



GIORNATA STUDIO: LA CARNE BOVINA, QUALI NOVITÀ?
Bologna, 31/03/2023

Carne “coltivata”: problemi, dubbi e possibili prospettive

Federica Cheli – Carlotta Giromini

Dipartimento DIVAS

CRC I-WE

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”.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA
E SCIENZE ANIMALI





Comunicato stampa del Consiglio dei Ministri n. 26

28 Marzo 2023

Carne sintetica: il governo vieta la produzione ma non l'import

... i divieti contenuti all'articolo 2 del ddl
non si applicheranno ai prodotti legalmente fabbricati o commercializzati
in un altro Stato membro dell'Unione europea.



Governo Italiano Presidenza del Consiglio dei Ministri

SICUREZZA ALIMENTARE

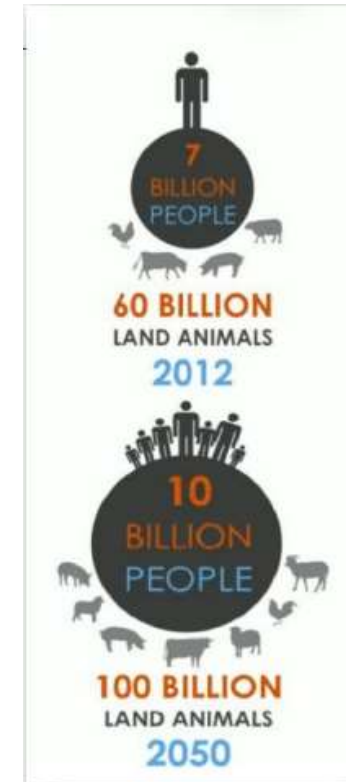
*Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi **sintetici** (disegno di legge)*

Il Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'agricoltura, della
sovrani ta alimentare e delle foreste Francesco Lollobrigida, ha
approvato, con procedura d'urgenza, un disegno di legge che introduce
disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul
mercato di alimenti e mangimi sintetici.



Carne coltivata: lo scenario

- Oggi la **popolazione mondiale**: 7,3 miliardi. Si prevede che supererà i 9 miliardi entro il 2050.
- **Food security**: la FAO ha previsto che nel 2050 sarà necessario più del 70% di cibo per soddisfare la domanda della popolazione in crescita. Una grande sfida a causa delle limitazioni delle risorse e dei terreni coltivabili.
- Il **consumo globale di carne è in aumento** perché i consumatori sono generalmente poco disposti a ridurre il loro consumo di carne nei paesi in via di sviluppo (Cina, India e Russia).
- Gli allevamenti devono produrre maggiori quantità di carne, latte e uova di alta qualità e a prezzi accessibili, attraverso **sistemi di produzione sostenibili** dal punto di vista ambientale, sociale ed economico.
- **Aspetti etici, filosofici religiosi**



Possiamo immaginare un mondo senza allevamenti?



flash
eNews
European Federation of Animal Science



L'Europa perderà un «campione» di bioeconomia circolare

L'Europa rurale si esaurirà

L'uso e il prezzo dei fertilizzanti sintetici aumenteranno

Il patrimonio della cultura alimentare europea svanirà in parte

L'impronta di carbonio dei nostri pasti non subirà una diminuzione sostanziale

"Un mondo senza allevamento di bestiame è solo un'utopia a breve, medio e lungo termine. È tempo per noi di tornare a **posizioni più realistiche basate sui fatti**. Rimuovere l'allevamento di bestiame sarebbe **un'assoluta assurdità per l'umanità**. Ma ciò non significa che non **dobbiamo migliorare il nostro modo di allevare gli animali**, rispettarli, offrire loro una vita dignitosa e assicurarci che la loro macellazione avvenga senza dolore o stress. Dobbiamo continuare la **ricerca e l'innovazione per ridurre gli impatti negativi dell'allevamento** e aumentare i servizi che fornisce alle nostre società."



