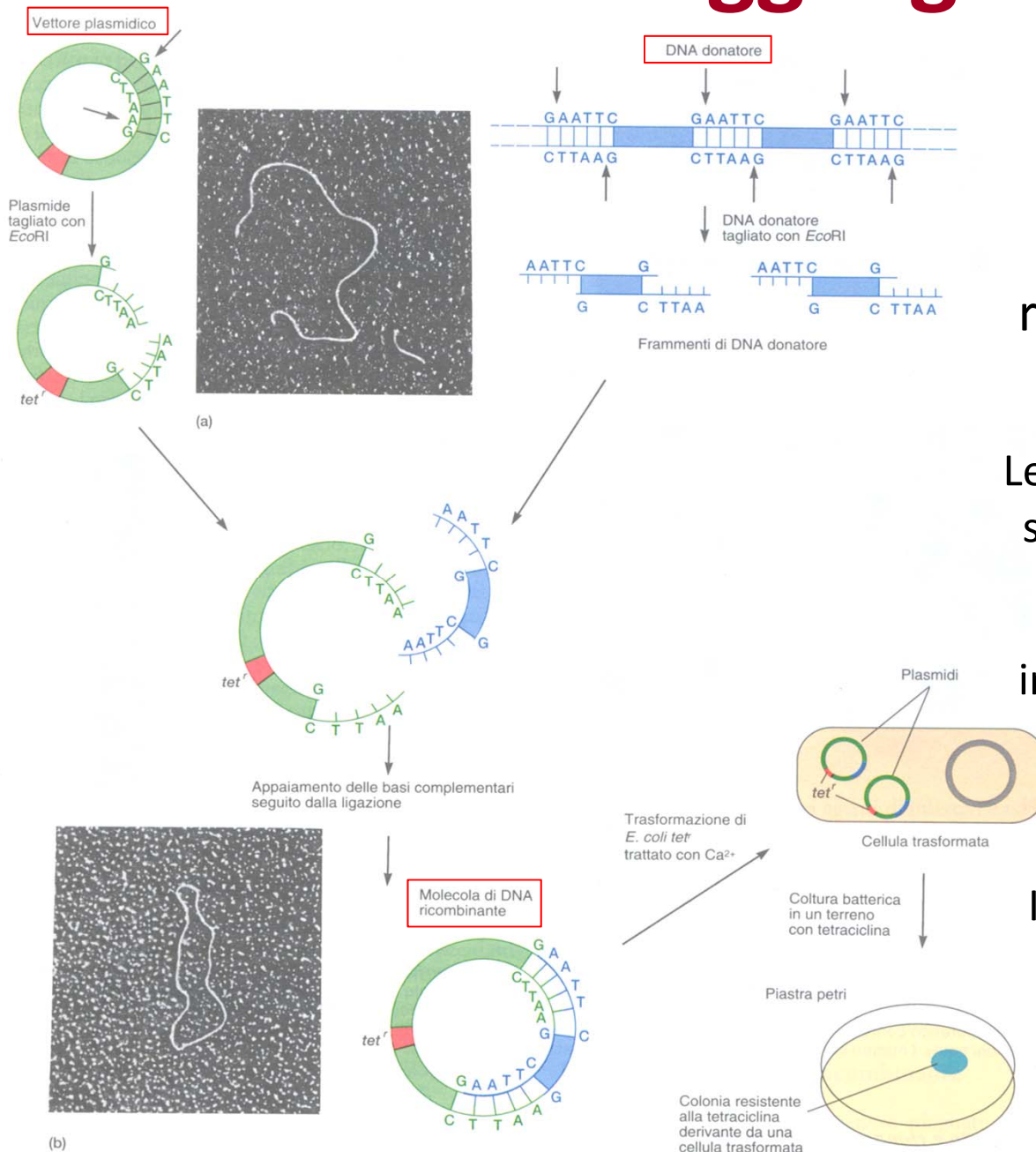


Dra I

1972 primo **clonaggio** di geni in **plasmidi** →

→ manipolazione DNA → inizio **era del DNA ricombinante**
deliberata modificazione dell'informazione genetica di un organismo
vivente mediante **modificazione diretta del suo DNA** o
introduzione di uno o più geni esogeni

