

# CARNE O CARNE COLTIVATA NEI NOSTRI PIATTI?

Politica ed Europa a confronto

DOMENICA 21 APRILE 2024

## Carne coltivata: una nuova frontiera della ricerca

*Federica Cheli - Carlotta Giromini*

*Dipartimento di Medicina Veterinaria e Scienze Animali*

*Università degli Studi di Milano*

Funder: Project funded under the National Recovery and Resilience Plan (NRRP), Mission 4 Component 2 Investment 1.3 - Call for proposals No. 341 of 15 March 2022 of Italian Ministry of University and Research funded by the European Union – NextGenerationEU;  
Award Number: Project code PE00000003, Concession Decree No. 1550 of 11 October 2022 adopted by the Italian Ministry of University and Research, CUP D93C22000890001, Project title "ON Foods - Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security – Working ON Foods".

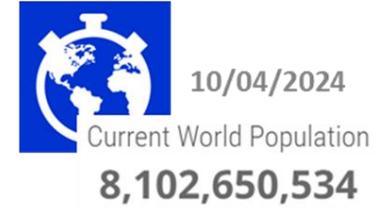
PRIN 2022 "The Future of Food, the Food of Future. Novel Food, Innovation, Sustainability and Legal Issues"



# Food security - Food safety - Sostenibilità

## Lo scenario

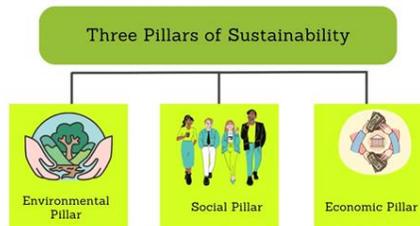
- **Food security:** la popolazione mondiale raggiungerà gli 8,5 miliardi nel 2030 e aumenterà ulteriormente fino a 9,7 miliardi nel 2050 e 10,4 miliardi entro il 2100. Una grande sfida a causa delle limitazioni delle risorse e dei terreni coltivabili.



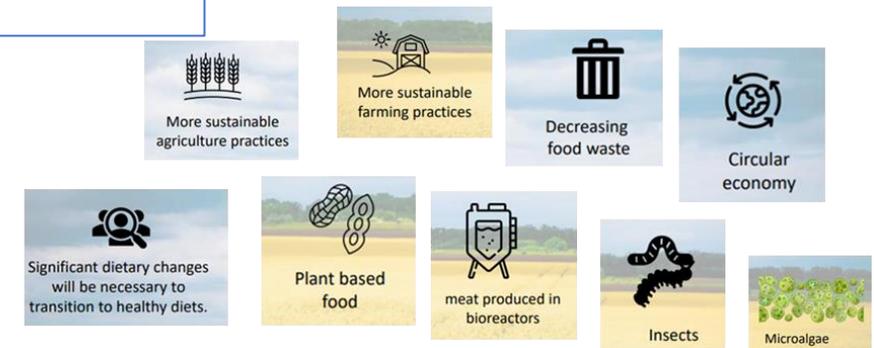
- **Food safety:** prerequisito



- **Sostenibilità 3D:** dimensioni ambientale, sociale ed economica



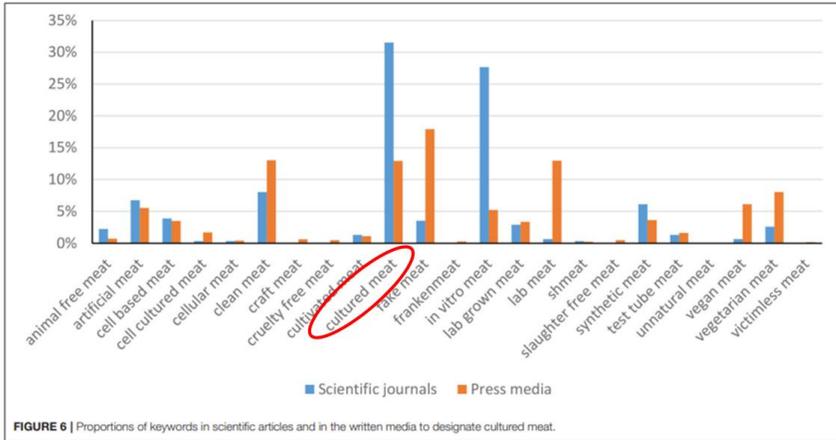
## NON SOLO carne coltivata:





- **Cos'è** la carne coltivata?
- La carne coltivata è **sicura**?
- Come viene **prodotta** la carne coltivata?
- Cosa contiene il **terreno di coltura** cellulare?
- **I bioreattori**?
- La carne coltivata ha lo stesso **valore nutrizionale** della carne convenzionale?
- La carne coltivata è **carne**?
- La carne coltivata è **vegetariana/vegana**?
- I prodotti a base di carne coltivata avranno il **sapore e la stessa esperienza sensoriale** dei prodotti a base di carne convenzionali?
- Come verranno **regolamentati** i prodotti a base di carne coltivata?
- Quando arriveranno sul **mercato** i prodotti a base di carne coltivata?
- I prodotti a base di carne coltivata saranno più **costosi** dei prodotti a base di carne convenzionali?
- Quali sono le principali **aziende** coinvolte?
- Quanto è **sostenibile** la carne coltivata?
- .....

# Carne coltivata: l'importanza del nome



Chriki et al., 2020



## Cell culture-derived food

... le autorità nazionali competenti stabiliscano **terminologie chiare e coerenti** che si adattino ai loro contesti nazionali e linguistici in modo da poter **mitigare potenziali problemi di comunicazione su questo argomento in futuro.**

FAO & WHO, 2023



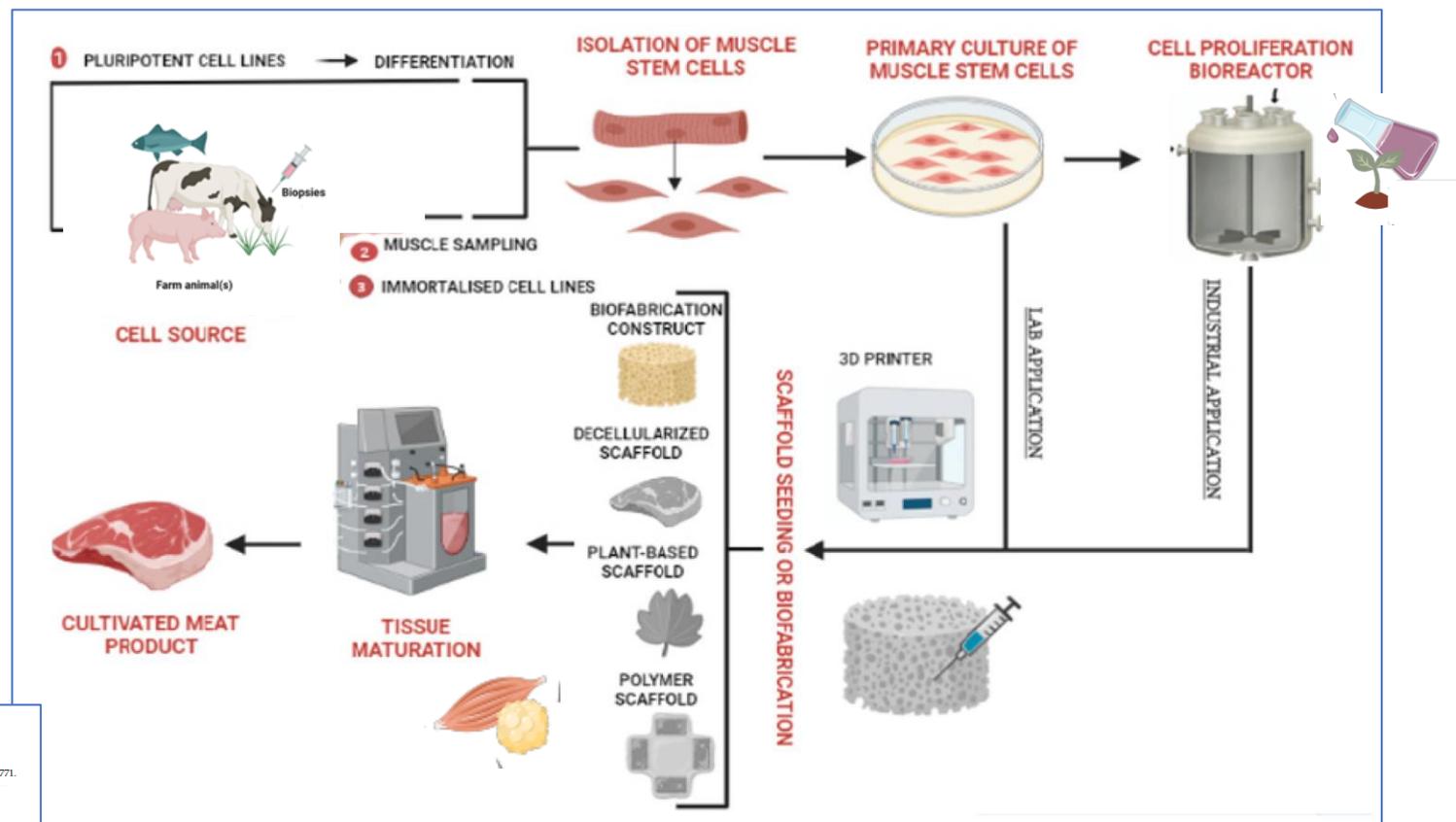
# Carne coltivata: approccio multidisciplinare alla ricerca