Carne coltivata: ricerca

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



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA
E SCIENZE ANIMALI



 **divas**



Carne coltivata



Drivers

Innovazione

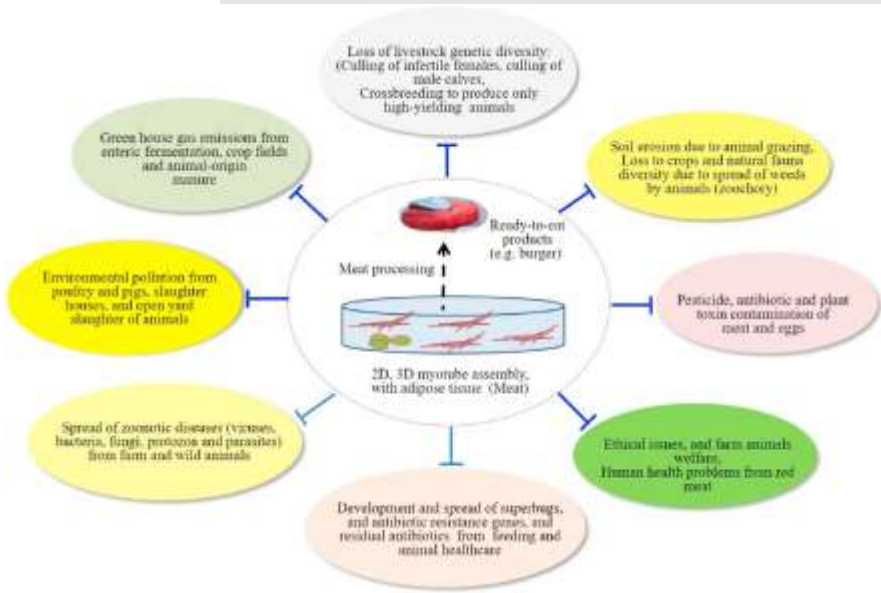
Nuova tecnologia

Sostenibilità

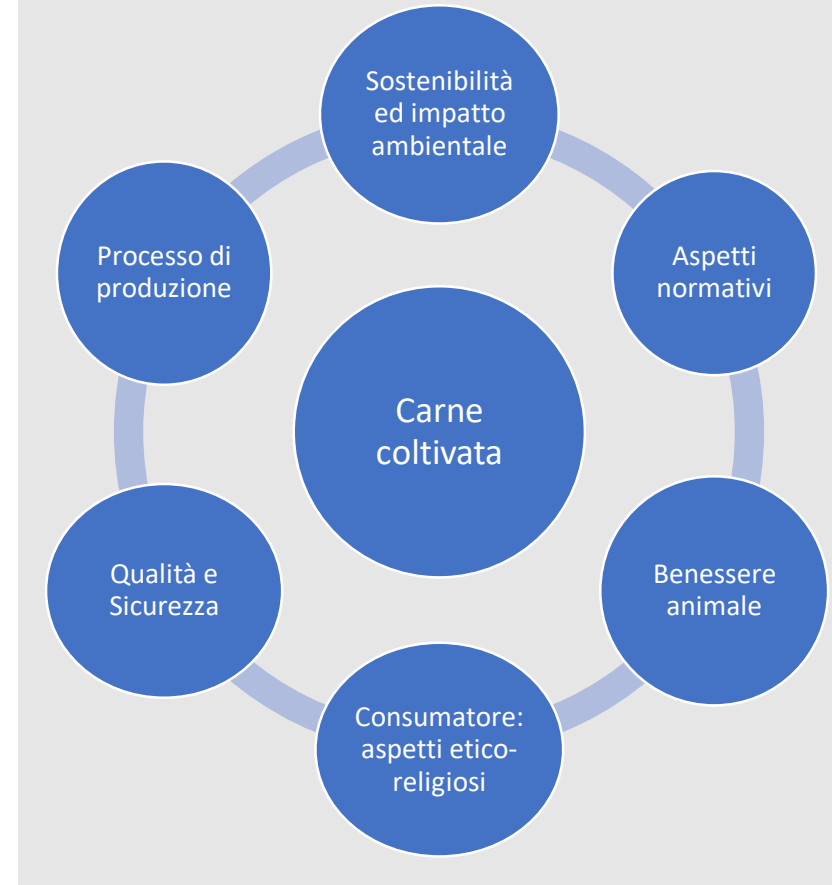
Benessere animale

Sicurezza alimentare

Aspetti etici e religiosi



Hot topics



Carne coltivata: l'importanza del nome



27/3/2023: DDL «recante disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici» Il governo in particolare impone uno stop alla **“carne sintetica”**.

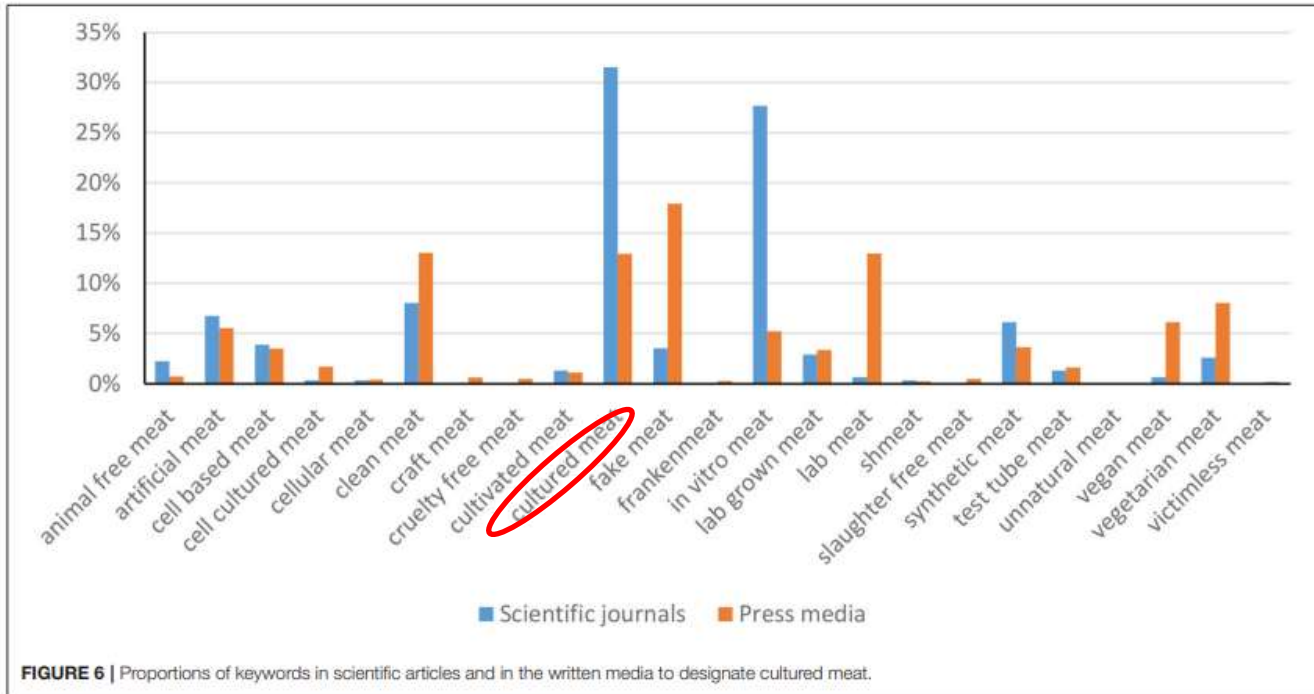


FIGURE 6 | Proportions of keywords in scientific articles and in the written media to designate cultured meat.

Chriki et al., 2020

| Party | Preferred term | Interest |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| Consumers | Lab-grown meat Synthetic meat | Clear labels to differentiate products |
| Advocates | Clean meat Slaughter-free meat | Highlight benefits of cell-based meats |
| Cell-based meat companies | Cell-based meat Cultured meat | Consumer appeal Accurate and descriptive |
| Traditional meat producers | Lab-grown meat Fake meat | Clear labels Not derogatory to conventional meat |

Ong et al., 2020



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

2013 Mark Post: primo hamburger in vitro dopo due anni di ricerca e sviluppo



2002 Brenjamson et al: coltivazione tessuto muscolare da pesce rosso

Dagli anni '90 NASA: studi in laboratorio come parte di alcune ricerche per produrre cibo per lunghi viaggi nello spazio.

1990s Willem van Eelen: depositato il primo brevetto su un metodo di produzione di carne coltivata.

