

Carne ingegnerizzata: Meet the new meat



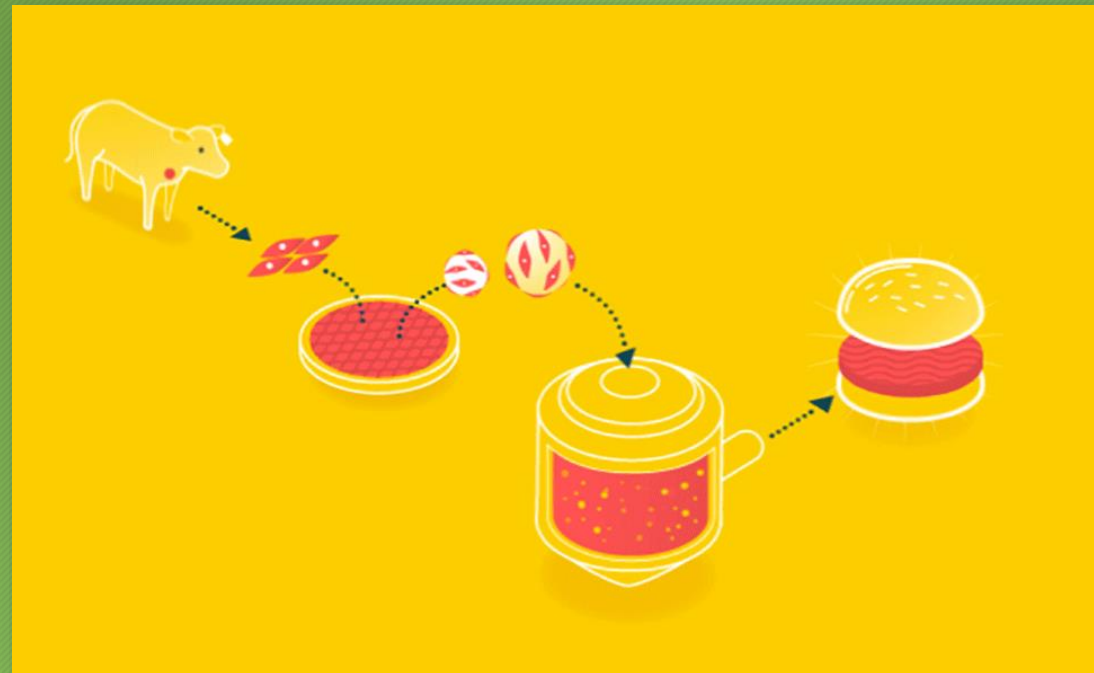
UNIVERSITÀ DI PISA

M. N. Antonuccio, I. Chiesa, A. Cignoni, M. Dal Canto, G. Fortunato, C. Milieri

Cos'è?



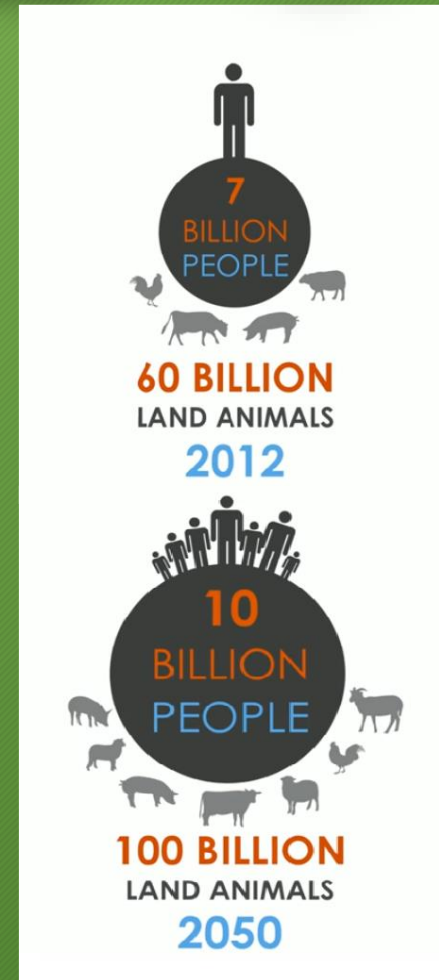
La realizzazione di carne in vitro consiste nella coltivazione in laboratorio di cellule staminali prelevate da un animale da fattoria, utilizzando avanzate tecniche di biofabbricazione



Perché?



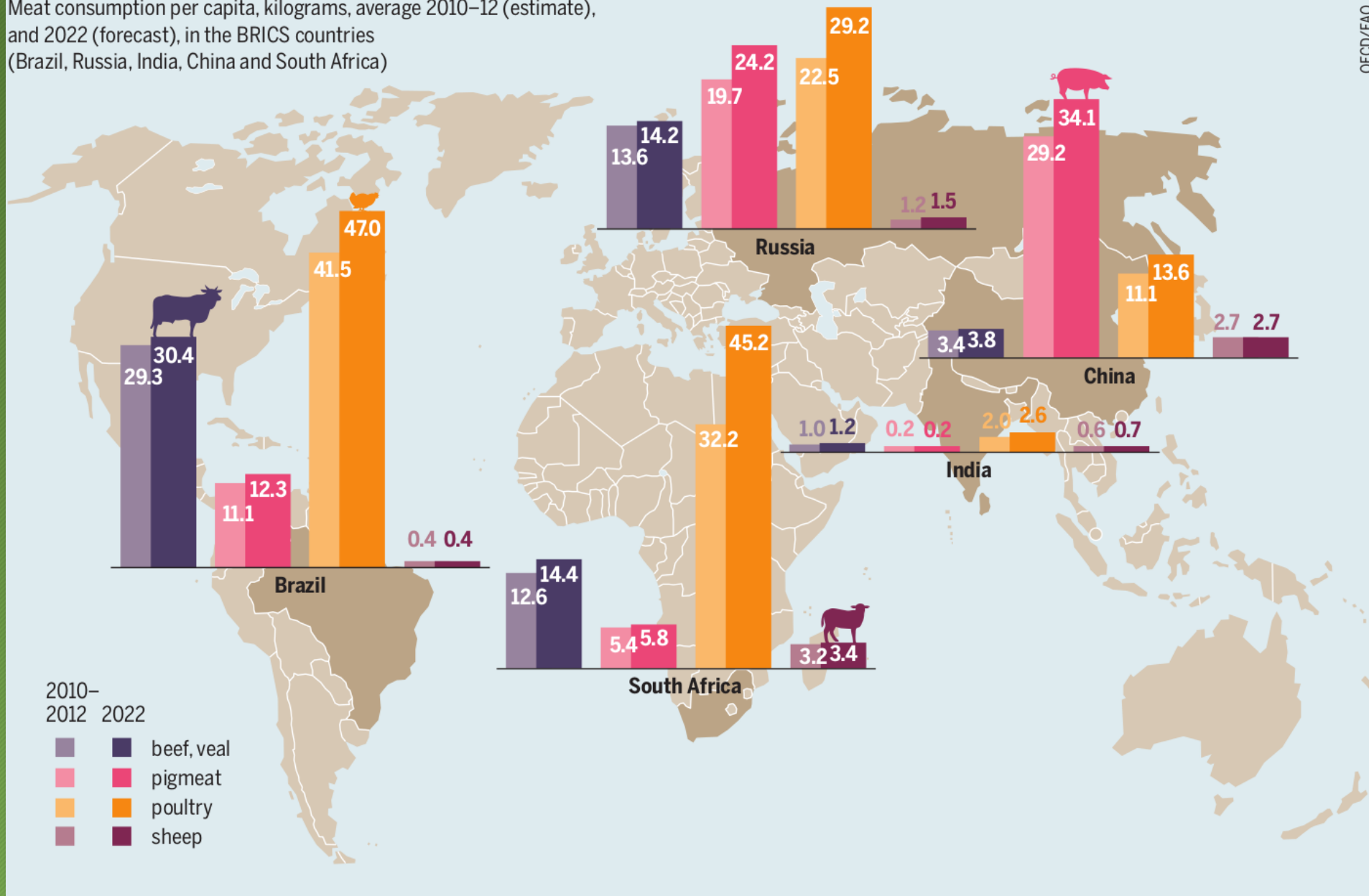
- Terreni adibiti all'allevamento del bestiame = 70% del totale dei terreni agricoli
- Saturazione della capacità di produzione
 - Aumento della domanda di carne del 73% entro il 2050
- Preoccupazione crescente sull'impatto ambientale durante il ciclo di produzione (18% del totale delle emissioni di gas serra)
- Riduzione dello sfruttamento animale
- Aumento dell'incidenza di patologie derivanti dal consumo di carne rossa (mucca pazza, salmonella, cancro al colon-retto e malattie cardio-vascolari)



Consumo carne: 2010-2022

Meat consumption per capita, kilograms, average 2010–12 (estimate), and 2022 (forecast), in the BRICS countries (Brazil, Russia, India, China and South Africa)

OECD/FAO



Perché?



