

● INDAGINE SU POSSIBILE COMMERCIALIZZAZIONE DI CARNE SINTETICA (2022-2023)

Carne coltivata e convenzionale tra rischi e opportunità

di **M. Santinello, M. Faccin, M. Penasa, F. Cheli, C. Giromini**

La produzione mondiale di carne è in aumento e il fenomeno interessa maggiormente i Paesi in via di sviluppo. In particolare, in Africa, Sud America e Asia si assiste a un incremento della produzione di carne delle tre principali specie di interesse zootecnico (grafico 1), probabilmente legato all'aumento dei redditi medi di questi Paesi e, quindi, a un cambiamento nella dieta della popolazione con una parziale sostituzione delle fonti alimentari proteiche di origine vegetale con quelle di origine animale.

In Europa si sta registrando una contrazione della quantità di carne bovina prodotta (grafico 1) legata a numerosi aspetti, tra cui la mutata sensibilità del consumatore verso gli aspetti ambientali degli allevamenti intensivi, l'attenzione verso il benessere animale, l'incertezza nel riscontrare le qualità organolettico-sensoriali nel prodotto al momento dell'acquisto (Bonny et al., 2018) **e la mancanza di ricambio generazionale nelle aziende.** Le preoccupazioni ambientali e sul benessere animale legate alla produzione della carne hanno aumentato l'interesse all'interesse nei confronti dei prodotti alternativi alla carne, il cui mercato è in crescita (De Marchi et al., 2021).

Tra gli aspetti ambientali negativi imputati alla zootecnia intensiva, i principali riguardano le emissioni di gas climalteranti in atmosfera, di nitrati nei bacini idrici, in atmosfera e nel suolo, gli alti consumi idrici e l'elevato utilizzo di suolo destinato all'allevamento o alla produzione di alimenti zootecnici. Tuttavia, le attività zootecniche svolgono molteplici servizi ecosistemici essenziali per l'intera società, tra cui il sequestro di carbonio e l'uso di superfici altrimenti non coltivabili, e offrono la possibilità di sostentamento a realtà rurali che dipendono fortemente dalla loro presenza. La strategia europea per ridurre le emissioni di gas climalteranti legate alle produzioni agricole si è

Produrre 1 kg di carne prevede il consumo di 550-700 L di acqua: l'8% dell'acqua dolce globale è utilizzata per l'allevamento del bestiame, come il 30% della superficie terrestre coltivabile.

Di contro, il terreno necessario per produrre carne sintetica sarebbe il 99% in meno. Ma quanto costerebbe e qual è l'opinione del consumatore?



La carne coltivata è attualmente prodotta sotto forma di hamburger o nuggets di pollo, poiché riprodurre un taglio commerciale risulta di difficile attuazione per la necessità di coltivare contemporaneamente vari tipi cellulari (muscolari, adipociti, tessuto osseo)

storicamente concentrata sull'aumento dell'efficienza produttiva degli allevamenti e degli animali, salvaguardando la qualità di prodotto e di processo, per ridurre la quantità di emissioni prodotte per chilogrammo di carne.

Con l'aumento della popolazione mondiale e il conseguente incremento dei consumi e delle produzioni di gas climalteranti si affacciano nuove proposte per tentare di andare incontro a queste evoluzioni. Tra queste spicca la produzione della carne a partire da cellule animali, utilizzando tecniche avanzate di ingegneria tissutale. **Nel 2013 è stato prodotto il primo hamburger con cellule coltivate** e da allora altri prototipi di carne coltivata hanno attirato l'attenzione dei media per questioni etiche, ambientali, culturali ed economiche. Tuttavia, molti sono

ancora i punti da chiarire circa la produzione di carne coltivata.

Produzione della carne coltivata

Per la sintesi in laboratorio della carne coltivata gli elementi chiave sono le cellule, le impalcature di sostegno, i fattori di crescita e i terreni di coltura (Lanzoni et al., 2022). Nella maggior parte dei casi **le cellule, perlopiù staminali, vengono prelevate da animali vivi tramite biopsia e successivamente vengono poste in condizioni di crescita adeguate.** Mediante l'impiego di enzimi, ormoni e sostanze nutritive si favorisce la moltiplicazione cellulare all'interno di bioreattori, in condizioni controllate. Una volta iniziata la differenziazione cellulare, le cellule staminali in procinto di divenire

cellule muscolari necessitano di supporti o impalcature in quanto il tessuto muscolare è in grado di contrarsi.

