

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

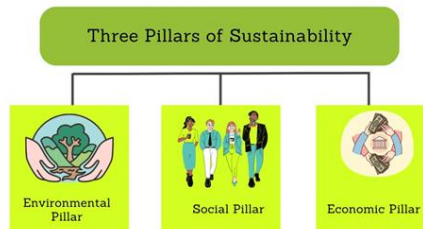
- **Food security:** la popolazione mondiale raggiungerà gli 8,5 miliardi nel 2030 e aumenterà ulteriormente fino a 9,7 miliardi nel 2050 e 10,4 miliardi entro il 2100. Una grande sfida a causa delle limitazioni delle risorse e dei terreni coltivabili.



- **Food safety:** prerequisito



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



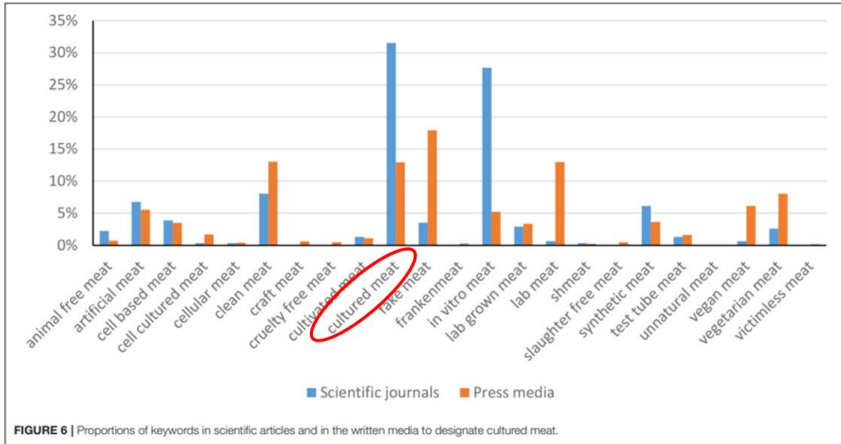
NON SOLO carne coltivata:





- **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



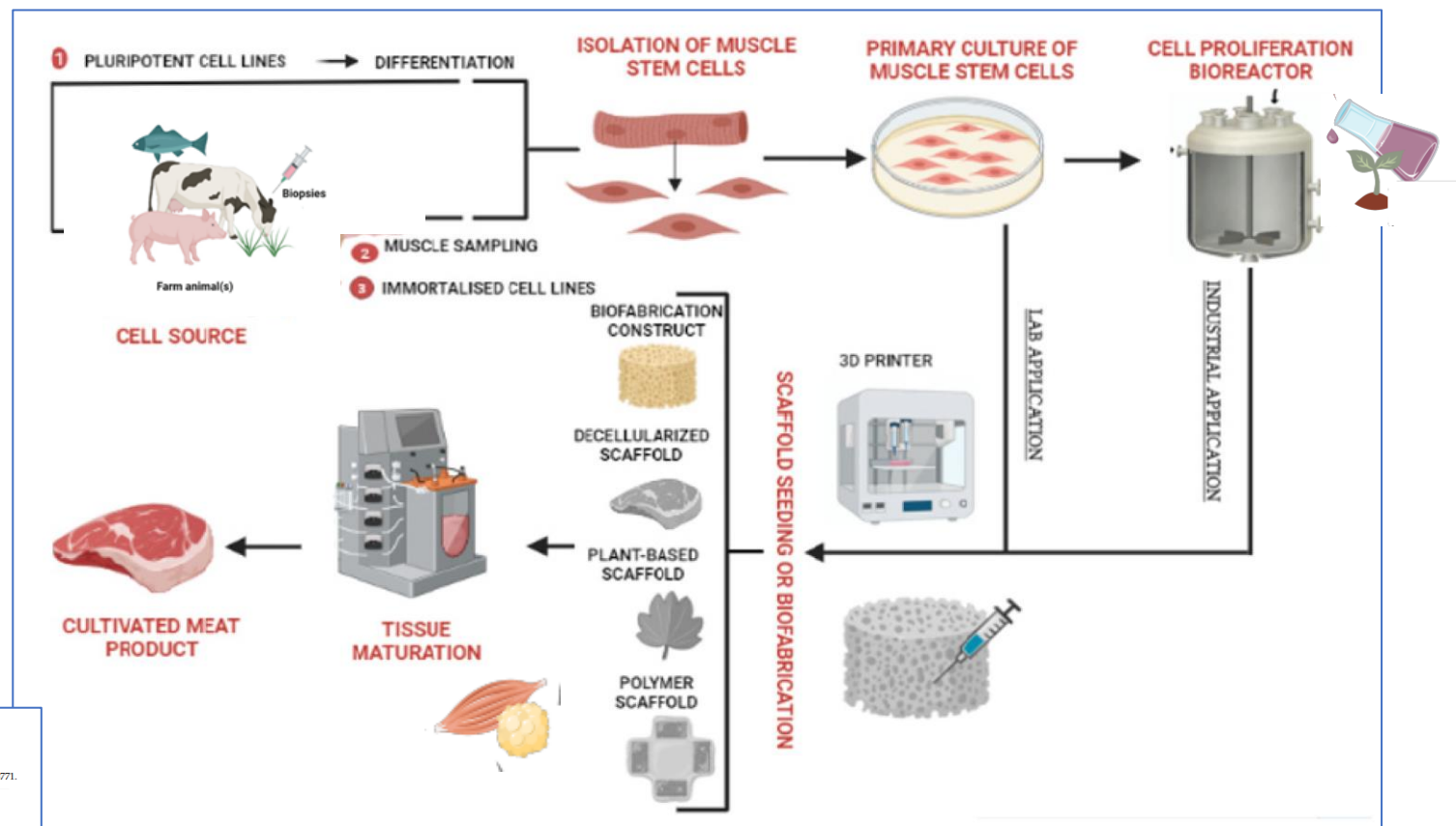
Carne coltivata: approccio multidisciplinare alla ricerca