- Terreni adibiti all'allevamento del bestiame = 70% del totale dei terreni agricoli
- Saturazione della capacità di produzione
 - Aumento della domanda di carne del 73% entro il 2050
- Preoccupazione crescente sull'impatto ambientale durante il ciclo di produzione (18% del totale delle emissioni di gas serra)
- Riduzione dello sfruttamento animale
- Aumento dell'incidenza di patologie derivanti dal consumo di carne rossa (mucca pazza, salmonella, cancro al colon-retto e malattie cardio-vascolari)



Gas serra prodotti dal settore zootecnico

I maggiori responsabili delle emissioni

allevamenti di bovini

41%

produzione latte

20%

allevamenti di suini

9%

La zootecnica è responsabile dell'emissione di **7,1 gigatonnellate di anidride carbonica equivalente all'anno**

18%

di tutte le emissioni di gas serra prodotte dagli esseri umani

allevamenti di ovini

6%

produzione pollame e uova

8%

allevamenti di bufali

8%

Le fonti

6% trasporto

10% decomposizione letame

39% processo digestivo dei bovini

45% produzione e lavorazione dei mangimi

Perché?



- Terreni adibiti all'allevamento del bestiame = 70% del totale dei terreni agricoli
- Saturazione della capacità di produzione
 - Aumento della domanda di carne del 73% entro il 2050
- Preoccupazione crescente sull'impatto ambientale durante il ciclo di produzione (18% del totale delle emissioni di gas serra)
- Riduzione dello sfruttamento animale
- Aumento dell'incidenza di patologie derivanti dal consumo di carne rossa (mucca pazza, salmonella, cancro al colon-retto e malattie cardio-vascolari)



Dalla teoria...

- 1912 - Alexis Carrell: primi esperimenti di carne in-vitro
- 1930 - Frederick Edwin Smith: *“It will no longer be necessary to go to the extravagant length of rearing a bullock in order to eat its steak. From one ‘parent’ steak of choice tenderness, it will be possible to grow as large and as juicy a steak as can be desired”*
- 1932 - Winston Churchill: *“Fifty years hence we shall escape the absurdity of growing a whole chicken in order to eat the breast or wing by growing these parts separately under a suitable medium”*
- 1950 - Willen Van Eelen: idea di creare carne da tessuto coltivato in laboratorio
- 2002 - Brenjaminsen et al.: coltivazione tessuto muscolare estratto da pesce rosso

...alla pratica!

- 2013 - Mark Post, University of Maastricht:

Viene prodotto e testato il primo hamburger ricavato da cellule staminali prelevate dalla spalla di un bovino: furono necessari 3 mesi per ottenere le dimensioni desiderate e un costo di **330000 \$**



PROCESSO DI PRODUZIONE DELLA CARNE IN-VITRO

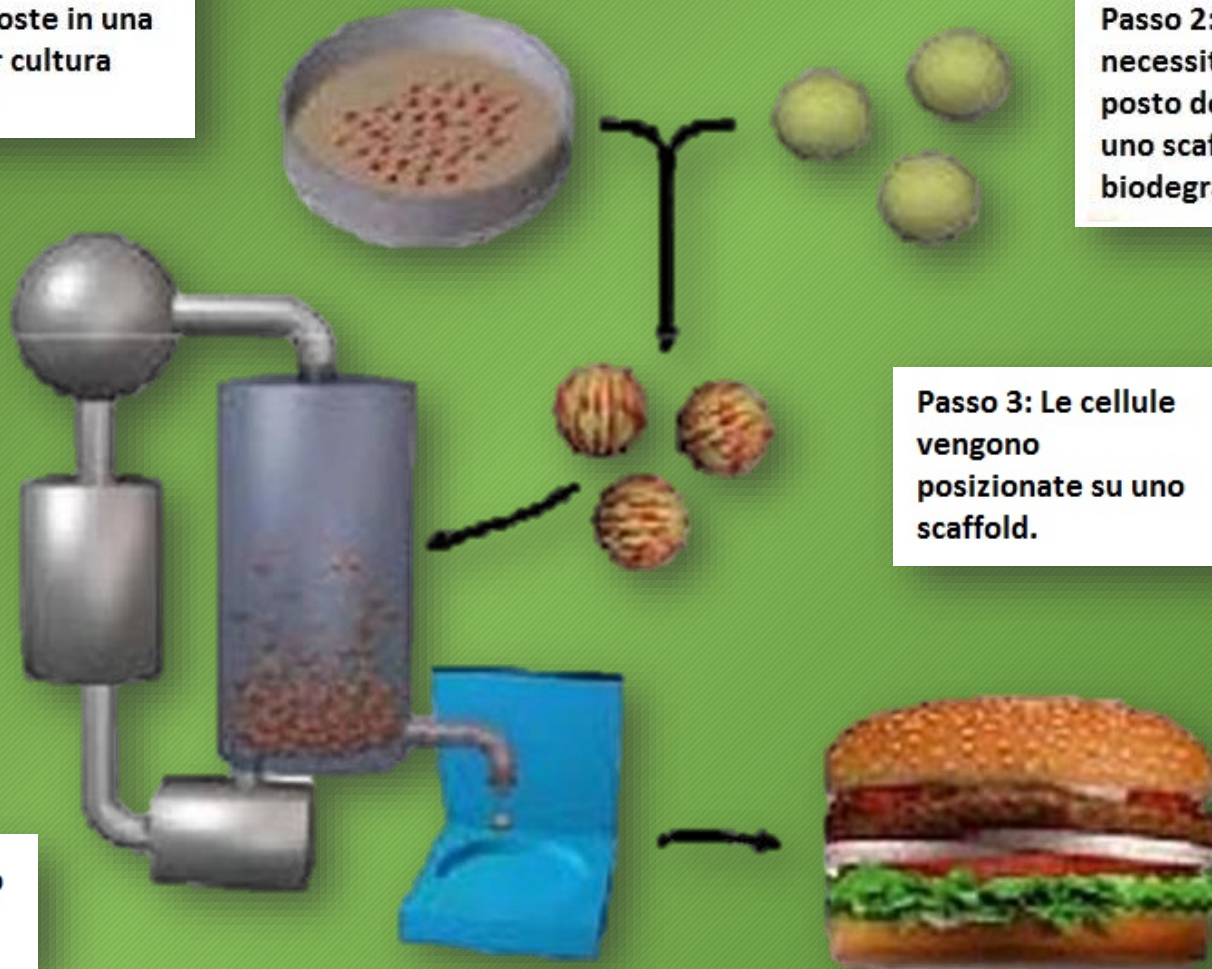
Passo 1: le cellule miosatelliti vengono prelevate dall'animale tramite una biopsia e vengono poste in una piastra per cultura cellulare.

Passo 2: le cellule necessitano di un posto dove crescere: uno scaffold edibile e biodegradabile.

Passo 4: gli scaffolds vengono posti all'interno di un bioreattore con opportuni fattori di crescita.

Passo 3: Le cellule vengono posizionate su uno scaffold.

Passo 5: assemblaggio del prodotto finale.