1950 Willen Van Eelen: idea di creare carne da tessuto muscolare di pesce

1950 F. Pohl, C. M. Kornbluth: "The space merchants"

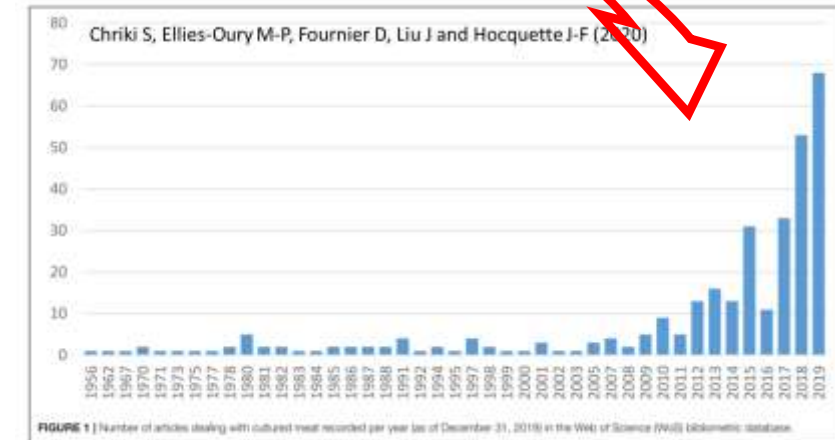
1943 R. Barjavel: "Ashes, Ashes"

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"

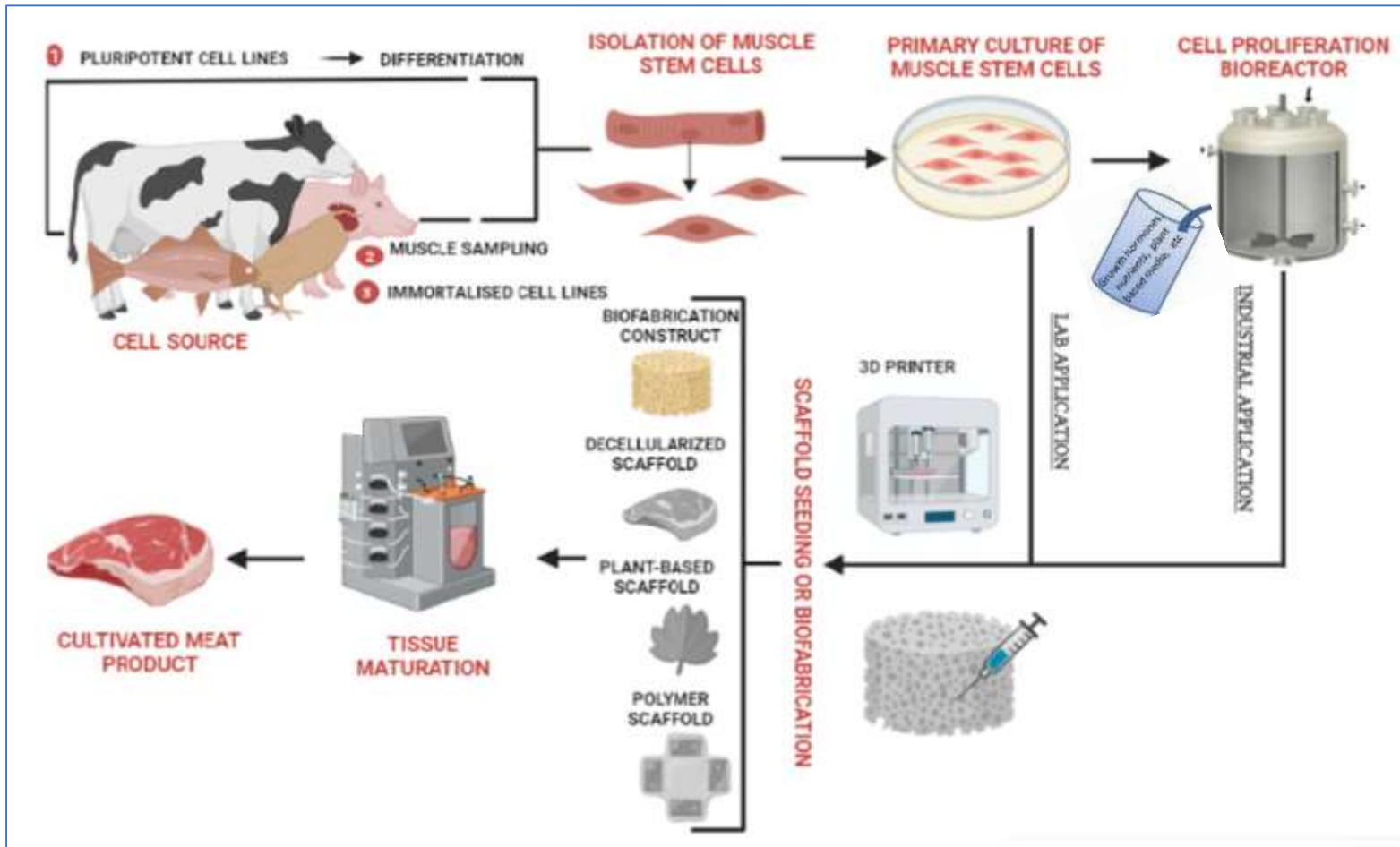
1930 Frederik Edwin Smith: "It will no longer be necessary to go to the extravagant length of rearing a bullock in order to eat its steak."

1912 Alexis Carrel: primi esperimenti di carne in vitro

1897 K. Laßwitz: "Auf Zwei Planeten"



Carne coltivata: il processo produttivo



Lanzoni, Cheli, Giromini et al., 2022

Carne coltivata: il processo produttivo

| Biotechnological Challenges | Technical Challenges |
|--|--------------------------------------|
| Choice of animal for cell harvesting | |
| Choice of site of collection | |
| Methods for cell harvesting | |
| FBS: ethical challenges | Scaffold fabrication |
| High cell proliferation and genetic instability | Alternatives to scaffold fabrication |
| Nutritional and functional properties of cultured meat | Biofabrication and 3D bioprinting |
| FBS alternatives | Bioreactors |
| Food control system for cultured meat | Industrial process scale-up |

Lanzoni, Cheli, Giromini et al., 2022



Alternative al FCS: le sfide della ricerca

| 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*

DI CHEN, Xiao-ran XIE, Hai-cheng QIAN, Zhang-yin YU, Li-rong SHEN*
J. Pharm. Med. Biomed. Sci. 2015, 2015(12):2015



RESEARCH ARTICLE

BMJ Complementary and Alternative Medicine

Royal jelly-derived proteins enhance proliferation and migration of human epidermal keratinocytes in an in vitro scratch wound model

Yu X, Yu X, Wang Y, Wang Y, Wang Y, Wang Y, Wang Y, Wang Y, Wang Y, Wang Y

Applications and analysis of hydrolysates in animal cell culture

scientific reports
OPEN Marine cyanobacterium *Spirulina maxima* as an alternate to the animal cell culture medium supplement

The potential of silk sericin protein as a serum substitute or an additive in cell culture and cryopreservation

nature food
Serum-free cultures of C2C12 cells show different muscle phenotypes which can be estimated by metabolic profiling