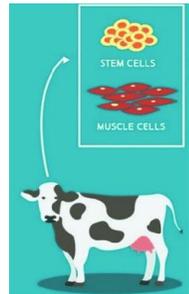
# Carne coltivata: un po' di storia tra scienza, fantascienza e arte



# Carne coltivata: il processo produttivo



# Carne coltivata: il processo produttivo



## Biotechnological Challenges

Choice of animal for cell harvesting

Choice of site of collection

Methods for cell harvesting

FBS: ethical challenges

High cell proliferation and genetic instability

Nutritional and functional properties of cultured meat

FBS alternatives

Food control system for cultured meat

## Technical Challenges

Scaffold fabrication

Alternatives to scaffold fabrication

Biofabrication and 3D bioprinting

Bioreactors

Industrial process scale-up

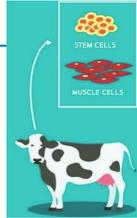
*Lanzoni, Cheli, Giromini et al., 2022*



# Carne coltivata: il processo produttivo

## Le cellule:

- Biopsia
- Cellule pluripotenti, come cellule staminali embrionali o cellule staminali pluripotenti
- Considerare molteplici variabili, tra cui età, sesso e condizioni di allevamento, oltre a quelle genetiche
- Co-coltura: mioblasti, adipociti e epatociti



## Il terreno di coltura

- glucosio
- aminoacidi/idrolisati proteici
- vitamine
- sali inorganici
- FBS
- fattori di crescita per la proliferazione e differenziazione
- ...



# Alternative al FCS: la sfida più importante



Matrices	Cell Type	Effects
Plant peptones	CHO-320 (CHO K1 clone)	Improved cultivation and productivity of Human interferon gamma
Yeast hydrolysate	CHO rCHO (recombinant CHO)	Higher productivity of Human beta interferon Higher cell growth
Rice protein hydrolysate	CHO-320 Human HepG cells	Protection against oxidation stress from hydrogen peroxide
Soy peptones	CHO DG44	Improved cell production
Wheat hydrolysates	CHO	Improved cell viability
Marine cyanobacterium <i>Spirulina maxima</i>	Human Lung Carcinoma	Improved cell viability and proliferation
Chlorella vulgaris extract	CHO-K1 and MSC	Promoted cell growth
Rapeseed caked	CHO-C5	Promoted cell growth
Silk sericin hydrolysate	CHO and Hela cells	Improved cell growth and proliferation
Whey protein	CHO K1 JURKAT E6.1	Improved cell viability and proliferation

