

MEET THE NEW MEAT

Carne Ingegnerizzata

Stefania Picciuca
Valeria Lazzoni
Giorgia Spreafico
Silvio Centonze
Giada Sturlese



Cos'è?



- Usando tecniche proprie dell'ingegneria tissutale, attraverso una coltura cellulare si ottiene un tessuto muscolare che può essere mangiato come carne.

Time line

*«Da qui a cinquant'anni dovremmo abbandonare
l'assurda idea di allevare un pollo intero per
mangiarne il petto o le ali; cresceremo invece queste
parti separatamente, in appositi mezzi di coltura»*

*Winston Churchill
Thoughts and Adventure, 1932*

- **1912** : Alexis Carrel e coltura di cellule muscolari in vitro
- **1999**: Van Eelen ottiene il brevetto per la carne artificiale :
“ Produzione industriale, con tecniche di laboratorio, di cellule di tessuto di carne e pesce con completa rassomiglianza esteriore, aspetti organolettici e caratteristiche”
- **2005**: Il governo olandese sostiene la ricerca sulla carne in vitro.
Jason Matheny pubblica il **primo vero lavoro scientifico sulla produzione industriale di “carne coltivata”** sulla rivista Tissue Engineering.

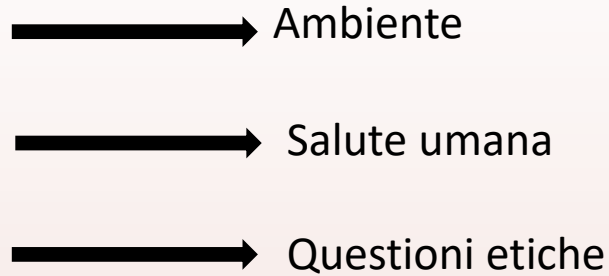
- **2013:** Mark Post produce il primo hamburger di carne coltivata



- **2017:** Memphis Meat e il video in cui si mostra la cottura di una polpetta di carne bovina coltivata in laboratorio.



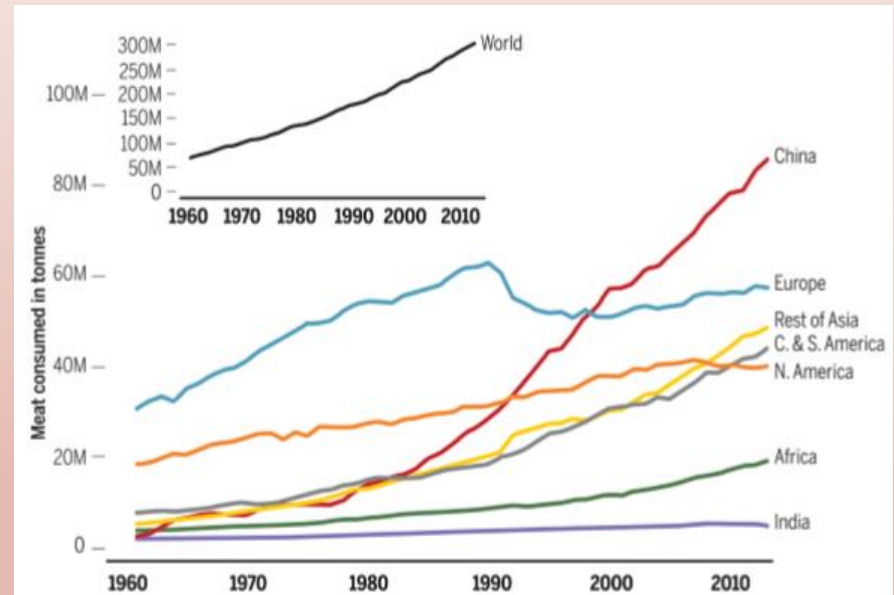
Allevamenti intensivi



Come conseguenza di una richiesta e di un consumo maggiore di carne a livello globale vi è stata una intensificazione della pastorizia e della macellazione.

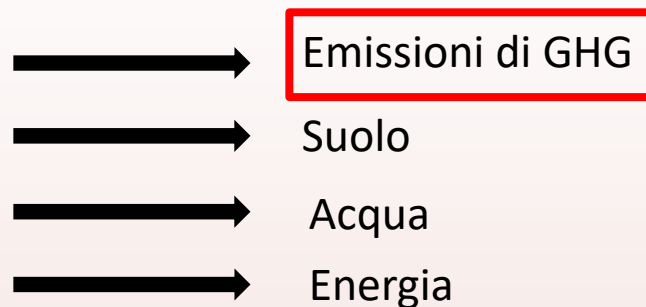
Variazione del tasso di consumo di carne tradizionale:

- Tra i vari paesi
- A livello globale

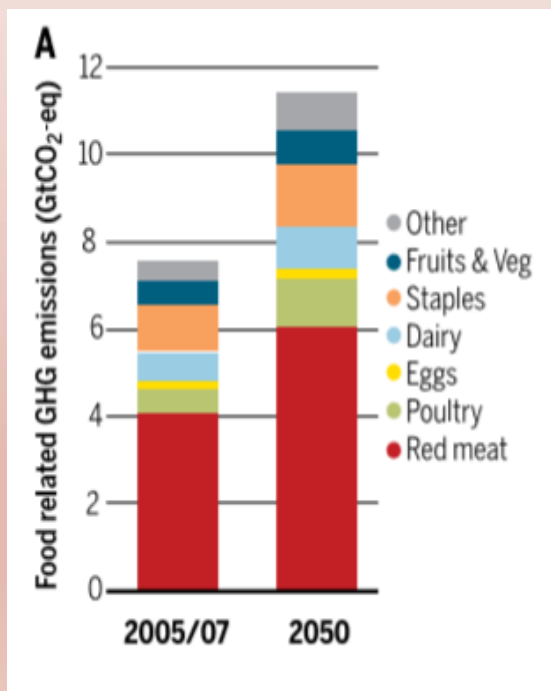


La FAO stima che nei prossimi 40 anni il consumo di carne verrà raddoppiato e che la capacità della produzione convenzionale di carne sia vicina al suo massimo.

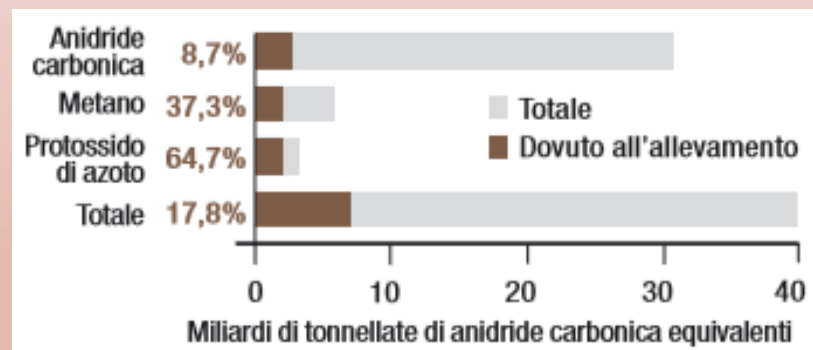
Ambiente



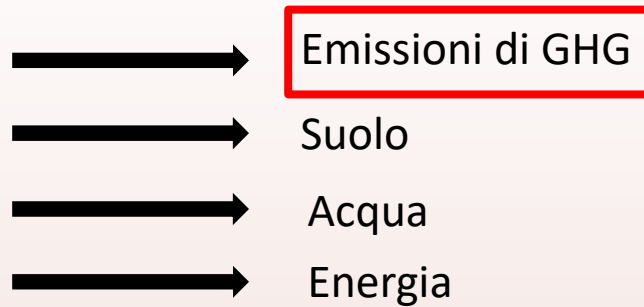
- Confronto tra le emissioni prodotte dalla produzione di diverse tipologie di alimenti.