Carne coltivata: il processo produttivo

| Biotechnological Challenges | Technical Challenges |
|--|--------------------------------------|
| Choice of animal for cell harvesting | Scaffold fabrication |
| Choice of site of collection | Alternatives to scaffold fabrication |
| Methods for cell harvesting | Biofabrication and 3D bioprinting |
| FBS: ethical challenges | Bioreactors |
| High cell proliferation and genetic instability | Industrial process scale-up |
| Nutritional and functional properties of cultured meat | |
| FBS alternatives | |
| Food control system for cultured meat | |

Lanzoni, Cheli, Giromini et al., 2022



Scaffold

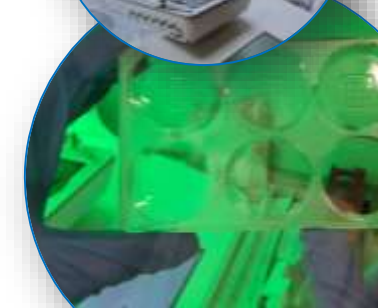
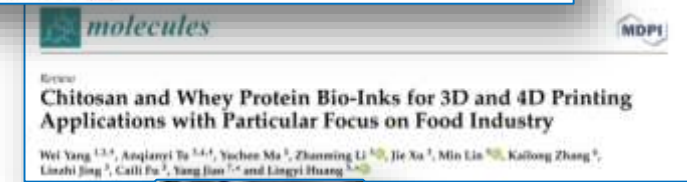


Carne coltivata:

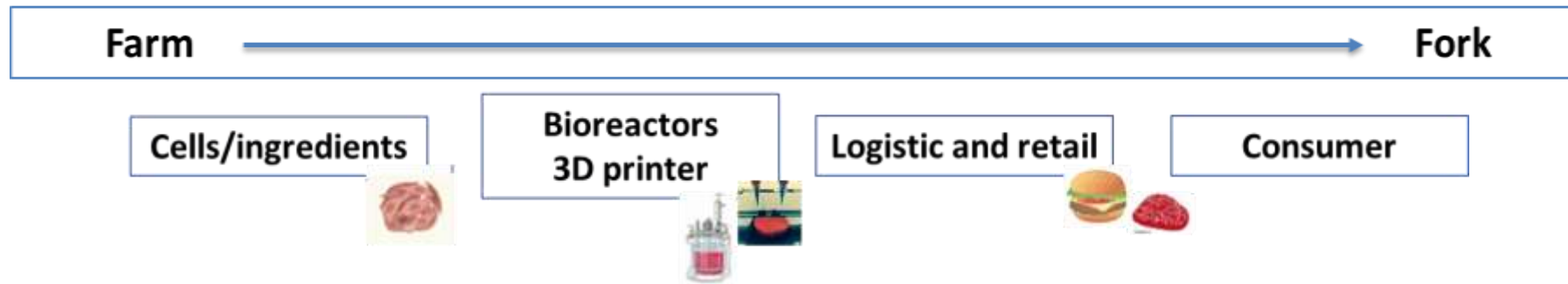
«texture»

*scaffold e
«inchiostri»
edibili*

3D bio-printer



Carne coltivata: sicurezza alimentare



Identity and characterization

- Biological source (nomenclature)
- Prevention of contamination or disease: breeding of cell donor animals
- Information on the identity of cells
- Type of culture used
- Quality control of mammalian cell/tissue cultures
- Safety hazards
 - impurities, microbiological contaminants, by-products, residues ...

Production process

- Good Cell Culture Practice (GCCP) and Good Tissue Practice (GTP)
- Raw materials, starting substances, medium/substrate, serum, growth factors, hormones, culture conditions, antimicrobials
- Microbiological controls and testing throughout the manufacturing process
- Operational limits and key parameters of the production process

Carne coltivata: sicurezza nutrizionale

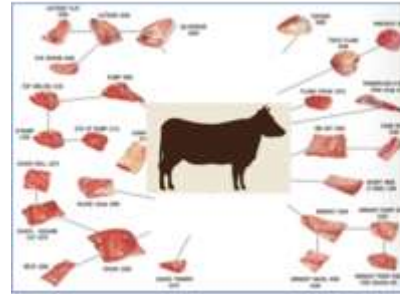
Nutritional information

- Comparative approach with conventional meat
- Quality and quantity of macro and micro nutrients
- Customised cultured meat:



La sfida: burger vs steak

Texture,
organoleptic
properties



Kobe beef



Chianina beef

- Texture
- Color
- Aroma
- Taste
- Tenderness
- Juiciness
-
- Shelf life
- Cooking effects
-

SMART NEWS

Scientists Create First 3-D Printed Wagyu Beef

The cultured cut matches the texture and marbling of the famous Japanese meat



Corryn Wetzel

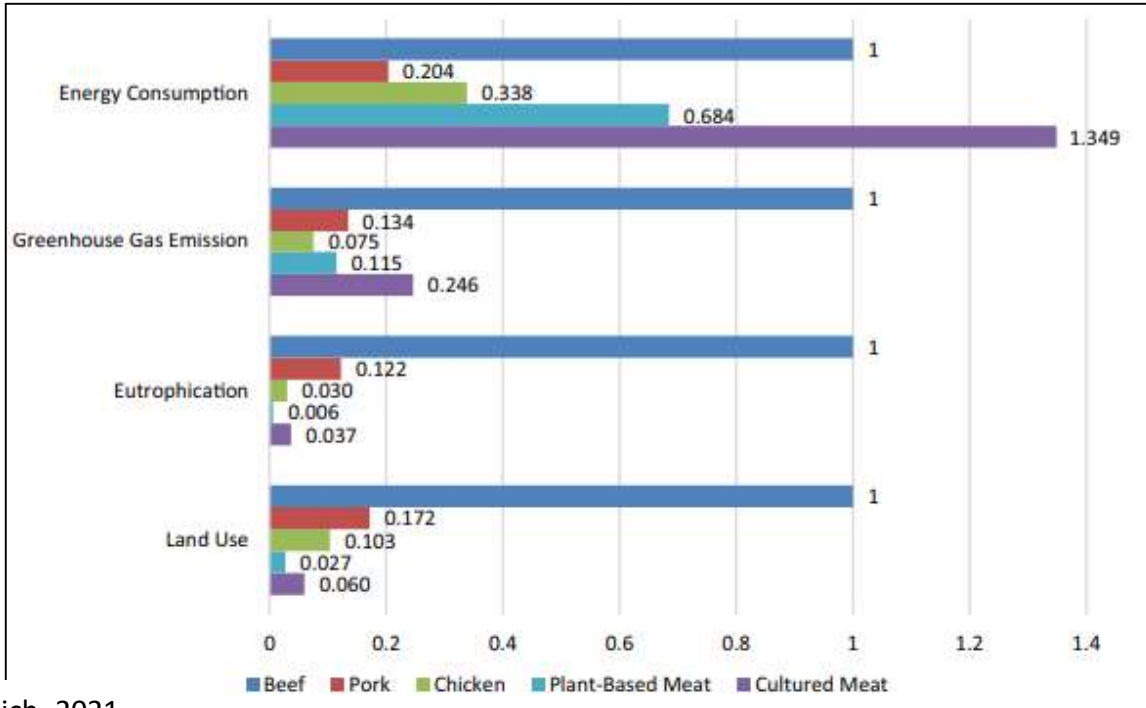
Daily Correspondent
September 2, 2021



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA
E SCIENZE ANIMALI



Carne coltivata: impatto ambientale



Treich, 2021

La ricerca: domande aperte in attesa di risposta

GHG:

Allevamento tradizionale: CH₄, CO₂, N₂O

Carne coltivata: CO₂



GHG in CO₂ equivalenti?



Short term
long term
effects?

Acqua?

Terra?

Carne coltivata: impatto ambientale del terreno di coltura



50L terreno di coltura/1kg carne
(5×10^{10} cellule)

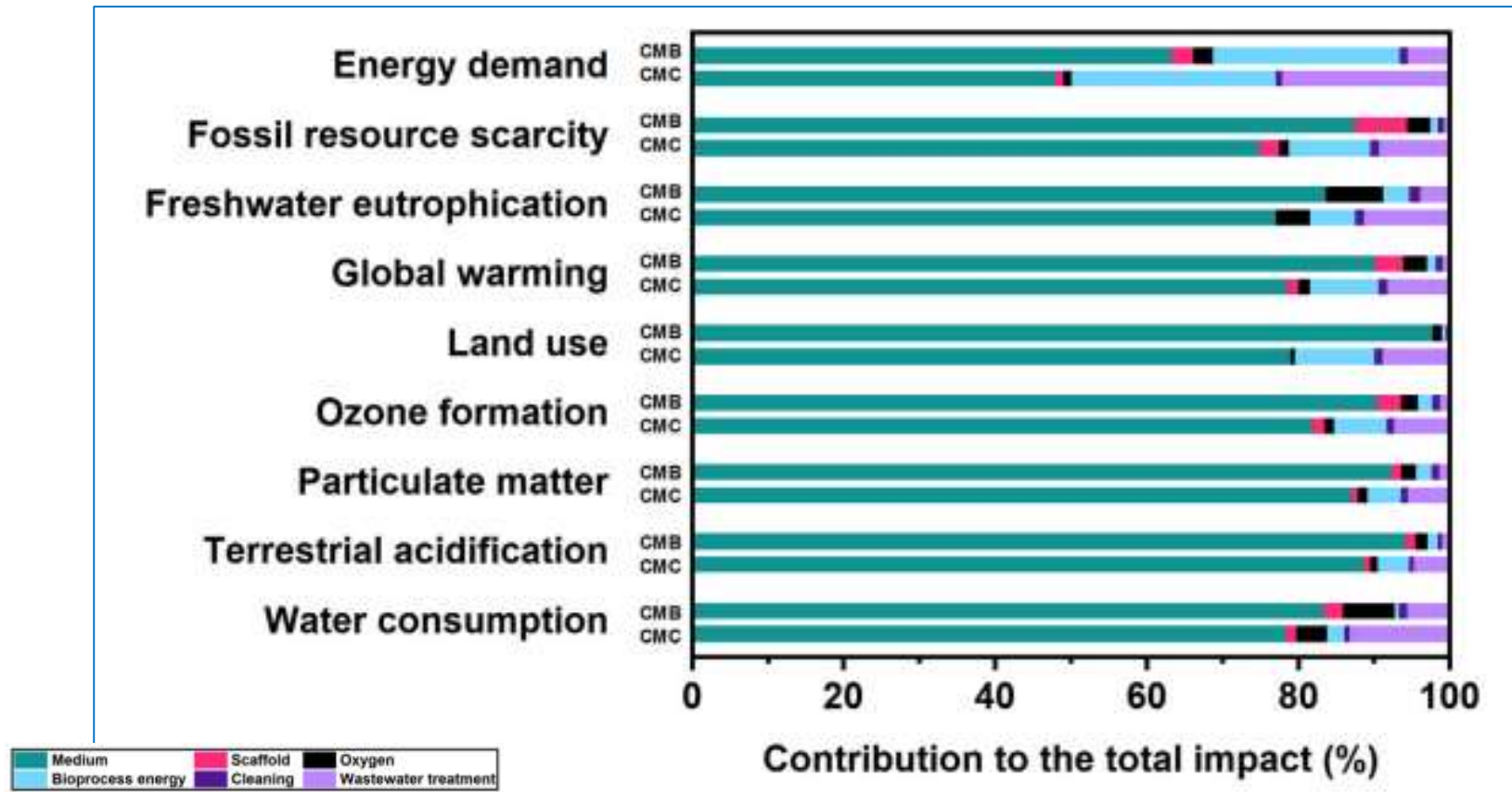
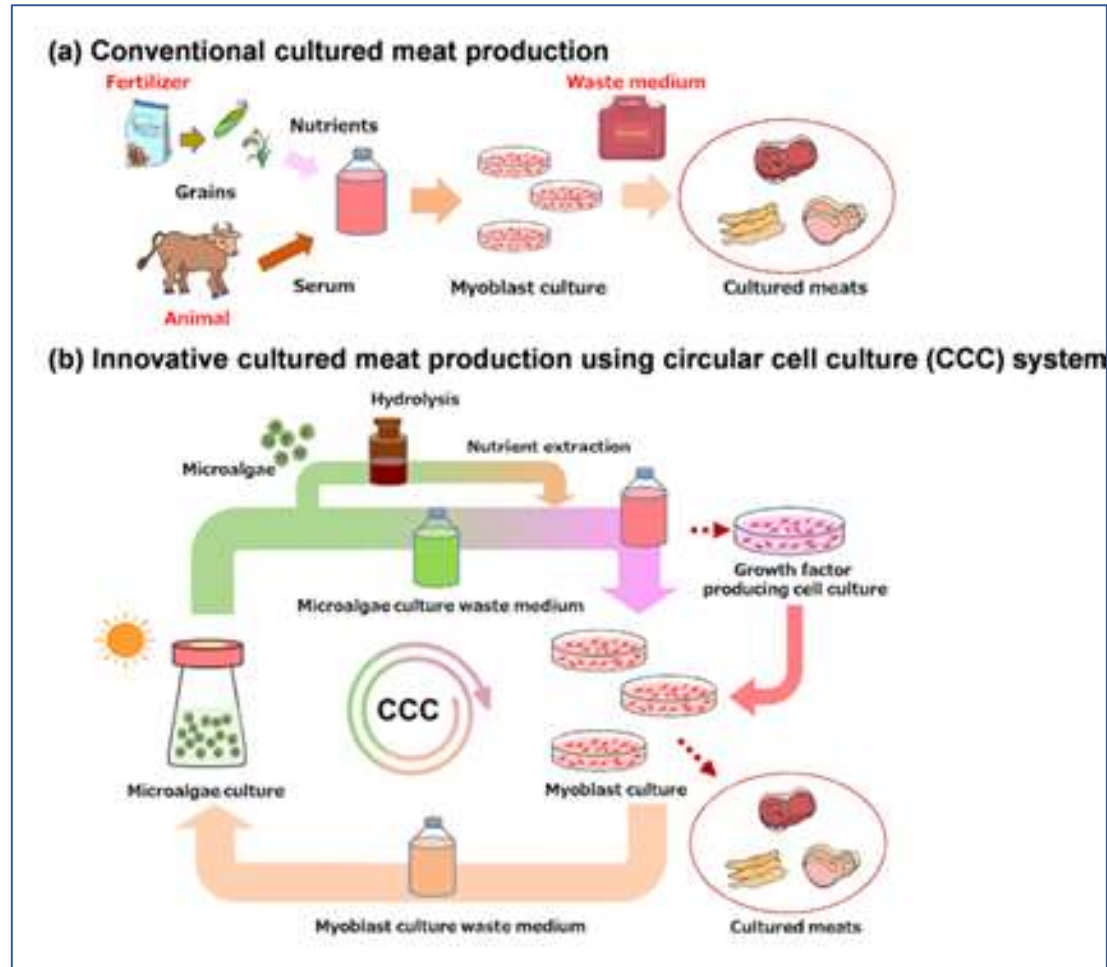