Evaluation of the major royal jelly proteins as an alternative to fetal bovine serum in culturing human cell lines<sup>4</sup>  
Di CHEN, Xiao-xuan XIN, Hao-cheng QIAN, Zhang-yin YU, Li-rong SHEN<sup>1</sup>  
/ *Zhejiang University of Traditional Chinese Medicine* 2018, 17(6), 478-481



RESEARCH ARTICLE BMC Complementary and Alternative Medicine  
Royal jelly-derived proteins enhance proliferation and migration of human epidermal keratinocytes in an in vitro scratch wound model  
Yan Liu<sup>1</sup>, Qip Shao<sup>1</sup>, Meng Zhang<sup>1</sup>, Chenyu Lu<sup>1</sup>, Jiyi Feng<sup>1</sup> and Songkun Su<sup>1</sup>

Applications and analysis of hydrolysates in animal cell culture  
Yin Ying He<sup>1</sup>, Hao Kim Lu<sup>1</sup>, Zhi Feng Sherman Lim, Hao Wei Lim, Ying Swain Ho and Say Kong Ng<sup>1</sup>

scientific reports  
Marine cyanobacterium *Spirulina maxima* as an alternate to the animal cell culture medium supplement  
Yunshu Jiang<sup>1</sup>, Wenhong Chen<sup>1</sup>, Anran Pei<sup>1</sup>, Yuesi Li<sup>1</sup>, Yungshik Lee<sup>1</sup>, Gun-Ho Park<sup>2</sup>, Su-Jin Lee<sup>1</sup>, Won-Kyu Lee<sup>1</sup>, Yong-Kyun Ryu<sup>1</sup> & De-Hyung Kang<sup>1</sup>

The potential of silk sericin protein as a serum substitute or an additive in cell culture and cryopreservation  
Ting-Ting Cao<sup>1</sup>, Yu-Qing Zhang<sup>1</sup>

nature food  
Serum-free cultures of C2C12 cells show different muscle phenotypes which can be estimated by metabolic profiling  
A serum-free media formulation for cultured meat production supports bovine satellite cell differentiation in the absence of serum starvation



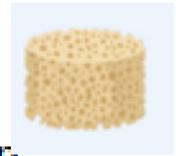
# Carne coltivata: il processo produttivo

## Biotechnological Challenges

Choice of animal for cell harvesting  
Choice of site of collection  
Methods for cell harvesting  
FBS: ethical challenges  
High cell proliferation and genetic instability  
Nutritional and functional properties of cultured meat  
FBS alternatives  
Food control system for cultured meat

## Technical Challenges

Scaffold fabrication  
Alternatives to scaffold fabrication  
Biofabrication and 3D bioprinting  
Bioreactors  
Industrial process scale-up



Lanzoni, Cheli, Giromini et al., 2022

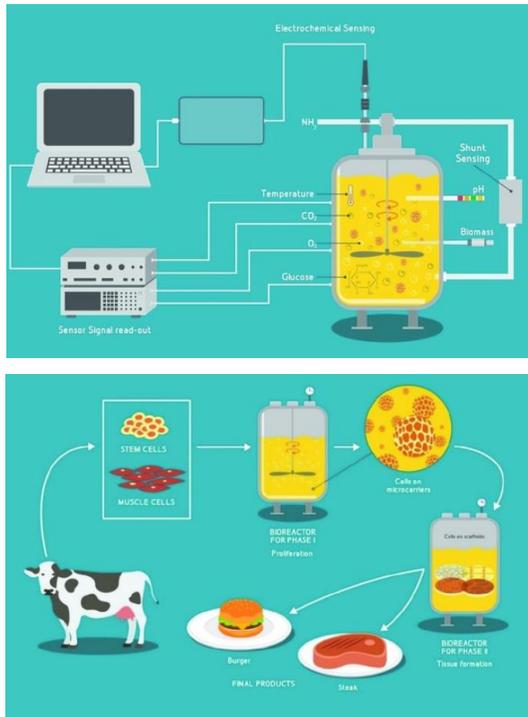


# Carne coltivata: il processo produttivo

## Bioreattori

per la proliferazione e la differenziazione cellulare

Ottimizzazione delle condizioni ambientali: sterilità, ossigenazione, viscosità, pH, concentrazione di anidride carbonica e temperatura