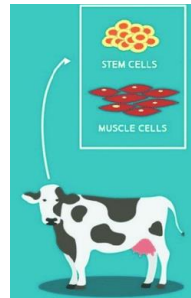
Carne coltivata: un po' di storia tra scienza, fantascienza e arte



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

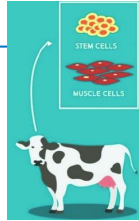
Lanzoni, Cheli, Giromini et al., 2022



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 lines⁴
Di CHEN, Xiao-xuan XIN, Hao-cheng QIAN, Zhang-yin YU, Li-rong SHEN^{1†}
/ *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^{1†}, Qip Shao^{1†}, Meng Zhang¹, Chenyu Lu¹, Jiyi Feng^{1†} and Songkun Su^{1†}

Applications and analysis of hydrolysates in animal cell culture
Yin Ying He¹, Hao Kim Lu¹, Zhi Feng Sherman Lim, Hao Wei Lim, Ying Swain Ho and Say Kong Ng¹

scientific reports
Marine cyanobacterium *Spirulina maxima* as an alternate to the animal cell culture medium supplement
Yunshu Jiang¹, Wenhong Chen¹, Anran Pei¹, Yuesi Li¹, Yangshik Lee¹, Gun-Ho Park¹, Su-Jin Lee¹, Won-Kyu Lee¹, Yong-Kyun Ryu¹ & De-Hyung Kang^{1*}

The potential of silk sericin protein as a serum substitute or an additive in cell culture and cryopreservation
Ting-Ting Cao¹ · Yu-Qing Zhang¹