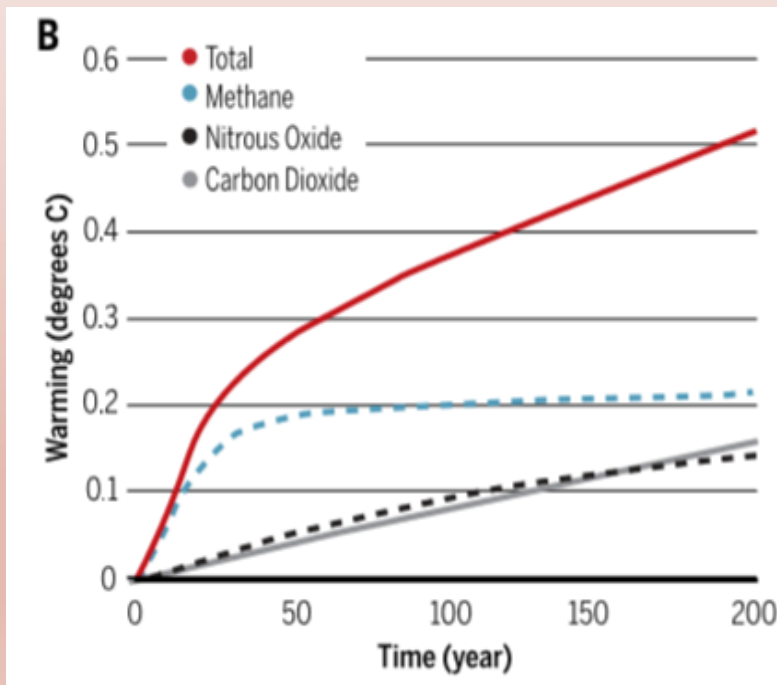
- Gas serra prodotti dalle attività umane:
 - Anidrite Carbonica
 - Metano
 - Protossido di Azoto



Ambiente



Una delle problematiche associate alle emissioni dei gas serra è il riscaldamento globale.



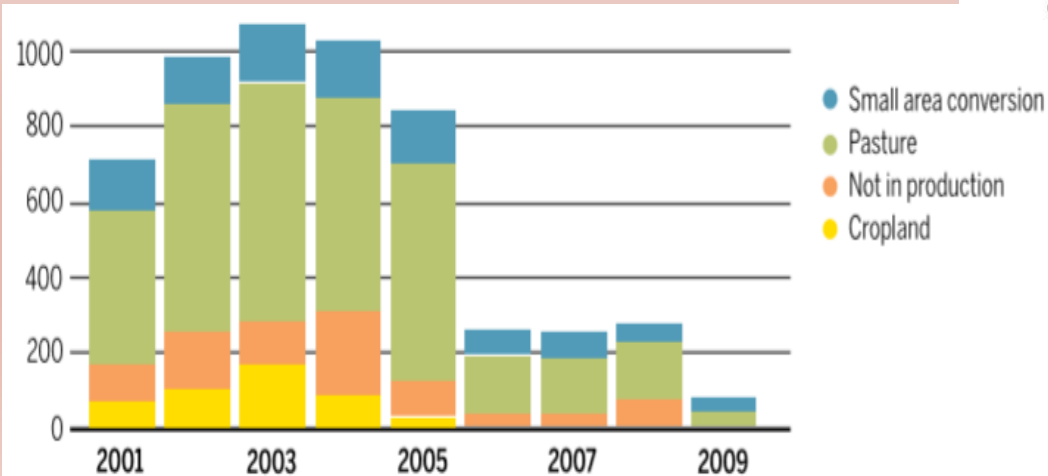
- **Metano:** produce velocemente una grande quantità di calore, ma il gas ha una emevita piccola per cui il suo effetto si stabilizza dopo poco tempo.
- **Anidrite Carbonica:** Produce indefinitamente calore, finchè viene mantenuta l'emissione del gas.
- **Protossido di Azoto:** Non ha effetti immediati sul riscaldamento, ma rimane nell'atmosfera per molto tempo.

Ambiente

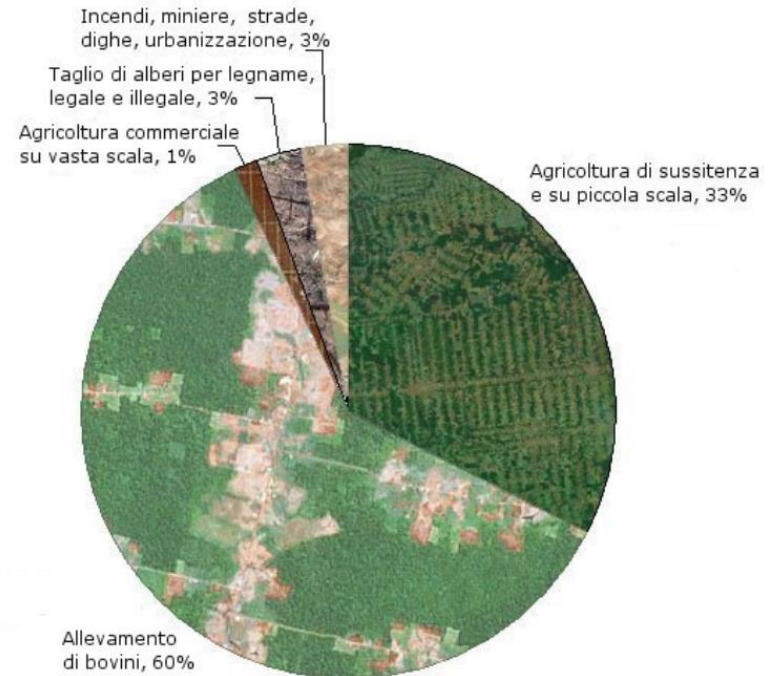


La produzione convenzionale di carne altera la biodiversità attraverso:

- La conversione della terra in campi per la coltivazione e l'allevamento
- Il pascolo eccessivo che riduce le specie vegetali e insieme all'elevato calpestio del suolo ne provoca l'erosione