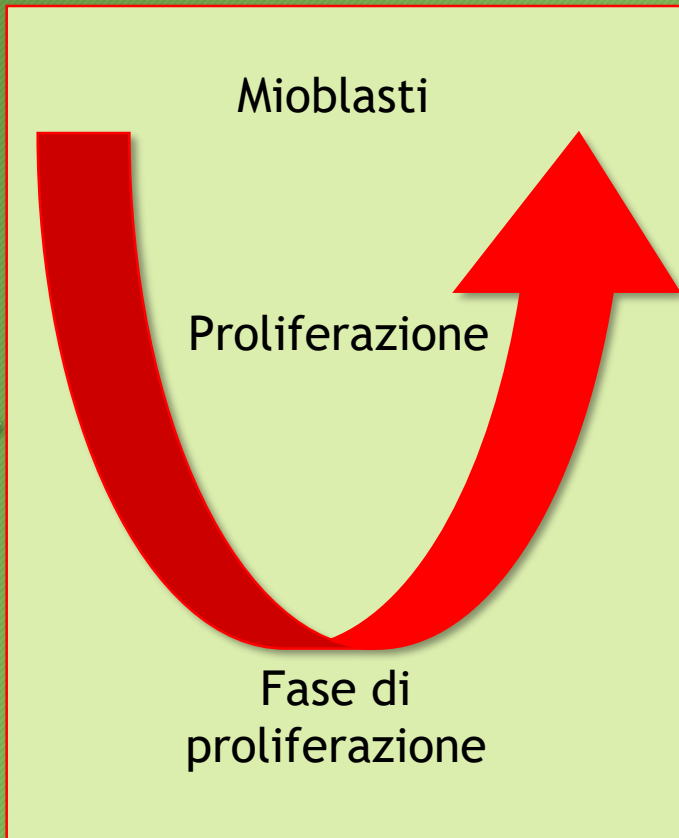


Il processo di produzione: le cellule



Cellule miosatelliti

Attivazione



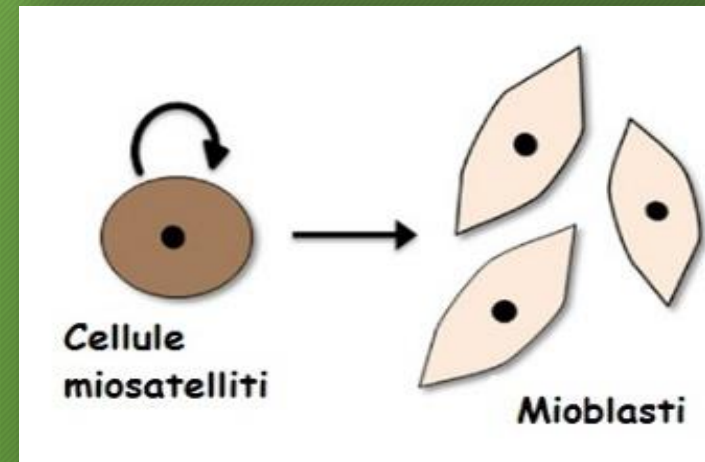
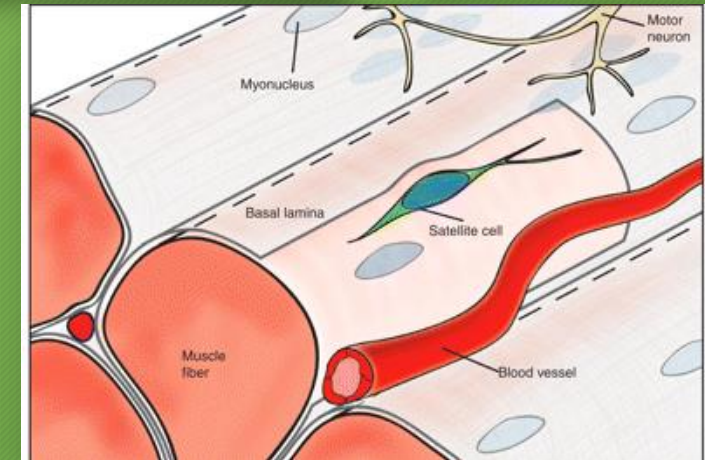
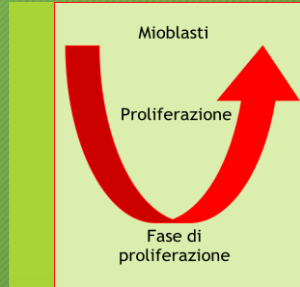
Differenziamento dei miociti, fusione e ipertrofia dei miotubi

I miotubi sono pronti per il processing

Fase di differenziamento

Il processo di produzione: fase di proliferazione

- Obiettivo: ottenere il massimo numero di cellule a partire da un piccolo gruppo iniziale di cellule miosatelliti (staminali multipotenti) prelevate tramite biopsia indolore dal muscolo del bovino
- A partire da una singola cellula satellite, si possono realizzare 20 sdoppiamenti (rate di crescita=0.0254 cellule/cellula*h)
- Requisiti: elasticità del substrato su cui sono coltivate le cellule satellite (substrati più rigidi conciliano maggiormente la proliferazione delle cellule miosatelliti). Coprire la superficie di coltura con proteine che mimano la membrana basale ha un buon impatto sul rate di proliferazione
- Al termine della fase di proliferazione si passa da cellule satelliti a mioblasti



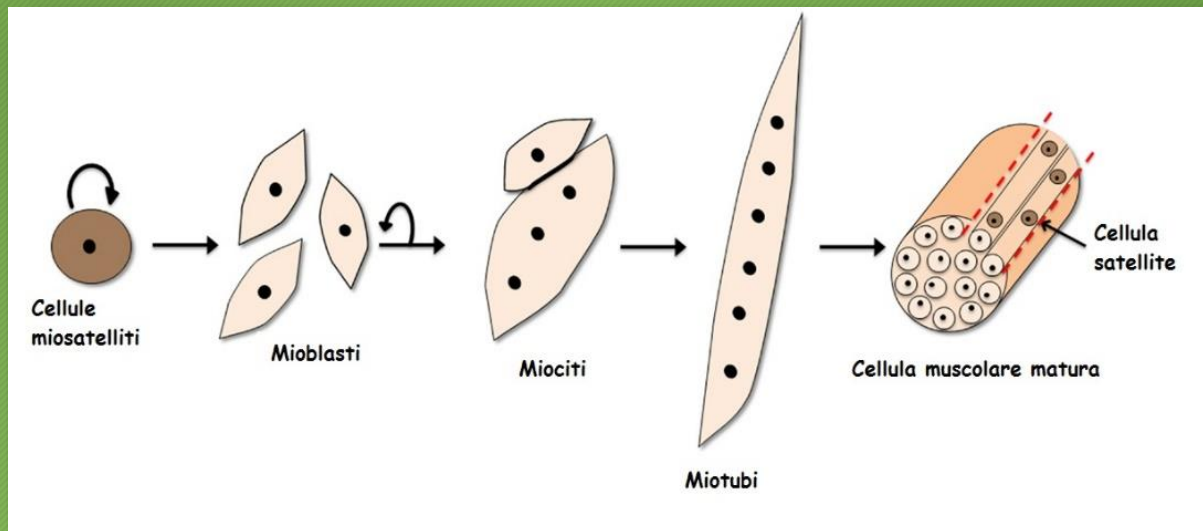
Il processo di produzione: fase di differenziamento

Differenziamento dei miociti, fusione e ipertrofia dei miotubi

I miotubi sono pronti per il processing

Fase di differenziamento

- Obiettivo: i mioblasti devono differenziarsi in miociti e fondersi in miotubi (fibre del muscolo scheletrico), forzandoli a produrre proteine
- I fattori che permettono il differenziamento dei mioblasti sono definiti fattori di regolazione miogenica e sono ad esempio la MyoD, la Myf5 e la miogenina
- Stimoli meccanici importanti per: produzione di proteine e aggregazione in unità contrattili che conferiscono al muscolo la sua tipica striatura



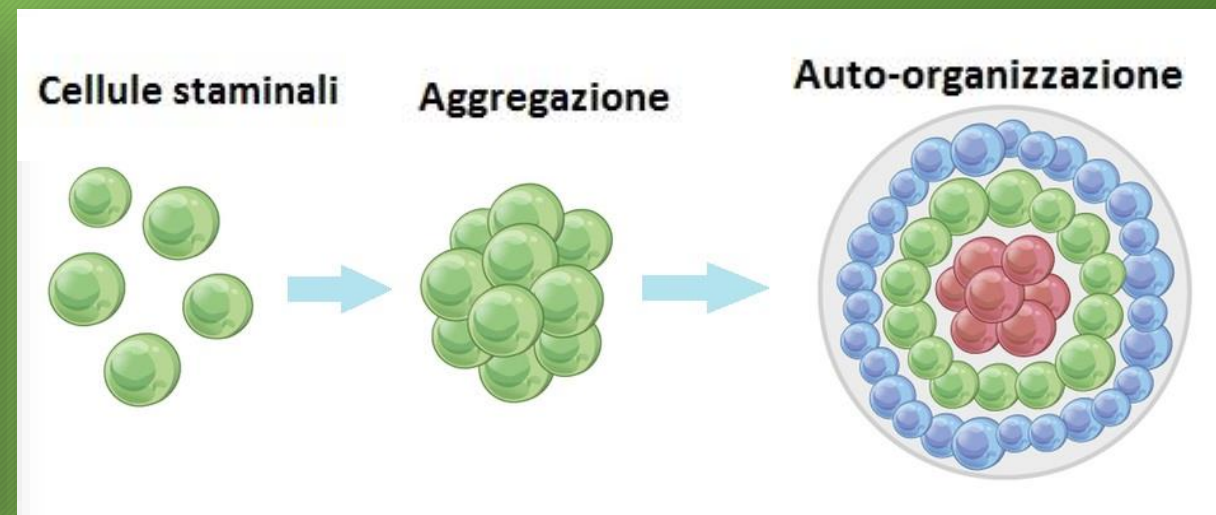
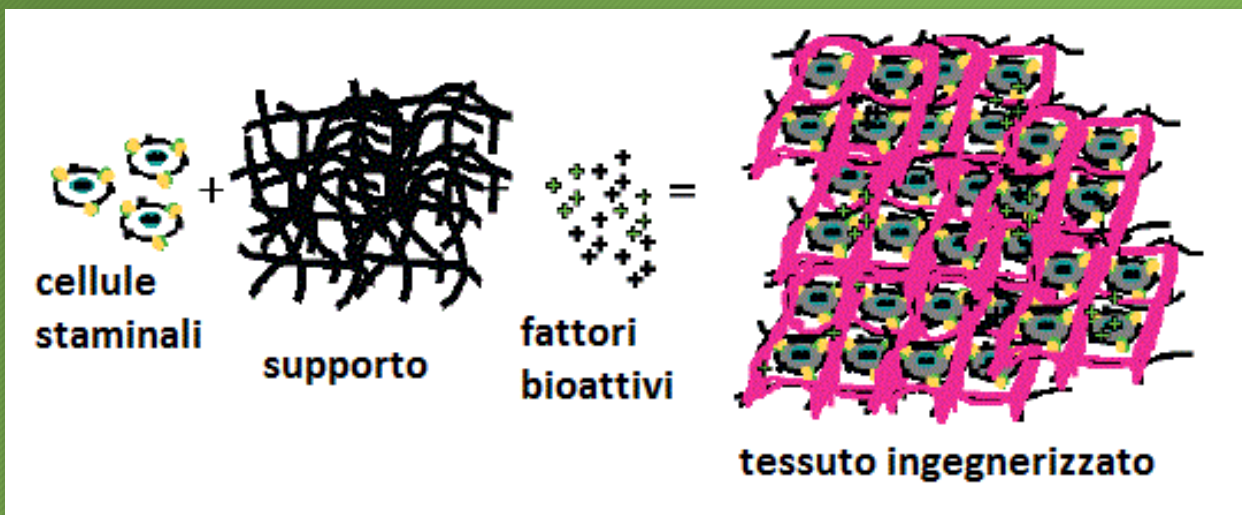
Il processo di produzione: le tecniche di coltivazione