Clonaggio genico



Il gene di interesse, contenuto nel DNA donatore, ed il DNA ricevente vengono tagliati con **endonucleasi**

Le 2 molecole di DNA, purificate, sono miscelate e legate (**ligasi**)

DNA ricombinante introdotto in una **cellula ospite** [microorganismo, virus, animale o vegetale]

Il gene di interesse viene fatto esprimere con produzione di **proteina ricombinante**

Tecnologia del DNA ricombinante (Ingegneria genetica)

Microrganismi geneticamente modificati (MOGM)

Medicina e Industria farmaceutica

produzione in **batteri** o **lieviti** (funghi) di proteine di difficile ottenimento o purificazione, da utilizzare quali vaccini, prodotti terapeutici, diagnostici, o altro

Ormoni: **Ormone della crescita** (1977, nanismo), **Insulina** (1978, cura diabete), **Eritropoietina** (anemie, doping)

Proteine del sangue: **Attivatore tissutale del plasminogeno** (infarto), **Fattore VIII di coagulazione** (emofilia)

Enzimi: **DNasi** (fibrosi cistica)


Vaccini: anti-**Epatite B**, anti-**Papillomavirus** (HPV, tumore utero)

Terapia genica: Cura di una malattia genetica mediante sostituzione di un gene “difettoso” con uno normale (ricombinante) introdotto dall'esterno (vettori virali o altri) (1991)

Organismi geneticamente modificati (OGM)

Organismi viventi con un genoma modificato mediante tecniche di **ingegneria genetica**, con aggiunta, eliminazione o modifica di geni

OGM spesso indicati come **organismi transgenici**

Transgenesis  inserimento nel genoma di un organismo di geni provenienti da un organismo di specie diversa

MUTAGENESI E INCROCIO vs INGEGNERIA GENETICA



Diversa modalità con cui l'uomo induce modificazioni genetiche

❖ Nel caso di mutazione (naturale o indotta) o incrocio i **cambiamenti non** sono **prevedibili a priori**, ma la selezione viene effettuata in base a caratteristiche visibili: **tempi** molto **lunghi** di ottenimento di un organismo geneticamente diverso

❖ Nell'ingegneria genetica è possibile “**progettare**” la **modifica genetica** da effettuare (inserimento del gene esogeno nel genoma) e selezionare l'OGM; conoscendo a priori la modificazione indotta, la **selezione è immediata**

OGM VEGETALI: introduzione di nuove caratteristiche (geni) non presenti in natura

❖ **Produzione di piante coltivate agricole e non** (inserimento di geni da batteri) resistenti a erbicidi, fitofarmaci o particolari condizioni ambientali, quali siccità, caldo, freddo, attacco di parassiti (funghi, insetti), ecc.

❖ **“Arricchimento” delle caratteristiche nutrizionali di vegetali commestibili**
(es. “golden rice”, riso ricco di β -carotene, precursore della vitamina A)

❖ **Produzione di proteine umane per uso terapeutico, di biocarburanti e di altri prodotti industriali, biorisanamento**

ESEMPI DI ORGANISMI GENETICAMENTE MODIFICATI (Tabacco, 1982)

SOIA (1987)



MAIS (1989)



POMODORO



COTONE



COLZA



RISO



PATATA



PAPAIA



OGM VEGETALI nel mondo

1996-2013: area coltivata con OGM da 17.000 a 1.750.000 km²

51% delle piante agricole OGM coltivate in USA; **99%** in USA, Canada, Sud America (Argentina, Brasile e Paraguay), India, Cina e Sud Africa

2014: negli USA, **94%** soia, **96%** cotone, **93%** mais erano varietà OGM

Europa 2014: mais Bt 143.016 ettari in soli **5 Paesi** (**Spagna 92%**, Portogallo, Slovacchia, Repubblica Ceca, Romania) sui 28 dell'Unione

In diversi Paesi, tra cui **Italia, proibita la coltivazione** di piante GM, **ma non loro importazione**

Italia: non ci sono colture OGM (solo a livello sperimentale), ma non è “OGM free”, in quanto i **mangimi** utilizzati in allevamenti italiani (esclusi quelli biologici) prodotti da soia e mais GM importati da Americhe (Italia produce 8% della soia necessaria)