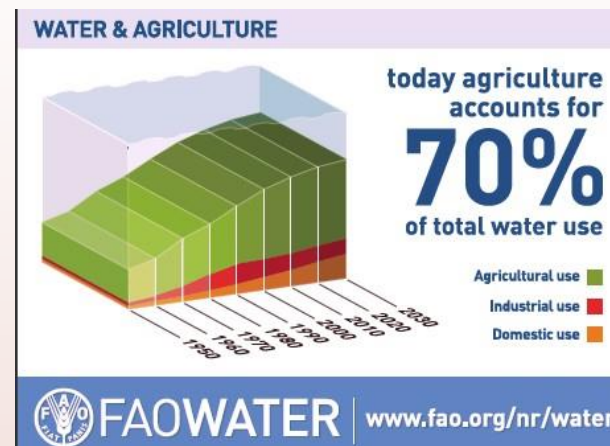
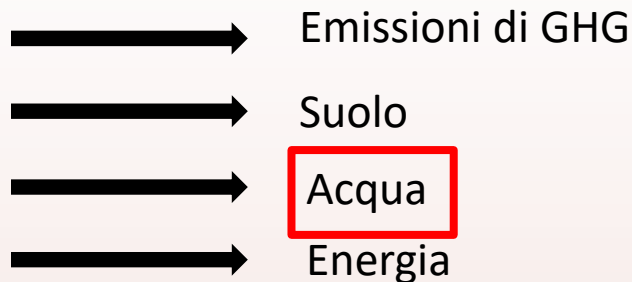


Cause di deforestazione dell'Amazzonia, 2000-2005

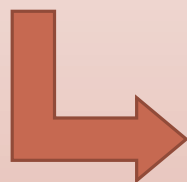


Conversione delle terre disboscate a Mato Grosso in Brasile

Ambiente



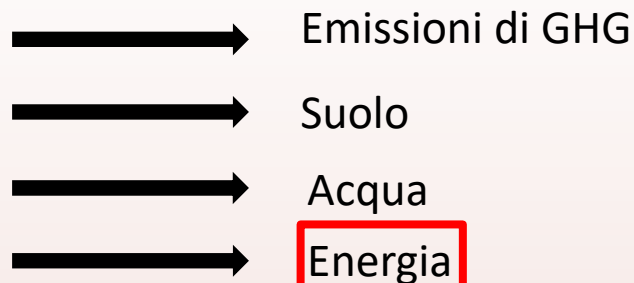
Proporzioni di acqua usata per l'agricoltura seminativa per l'allevamento, le industrie e l'ambito domestico.



L'allevamento è il settore in cui si consuma più acqua

L'allevamento intensivo comporta l'inquinamento delle acque sotterranee e superficiali, con la creazione di aree a bassa concentrazione di ossigeno, a causa dell'azoto e del fosforo di cui è composto il letame animale che producono tossine e agenti patogeni.

Ambiente



La produzione tradizionale di carne implica un consumo non indifferente di energia nelle varie fasi della macellazione e per il trattamento successivo delle carni.

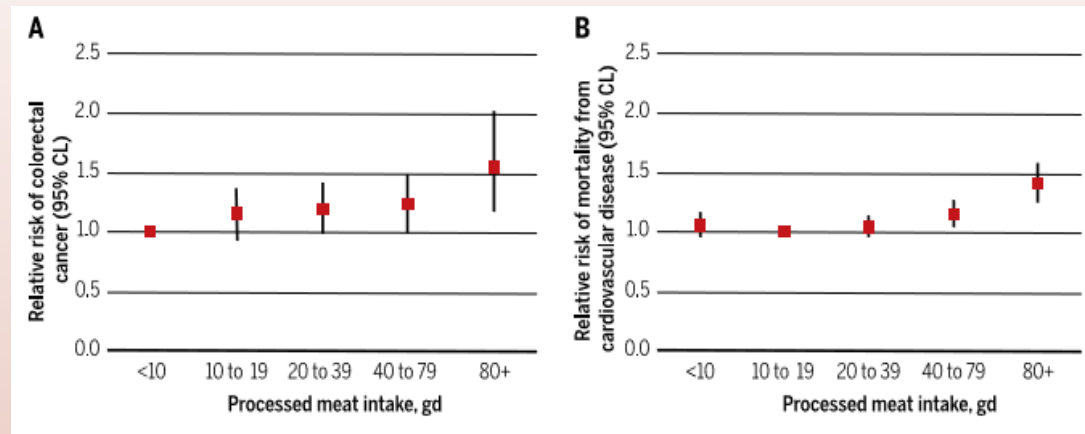
- Tuomisto e de Mattos (2011)
 - Suolo: 99%
 - Acqua: 82-96%
 - Emissioni: 78-96%
 - Energia: 7-46%

Table 1. Comparison of estimated environmental impacts of producing 1 kilogram of meat products in the United States.

Impact category	Beef	Pork	Poultry	Cultured
Land use (m ² /year)	92–113	15.8–18.3	9.5	5.5 (2–8)
Energy (MJ)	78.6–92.6	16.0–19.6	26.6	106 (50–359)
Greenhouse-gas emissions (kg CO ₂ -eq)	30.5–33.3	4.1–5.0	2.3	7 (4–25)
Eutrophication potential (kg PO ₄ -eq)	214–245	26.2–34.3	6.4	8 (4–14)

Salute umana

- ➡ Malattie cardiovascolari
- ➡ Tumore al colon
- ➡ Salmonella, E.coli
- ➡ Resistenza agli antibiotici



Questioni etiche

- Sono stati messe in discussione i trattamenti a cui sono sottoposti gli animali
- Si è cominciato a pensare agli animali da allevamento come esseri eticamente sensibili

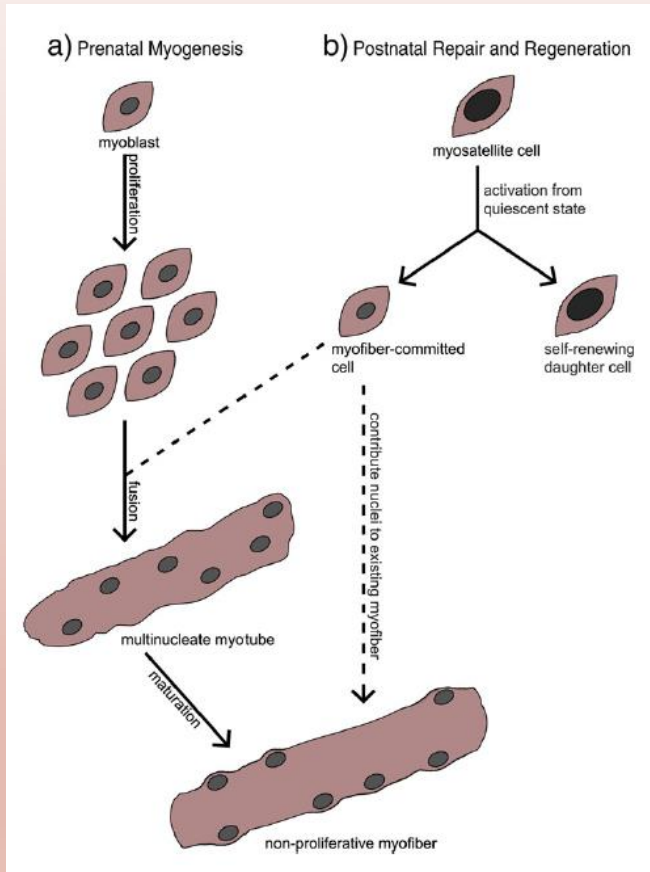
➡ Sulla base di queste problematiche è nata l'idea di metodi alternativi alla produzione convenzionale di carne. Le proteine derivanti da prodotti non animali da sole non soddisfano il fabbisogno dell'uomo. La carne artificiale potrebbe quindi rappresentare una nuova fonte di cibo altamente proteico.