Fig. 4. Contribution of different processes on the environmental impacts of cultured meat baseline (CMB) scenario and cultured meat combined (CMC) scenario.

Tuomisto et al., 2022

Carne coltivata: impatto ambientale del terreno di coltura

Fig. 1 Conventional cultured meat production (a) and innovative cultured meat production using circular cell culture (CCC) system (b). The CCC system is a resource-recycling meat production system using microalgae and mammalian cells independently of grains and livestock



*Haraguchi et al.,
2022*



Carne coltivata: benessere animale

"carne coltivata" o "carne senza vittime", "carne senza crudeltà" o "carne senza macellazione"

Il numero di animali macellati può essere ridotto.

Quale sarà la vita e il futuro dei restanti animali?

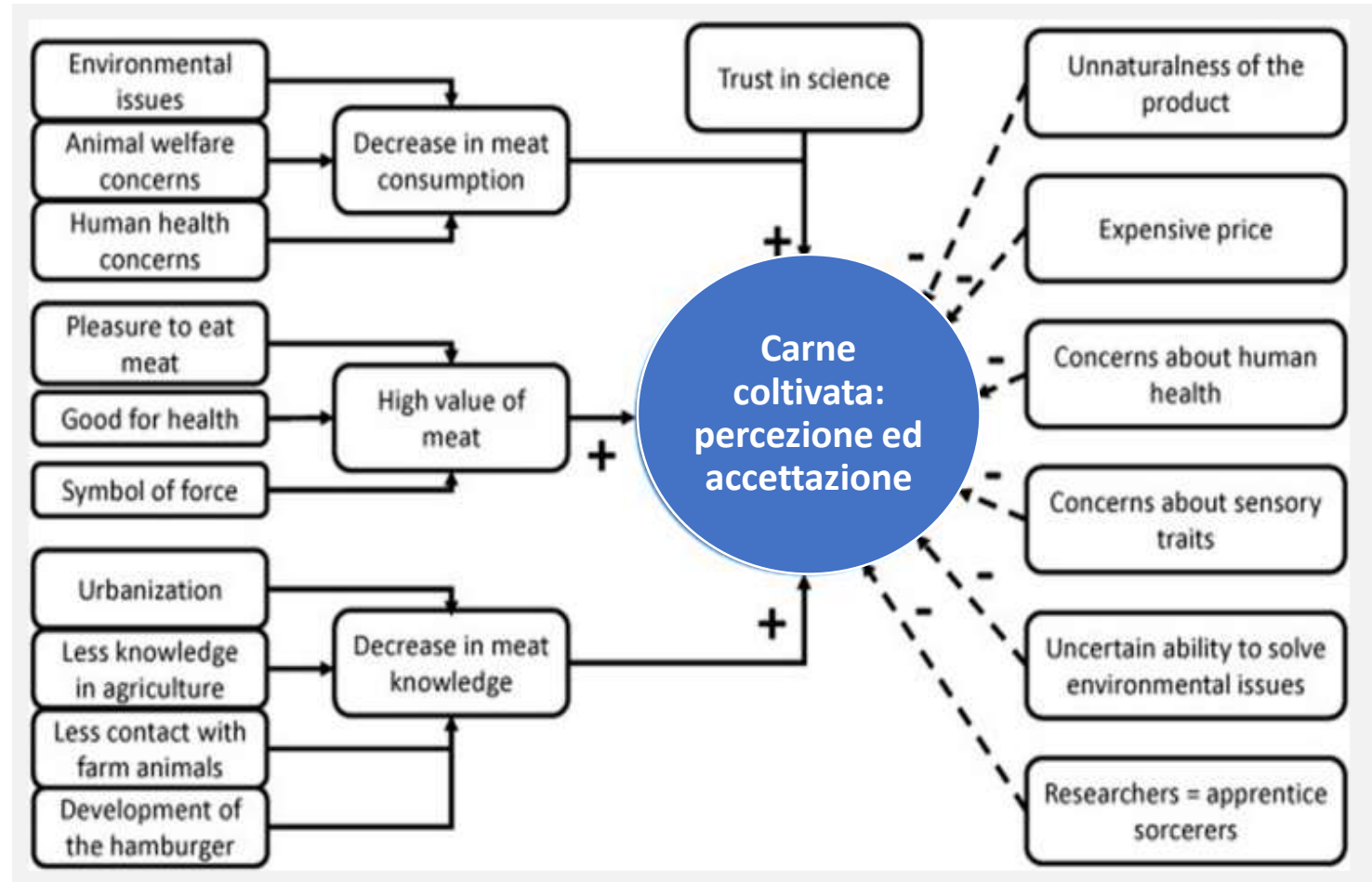
Questi animali saranno regolarmente sottoposti a biopsia e questo solleva nuovi problemi di benessere.