13 gennaio 2015: modifica direttiva comunitaria sugli OGM; Stati membri possono limitarne o vietarne la coltivazione sul proprio territorio

6 febbraio 2015 Consiglio di Stato respinge ricorso di un agricoltore friulano che chiedeva il permesso di utilizzare Mais GM. La sentenza ribadisce che l'Italia resta un Paese *OGM-free*

Ottobre 2015: richiesta alla UE esclusione del territorio italiano dalla coltivazione di OGM autorizzati a livello europeo (76% popolazione italiana d'accordo)

OGM vegetali in Europa

❖ In Europa, principio di precauzione:

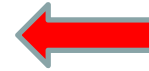
- **Direttiva 2001/18/CE** (autorizzazione al rilascio nell'ambiente di OGM)
- **Regolamenti 1829 e 1830/2003/CE** (autorizzazione tracciabilità/etichettatura di alimenti e mangimi GM)
- **Raccomandazione 556/2003** (linee guida sulla coesistenza tra colture OGM e convenzionali, a cui le norme nazionali e regionali dovrebbero allinearsi)

❖ L'Italia ha recepito la **direttiva 2001/18/CE** attraverso il **decreto legislativo 224/2003**

- **Luglio 2013** decreto che proibisce mais Monsanto 810
- **Monsanto**, maggior produttore mondiale di sementi OGM, ha rinunciato a presentare in Europa nuove domande di autorizzazione per la coltivazione di OGM, puntando tutto sull'**importazione**, che è libera, dei prodotti coltivati negli USA e in altri stati
- Per la soia GM, **divieto di coltivazione**, ma **non d'importazione**; il prodotto disponibile sul mercato mondiale è quasi esclusivamente OGM

OGM ANIMALI

Sistemi modello per studiare alcune **malattie** dell'uomo (morbo di Alzheimer, artrite, ipertensione, disfunzioni ormonali) o per saggiare potenziali agenti terapeutici (**farmaci**)



TOPI

BOVINI



Bovini (ovini o altri mammiferi) che producono latte con composizione diversa
Ad es. aumento della quantità di **formaggio** ricavabile dal latte, aumentando la **caseina K** (sovra-esprimendo il gene)
Produzione di **latte privo di lattosio** per le persone con intolleranza al lattosio
Produzione nel latte di **farmaci** (es. ormoni)



PECORE

MAIALI



GALLINE



PESCI

OGM ANIMALI

Animali geneticamente modificati attualmente in fase di sviluppo possono essere collocati in **differenti classi** in base alla destinazione d'uso della modificazione genetica per:

- **ricerca su malattie umane** (es. sviluppo di **modelli animali**)
- produzione di **prodotti** destinati **ad uso terapeutico** umano (**biomedicine**, es. prodotti farmaceutici o tessuti/organi per i trapianti - **xenotrapianti**)
- produzione di **animali ipo-allergenici**, ecc.
- miglioramento della produzione o delle **caratteristiche qualitative** di alimenti o di altri prodotti animali (es. carni, latte, lana, ecc.)
- miglioramento della **salute degli animali** (es. resistenza alle malattie)

Attualmente nel **mercato UE non sono ammessi animali GM**
o prodotti da essi derivati

GloFish



Pesci d'acquario resi fluorescenti tramite l'inserimento di geni di medusa

Primi animali OGM commercializzati nel **2003** a Taiwan e poi negli USA

(FDA li ha dichiarati non rilevanti a scopi alimentari)

Tuttora vietata la loro introduzione in Europa

Clonazione

Procedimento con cui **si trasferisce il nucleo di una cellula adulta** (ottenuta a partire da una biopsia cutanea dell'animale da clonare) **all'interno di un ovocita privato del proprio nucleo**

L'ovocita ha la capacità di “riprogrammare” il nucleo introdotto, dando origine ad un embrione che può essere trapiantato nell'utero di una femmina ricevente al fine di ottenere un **soggetto geneticamente identico al donatore del nucleo**

Clonazione proposta ed applicata per diversi scopi, quali:

- **clonazione di animali geneticamente superiori** (con caratteristiche particolari)
- **salvaguardia di razze in via di estinzione**
- **produzione di cloni da soggetti castrati** (molti cavalli da competizione castrati in giovane età e poi diventati campioni), al fine di ottenere la generazione successiva e continuare la linea di sangue che altrimenti andrebbe perduta
- **morte improvvisa** di un soggetto importante (possibilità di ottenerne una copia identica, purchè le cellule siano prelevate ed utilizzate entro breve tempo)

Clonazione della pecora "Dolly"

1^a volta da **cellula donatrice di animale adulto**
Ian Wilmut, Istituto Roslin di Edimburgo

Dolly: clonazione di una pecora. 1996



Dolly morta nel 2003 (infezione polmonare ed artrite)

Animali clonati

Topo: estate **1998**, Università delle Hawaii

Mucca: dicembre **1998**, gruppo di ricerca giapponese

Toro: settembre **1999**, in **Italia**, Cesare Galli (gruppo laboratorio di Cremona del Consorzio per l'Incremento Zootecnico); toro **Galileo** sequestrato per ordinanza dell'allora ministro della sanità, Rosy Bindi: **divieto di clonazione animale**

Maiale: marzo **2000**, Usa, laboratori della Ppl Therapeutics; 5 maialini femmina, destinati a fornire organi a prova di rigetto per i trapianti da animale a uomo

Gatto: febbraio **2001**, Usa, primo animale da compagnia (gattina Copycat)

1.1.2002 in **Italia**, **autorizzazione** clonazione animale (ministro Girolamo Sirchia)

Coniglio: marzo **2002**, Istituto francese per la ricerca agronomica, per essere utilizzato come modello per lo studio di malattie umane

Mulo: maggio **2003**, Università Idaho, primo equino clonato

Cavallo: maggio **2003**, in **Italia**, (Cesare Galli, Cremona), primo successo nella clonazione di un equino a partire da cellule adulte (**Prometea**) e primo caso di **mammifero che ha partorito il clone di se stesso**, dato che la cavalla che ha portato avanti la gravidanza è stata anche la donatrice della cellula della cute da cui è stato ottenuto il clone

2008: Nasce **Pegaso**, figlio di Prometea; primo puledro partorito da un cavallo clonato [cervo, cane, capra (per lana cashmire), furetto, lupo, bufalo, ecc.]

Legislazione europea

Opinione EFSA: al momento non ci sono indicazioni per approvare la clonazione di animali **in campo alimentare**, anche se alimenti da animali clonati sono indistinguibili

Settembre 2015: Parlamento europeo ha votato **divieto di clonazione** ed importazione di **animali utilizzati a scopo alimentare** e di prodotti alimentari da essi derivati (carne, latte, ecc.)

E l'uomo? Il genoma umano

CHE COS'È

DNA

1

struttura fisica presente in tutte le cellule; contiene il **genoma**

Il gruppo completo dei geni umani (circa 30.000), in cui è contenuta tutta l'informazione necessaria all'organismo per svilupparsi ed espletare le funzioni vitali

Cromosoma X

E' sede di più di 300 malattie, più di quelle identificate in ogni altro cromosoma (10% di quelle ereditarie: daltonismo, emofilia, ecc.)

Nella **DONNA** ci sono **2** cromosomi **X** ereditati **1** dal padre e **1** dalla madre

Nell'**UOMO** ci sono **1 X** e **1 Y** ereditati rispettivamente da madre e padre



CROMOSOMA

2

Struttura cellulare costituita da DNA altamente compatto in cui sono localizzati i **geni**

3

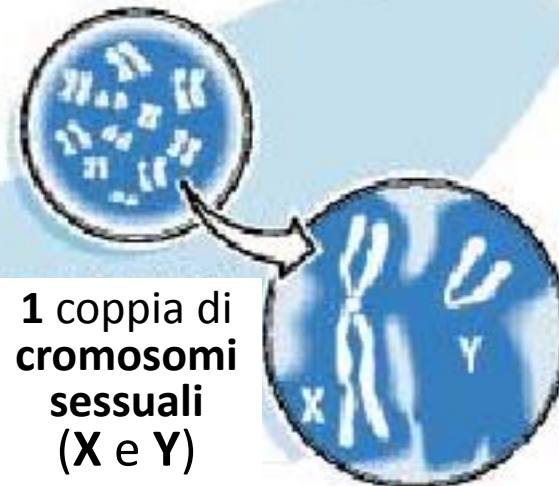
Il genoma umano ha: **22** coppie di **cromosomi omologhi** (contengono gli stessi geni)

1 coppia di **cromosomi sessuali** (X e Y)



Cellule sessuali:

23 cromosomi



E l'uomo?