Per riprodurre in laboratorio la fase di proliferazione e la fase di differenziamento esistono due principali tecniche di coltivazione

Tecniche che prevedono un supporto

Tecniche di auto-organizzazione

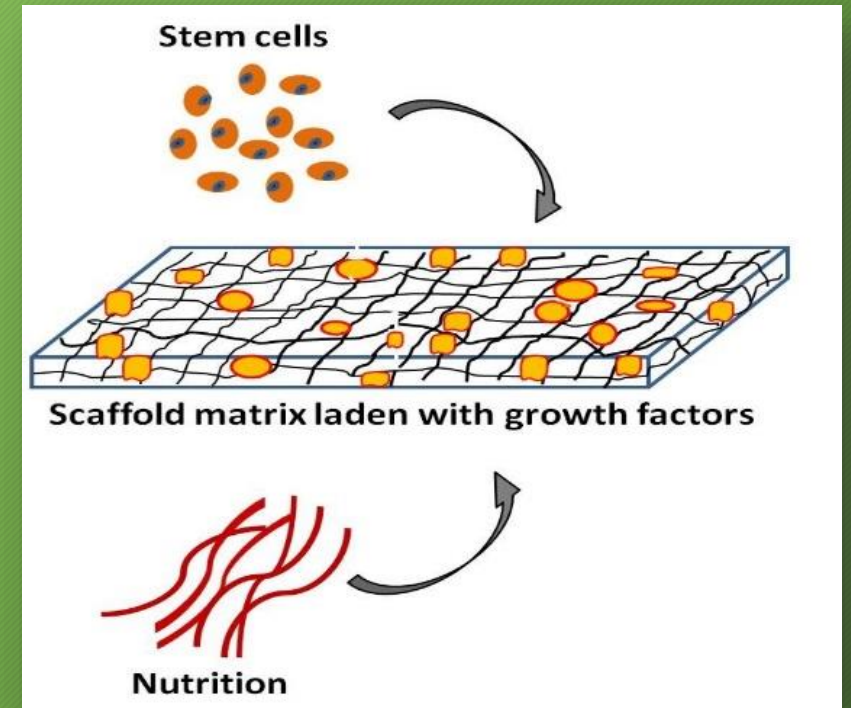


Il processo di produzione: le tecniche di coltivazione



TECNICHE CHE PREVEDONO UN SUPPORTO PER LO SVILUPPO

- Le cellule sono trasferite all'interno di un mezzo di cultura appropriato posto a contatto con uno scaffold e vengono così lasciate libere di duplicarsi e di differenziarsi per settimane e/o mesi
- Limiti: NO strutture altamente complesse (bistecche), MA carne soffice, sottile e senza ossa
- Due tipologie di supporto: designer scaffold e random scaffold



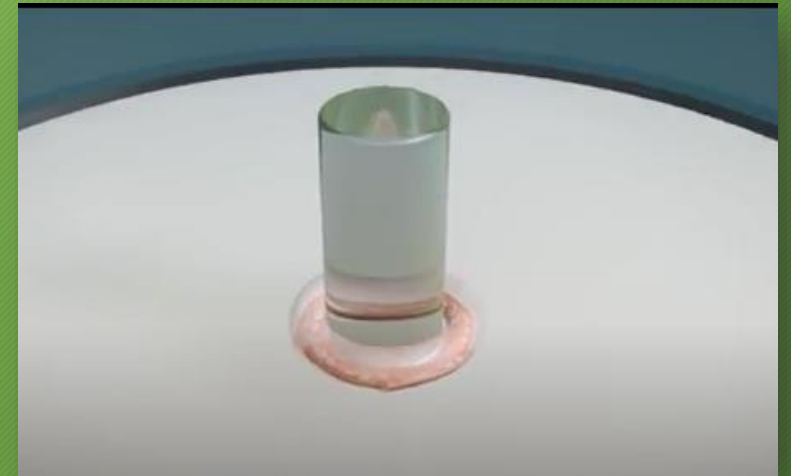
Il processo di produzione: designer scaffold



Idrogel biocompatibile: gel di fibrina misto collagene e matrigel, gel di *agarosio*. Favorisce l'allineamento dei miotubi

Limiti: stabilità dell'idrogel

Soluzione: co-coltura con fibroblasti in modo tale da produrre matrice extracellulare in contemporanea alla degradazione dell'idrogel. Può essere utile utilizzare una co-coltura per integrare il tessuto muscolare con il tessuto adiposo



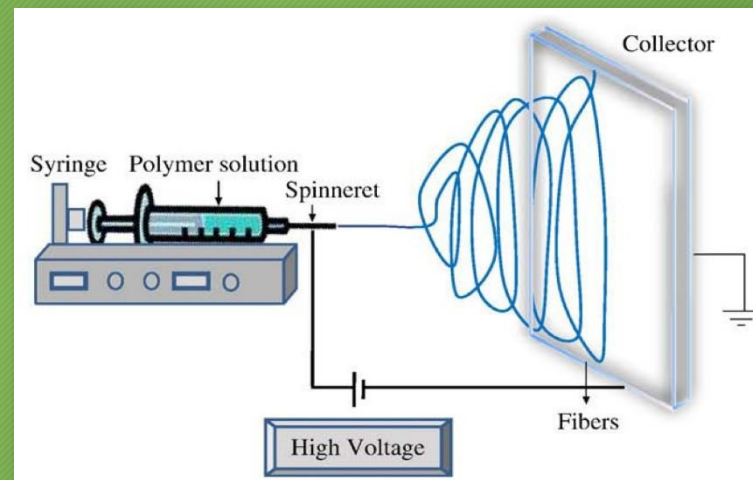
Il processo di produzione: designer scaffold



Polimeri sintetici biodegradabili: PCL, PLLA prodotti con tecniche quali elettrospinning

Limiti: distribuzione non omogenea

Soluzione: elettrospinning a bassa temperatura (migliore diametro fibra e orientazione)

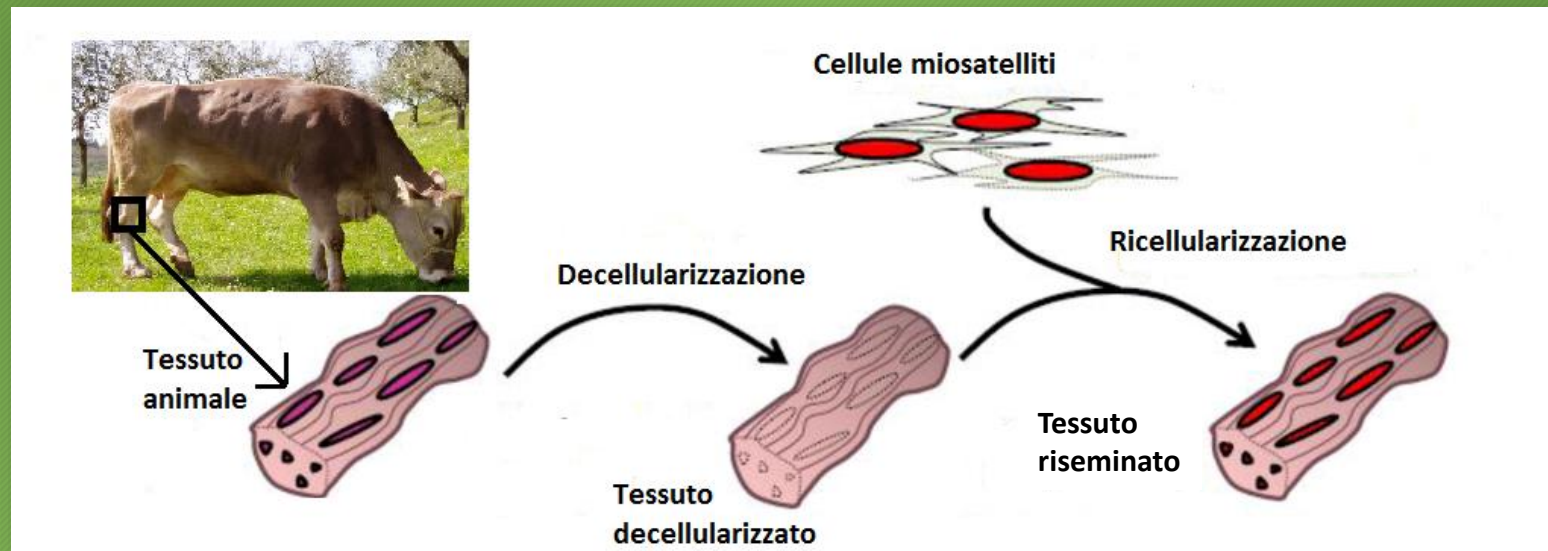


Il processo di produzione: random scaffold



Utilizzo di tessuto muscolare animale decellularizzato per produrre strutture meglio organizzate e di dimensioni rilevanti