La contrazione delle cellule coltivate può essere garantita usando microsferi di materiali polimerici compatibili con i tessuti biologici che, una volta adempiti i loro scopi, vengono dissolti nel prodotto finale o permettono alle stesse cellule di separarsene rapidamente. Tuttavia, non è ancora chiaro in che misura e come avvengano le contrazioni mediante il complesso actina-miosina nella carne coltivata. Le cellule necessitano di terreni di coltura adatti e anch'essi molto spesso sono di origine animale, come il siero bovino fetale (FBS), oppure sono costituiti da idrolizzati di colture batteriche, come i cianobatteri.

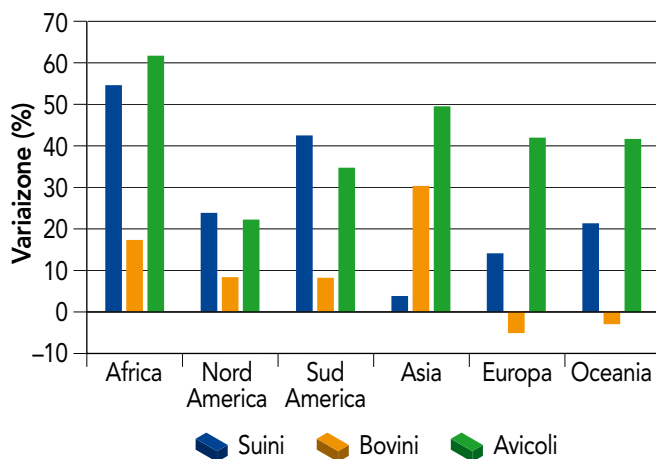
Durante la produzione la carne coltivata può essere arricchita con diversi fattori.

Per esempio, dato che la carne convenzionale fornisce una quota importante di vitamine del gruppo B, in particolare la B12, tramite processi che avvengono solo grazie ai batteri presenti nell'intestino di animali vivi (Williams, 2007), la carne coltivata dovrebbe essere arricchita con la **vitamina B12** durante o nel post-coltura, come avviene per molte alternative a base vegetale disponibili in commercio (Fraeye et al., 2020).

Analisi degli aspetti produttivi...

La carne convenzionale deriva da processi biologici che, successivamente alla macellazione degli animali, trasformano i muscoli in carne. Lo sviluppo muscolare dell'animale avviene in condizioni differenti rispetto alla carne coltivata. In particolare, **la concentrazione atmosferica di ossigeno tipica dei processi produttivi della carne coltivata sopprime l'espressione della mioglobina, fornendo al prodotto un colore pallido** (Post e Hocquette, 2017). Di conseguenza, a seconda della specie animale di cui si vogliono emulare le caratteristiche, questo aspetto deve essere tenuto in considerazione e per aumentare il contenuto di mioglobina le cellule possono essere coltivate in anossia, cercando di mimare le con-

GRAFICO 1 - Variazione (%) della quantità di carne prodotta dal 2010 al 2021 per le principali specie di interesse zootecnico nel mondo



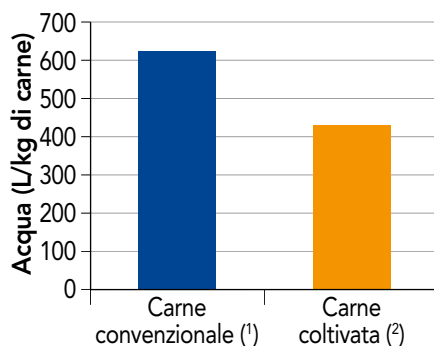
Fonte: Faostat, 2023.

Si assiste a un aumento netto delle produzioni delle tre specie a maggiore interesse zootecnico, soprattutto in Africa, Sud America, Asia e in misura minore nel Nord America. Europa e Oceania mostrano lo stesso andamento per produzioni suinicole e avicole, con una decrescita nelle produzioni bovine.

dizioni naturali in cui una cellula muscolare si sviluppa, fornendo ossigeno in forma libera in coltura.

Oppure, la mioglobina può essere aggiunta direttamente alla coltura o può essere sostituita con coloranti artificiali o naturali, anche se l'alterazione e l'alto livello di trasformazione

GRAFICO 2 - Consumo di acqua per la produzione di carne bovina convenzionale e carne coltivata



(1) Chriki e Hocquette 2020.