1995: sequenziato primo genoma di un organismo vivente, grazie a sequenziatori automatici e computer
(batterio *Haemophilus influenzae*)

2001-2003: completato il **Sequenziamento del genoma umano**
("Progetto genoma umano" NIH e Celera Genomics)
3 miliardi di nucleotidi (A, T, C, G)

Dato sorprendente:

genoma umano contiene **28.000-30.000** geni, rispetto ai circa 100.000 ipotizzati

Il 95% del DNA umano è costituito da sequenze che non vengono mai tradotte in proteine ("**junk DNA**" o "**DNA spazzatura**")

Solo da poco si è cominciato a capire che questo DNA svolge importanti funzioni di regolazione dell'espressione del DNA

E l'uomo?

Aprile 2015: “Protein Cell”, Gruppo di ricerca guidato dal Prof. Junjiu Huang, dell'Università Sun Yat-sen di Guangzhou (**Cina**), in cui vengono descritti i test condotti su **86 embrioni umani** portatori di geni mutati responsabili della **talassemia** (grave malattia del sangue), riuscendo per la prima volta a **modificare i geni di un embrione umano** (sistema **CRISPR/Cas**)

71 embrioni sono sopravvissuti e 28 di questi hanno fornito risultati positivi ai fini dell'esperimento. Tuttavia, per la scarsa efficienza (28 su 86) e per gli effetti collaterali rilevati (**pur riuscendo a riparare i geni selezionati, altri subivano mutazioni non previste e incontrollate**), la sperimentazione è stata bloccata, ma altri gruppi in Cina (almeno 4), e forse altrove, stanno lavorando su embrioni umani nel tentativo di migliorare la tecnica ed i risultati

Poiché tecnicamente non ci sono problemi insormontabili → →

→ → Possibili **uomini GM o clonati**, a breve??

In Europa, divieto di manipolazione genetica. Ma fino a quando??

Il dibattito sulla modifica degli embrioni umani continuerà per molto

diagnosi prenatale → interventi sull'embrione???

DNA ed Epigenetica

Interazione con l'ambiente determina le caratteristiche definitive di ogni essere vivente

Epigenetica: studio dei cambiamenti ereditabili che non possono essere spiegati tramite modifiche della sequenza del DNA (2008)

Es. metilazione del DNA, silenziamento dell'RNA, modifica degli istoni

Su precisi **meccanismi** definiti **epigenetici** si basa la maggior parte dei processi di **differenziamento cellulare**: ogni gene deve essere attivato solo nelle cellule corrette e solo quando serve

Il **genoma non cambia**, ma la sua **espressione** sì

- cellule diverse dell'organismo esprimono geni diversi
- il feto esprime geni diversi rispetto al neonato/adulto
- gemelli omozigoti =DNA ≠caratteristiche

Queste conoscenze si stanno rivelando fondamentali per lo studio dello sviluppo degli organismi viventi e dei meccanismi d'insorgenza di patologie come i tumori

Impatto sul futuro della vita e dell'uomo

Uomo autore di una seconda “Genesi”?

Conseguenze degli studi sul DNA e sue manipolazioni

- **Il prossimo Re dei “Big Data” sarà il DNA**

Immissione in natura di OGM (vegetali ed animali) → **perplessità ed opposizioni**, con ragioni economico-politiche, filosofiche, religiose, scientifiche:

- **possibilità di immissione di allergeni nella catena alimentare**
- **conseguenze su specie diverse dalle desiderate per “trasferimento laterale” di geni** (ad es. diffusione in piante infestanti di geni per la resistenza agli erbicidi o diffusione di geni per la produzione di tossine attive su insetti dannosi, ma anche su insetti utili)
- **perdita della biodiversità**
- **sicurezza ambientale, della salute umana e di quella animale**
- **piante OGM sterili → necessità di acquisto di sementi (multinazionali)**
- **brevettazione di specie viventi**

La maggior parte dell'opinione pubblica percepisce gli OGM come “innaturali”

Impatto sul futuro della vita e dell'uomo

Uomo autore di una seconda “Genesi”?