Limiti: bioeticità del prelievo del tessuto

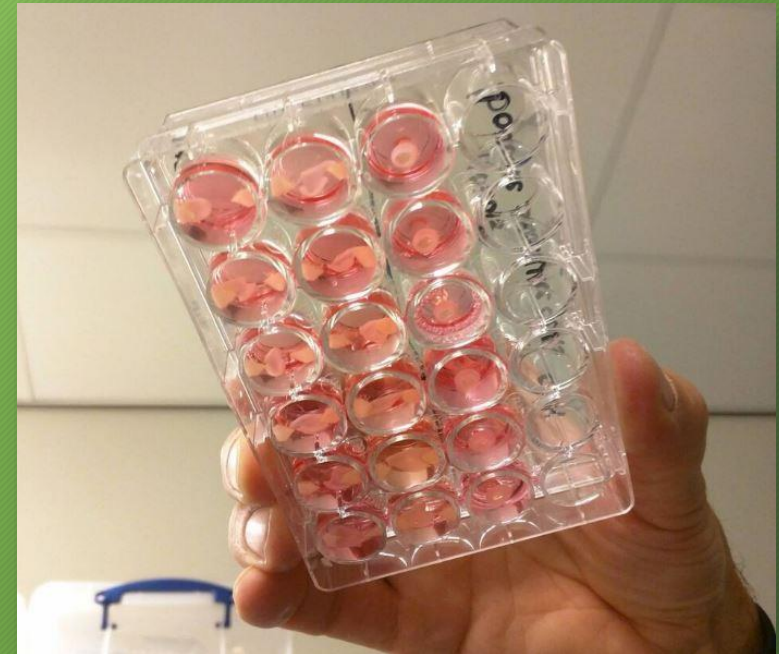


Il processo di produzione: le tecniche di coltivazione



TECNICHE DI AUTO-ORGANIZZAZIONE

- Si basano sulla capacità che cellule simili hanno di aderire una sull'altra e di crescere fino ad ottenere un tessuto muscolare intero senza l'utilizzo di un supporto.
- Vantaggi: possibilità di avere strutture stabili senza la perdita di plasticità



Problematiche delle tecniche di coltivazione



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

Limite di diffusione dell'ossigeno e di altri nutrienti: 200 μm

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Seconda legge di Fick

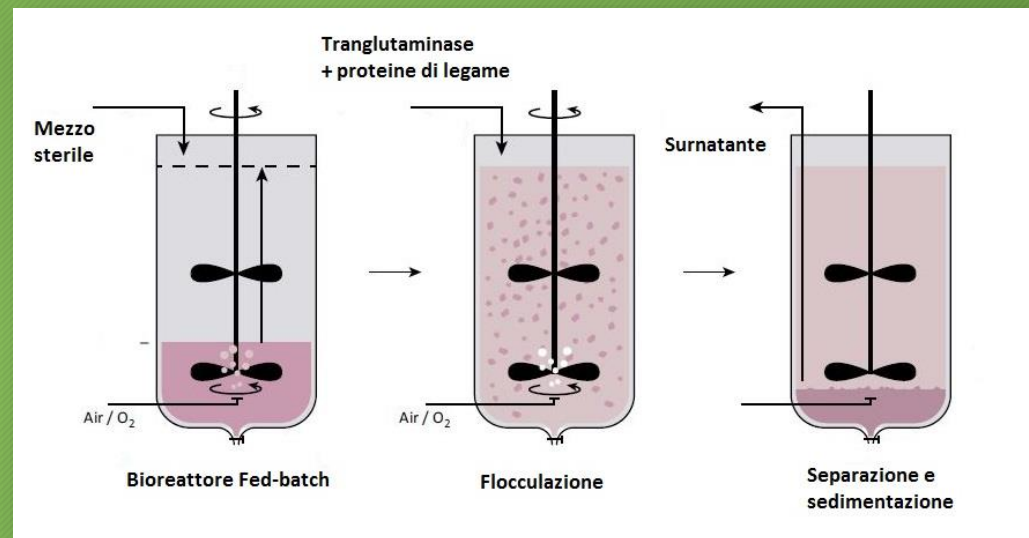
Problematiche delle tecniche di coltivazione: bioreattori



Attualmente la soluzione utilizzata al problema dell'ossigeno è l'utilizzo di un bioreattore, un microambiente dinamico in cui è possibile, tramite la creazione di un flusso convettivo, portare ossigeno e nutrienti a distanze maggiori oltrepassando il problema della necrosi e arrivando a strutture di dimensioni più rilevanti. Il bioreattore fornisce inoltre gli stimoli meccanici necessari per il differenziamento dei mioblasti, ancorandoli al piatto di coltura per simulare i tendini. Il più grande bioreattore idoneo per questo processo ha un volume di circa 25 000 litri e, secondo Mark Post, può produrre carne per 10 000 persone.

Flusso convettivo e diffusivo

$$\frac{dc}{dt} = D\nabla^2 c - R_{vol} - v \cdot \nabla c$$

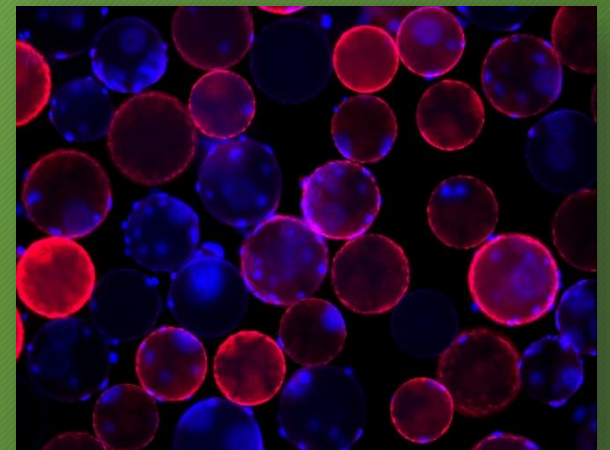
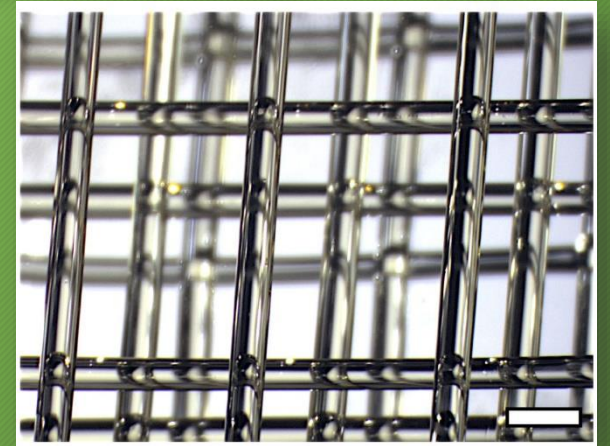


pH = 7.4
 $T_{H2O} = 23^\circ C$
 $T_{cellule} = 37^\circ C$

Ulteriori possibili soluzioni



- Per ovviare al problema della vascolarizzazione viene aggiunta alla struttura in costruzione un network di polimeri edibili e porosi che permetta la diffusione di nutrienti e a cui le cellule possano aderire, fungendo quindi da sistema vascolare per la carne in vitro
- Soluzione più recente: *microcarrier* sferici (\varnothing 100-300 μm) che fungono da supporto strutturale per la proliferazione e maturazione dei miotubi in tessuto muscolo-scheletrico



Esempio: esperimento Mattick et al.



Bioreattore con microcarrier sferici

$$\text{Total Oxygen Uptake} = \frac{10^{-12} q_{O_2} X_0 V_l}{\mu} (e^{\mu t} - 1) = 723 \text{ moles}_{O_2}$$

q_{O_2} =tasso di uptake specifico di ossigeno=332.2 nmol/(h*10⁶ cell)

X_0 =concentrazione iniziale delle cellule in coltura=2x10⁵ cell/ml

V_l =capacità del bioreattore=15000 l

μ =tasso di crescita cellulare=0.0254 h⁻¹

t =tempo di proliferazione=118 h

Il processo di produzione: mezzo di coltura



- Le cellule durante tutte le fasi del processo richiedono nutrimento mediante mezzo di coltura costituito da acqua, glucosio e una mistura chiamata *mezzo basale* che contiene aminoacidi, lipidi, vitamine e sali (max 5×10^7 cells/ml)
- Spesso viene aggiunto siero fetale bovino che favorisce l'adesione, la proliferazione e la crescita. Limiti: costi elevati, incoerenza con finalità bioetica del processo
- Durante la fase di proliferazione è richiesto minore mezzo di coltura a causa dell'aumento del volume cellulare
- Per produrre 1 kg di carne artificiale sono necessari 1.33 kg di nutrienti
- Per il primo hamburger realizzato da Mark Post sono stati necessari circa 20000 filamenti di tessuto muscolare



Processo di produzione con scaffold



Il processo di produzione: stampa 3D



L'azienda *Modern Meadow* fondata da Gabor e Andras Forgacs produce carne in-vitro utilizzando le attuali tecniche di bioprinting 3D



"With the livestock industry being the largest user of land and water and the leading driver of climate change, now is the time to pursue better alternatives. Our goal is to develop new cultured leather materials with advantages in design, performance, sustainability and animal welfare. In the longer term, we are also developing meat products that are healthier, safer and don't require harming animals or the environment." - Andras Forgacs

Il processo di produzione: stampa 3D



- Il tessuto muscolare ottenuto da cellule staminali (miotubi) viene inserito in una bio-cartridge e stampato in combinazione con altri tipi di tessuto, secondo la forma desiderata, al fine di ottenere carne identica a quella ottenuta da allevamento
- La carne prodotta artificialmente risulta trasparente e viene quindi colorata con colorante alimentare naturale rosso
- È priva di grassi quindi non è molto appetibile, ma questo limite può essere superato aggiungendo cellule di grasso coltivate in-vitro



Dalla Petri...in padella!