In alternativa, se vengono utilizzate linee cellulari, gli animali da allevamento non saranno più necessari.

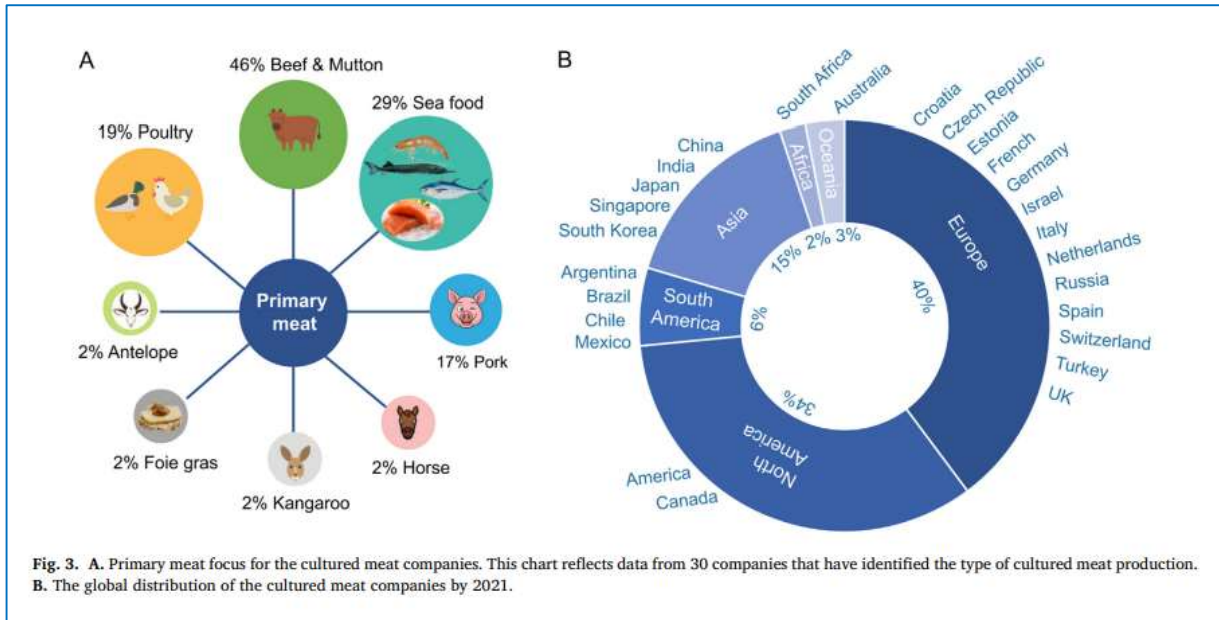
La biodiversità animale sarà ridotta con meno animali da allevamento.



Carne coltivata: il consumatore



Carne coltivata: il Mercato



Zhou et al., 2022



Carne coltivata: il Mercato



Beef hamburger

2013 300,000 US\$

2021 10 – 11 US\$

Un recente studio sull'accettazione da parte dei consumatori dei Paesi Bassi hanno riferito che il 58% dei partecipanti sarebbe disposto a pagare un premio del 37% per la carne bovina coltivata rispetto alla carne bovina tradizionale

Rolland et al., 2020

Table 1 Results from preliminary economic analyses of CBM production^{24,25}.

| Reference | [Doyle et al., ²⁵] ^a | [van der Weele & Tramper ²⁴] ^b |
|--------------------------------------|---|---|
| Growth medium-cost range (USD/L) | 10.29-11.76 | 1.33-66.50 |
| CBM cost range (USD/kg) | 4.81-5.10 | 10.39-519.53 |
| CBM per volume growth medium (kg/Ml) | 193 | 128 |

^aEstimates are based on capital, variable media, and overhead costs for a plant capacity of 15,000 tons/year. The lower limit is estimated for cells grown in suspension and the upper limit is estimated for cells grown in a 3D matrix.

^bEstimates are based on batch production of 2560 kg CBM per batch assuming 20,000 L/batch. CBM cost only considers contributions from growth medium.

Rubio et al., 2020

La Food Agency di Singapore ha approvato la vendita di «pollo coltivato» nel 2020



Receipt from the first consumer sale of cultivated meat. Singapore restaurant 1880 served Eat Just's 0000 cultivated chicken bites to the menu in December 2020. | Image credit: Eat Just

Singapore
Chicken bites 16 €

Carne coltivata: aspetti normativi



La Food Agency di Singapore ha approvato la vendita di «pollo coltivato» nel 2020



When will cultivated meat hit Europe? 'The regulatory process is far too rigid and slow'

By Flora Southey

04-May-2021 - Last updated on 04-May-2021 at 15:19 GMT



3 minute read - January 19, 2023 9:57 PM GMT+1 - Last Updated 2 months ago

Meat cultivated from cow cells is kosher, Israel's chief rabbi rules

By Ari Rabinovitch





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

Constituent Update

November 16, 2022

The Washington Post

Lab-grown meat is safe to eat, says FDA

Companies are already preparing to market steaks, poultry and seafood grown in a lab rather than raised to be slaughtered



By Lucia Felber

November 15, 2022 at 12:04 pm EST

Human Food Made with Cultured Animal Cells Inventory

Updated November 2022

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.

Display Hint: Select the "CCC No." below to view the record details, including the sponsor safety narrative, FDA response, and FDA scientific memo.

| CCC No, (sorted A-Z) | Food | Species of origin | Sponsor | Date of FDA response |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------|----------------------|
| 002 | Cultured chicken cell material | <i>Gallus gallus</i> | UPSIDE Foods | Nov 16, 2022 |

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



 MEPs
European Parliament

**Question for written answer
E-003136/2022 to the
Commission (Clara Aguilera)**

***Answer given by Ms
Kyriakides on behalf of the
European Commission
(9.11.2022)***

Subject: The future of cellular agriculture In a couple of year, EU consumers might already be able to put these products in their shopping baskets.

1. Does the Commission believe cellular agriculture is a viable option to satisfy EU demand for animal and plant protein?

*Cellular agriculture is a new technology that is often considered to have to the potential to contribute to the sustainability and resilience of food systems. However, **there is a need for more knowledge and understanding of its ability to contribute to the objectives of the Farm to Fork Strategy and represent a sustainable source of proteins.***

2. How many authorisation requests has the Commission already received for these new foods?

To date, the Commission has not received any request for an authorisation of cell-based products under the Novel Food Regulation.