Conseguenze degli studi sul DNA e sue manipolazioni

Produzione di nuove specie!!??

Potenti strumenti a disposizione, permetteranno all'**uomo** di agire come **“Dio in laboratorio”**, riconfigurando e riprogettando milioni di anni di evoluzione per soddisfare esigenze di mercato e della generazione attuale !!!???

Questo è il più grande, possibile intervento sulla natura mai compiuto in tutta la storia e solleva **grosse questioni ambientali, etiche, sociali, religiose**

La modificazione del genoma, al di là delle sue finalità, viene spesso associata all'idea di una **scienza che si sostituisce a Dio** o all'idea di un **intervento umano contrapposto alle “leggi della Natura”**

Impatto sul futuro della vita e dell'uomo

Perplessità e limiti

1974: già dopo 1 anno dai primi risultati, la comunità scientifica autoimpose una **moratoria internazionale** sull'uso della tecnica del DNA ricombinante per valutare la nuova tecnologia ed i suoi possibili rischi

1975: conferenza di **Asilomar** (California). Gli esperimenti sul DNA ricombinante possono procedere, ma bisogna rispettare severe linee guida, poi redatte dai *National Institutes of Health* (NIH) ed accettate dalla comunità scientifica

Queste linee guida (1976), successivamente aggiornate, sono tuttora seguite dai laboratori che effettuano esperimenti di trasformazione genica

In molti Paesi del mondo esiste un quadro di riferimento normativo che regola il settore OGM per garantire la biosicurezza

I principi legislativi di riferimento a livello internazionale in tema di biosicurezza sono contenuti nel **Protocollo di Cartagena**, Colombia (ratificato nel **2000**, strumento internazionale per la **protezione della biodiversità** dai possibili rischi derivanti dalla diffusione dei prodotti delle nuove tecnologie)

❖ Negli **Stati Uniti**, la legge **HR 933**, firmata nel **2013** dal presidente Obama, proibisce ai giudici federali degli Stati Uniti di introdurre un qualsiasi divieto di vendita per gli OGM

Il secolo biotech (Jeremy Rifkin, 1998)

L'uomo architetto del futuro

- La biotecnologia cambierà veramente la nostra vita?

cos'è che si può fare adesso con i geni che non si poteva fare in passato?l'uomo può diventare **architetto di un nuovo futuro!!**

È possibile applicare i risultati della biotecnologia agli esseri umani?

Terapia genica e non solo

Futuri genitori potranno sapere esattamente che geni hanno e a che cosa li predispongono: potranno richiedere **interventi sul genoma del nascituro!!??** *Potranno programmare il loro figlio!!??* **Architetti dei loro figli??** *Legame genitori-figli cambierebbe radicalmente*

Stiamo andando pericolosamente verso una civiltà eugenico-commerciale in cui costruiremo la progenie sulla base di standards? Come si fa a decidere come dovrebbe essere il figlio perfetto?

Il secolo biotech

- Quali problemi e limiti etici si pongono?

“Per il semplice fatto che si può fare, significa che si deve farlo?”

Abbiamo il diritto di intervenire nell'evoluzione futura della nostra specie?

La prospettiva più inquietante sarebbe che il futuro della nostra specie possa essere deciso dalla scelta del singolo “consumatore”!!

- Siamo agli inizi di una **nuova era di discriminazione basata sulla genotipizzazione**? Rischio dell'affermarsi di un sistema di **caste biologiche** e della sostituzione della meritocrazia con la “**genetocrazia**”
Cosa vuol dire? **Compagnie d'assicurazione, agenzie d'adozione, scuole e datori di lavoro** cominciano a fare discriminazioni sulla base di informazioni genetiche

Movimento per i diritti genetici e diritto alla privacy genetica!!

Chi ha una predisposizione genetica per una malattia non si ammalerà per forza di quella malattia

il gene non è “onnipotente” → interagisce con l'ambiente (epigenetica)

Il secolo biotech

- Brevettazione del materiale genetico

Grandi compagnie Biotech stanno facendo studi nei paesi del Sud del mondo (è lì che si trovano le risorse genetiche più interessanti), individuano **geni** che potrebbero avere un **valore commerciale** (in microrganismi, piante, animali, ma anche uomo) e li **brevettano**

Biopirateria!!