In vitro meat: PRO



La carne prodotta in vitro è ingegnerizzabile e questo comporta la possibilità di ottenere una carne più sana e funzionale manipolando la composizione del mezzo di cultura per quanto riguarda il contenuto di acidi grassi



Produzione di carne più sana potendo sostituire i grassi saturi animali con grassi più sani come gli omega3

In vitro meat: PRO



La produzione di carne in vitro eviterebbe la sofferenza e la morte di molti animali da macello in quanto una sola fattoria potrebbe sfamare l'intero globo



Se dieci cellule staminali solo lasciate libere di duplicarsi in un mezzo di cultura appropriato si possono ottenere fino a 50 000 tonnellate di carne

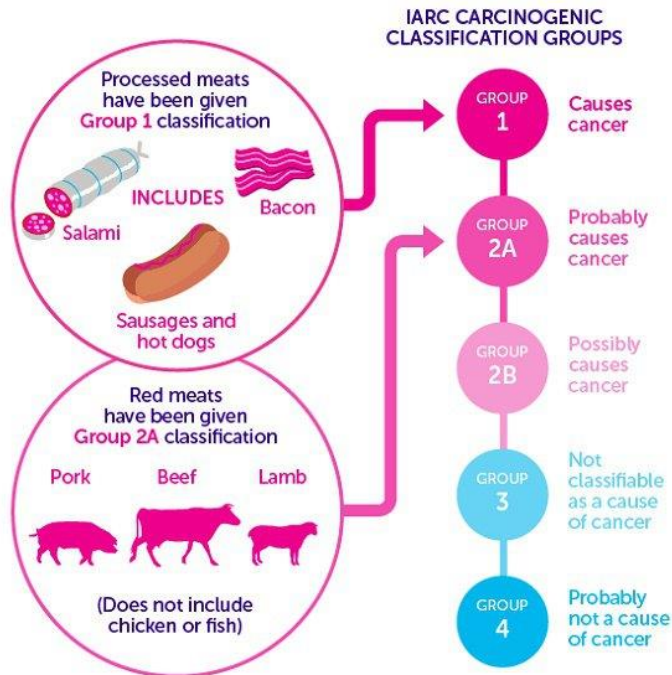
In quest'ottica la carne in vitro potrebbe essere adatta per tutte quelle persone che sono vegetariane per motivi etici



In vitro meat: PRO



MEAT AND CANCER HOW STRONG IS THE EVIDENCE?



These categories represent how likely something is to cause cancer in humans, not how many cancers it causes.

- L'incidenza di malattie trasmesse da animali potrebbe significativamente essere ridotta in quanto la possibilità di contaminazione della carne sarebbe quasi del tutto assente per la mancanza di organi contaminati e per la presenza di un ambiente sterile
- Verrebbe diminuita inoltre l'assunzione da parte dell'uomo di pesticidi, diossine, e ormoni che sono associati con i convenzionali metodi di produzione di carne animale
- Si possono eliminare tutti quei fattori responsabili di incidenza di tumori dovuti all'assunzione di carne rossa

In vitro meat: PRO



La produzione di carne risulterebbe molto più veloce: per rendere la carne disponibile sul mercato si passerebbe

- Da mesi a settimane per i polli
- Da anni a mesi per maiali e bovini

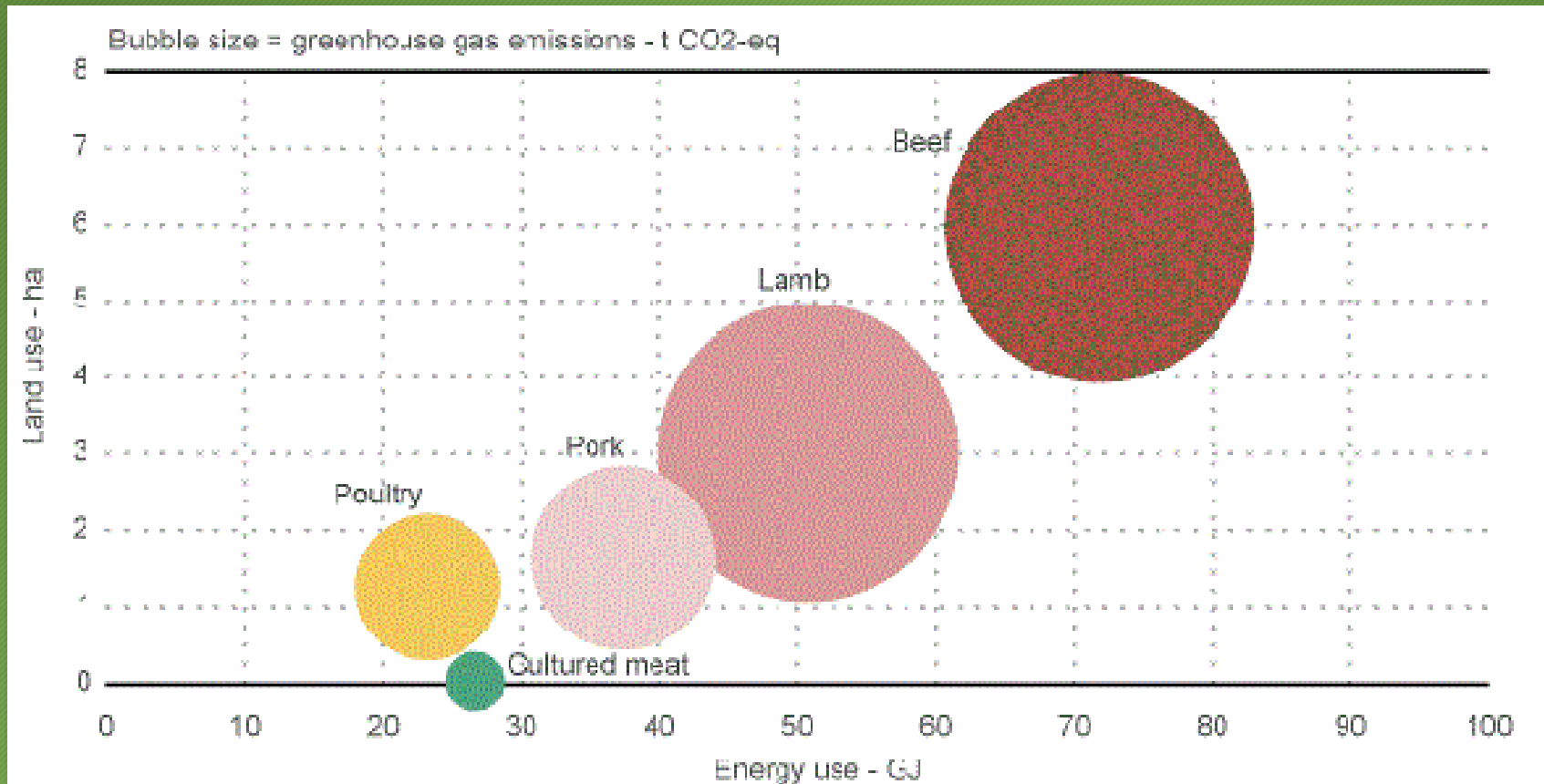


Notevole diminuzione di energia e di lavoro necessari per la produzione di 1 Kg di carne



Ottimizzazione dell'utilizzo di energia in quanto si utilizzerebbero solo i nutrienti e l'energia necessaria per la crescita e il mantenimento del solo muscolo scheletrico e non di tutto l'animale

In vitro meat: PRO



Impatto ambientale sulla produzione di 1000 kg di carne

In vitro meat: PRO



La produzione in vitro di carne è più efficace dal punto di vista energetico e più "environment friendly" rispetto alle convenzionali tecniche di produzione in quanto si ridurrebbe:

- L'impronta carbonica della produzione di carne per la riduzione del numero terreni usati come allevamenti di un 99%, i quali potrebbero essere utilizzati per altri scopi o semplicemente potrebbero essere riportati allo stato selvatico per la ripopolazione di animali in via di estinzione
- L'emissione di gas serra fino ad un 96%
- L'utilizzo di acqua fino ad un 96%



In vitro meat: PRO



Environmental impact compared

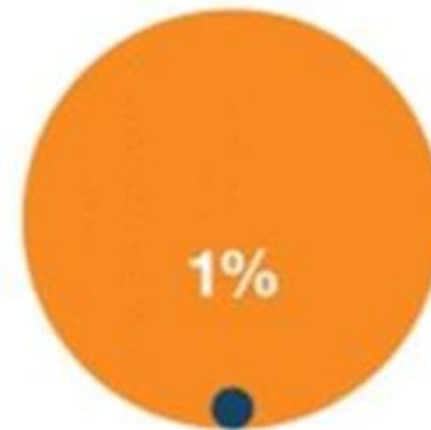
● Conventionally farmed beef ● Lab-grown beef



Energy use



Greenhouse gas emissions



Land use

Source: Environmental Science & Technology Journal

In vitro meat: PRO



La produzione di carne in vitro può essere considerata come una valida fonte di proteine animali producibile in situ per missioni spaziali di lungo tempo, stazioni scientifiche nelle regioni polari, situazioni di emergenza per attacchi nucleari o biologici.