Tecniche di coltivazione

Le due principali tecniche di coltivazioni che coinvolgono in generale le culture cellulari e le tecniche di ingegneria tissutale sono conosciute come "***Self-organizing techniques***" e "***Scaffoldbased***".

- *Self-organizing techniques* → prevede l'uso di tessuto muscolare espantato da un animale donatore che viene poi proliferato in un mezzo nutritivo. Questa tecnica si basa sulla capacità di cellule simili di aderire una sull'altra e di proliferare fino ad ottenere un tessuto muscolare strutturato e auto-organizzante senza l'utilizzo di scaffold.
 - **Vantaggio:** i ricercatori affermano che il tessuto formato riproduca molto bene la carne naturale, contenente cellule muscolari, grassi e altre cellule.
 - **Svantaggi:** la mancanza di circolazione sanguigna in questi espianti rende la proliferazione molto limitata con la necessità di regolari biopsie effettuate su animali donatori
- Scaffoldbased → prevede l'utilizzo di cellule staminali che possono essere ottenute da una varietà di tessuti. Queste cellule vengono fatte proliferare su uno scaffold in presenza di un mezzo di coltura in un bioreattore. Tale coltura produce miofibre che possono essere raccolte, lavorate e consumate come carne o prodotti.

Formazione tessuto muscolare



La formazione del tessuto muscolare inizia con:

1. mioblasti mononucleati con limitata capacità di proliferazione.
2. I mioblasti si fondono in unmiotubo multinucleato
3. Ilmiotubo matura in una miofibr non proliferante.

Postnatale, l'aumento del numero di miofibre e il numero di nuclei per miofibr sono ridotti al minimo, tranne in casi che richiedono riparazione o rigenerazione. In questi casi, le cellule miosatellite sono responsabili della generazione di nuove miofibre. Le cellule satellite mononucleate sono normalmente in uno stato quiescente, non divisivo. Quando attivate in vivo da stress o lesioni da carico, le cellule satellite si dividono in:

- nuove cellule satellite
- mioblasti che verranno utilizzati per la riparazione o la generazione di miofibre.

Tipi di cellule utilizzate

Diversi tipi di cellule sono state proposte per l'IMPS, queste cellule sono:

- **Cellule staminali embrionali:**
 - **Vantaggi:** hanno un illimitato potenziale rigenerativo che idealmente elimina la necessità di raccogliere altre cellule dagli embrioni.
 - **Svantaggi:**
 1. Il lento accumulo di mutazioni genetiche nel tempo può determinare un periodo massimo di proliferazione.
 2. Queste cellule devono essere stimulate a differenziare in mioblasti.
- **Cellule satellite:** sono considerate la fonte di cellule più adatta per la coltura della carne
 - **Vantaggi:** imitano il processo di miogenesi con alta efficacia, a differenza delle cellule staminali embrionali.
 - **Svantaggi:** possiedono un limitato potenziale rigenerativo.
- **Cellule staminali adulte:** le più rilevanti sono cellule staminali adulte multipotenti presenti nel tessuto adiposo.
 - **Vantaggi:** è stato osservato che queste cellule possono essere ottenuto da grasso sottocutaneo e in modo meno invasivo rispetto alle cellule satellite.
 - **Svantaggi:** sono inclini alla trasformazione maligna.

Fase di proliferazione

Obiettivo: ottenere il numero massimo di cellule dal lotto iniziale di cellule. Con gli attuali metodi di isolamento e coltura a partire da una singola cellula satellite si possono ottenere 20 sdoppiamenti.

Requisiti:

- Mezzo di coltura: tradizionalmente il mezzo di coltura proviene da una fonte animale ovvero un mezzo a base di siero bovino adulto, neonato o feto
- Fattori di crescita
- Elasticità del substrato su cui sono coltivate le cellule
- Copertura della superficie della coltura con proteine che imitano la membrana basale come laminina e collagene IV

Problema: la maggior parte delle cellule ha un numero finito di divisioni in coltura prima della morte cellulare naturale, questo numero è definito limite di Hayflick. Questo è determinato dalla lunghezza dei telomeri. Ad ogni round della replicazione del DNA i telomeri vengono abbreviati.



La lunghezza del telomero corrisponde al numero di divisioni di cui è capace un tipo di cellula prima della morte.



Una fonte neonatale è migliore per la raccolta di cellule satellite

Fase di differenziamento

Obiettivo: differenziare le cellule proliferate in cellule muscolari scheletriche e costringerle alla massima produzione di proteine

I fattori che permettono il differenziamento dei mioblasti sono definiti fattori di regolazione miogenica e sono ad esempio la miogenina, la MyoD e la Myf5

Affinché avvenga una successiva ipertrofia muscolare sono necessari una serie di stimoli metabolici, biochimici e meccanici.

Gli stimoli meccanici siano estremamente importanti per:

- innescare la sintesi proteica
- l'organizzazione delle proteine in unità contrattili. Quest'ultimo conferisce al muscolo la sua tipica morfologia striata.

Scaffold

Gli scaffold differiscono per forma, composizione e caratteristiche per ottimizzare la morfologia delle cellule muscolari e dei tessuti.

Scaffold ideale:

- dovrebbe avere un'ampia superficie per la crescita e l'attaccamento
- essere flessibile per consentire la contrazione
- massimizzare la diffusione del mezzo
- essere facilmente rimovibile dalla coltura

Materiali:

- Naturali e commestibili come collagene, cellulosa, alginato e chitosano. Questi polimeri potrebbero essere lasciati nel prodotto a base di carne e potrebbero aggiungere una qualità strutturale.
- Non commestibili come PCL, PLLA.

Scaffold

Forma:

- Edelman et al. hanno proposto “palline” fatte di collagene commestibile come substrato
- Van Eelen et al. hanno proposto una rete di collagene descritta come una "spugna di collagene" di origine bovina. La struttura trabecolare della spugna consente una maggiore area superficiale e diffusione, ma può impedire la raccolta della coltura tissutale.
- Riboldi, Sampaolesi, Neuenschwander, Cossu e Mantero hanno suggerito membrane elettrofilate a maglia microfibrosa poiché queste offrono un elevato rapporto tra superficie e volume e alcune proprietà elastiche.
 - **Problema:** L'elettrofilatura crea delle fibre molto lisce che potrebbero non essere adatte per una buona adesione superficiale.
 - **Soluzione:** rivestendo le fibre polimeriche con proteine della matrice extra cellulare, come il collagene o la fibronectina, si ha un aumento dell'adesione superficiale.