(2) Tuomisto et al. (2014).

Gli studi riportano una quantità minore di acqua necessaria per produrre carne coltivata (circa 430 L vs 550-700). Ma se si considera anche l'acqua usata per produrre gli alimenti destinati agli animali, il confronto è maggiormente a sfavore della carne convenzionale.

del prodotto finale potrebbero avere effetti indesiderati sulla sua accettabilità da parte del consumatore.

Inoltre, la coltivazione di cellule staminali mima i processi di crescita fisiologici con un livello di complessità necessariamente minore o semplificato. **Infatti, la carne coltivata è attualmente prodotta sotto forma di hamburger o nuggets di pollo, in quanto riprodurre un taglio commerciale risulta di difficile attuazione per la necessità di coltivare contemporaneamente vari tipi cellulari** (cellule muscolari, adipociti, tessuto osseo). Tuttavia, la ricerca biotecnologica sta lavorando in questa direzione al fine di produrre strutture complesse e sempre più vicine alla fisiologia dei diversi tagli di carne. La difficoltà nel ricreare le giuste proporzioni e modelli di crescita naturali

risiede nel ricostruire un sistema circolatorio artificiale che vada a nutrire le cellule.

Bhat e Fayaz (2011) riportano che, a causa dell'assenza di sangue circolante e della diffusione relativamente limitata di nutrienti e ossigeno, **solo pochi strati cellulari possono essere prodotti utilizzando le tecniche di coltura attualmente disponibili**. Anche le qualità organolettico-sensoriali potrebbero non rispecchiare la grande variabilità che caratterizza la carne prodotta in maniera convenzionale presente nel mercato.

Secondo Garrison et al. (2022), **se la carne coltivata fosse prodotta su larga scala, il prezzo si attesterebbe su 60 euro/kg** e, considerando che il consumatore potrebbe acquistare per lo più hamburger e/o nuggets, questo aspetto è un fattore limitante alla commercializzazione della carne coltivata. Il prelievo di siero da animali vivi come base per la proliferazione cellulare, oltre alle problematiche etiche dovute al prelievo su animali vivi, comporta dei rischi legati alla composizione variabile della matrice e alla possibile presenza di agenti patogeni.

Per questa ragione, le cellule e il siero animale, prima di essere impiegati, vengono controllati ed eventualmente trattati con antibiotici o sostanze per evitare trasmissioni di patogeni e,

quindi, problematiche sanitarie per la produzione di carne coltivata. Alcuni studi recenti sono rivolti a trovare alternative al siero bovino fetale per evitare l'impiego di animali donatori e i relativi rischi sanitari e ambientali connessi o alternative più sostenibili ed etiche.

Sicuramente **il numero di animali macellati andrebbe a ridursi, ma i produttori convenzionali per rimanere nel mercato potrebbero decidere di incrementare la densità di allevamento con conseguenze potenzialmente drammatiche in termini di benessere animale** (Heidemann et al., 2020), soprattutto nei Paesi in cui le normative non sono stringenti come nell'UE. Gli standard di benessere degli animali nell'UE sono tra i più elevati al mondo.

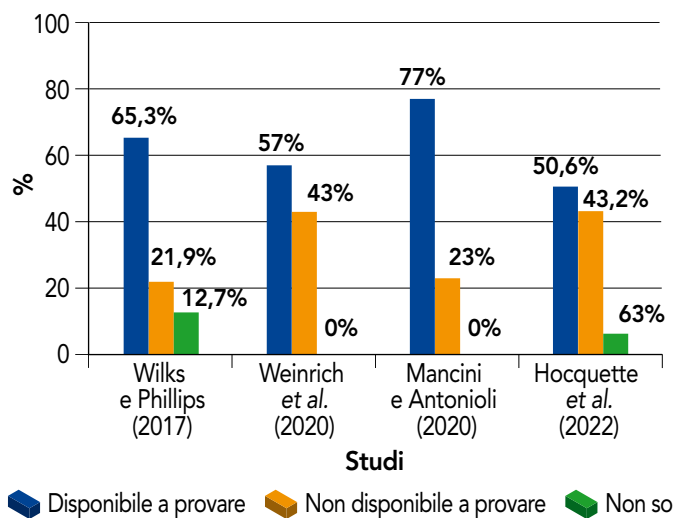
In particolare, la direttiva 98/58/CE definisce norme minime per la protezione di tutti gli animali negli allevamenti e il regolamento (CE) n. 1/2005 stabilisce gli standard di benessere degli animali da allevamento durante il trasporto e al momento dello stordimento e della macellazione.