Patrimonio genetico dovrebbe rimanere un bene comune, non ridotto a proprietà politica dei governi o proprietà intellettuale e commerciale delle industrie biotech

Necessità di **accordi internazionali** simile a quello stipulato per l'**Antartide**, considerato patrimonio comune: **è possibile esplorarlo scientificamente, ma non possederlo o sfruttarlo commercialmente**

- 'Inquinamento genetico' e diffusione di piante o animali GM?

Pericolo di trasferimento laterale di geni

Problemi per insetti utili ed uccelli

Il secolo biotech

Stiamo imparando molte cose sui geni, come funzionano, cosa fanno, come si comportano nell'ambiente e questa è ottima scienza

- Esistono dei limiti allo sviluppo degli esperimenti biotecnologici?

Ci sono **due posizioni**:

- un **approccio “duro”** in cui l'uomo si sente di **agire come Dio**, essere l'**architetto**, l'ingegnere di una **seconda Genesi**

Logica scienista/progressista/economicista

- un **approccio “morbido”**, in cui l'uomo agisce più come **collaboratore** di Dio ed **amministratore** del creato

Logica ambientalista/precauzionista/anticapitalista ed anti-multinazionali

CONCLUSIONI

LETTERA ENCICLICA *LAUDATO SI'* DEL SANTO PADRE FRANCESCO SULLA CURA DELLA CASA COMUNE

106.L'intervento dell'essere umano sulla natura si è sempre verificato, ma per molto tempo ha avuto la caratteristica di **accompagnare**, di **assecondare** le possibilità offerte dalle cose stesse. Si trattava di ricevere quello che la realtà naturale da sé permette, come tendendo la mano.....

131.san Giovanni Paolo II metteva in risalto i benefici dei progressi scientifici e tecnologici, che «manifestano **quanto sia nobile la vocazione dell'uomo a partecipare responsabilmente all'azione creatrice di Dio**», ma che al tempo stesso ricordava «come **ogni intervento in un'area dell'ecosistema non possa prescindere dal considerare le sue conseguenze in altre aree**». ... la Chiesa apprezza l'apporto «dello studio e delle applicazioni della biologia molecolare, completata dalle altre discipline come la genetica e la sua applicazione tecnologica nell'agricoltura e nell'industria». Benché dicesse anche che questo non deve dar luogo ad una «**indiscriminata manipolazione genetica**» che ignori gli effetti negativi di questi interventi. **Non è possibile frenare la creatività umana.....**

LETTERA ENCICLICA *LAUDATO SI'* DEL SANTO PADRE FRANCESCO SULLA CURA DELLA CASA COMUNE

133.OGMi rischi non vanno sempre attribuiti alla tecnica stessa, ma alla sua inadeguata o eccessiva applicazione. In realtà, le mutazioni genetiche sono state e sono prodotte molte volte dalla natura stessa. Nemmeno quelle provocate dall'essere umano sono un fenomeno moderno. **La domesticazione di animali, l'incrocio di specie e altre pratiche antiche e universalmente accettate possono rientrare in queste considerazioni.** È opportuno ricordare che l'inizio degli sviluppi scientifici sui cereali transgenici è stata l'osservazione di **batteri che naturalmente e spontaneamente** producevano una modifica nel genoma di un vegetale. Tuttavia **in natura questi processi hanno un ritmo lento**, che non è paragonabile alla velocità imposta dai progressi tecnologici attuali, anche quando tali progressi si basano su uno sviluppo scientifico di secoli.....

LETTERA ENCICLICA *LAUDATO SI'* DEL SANTO PADRE FRANCESCO SULLA CURA DELLA CASA COMUNE

134.concentrazione di terre produttive nelle mani di pochi, dovuta alla progressiva scomparsa dei piccoli produttori
L'estendersi di queste coltivazioni distrugge la complessa trama degli ecosistemi, diminuisce la diversità nella produzione e colpisce il presente o il futuro delle economie regionali. In diversi Paesi si riscontra una tendenza allo sviluppo di **oligopoli** nella produzione di sementi e di altri prodotti necessari per la coltivazione, e la dipendenza si aggrava se si considera la **produzione di semi sterili**, che finirebbe per obbligare i contadini a comprarne dalle imprese produttrici.....