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



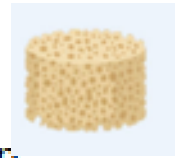
Carne coltivata: il processo produttivo

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

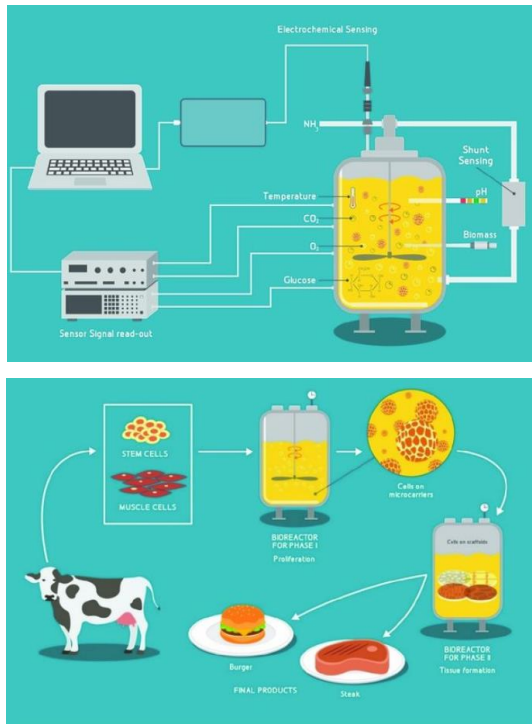


Carne coltivata: il processo produttivo

Bioreattori

per la proliferazione e la differenziazione cellulare

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



Djisa et al., 2021



Scaffold

Food Bioscience 41 (2021) 100986

Contents lists available at ScienceDirect

Food Bioscience

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodbioscience

Decellularized spinach: An edible scaffold for laboratory-grown meat

Jordan D. Jones^a, Alex S. Rebello^b, Glenn R. Gaudette^{b,*}



Contents lists available at ScienceDirect


International Journal of Biological Macromolecules

journal homepage: 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^a, Lin Chen^{a,*}, Xiaohong Chen^a, Yan Chen^a, Shijie Ding^b, Xiaojing Fan^a, Yaping Liu^a, Xinglian Xu^b, Guanghong Zhou^b, Beiwei Zhu^c, Niamat Ullah^d, Xianchao Feng^{a,*}



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)^{a,b,*}, K.L.M. Avegnon^{a,c}, A. Garrett^{b,c}, L. Delbreil^c, S. Bapat^d, A.P. Malshe (1)^d



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

Affiliations: ¹Politecnico di Milano, ²Università degli studi di Milano, ³ITC (CTRL)

²Università degli studi di Milano, ³ITC (CTRL)

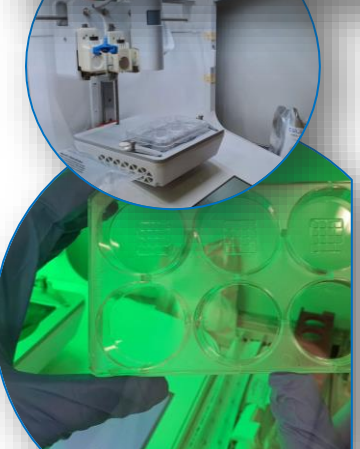


molecules MDP

Review

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

Wei Yang^{1,2,*}, Anqianyi Tu^{3,4,†}, Yuchen Ma³, Zhanming Li^{3,†}, Jie Xu³, Min Lin⁵, Kailong Zhang⁶, Linzhi Jing³, Caili Fu³, Yang Jiao^{7,*} and Lingyi Huang^{3,*}



Carne coltivata: *sicurezza alimentare* lungo tutta la filiera

efsa EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY
EFSA's Scientific Colloquium 27 "Cell culture-derived foods and food ingredients"