Bioreattori

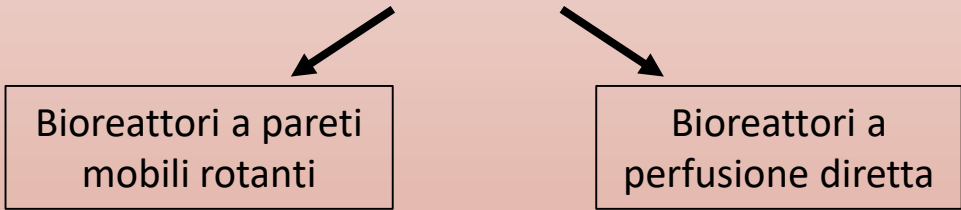
L'assenza di vasi sanguigni rende impossibile la creazione di strutture molto complesse in quanto le cellule vanno incontro a necrosi se sono separate per un lungo periodo di tempo da una fonte di nutrimento

Obbiettivo → Raggiungere un'adeguata perfusione del tessuto coltivato

Requisiti → La perfusione di ossigeno è mediata da :

- *Bioreattori* che aumentano il trasporto di massa tra il mezzo di coltura e le cellule
- l'uso di *portatori di ossigeno* per imitare l'apporto di ossigeno fornito dall'emoglobina

Bioreattori : un microambiente dinamico in cui è possibile portare ossigeno e nutrienti a distanze maggiori oltrepassando il problema della necrosi e arrivando a strutture di dimensioni più rilevanti



Bioreattori a pareti
mobili rotanti

- fornisce un elevato trasferimento di massa con un minimo sforzo di taglio
- tessuti tridimensionali con strutture molto simili a quelle in vivo

Bioreattori a
perfusione diretta

- Sono più adatti alla coltivazione basata sullo scaffold
- Fornisce un elevato trasferimento di massa
- Notevole sforzo di taglio

Portatori di ossigeno

I trasportatori di ossigeno possono essere integrati nel terreno per mantenere alte concentrazioni di ossigeno in soluzione, simili a quelle del sangue.

Esistono distinte varietà di portatori di ossigeno:

- Versioni modificate dell'emoglobina
- Perfluorocarburi chimicamente inerti prodotti artificialmente.
- L'emoglobina umana prodotta da piante geneticamente modificate e microrganismi.

Processo produttivo

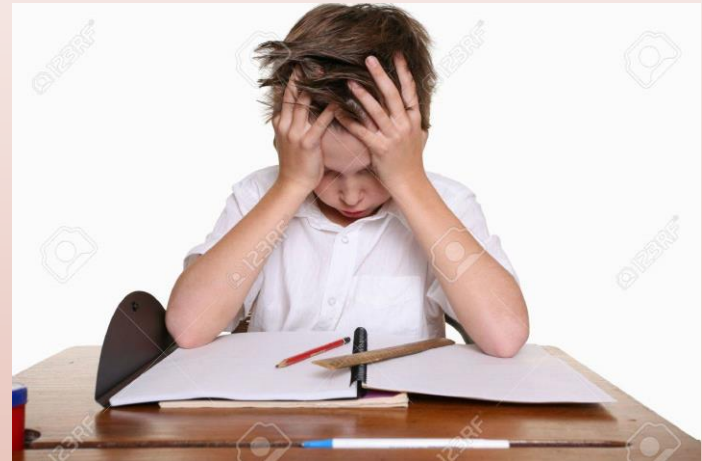
How Mark Post's lab created the cultured beef burger

Department of Physiology, Cardiovascular Research Institute Maastricht,
Maastricht University, Maastricht, The Netherlands



LIMITI TECNICI

- Ossigenazione
- Apporto di nutrienti
- Aspetto e gusto
- Mezzo di coltura
- Sicurezza
- Scalabilità



OSSIGENAZIONE

Raggiungere un'adeguata perfusione del tessuto in coltura è fondamentale per ottenere strutture vitali complesse di spessore superiore ai 200 μm senza incorrere in necrosi cellulare.

- Bioreattori
- Oxygen-carriers
- Vascolarizzazione del tessuto



Esperimento condotto da Levenberg nel 2005: reti endoteliali di vasi sanguigni in costrutti di tessuto muscolare scheletrico tramite una co-coltura di mioblasti, fibroblasti embrionali ed endoteliali su uno scaffold biodegradabile altamente poroso.

Tecniche di vasculogenesi in colture cellulari sono ancora in via di sviluppo e non del tutto comprese.

APPORTO DI NUTRIENTI

La carne rappresenta nella nostra dieta una fonte fondamentale di altri nutrienti essenziali oltre alle proteine

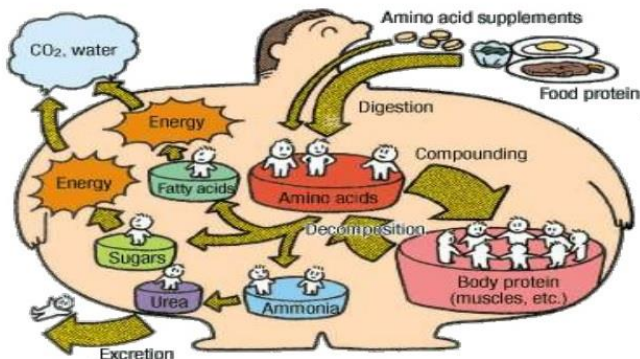
↳ i nutrienti che non possono essere sintetizzati dalle cellule muscolari vanno sistematicamente aggiunti nella carne in vitro

VITAMINA B12:

sintetizzata da batteri che popolano il colon e presente solamente in alimenti di origine animale

FERRO:

Per poter fornire ferro in forma biodisponibile ai miociti in crescita nelle colture cellulari, è necessario aggiungere al terreno di coltura ioni Fe^{III} legati alla transferrina.



SFIDA → garantire la presenza nella carne ingegnerizzata di tutti i nutrienti necessari (minerali e vitamine) che non vengono sintetizzati dai miociti. Di cruciale importanza la conoscenza del complesso metabolismo di ciascuna vitamina e minerale

ASPETTO E GUSTO

Necessità di mimare nella maniera più fedele possibile la carne così come siamo abituati a vederla e mangiarla.

→ La carne della quale ci cibiamo e il tessuto muscolare coltivato in vitro sono biochimicamente molto diversi a causa dei processi metabolici che avvengono dopo la macellazione:

- ✓ glicolisi anaerobica
- ✓ accumulo di acido lattico
- ✓ denaturazione proteica
- ✓ proteolisi enzimatica

Aspetto, gusto e consistenza



VS



ASPETTO E GUSTO

COLORE → la carne ingegnerizzata presenta un colore giallastro dovuto alla scarsa espressione di mioglobina. Quello che si fa è aggiungere coloranti naturali come succo rosso di barbabietola e zafferano

GUSTO → risultato di complesse interazioni tra proteine, carboidrati e lipidi e pertanto risulta necessario aggiungere alle colture anche cellule di origine adiposa

CONSISTENZA → riprodurre la consistenza e la forma di una bistecca è un compito decisamente complesso e ad oggi sono stati realizzati prevalentemente hamburger e polpette, la cui imitazione risulta più agevole

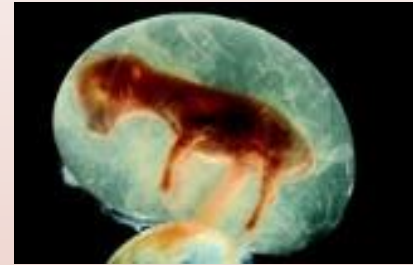


MEZZO DI CULTURA

Il mezzo di coltura standard prevede l'utilizzo di siero fetale bovino (FCS) che richiede l'abbattimento di mucche gravide.



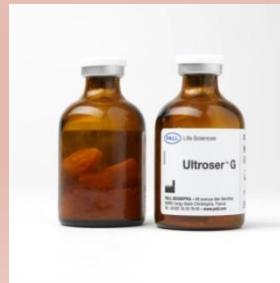
incongruenza con i motivi etici alla base dell'idea della realizzazione di carne in vitro



Necessità di un'alternativa al siero di origine animale: **SFM** (Serum Free Media) per motivi etici e di sicurezza.