135.Quella degli OGM è una questione di carattere complesso, che esige di essere affrontata **con uno sguardo comprensivo di tutti i suoi aspetti**, e questo richiederebbe almeno un maggiore sforzo per **finanziare diverse linee di ricerca autonoma** e interdisciplinare che possano apportare nuova luce.....

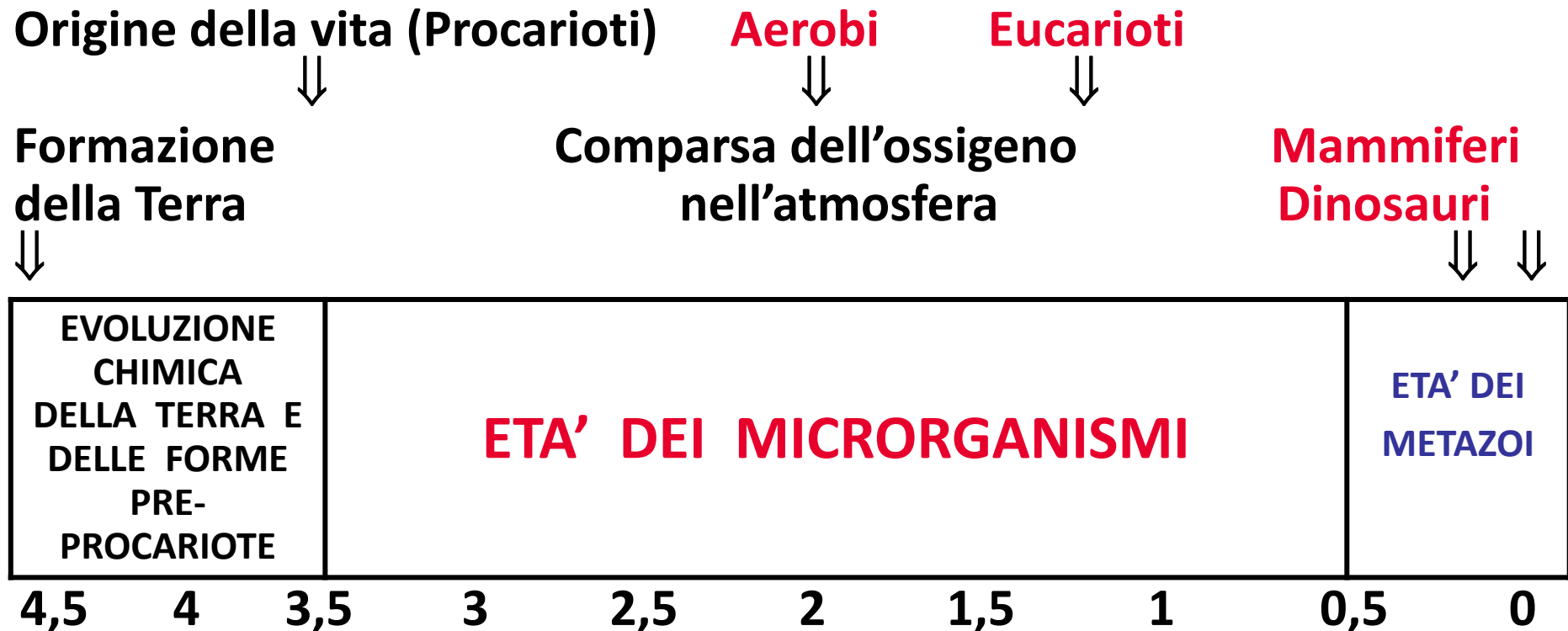
.....in Futuro !?!?



**Grazie
per la pazienza
e l'attenzione !!!**

walter.magliani@unipr.it

Storia della Terra e della vita sulla Terra



L'età dei microrganismi si estese per circa **3 miliardi di anni** (microfossili di cellule procariotiche sono stati ritrovati in depositi risalenti a quel periodo); cellule più semplici devono averli preceduti. I primissimi **fossili di eucarioti** risalgono a solo **un miliardo e 300 milioni** di anni fa