In vitro meat: **CONTRO**



“Real steak is a big stretch. It won’t be the first product since steak is very hard to make for now. The first wave of meat products to be made with this approach will likely be minced meats (burgers, sausages, etc.) and pates (goose liver pate, etc.).” - Andras Forgacs



In vitro meat: **CONTRO**



COSTO: la produzione di carne in vitro presenta un costo di 50 000 \$ per libbra (1 libbra = 454 grammi) e questo risulta essere il principale ostacolo alla sua diffusione su larga scala



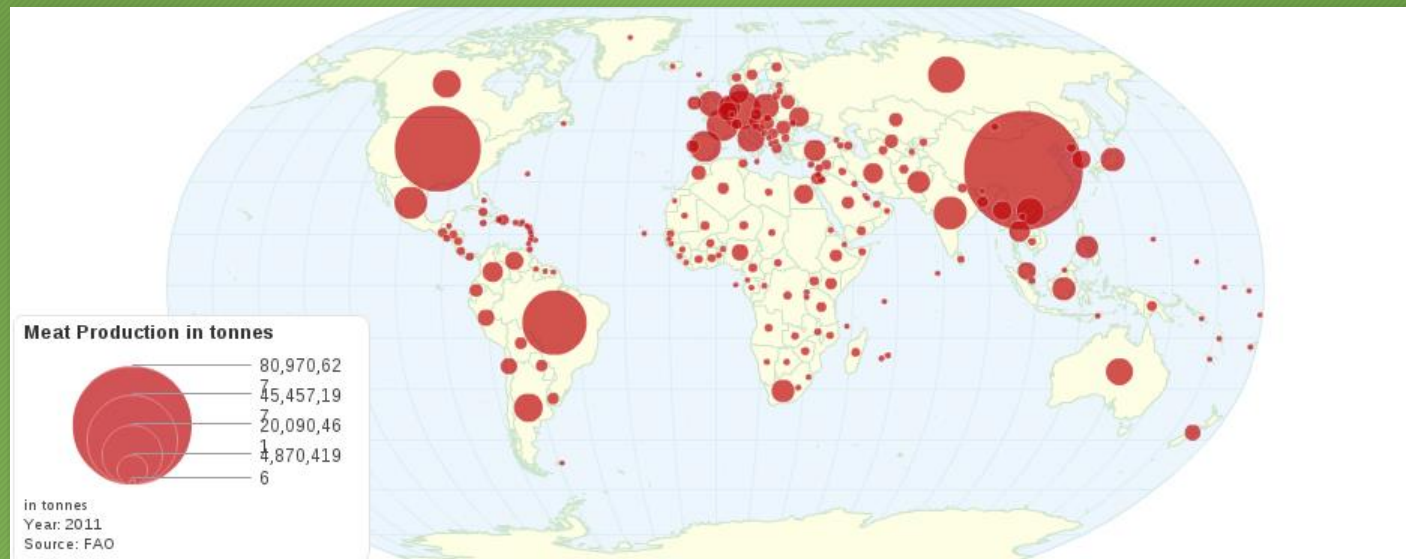
Attualmente però, considerando una produzione su larga scala, il costo per la produzione di un hamburger scende a 10-11 \$, ancora comunque troppo alto rispetto a un hamburger da allevamento



In vitro meat: **CONTRO**



- Lo sviluppo su scala mondiale della produzione in vitro di carne minerebbe l'economia di tutte quelle nazioni che sono coinvolte nella convenzionale produzione di carne
- La produzione di carne in vitro potrebbe portare ad una ulteriore separazione tra l'uomo e la natura e ad una estrema dipendenza dell'uomo dalla tecnologia



In vitro meat: **CONTRO**



Anche se si ricorresse alla sola carne in vitro, non è tuttavia detto che il suolo non sfruttato per l'allevamento verrebbe "riforestato": infatti altri fattori come aumenti di produttività, cicli economici, cambiamenti nelle produzioni agricole e l'aumento di biocarburanti giocano un importante ruolo nello sfruttamento del territorio.



In vitro meat: CONTRO



La ricercatrice Christien Meindersma, nel Nord Irlanda, ha osservato che i bioprodotti, derivanti dalla macellazione di un maiale, trovano applicazione in una grande varietà di prodotti d'uso comune come pane, calcestruzzo, dispositivi e terapie mediche, fonti di energia rinnovabile e anche proiettili. La riduzione o eliminazione dell'allevamento di bestiame potrebbe avere sorprendenti effetti a valle, che includono, ad esempio, l'aumento del prezzo dei vaccini e delle sostanze terapeutiche, in quanto nessun altro prodotto sintetico funziona o opera ugualmente bene

Le reazioni del consumatore



Una delle più grosse sfide della carne in-vitro è ricevere l'approvazione da parte dei consumatori.

CONSUMATORI



Supportano lo sviluppo delle tecnologie non invasive che migliorino la salubrità e la qualità delle carni

Sono riluttanti alle manipolazioni e agli interventi, percepiti come eccessivi, invasivi e non naturali nella catena di produzione della carne



Le reazioni del consumatore



- Per essere accettata, è necessario che la carne ingegnerizzata somigli alla carne tradizionale per ciò che riguarda proprietà sensoriali (sapore, consistenza, aspetto) e proprietà nutritive
- I criteri di accettazione possono essere, inoltre, di ordine morale, correlati alle tecniche di produzione, alle loro implicazioni e ai rischi relativi
- Il prezzo deve essere paragonabile a quello della carne tradizionale, affinché il prodotto possa essere immesso sul mercato e acquistato
- Fattori contestuali come la copertura mediatica, il coinvolgimento pubblico, la fede nella scienza, nella politica e nella società possono influenzare l'approvazione o il rifiuto della carne ingegnerizzata

Le reazioni del consumatore: problematiche



In generale, le problematiche che impattano sull'approvazione del consumatore delle moderne tecnologie agro-alimentari sono state suddivise in due grossi insiemi:

- 1) Benefici percepiti a livello personale e sociale, così come le differenze tra chi beneficia e chi deve sostenere eventualmente i rischi associati alla tecnologia e ai suoi prodotti



Identificare i benefici, reali e percepiti, e i rischi della carne ingegnerizzata (e la sua tecnica produttiva), ma anche fornire trasparenza su chi (produttori primari, industrie, consumatori o società) li deve supportare - Wim Verbeke et al.

Le reazioni del consumatore: problematiche



2) “Yuck factor” (“fattore di schifo”): la prima tipica reazione che il consumatore ha all’idea di mangiare carne ingegnerizzata

- Possono giocare un ruolo possibili associazioni cognitive o attitudini, così come le associazioni correlate ad altre tecnologie o al tipo di manipolazioni coinvolte
- Naturalezza del cibo e tecnica produttiva risultano influenzare fortemente il consenso per le moderne tecnologie alimentari
- Le motivazioni etiche e le differenze socio-culturali sono state identificate come fattori condizionanti le reazioni del consumatore verso le nuove tecniche agro-alimentari

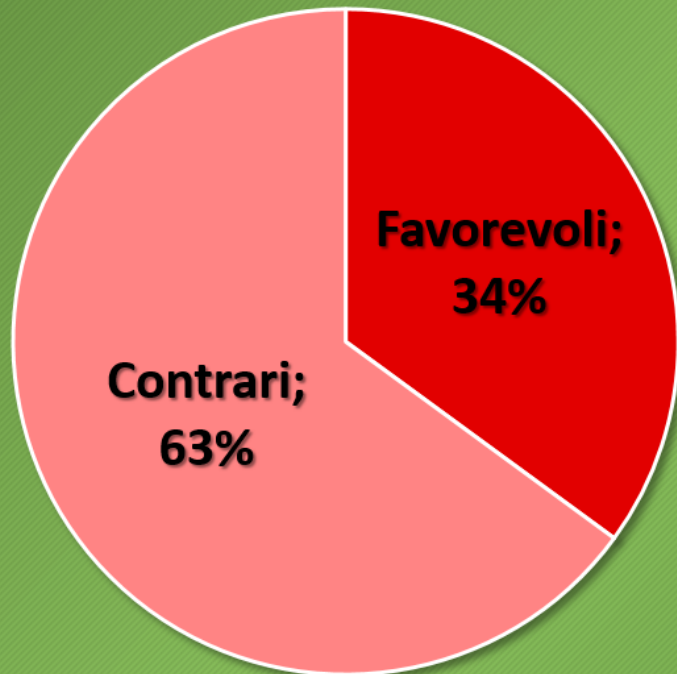


Le reazioni del consumatore

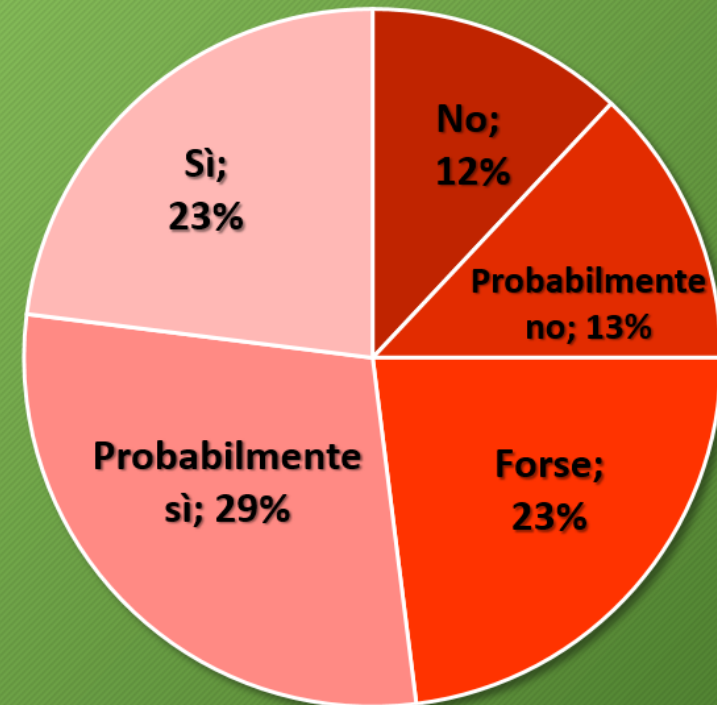


Sondaggio condotto nella primavera del 2013 tra 15 000 partecipanti, rappresentanti la popolazione Olandese

Sei favorevole o contrario alla carne ingegnerizzata?