Ultroser G: fattori di crescita, proteine di adesione, vitamine e minerali. Ottime performance ma costo eccessivo



sfingosina fosfato ed estratti di funghi ricchi di amminoacidi

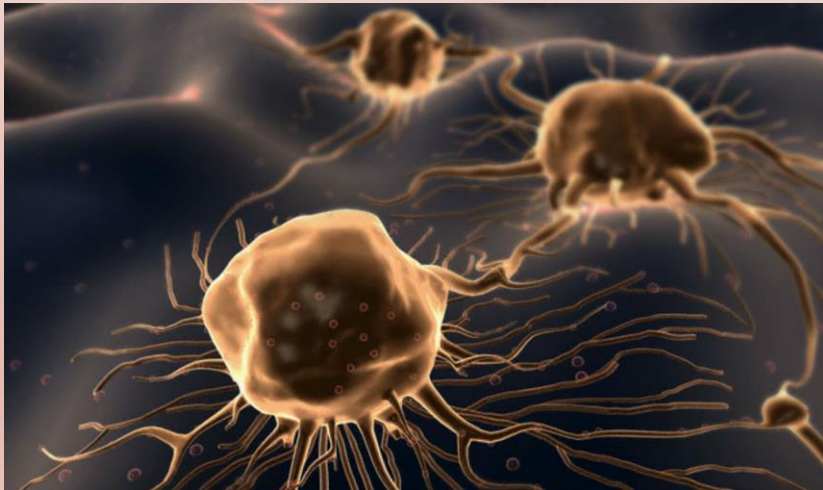


SICUREZZA

E' possibile che si sviluppino cellule tumorali all'interno della popolazione di cellule in rapida proliferazione.

Tali cellule sarebbero probabilmente innocue per chi le ingerisce in quanto già morte quando viene cotta la carne: è altamente improbabile che vengano inglobate vive nell'organismo del consumatore.

Questo aspetto solleva comunque ovvie questioni legate alla salute del consumatore.



SCALABILITÀ

1) DIMENSIONE BIOREATTORE: Vladimir Mironov (Medical University of South Carolina) ha affermato che, su scala industriale, il bioreattore dovrebbe avere tre o cinque piani per poter produrre quantità rilevanti di carne → sfida in termini di fattibilità tecnologica e in termini di costi.

2) RISCHIO CONTAMINAZIONE: Portare il processo su scala industriale significherebbe esporre le colture cellulari alla presenza di agenti patogeni. Per questioni di sicurezza le cellule andrebbero testate in ogni fase del processo. Il livello di igiene nelle fabbriche dovrebbe essere mantenuto ad un livello elevatissimo

3) COSTI: necessità di monitoraggio costante del metabolismo delle cellule in quanto mancano tutti i meccanismi di mantenimento dell'omeostasi che invece sono presenti in vivo → necessità di controlli tanto frequenti e tanto restrittivi implica un aumento dei costi di produzione difficilmente abbattibile.



OPINIONE PUBBLICA

- L'opinione pubblica è una delle sfide più impegnative al fine di poter commercializzare la carne coltivata.
- Nel corso degli anni sono stati svolti diversi studi nei quali sono stati raccolti i dati derivati dalle interviste svolte sulle popolazioni.
- L'obiettivo delle interviste era in primis capire se erano propensi ad assaggiare la carne coltivata ed eventualmente mangiarla con regolarità.

CHI È DISPOSTO A MANGIARE LA CARNE COLTIVATA?

Tra i vari studi presenti in letteratura, Wilks e Phillips nel 2017 hanno osservato che tra gli individui intervistati sarebbero disposti a provarla circa il 65% e di questi solo circa il 32% sarebbe disposto a mangiarla regolarmente.

Question/response options	No. of Responses	Percentage of Sample
Would you be willing to try IVM?		
Definitely yes	213	31.1
Probably yes	234	34.2
Unsure	80	11.7
Probably no	86	12.6
Definitely no	58	8.5
Would you be willing to eat IVM regularly?		
Definitely yes	44	6.4
Probably yes	179	26.2
Unsure	211	30.8
Probably no	129	18.9
Definitely no	51	7.5

Invece Slade (2018) ha utilizzato un ipotetico esperimento di scelta, chiedendo ai partecipanti di scegliere tra:

- Hamburger di carne in coltura;
- Hamburger a base vegetale;
- Hamburger tradizionali;

Nel suo studio Slade ha osservato che solamente 11% ha scelto l'hamburger prodotto da carne coltivata.

In generale gli studi mettono in evidenza che la maggior parte dei consumatori sarebbe disposta a provare la carne coltivata ma pochi sarebbero disposti a sostituirla alla carne allevata o alle alternative

FATTORI CHE INFLUENZANO L'OPINIONE PUBBLICA

1) L'informazione

Alcuni studi hanno messo in evidenza una maggior tendenza da parte delle persone a voler provare la carne coltivata a seguito di discussioni informative focalizzate sull'argomento, in particolare sulla spiegazione dei benefici.

Sembra esserci una maggiore propensione all'accettazione da parte dei giovani rispetto alle persone anziane.

Le spiegazioni meno tecniche riguardo l'argomento sembrano avere un impatto migliore.



2) Sicurezza & Salute

Opinioni discordanti →

- Persone hanno il timore di una possibile correlazione con il cancro;
- Persone certe sulla sicurezza poiché ritengono che la carne coltivata non sarà venduta finché non saranno certi riguardo la sua sicurezza;
- Persone che associano il concetto di 'innaturale' a qualcosa di sbagliato e che comporta dei rischi;

Hoquette nel 2015 ha osservato che:

Il 28,6% degli intervistati riteneva che la carne coltivata fosse salutare;

Il 37,9% ritiene non sia salutare;

Il 33,5% non lo sa;

3) Consistenza e sapore

Sotto tale aspetto, l'opinione pubblica è ambigua.

Inizialmente il sapore della carne coltivata era definito 'Insapore' o 'Disgustoso'. Nonostante i progressi nella tecnologia di fabbricazione, ci sono pareri controversi sul gusto della carne coltivata.

O'Keefe nel 2016 ha osservato che molti degli intervistati hanno ritenuto il gusto della carne coltivata è inferiore a quello della carne vera ed anche

Per quanto riguarda la consistenza la carne era ottima.

Il primo assaggio di carne bovina realizzata in provetta creata da Mark Post, dell'università olandese di Maastricht



4) Costo



Molti hanno reagito al prezzo elevato dei primi esempi di carne coltivata (i prezzi erano inerenti a tutta la ricerca dietro alla produzione), manifestando una percezione negativa in quanto è stata vista come '**costosa**'.

Attualmente questa percezione sembra diminuita, inoltre molte delle persone a favore della carne coltivata ritengono che un giorno sarà più economica a livello globale (Wilks and Phillips, 2017).



In alcuni studi è stato valutato se le persone fossero disposte a comprare eventualmente la carne coltivata.

Alcuni hanno dichiarato che la comprerebbero se fosse più economica, altri hanno risposto negativamente ed alcuni hanno giustificato l'elevato prezzo come conseguenza dei benefici etici che si guadagnano.