3. Are these products on a par with their traditionally produced counterparts in terms of flavour and consistency?

*Cell-based products can be placed on the EU market only **after a pre-market authorisation** has been granted by the Commission, based on a safety assessment by the European Food Safety Authority (EFSA). The **consideration of flavour and consistency does not fall under the scope of this assessment** and the Commission does not possess any such information, given, as mentioned before, **that so far no application for the authorisation of these innovative products has been submitted.***



EFSA's Scientific Colloquium 27 "Cell culture-derived foods and food ingredients"

Objectives of the event

The Colloquium aims to:

- Identify sectors in the agri-food system relevant to cell culture-derived foods and food ingredients;
- Review the state of the art of relevant concepts, technologies, and derived products;
- Discuss emerging safety and methodological aspects and their impact on EFSA's risk assessment approaches.



<https://www.efsa.europa.eu/en/events/efsas-scientific-colloquium-27-cell-culture-derived-foods-and-food-ingredients>



Comunicato stampa del Consiglio dei Ministri n. 26

28 Marzo 2023

Carne sintetica: il governo vieta la produzione ma non l'import

I divieti contenuti all'articolo 2 del ddl non si applicheranno ai prodotti legalmente fabbricati o commercializzati in un altro Stato membro dell'Unione europea.



Governo Italiano Presidenza del Consiglio dei Ministri

SICUREZZA ALIMENTARE

Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici (disegno di legge)

Il Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste Francesco Lollobrigida, ha approvato, con procedura d'urgenza, un disegno di legge che introduce disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici.



Carne coltivata: possibili applicazioni

First meat grown in space lab 248 miles from Earth

Israeli company successfully cultures bovine cells on International Space Station



The Israeli food technology startup Aleph Farms grew the meat on the International Space Station, 248 miles (399 km) away from any natural resources.



Condizioni estreme: le Agenzie Spaziali stanno cercando un'alternativa proteica durante le missioni



Nutrizione personalizzata/tailored food



Pet food: un mercato in crescita



Conclusioni

La "carne coltivata"

- la tecnologia è abbastanza matura per garantire la produzione di carne?
- è davvero carne?
- quali sono le questioni legali?
- è davvero sicura?
- è davvero sana e gustosa?
- è davvero ecologica quanto la "carne convenzionale"?
- è davvero prodotta senza la macellazione degli animali?
- qual è il futuro della carne?

Carne coltivata:

Alternativa sostenibile alla carne

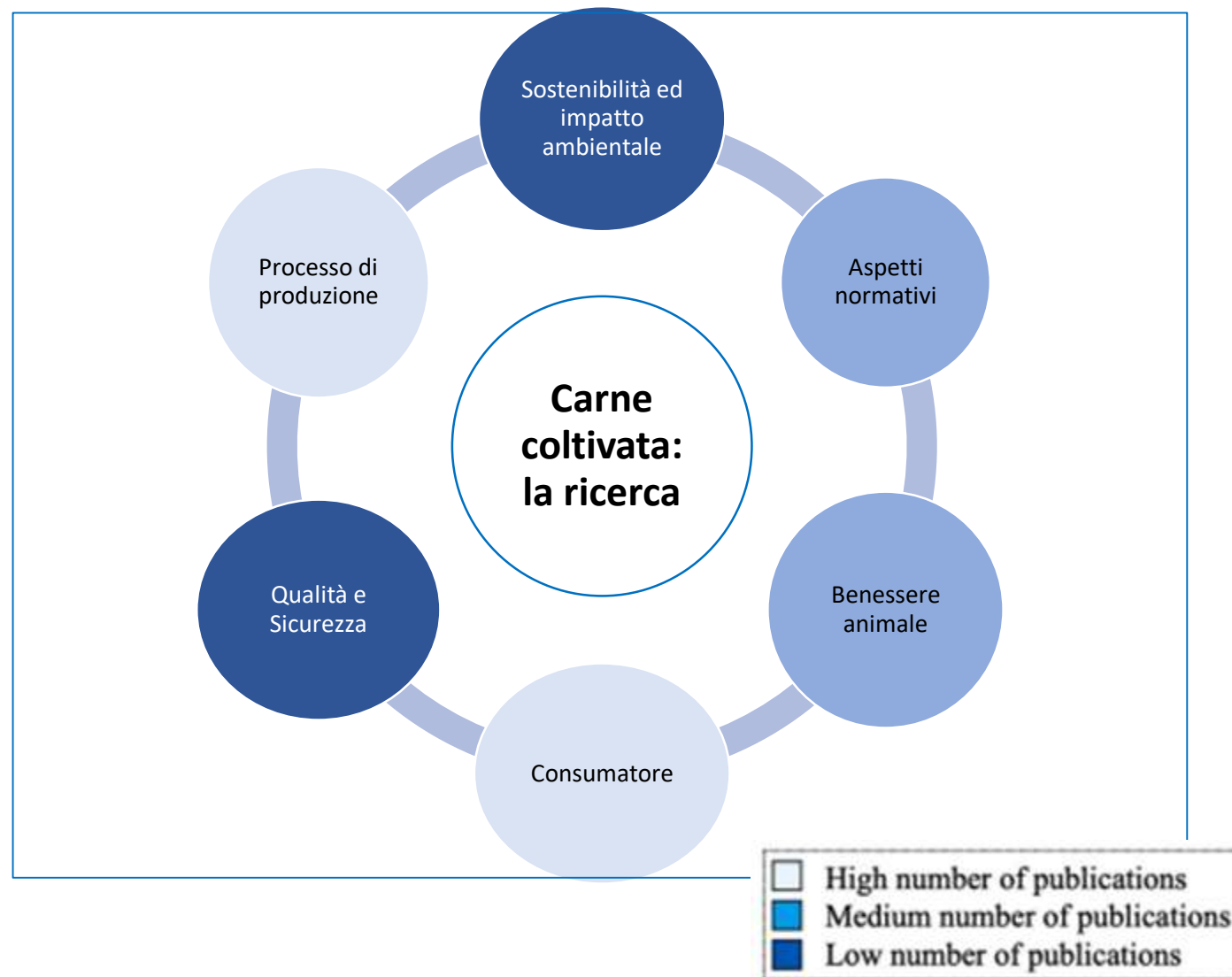
Novel food funzionale

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



Conclusioni

La carne coltivata sta raggiungendo il mercato?
Se è così... **la ricerca è necessaria**





Grazie per l'attenzione

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