*Djisaiov et al., 2021*



# Scaffold

Food Bioscience 41 (2021) 100986

Contents lists available at ScienceDirect

**Food Bioscience**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foodbioscience](http://www.elsevier.com/locate/foodbioscience)

Decellularized spinach: An edible scaffold for laboratory-grown meat

Jordan D. Jones<sup>a</sup>, Alex S. Rebello<sup>b</sup>, Glenn R. Gaudette<sup>b,\*</sup>



Contents lists available at ScienceDirect

**International Journal of Biological Macromolecules**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijbiomac](http://www.elsevier.com/locate/ijbiomac)

International Journal of Biological Macromolecules 209 (2022) 668–679

Chitosan-sodium alginate-collagen/gelatin three-dimensional edible scaffolds for building a structured model for cell cultured meat

Linzi Li<sup>a</sup>, Lin Chen<sup>a,\*</sup>, Xiaohong Chen<sup>a</sup>, Yan Chen<sup>a</sup>, Shijie Ding<sup>b</sup>, Xiaojing Fan<sup>a</sup>, Yaping Liu<sup>a</sup>, Xinglian Xu<sup>b</sup>, Guanghong Zhou<sup>b</sup>, Beiwei Zhu<sup>c</sup>, Niamat Ullah<sup>d</sup>, Xianchao Feng<sup>a,\*</sup>

CIRP Annals - Manufacturing Technology 71 (2022) 209–212

Contents lists available at ScienceDirect

**CIRP Annals - Manufacturing Technology**

journal homepage: <https://www.editorialmanager.com/CIRP/default.aspx>

Understanding biomanufacturing of soy-based scaffolds for cell-cultured meat by vat polymerization

M.P. Sealy (2)<sup>a,b,\*</sup>, K.L.M. Avegnon<sup>a,c</sup>, A. Garrett<sup>b,c</sup>, L. Delbreil<sup>c</sup>, S. Bapat<sup>d</sup>, A.P. Malshe (1)<sup>d</sup>

Carne coltivata:

«*texture*»

scaffold e  
«*inchiostri*»  
edibili

# 3D bio-printer

5th International Conference on  
**Biomaterials and Nanomaterials**  
Edinburgh, Scotland  
March 9-10, 2022

Characterization of meat-like constructs for 3D food bioprinting

Name: <sup>1</sup>Filippo Bracco, <sup>2</sup>Carlotta Giromini, <sup>1</sup>Simone Giovanni Gugliandolo, <sup>1</sup>Silvia Santoni, <sup>2</sup>Federica Cheli, <sup>1</sup>Davide Moscatelli, <sup>1</sup>Bianca Maria Colosimo

Affiliations: <sup>1</sup>Politecnico di Milano, <sup>2</sup>Università degli studi di Milano, Italy (CTRL)

**molecules** MDP

Review

Chitosan and Whey Protein Bio-Inks for 3D and 4D Printing Applications with Particular Focus on Food Industry