DUBBI E INCERTEZZE

I principali dubbi ed incertezze, legati alla produzione della carne, manifestati dalle persone riguardano:

Fattibilità →

Attualmente la tecnica di produzione richiede l'utilizzo di siero bovino fetale anche se è stata definita come tecnica "animal-free".

Etica →

I pro e contro all'uso di queste tecniche tecnologiche, spesso esprimono gli stessi concetti ma interpretano in maniera opposta il ruolo della carne coltivata. La maggior parte delle persone ritiene che la tecnologia della carne coltivata è etica (Wilks and Phillips, 2017).

Regolamentazione →

È stato osservato che i consumatori sono molto interessati sul mantenimento della qualità da parte dei produttori, inoltre la maggior parte vuole sapere cosa sta mangiando. Laestoius (2015) ha concluso sia importante sottolineare la regolazione come un potenziale fattore per costruire la fiducia e accettazione pubblica.

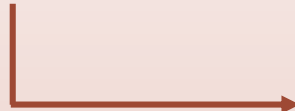
VANTAGGI

Riduzione dell'allevamento intensivo;



Attualmente circa il 70% dei terreni disponibili sono utilizzati per l'allevamento.

Riduzione dell'emissione di gas serra;



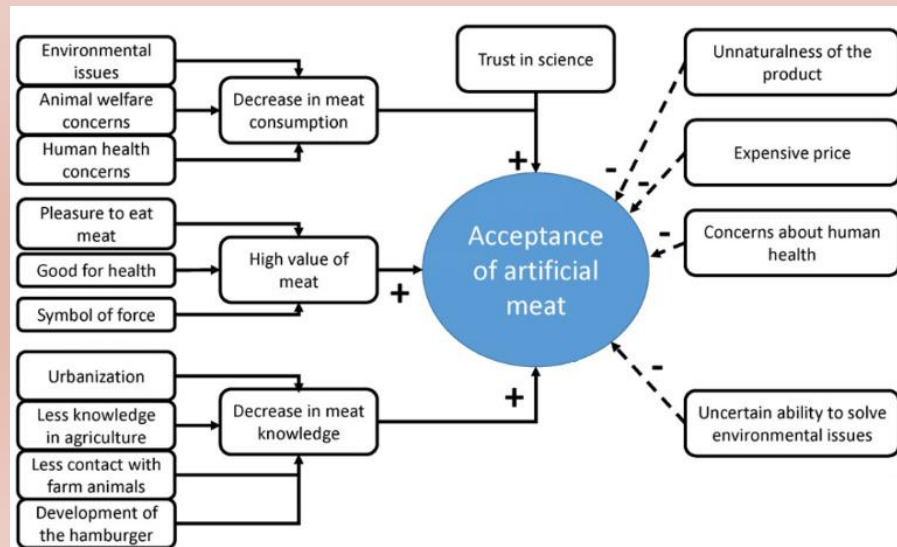
Gli animali ruminanti sono una delle fonti principali di emissione dei gas serra

Possibilità di usufruire di carne con migliori macronutrienti;

Eliminazione di possibili malattie dovute all'assunzione di carne infetta;

CONCLUSIONI

- Attualmente l'opinione pubblica è divisa in pro e contro l'introduzione di carne coltivata come alternativa.
- Nel corso degli anni l'accettazione delle persone sembra essere in aumento, ciò nonostante rimane basso il numero di persone che sarebbe disposto a mangiarla regolarmente.
- Un punto fondamentale, a cui la ricerca deve dare priorità, riguarda il dissolvere le preoccupazioni legate alla sicurezza e migliorare il gusto poiché risultano fattori rilevanti.




IMPATTO POLITICO E LEGISLATIVO:

ASSENZA DI REGOLAMENTAZIONE DA PARTE DEGLI ENTI SCIENTIFICI

Quali sono i dubbi più comuni tra gli stakeholders?

- Dove potrà essere sviluppata la produzione della carne?
Nelle tradizionali strutture agricole, in laboratori?
- Chi potrà produrre la carne, da quali figure sarà costituita la “forza-lavoro”?
Servirebbe un team di tecnici: agricoltori, biologi cellulari, ingegneri chimici, tecnici alimentari, critici alimentari, commercianti agroalimentari
- Chi sarà in grado e in regola per adottare le tecniche di produzione adeguate e dunque trarne profitto?
- Quali sono le condizioni ideali per la crescita delle cellule, quali i tipi di cellule sono adeguati e più salutari?

KEY POINTS PER LA REGOLAMENTAZIONE

- Classificare la carne ingegnerizzata come alimento di «origine animale» oppure no?
Ciò implicherebbe il coinvolgimento di numerosi enti internazionali e locali
- Definire i parametri di sicurezza in termini di prelievo delle cellule, salute degli animali donatori, condizioni di coltura:
 - Riferimento: due direttive europee (generaliste e non specifiche)
 -  Modificare e riformulare considerando:
 - i. Eventuali agenti patogeni
 - ii. Inibizione della contaminazione
 - iii. Monitoraggio degli stadi cellulari lungo il processo
- Prevenire la frode alimentare:
Proteina tracciante nella carne artificiale per impedire che essa venga “spacciata” per carne animale, e viceversa.

RUOLO E POSIZIONE DEI GOVERNI:

- ✓ Favorevoli
- ✓ Promuovere la regolamentazione della carne ingegnerizzata ed elargire fondi e finanziamenti per i piccoli produttori

NEWS SULLA REGOLAMENTAZIONE

Ottobre 2018 → Congresso FDA e USDA per la supervisione della produzione ed etichettatura della carne artificiale

Novembre 2018 → intento di redigere una regolamentazione dettagliata:

- FDA si occuperà di supervisionare la raccolta, crescita e differenziazione delle cellule
- USDA si occuperà di supervisionare la produzione ed etichettatura della carne



Attualmente, c'è disaccordo persino su quale possa essere il **nome** più appropriato:

“«Clean meat» is a more accurate way of describing real meat grown without animal slaughter. It is similar to 'clean energy' in that immediately communicates important aspects of the technology. The livestock industry view the term clean meat as derogatory, with the inference being that if cell-cultured meat is “clean,” then traditional meats would be “dirty.” This could be viewed as misleading and a violation of food labeling rules.”