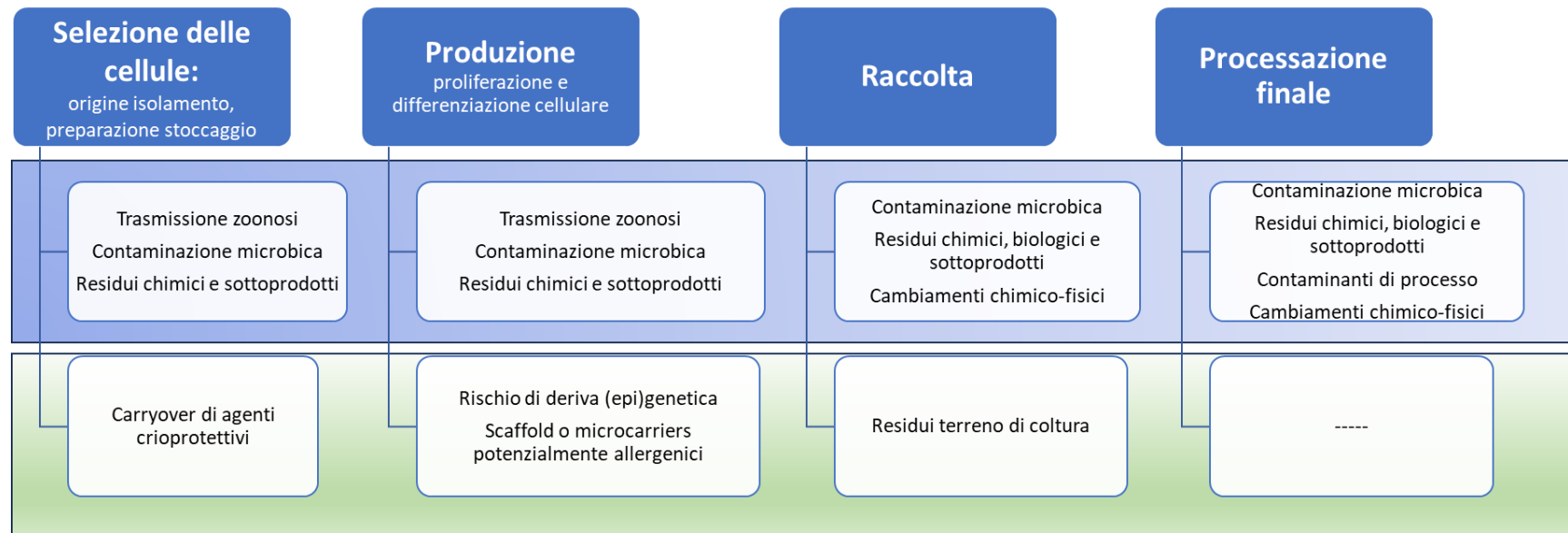
Food and Agriculture Organization of the United Nations
FOOD SAFETY ASPECTS OF CELL-BASED FOOD

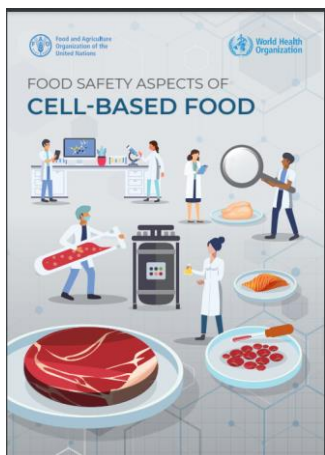
World Health Organization

Current Research in Food Science
 ELSEVIER
 journal homepage: www.elsevier.com/locate/crfs

Cultured meat in the European Union: Legislative context and food safety issues
 D. Lanzoni^a, R. Reborec^a, G. Fiorini^a, F. Chel^{a,d}, G. Ragone^{a,d}, A. Baldi^e, L. Violani^{a,d}, T.S. Sudaram^a, C. Giromini^{a,d}

Potenziali *pericoli* e potenziali *nuovi pericoli*





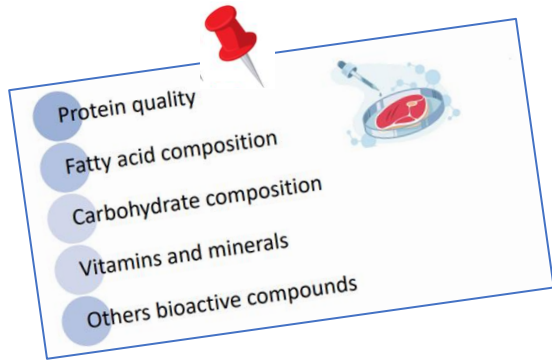
Carne coltivata: sicurezza alimentare

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

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

D. Lanzoni^a, R. Rebusci^a, G. Formici^b, F. Cheli^{a,d}, G. Ragone^{c,d}, A. Baldi^a, L. Violini^{c,d}, T.S. Sundaram^a, C. Giromini^{a,d,*}

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*