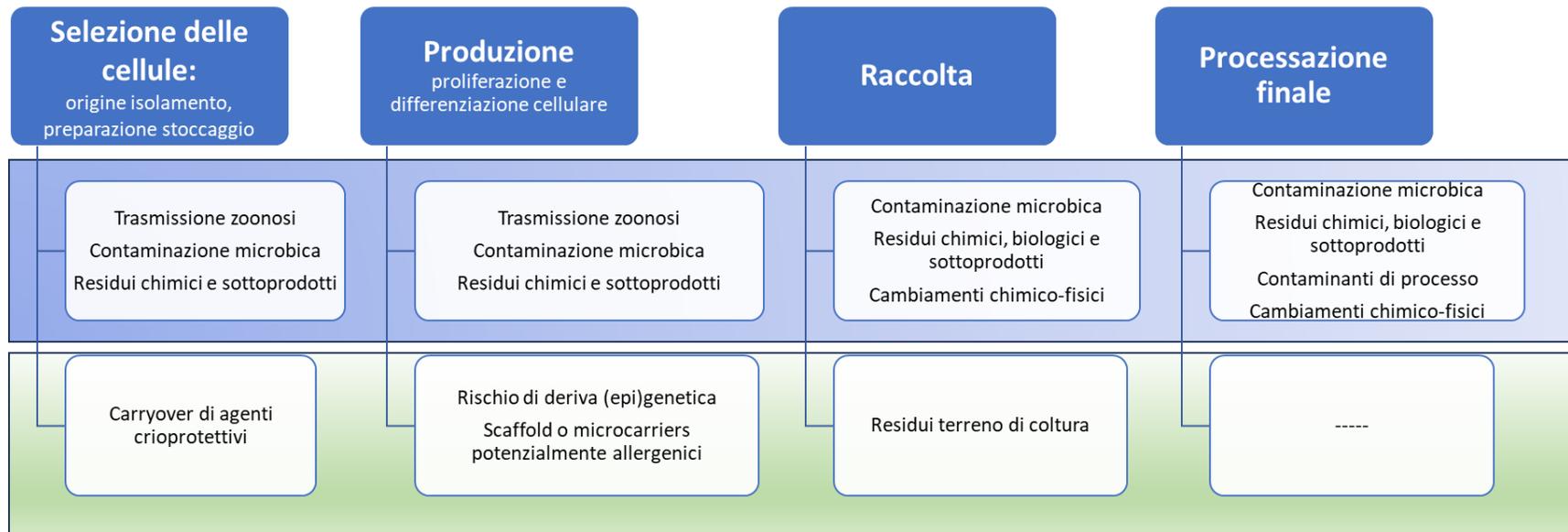
Wei Yang<sup>1,2,\*</sup>, Anqianyi Tu<sup>3,4,†</sup>, Yuchen Ma<sup>3</sup>, Zhanming Li<sup>3,†</sup>, Jie Xu<sup>3</sup>, Min Lin<sup>5</sup>, Kailong Zhang<sup>6</sup>, Linzhi Jing<sup>3</sup>, Caili Fu<sup>3</sup>, Yang Jiao<sup>7,\*</sup> and Lingyi Huang<sup>3,\*</sup>

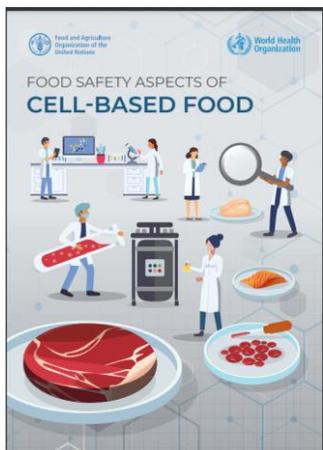


# Carne coltivata: *sicurezza alimentare* lungo tutta la filiera



Potenziali *pericoli* e potenziali *nuovi pericoli*





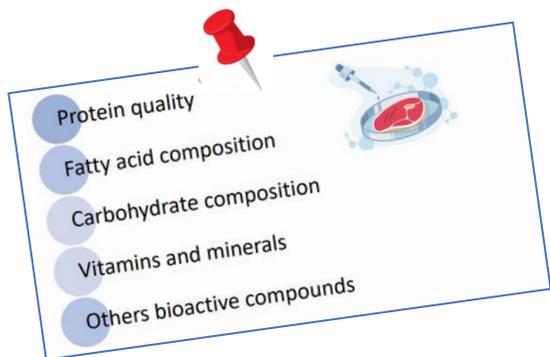
# Carne coltivata: sicurezza alimentare

**Molti pericoli sono già ben noti** e sono presenti negli alimenti prodotti convenzionalmente

**Processo di produzione in ambiente controllato:**

- **standard di sicurezza, GMP, procedure e linee guida per l'utilizzo dei laboratori e delle colture cellulari, GCCP** che permettono di tenere sotto controllo il processo
- **caratterizzazione delle cellule e controlli di qualità:** routine in laboratori di colture cellulari