Compreresti carne coltivata in vitro se fosse disponibile nel supermercato locale?



Le reazioni del consumatore: l'inchiesta



Aprile 2013 - Belgio

- Gruppo costituito da 180 individui, 45% maschi e 55% femmine, per il 73% di età inferiore ai 30 anni
- Studio formulato sotto forma di sondaggio web

Fase 1) Venne chiesto ai partecipanti delle loro abitudini sul consumo di carne e le possibili ragioni per mangiare meno carne

Fase 2) Incentrata sulla carne ingegnerizzata



Le reazioni del consumatore: le fasi dell'inchiesta



FASE 1)

- Solo il 13% dei partecipanti allo studio conosceva il concetto di carne “ingegnerizzata”
- Dopo aver ricevuto le informazioni basilari su cosa fosse la carne ingegnerizzata, i partecipanti espressero aspettative favorevoli su quest'idea
- Il 9% rifiutò l'idea di provare la carne ingegnerizzata
- Due terzi esitarono
- Il restante quarto volle provarla

Le reazioni del consumatore: le fasi dell'inchiesta



FASE 2)

- Vennero fornite ulteriori informazioni sui benefici ambientali della carne ingegnerizzata, confrontata con la carne tradizionale
- Il 43% si dichiarò disposto ad assaggiarla
- Il 51% indicò la possibilità di poterlo fare
- Chi inizialmente aveva dichiarato di non voler assolutamente assaggiare la carne in vitro, cambiò la propria opinione in: “magari potrei assaggiarla” (metà dei partecipanti)
- Chi inizialmente aveva dichiarato la possibilità di volerla assaggiare, cambiò la propria opinione in: “sicuramente la assaggerò”

Le reazioni del consumatore: risultati dello studio



1) Il responso dei vegetariani:

La carne è meno salubre dei cibi esclusivamente vegetali e degli altri alimenti che essi hanno gradualmente adottato come sostituti della carne; tuttavia, essi percepiscono la carne in vitro semplicemente come “carne” e quindi poco sana per consumarla. La loro proposta è quella di mangiare meno carne in generale e non di sostituirla con quella ingegnerizzata.

2) Il 42% dei partecipanti dichiarò di non essere disposto a pagare un prezzo più alto per la carne ingegnerizzata rispetto alla carne tradizionale, ma questa percentuale si ridusse dopo aver fornito le informazioni aggiuntive circa i benefici derivanti dal consumo della carne in vitro.

Le reazioni del consumatore: risultati dello studio



- 3) Erudire i consumatori sulla carne ingegnerizzata, sottolineandone i benefici, ne incentiva il consumo. A riguardo, fondamentale è il ruolo dei mass-media
- 4) La quasi totalità dei partecipanti ha mostrato grande interesse etico per il rispetto dell'ecosistema e per alleviare la fame del mondo, ma la tecnologia per produrre la carne ingegnerizzata è ancora recepita come manipolatrice della natura
- 5) Le conclusioni a cui è arrivato questo studio sono conoscitive piuttosto che esaustive: sono, quindi, raccomandati nuovi studi riguardo i fattori personali e ambientali che possono formare la percezione del consumatore, le sue aspettative e la probabilità di accettare o rifiutare la carne ingegnerizzata



Le reazioni del consumatore: la sfida



Se si arrivasse alla carne "fatta in casa", probabilmente i consumatori la accetterebbero molto di più...



Sviluppi futuri



"It consisted of protein, muscle fibre. But meat is much more than that it is blood, its fat its connective tissue, all of which adds to the taste and texture. If you want to mimic meat you have to make all those things too - and you can use tissue engineering technologies - but we hadn't done that at the time." - Peter Verstrate

Sviluppi futuri: il sapore



La principale responsabile del sapore è la MIOGLOBINA, proteina globulare la quale è espressa direttamente sulla superficie delle cellule in coltura, indi per cui non è necessaria nessuna ulteriore aggiunta.

Anche alla stessa carne animale, prima della messa in commercio, sono aggiunte sostanze chimiche per migliorarne ancora di più il sapore; tali sostanze come ad esempio acidi grassi polinsaturi, finalizzati ad una resa più salutare del prodotto, possono essere aggiunte allo stesso modo alla coltura cellulare.

Il SAPORE è quindi un problema estremamente inferiore rispetto alla ricostruzione tridimensionale in vitro.

Sviluppi futuri: il siero



Come già detto in precedenza, l'utilizzo di siero animale che comporta l'uccisione di milioni di feti l'anno, risulterebbe essere in antitesi con lo sviluppo di carne artificiale, che ha tra le sue finalità proprio quella della riduzione dello sfruttamento intensivo di bestiame.

Una SOLUZIONE consiste nell'utilizzo di SERUM FREE MEDIA(SFM) come mezzi di coltura.

Questi sono composti da lieviti idrolizzati, riso, soia ed altri estratti vegetali, finalizzati all'apporto di aminoacidi, peptidi e vitamine fondamentali per un'adeguata crescita cellulare.



Sviluppi futuri: stampa 3D



- Il gruppo di ricerca tedesco *Biozoon Food Innovation* oltre a lavorare su una migliore digeribilità del prodotto finale, ha proposto nuovi sistemi di “texturing” per rendere il cibo stampato più ‘attraente’. Ad esempio tramite un sistema inkjet è possibile stampare un filetto di pollo in qualsiasi forma e nella composizione desiderata
- Potendo lavorare sull’assemblaggio delle componenti si possono ottenere specifici requisiti nutrizionali
- Nestlé’s Institute of Health Sciences - Iron Man Project: creare una macchina in grado di stampare alimenti su misura



Sviluppi futuri: il commercio



“I feel extremely excited about the prospect of this product being on sale...I am confident that when it is offered as an alternative to meat that increasing numbers of people will find it hard not to buy our product for ethical reasons” - Peter Verstrate

La volontà è di portare la carne ingegnerizzata sul mercato per il 2020, dapprima come un prodotto esclusivamente disponibile su ordinazione e, successivamente, appena la domanda sarà aumentata e i prezzi saranno diventati competitivi con la carne da allevamento, potrà essere venduto nei normali supermercati.



ISN'T THIS FOOD UNNATURAL?

Cultured foods are unnatural in the same way that bread, cheese, yogurt, and wine are unnatural. All involve processing ingredients derived from natural sources.

Arguably, the production of cultured meat is less unnatural than raising farm animals in intensive confinement systems, injecting them with synthetic hormones, and feeding them artificial diets made up of antibiotics and animal wastes.

Furthermore, the conventional production of meat has led to a number of unnatural problems, including high rates of heart disease and foodborne illness, as well as soil and water pollution from farm animal wastes.

Biblio-sitografia

- An alternative animal protein source: cultured beef - Mark J. Post
- Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects - Mark J. Post
- Meat: The balance between nutrition and health. A review - Stefaan De Smet, Els Vossen
- Meet the new meat: tissue engineered skeletal muscle - Marloes L.P. Langelaana, Kristel J.M. Boonena, Roderick B. Polaka, Frank P.T. Baaijensa, Mark J. Post, Daisy W.J. van der Schafta
- *In vitro* meat production: Challenges and benefits over conventional meat production - Zuhaib Fayaz Bhat, Sunil Kumar, Hina Fayaz
- Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured Meat - Wim Verbeke, Pierre Sans, Ellen J Van Loo
- Cultured meat: every village its own factory? - Cor van der Weele, Johannes Tramper
- A case for systemic environmental analysis of cultured meat - Carolyn S Mattick, Amy E Landis, Braden R Allenby
- http://www.futurefood.org/in-vitro-meat/index_en.php
- https://www.washingtonpost.com/national/health-science/lab-grown-meat-is-in-your-future-and-it-may-be-healthier-than-the-real-stuff/2016/05/02/aa893f34-e630-11e5-a6f3-21ccdbc5f74e_story.html
- http://www.new-harvest.org/mark_post_cultured_beef
- https://www.ted.com/talks/andras_forgacs_leather_and_meat_without_killing_animals?language=it
- <https://culturedbeef.org/what-cultured-meat>
- <http://www.comlas.it/carne-coltivata-in-laboratorio-da-oggi-si-puo/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jJrSdKk3YVY>
- https://www.youtube.com/watch?v=_d_S4q7WT10