CULTURED MEAT STARTUPS



 Modern Meadow

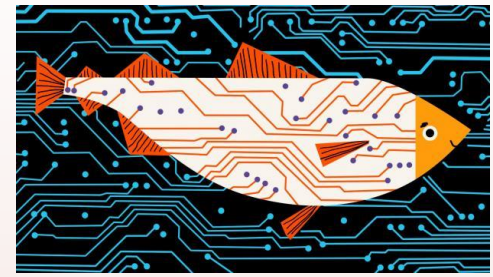
Finless Foods





FINLESS FOODS

PESCE INGEGNERIZZATO



Novembre 2018 → recenti scoperte nella produzione di pesce

da cellule muscolari di pesce, sfruttando le tecniche attuali di acquacultura:



Risultati forse più promettenti di quelli ottenuti con la carne ingegnerizzata

Tessuto adatto per essere coltivato all'interno di bioreattori:

- Tollera bene condizioni ipossiche
- Tollera bene un ampio range di pH (intracellular buffering)
- Tollera un ampio range di temperatura tra 15°C e 30°C



Riduzione di:

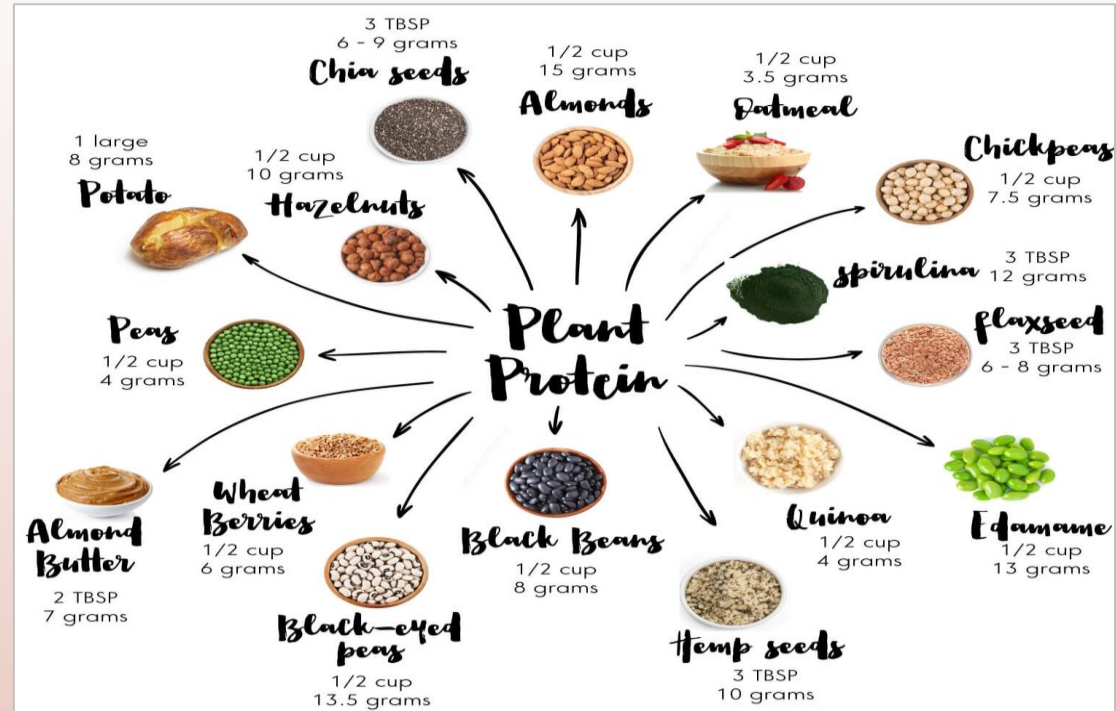
- ✓ Energia necessaria a mantenere costanti i parametri del bioreattore
- ✓ Costi degli impianti



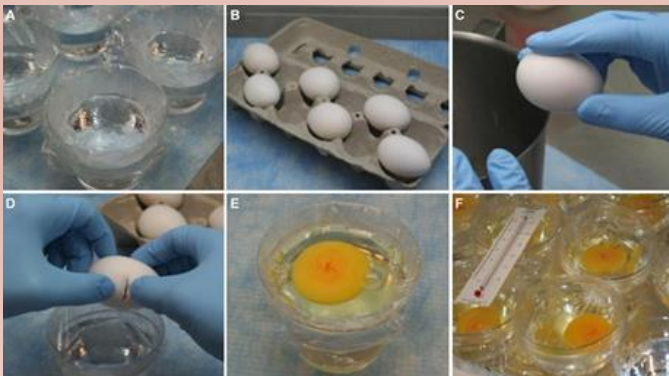
Medaglioni di pesce coltivati in vitro pronti per essere cotti e serviti: l'immagine è tratta da un video della Finless Foods, che esplora la nuova frontiera (Ansa)

PROTEINE ALTERNATIVE

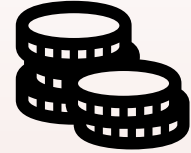
➤ Di origine naturale



➤ Di origine sintetica



POSSIBILI SCENARI FUTURI



PROBLEMA DELLA PRODUZIONE SU LARGA SCALA:

1. Diminuzione del costo  Aumento della produzione
2. Capacità di mantenere i tutti i BENEFICI



Hp: ***“Substitution effect”***

L'ascesa della carne artificiale ed in contemporanea il declino della carne tradizionale
→ diminuzione delle emissioni inquinanti e dell'utilizzo di animali e terreni



Hp: ***“Addition effect”***

Aumento nel consumo globale di carne (disposizione di fonte naturale e artificiale)

Benefici?

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI



Il quadro più plausibile:

Combinazione di carne artificiale

insieme alla diminuzione parziale della produzione di carne tradizionale,
all'aumento di proteine vegetali nella nostra alimentazione



Bibliografia e Sitografia

- *In vitro* meat production: Challenges and benefits over conventional meat production Zuhaib Fayaz Bhat, Sunil Kumar, Hina Fayaz
- Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects Mark J. Post
- Possibilities for an in vitro meat production system I. Datar, M. Betti
- Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects Isam T Kadim, Osman Mahgoub, Senan Baqir, Bernard Faye , Roger Purchas
- In vitro meat production system: why and how? Shruti Sharma & Sukhcharanjit Singh Thind & Amarjeet Kaur
- Cultured meat: state of the art and future Mrunalini K. Gaydhane · Urbashi Mahanta · Chandra S. Sharma · Mudrika Khandelwal · Seeram Ramakrishna
- Engineering vascularized skeletal muscle tissue Shulamit Levenberg, Jeroen Rouwkema, Mara Macdonald, Evan S Garfein, Daniel S Kohane, Diane C Darland, Robert Marini, Clemens A van Blitterswijk, Richard C Mulligan, Patricia A D'Amore & Robert Langer
- Meat derived from stem cells: How, what and why Jack Williams
- Consumer responses to a future UK food system Laura O'Keefe, Carly McLachlan, Clair Gough, Sarah Mander and Alice Bows-Larkin
- Regulation of Cell-Cultured Meat

Bibliografia e Sitografia

- If you build it, will they eat it? Consumer preferences for plant-based and cultured meat burgers Peter Slade
- <https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm626117.html>
- https://www.corriere.it/animali/18_giugno_02/pesce-provetta-branzino-gamberi-tonno-768c129e-668d-11e8-a1d6-396872be4e4c.shtml
- Public Perceptions of the Ethics of In-vitro Meat: Determining an Appropriate Course of Action Linnea I. Laestadius
- Attitudes to *in vitro* meat: A survey of potential consumers in the United States Matti Wilks, Clive J. C. Phillips
- Meat consumption, health, and the environment H. Charles J. Godfray*, Paul Aveyard, Tara Garnett, Jim W. Hall, Timothy J. Key, Jamie Lorimer, Ray T. Pierrehumbert, Peter Scarborough, Marco Springmann, Susan A. Jebb
- Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review Christopher Bryant*, Julie Barnett
- Cellular agriculture: The coming revolution in food Production Carolyn S. Mattick
- Rubio, N.; Datar, I.; Stachura, D.; Krueger, K. Cell-Based Fish: A Novel Approach to Seafood Production and an Opportunity for Cellular Agriculture. Preprints 2018



Grazie per
l'attenzione!