## Carne coltivata: sicurezza nutrizionale

- Approccio comparativo carne coltivata e carne
- Qualità e quantità di macro e micronutrienti
- Carne coltivata «*sartoriale*»



## Carne coltivata: allergenicità

- Base: avere dati sulla composizione
- Strumenti «omici»: genomica, trascrittomica, proteomica, metabolomica



## Regolamento (UE) 2015/2283 sui *novel foods*

I «prodotti a base cellulare» possono essere immessi sul mercato dell'UE solo dopo che la Commissione ha concesso un'autorizzazione pre-immissione, sulla base di una valutazione della sicurezza da parte dell'EFSA.

Ad oggi, la Commissione **non ha ancora ricevuto alcuna richiesta** di approvazione per la commercializzazione della carne coltivata nel mercato dell'Unione Europea.

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

**Current Research in Food Science**

ELSEVIER journal homepage: [www.sciencedirect.com/journal/current-research-in-food-science](https://www.sciencedirect.com/journal/current-research-in-food-science)

Cultured meat in the European Union: Legislative context and food safety issues

D. Lanzoni<sup>a</sup>, R. Rebusci<sup>a</sup>, G. Formici<sup>b</sup>, F. Cheli<sup>a,d</sup>, G. Ragone<sup>c,d</sup>, A. Baldi<sup>a</sup>, L. Violini<sup>c,d</sup>, T.S. Sundaram<sup>a</sup>, C. Giromini<sup>a,d,\*</sup>

# Quadro normativo



## FDA Completes First Pre-Market Consultation for Human Food Made Using Animal Cell Culture Technology

*Before Entering the U.S. Market, the Food Must Meet Other Federal Requirements*

**FDA U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION**

**Human Food Made with Cultured Animal Cells Inventory**

Updated June 2023

The inventory of completed pre-market consultations for human food made with cultured cells provides the following information about any human food product that has completed a pre-market consultation with the FDA:

- Description of the food and species of origin
- File number that the FDA has assigned to the pre-market consultation
- Sponsor's final submission in the consultation explaining their basis for concluding that the cultured cell material is safe for use as human food
- Letter that the FDA sent in response to the sponsor at the completion of the pre-market consultation
- Scientific memo that documents the FDA's evaluation of the sponsor's final submission

See more information on Food Made with Cultured Animal Cells.

Records Found: 2 Page 1 of 1

CCC No. (sorted A-Z)	Food	Species of origin	Sponsor	Date of FDA response
001	Cultured chicken cell material	Gallus gallus	GOOD Meat, Inc.	Mar 20, 2023
002	Cultured chicken cell material	Gallus gallus	UPSIDE Foods	Nov 16, 2022

<https://www.cfsanappsexternal.fda.gov/scripts/fdcc/?set=AnimalCellCultureFoods>



# Conclusioni

- **L'agricoltura cellulare è pronta** per essere utilizzate nel settore agroalimentare.
- La carne coltivata: **alternativa proteica** in grado di affiancare la carne rispettando le sfide odierne
- La **sicurezza** può essere valutata secondo le normative esistenti sui **novel foods**



Ricerca scientifico/tecnologica

- **Processo produttivo:** aspetti biotecnologici e tecnici
- Caratteristiche **nutrizionali**
- **Texture, gusto ...**
- Nuovo **alimento funzionale**
- **Maggiore conoscenza** e comprensione della capacità dell'agricoltura cellulare di contribuire agli obiettivi della Strategia Farm to Fork
- Ricercatori, consumatori, politici e legislatori: **gioco di squadra**

Abbiamo bisogno di una **valutazione olistica, multicriterio e indipendente** della "carne coltivata "





# ***Grazie per l'attenzione***

---

*federica.cheli@unimi.it;  
carlotta.giromini@unimi.it*



**Carne e carne coltivata: non possiamo immaginare un mondo senza allevamenti**  
*A world without livestock farming makes no sense from a humanitarian, economic, ecological  
and agronomic point of view. Jean-Louis Peyraud, INRA / Animal Task Force, Dec. 2017*