Durante la crescita cellulare vengono usati enzimi, ormoni e sostanze nutritive che potrebbero generare effetti collaterali a lungo termine ancora sconosciuti. Ad esempio, il gran numero di moltiplicazioni cellulari potrebbe dare origine a linee cellulari non regolari o con alterate funzioni, con dubbi effetti sulla salute umana (Chriki e Hocquette, 2020). Proprio per questo la ricerca è fondamentale per assicurare la sicurezza della carne coltivata, ricordando che la sicurezza alimentare è un prerequisito.

In questo scenario va considerato il quadro normativo. A marzo 2019, alcuni enti americani (Usda, Fsis e Fda) hanno annunciato un accordo formale per la supervisione congiunta della produzione di prodotti alimentari per uso umano derivati da cellule staminali di bestiame. Nel novembre 2022 e a marzo 2023 l'Fda ha completato la prima consultazione pre-commercializzazione per la carne coltivata di pollo e la sua sicurezza.

Diversa la situazione in EU dove prima che la carne coltivata possa essere commercializzata sarà necessaria l'ap-

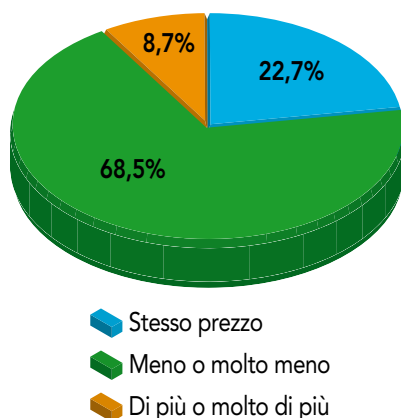
GRAFICO 3 - Disponibilità dei consumatori a provare la carne coltivata secondo diversi studi



Le risposte sono per lo più affermate, anche se esistono alcune differenze tra gli studi, confermando che la popolazione, spinta da preoccupazioni per lo più ambientali ed etiche, potrebbe optare per un consumo di carne alternativa.

provazione della Commissione europea, su parere dell'European food safety authority (Efsa), ai sensi del regolamento sui nuovi prodotti alimentari 2015/2283. Lo scopo principale di questo regolamento è garantire che i nuovi alimenti siano sicuri per il consumatore senza effetti collaterali per la salute umana. A livello italiano è stato recentemente approvato un disegno di legge che vieta la produzione di carne coltivata e prodotti edibili a partire da cellule e introduce sanzioni per i trasgressori.

GRAFICO 4 - Disponibilità a pagare la carne coltivata rispetto alla carne convenzionale



Fonte: Hocquette et al., 2022.

Solo una piccola percentuale di intervistati dichiara di essere disposto a pagare di più la carne coltivata.

... e ambientali

Il bestiame allevato per la carne utilizza il 30% della superficie terrestre coltivabile e l'8% dell'acqua dolce globale. Complessivamente, le attività agricole a livello mondiale sono responsabili del 14,5% delle emissioni di gas serra (Gerber et al., 2013). Lynch e Pierrehumbert (2019) hanno considerato quattro studi che descrivono le emissioni di gas a effetto serra da sistemi produttivi di carne coltivata confrontandoli con tre studi riguardanti l'impatto ambientale della produzione di carne convenzionale in Svezia (estensivo), Brasile (semi-intensivo) e Midwest degli Stati Uniti (intensivo).

Nel loro studio è stato anche modellizzato l'impatto a lungo termine dei sistemi produttori di carne coltivata sul riscaldamento globale, prendendo come unità per i confronti il potenziale effetto climaterante dai vari sistemi.

È emerso che la carne coltivata non si colloca in una categoria meno impattante rispetto all'allevamento di bestiame convenzionale e il suo impatto relativo dipende dalla disponibilità di energia proveniente da fonti rinnovabili usata per produrla. Infatti, **se l'energia impiegata nel processo produttivo della carne coltivata deriva da combustibili fossili, il livello di emissioni è simile a quello della carne convenzionale.** Va ricordato che attualmente gli studi a disposizione per un confronto sono pochi, per cui non è possibile trarre delle conclusioni definitive.

Nella rassegna bibliografica di Chriki e Hocquette (2020) emerge che, per produrre 1 kg di carne convenzionale si consumano da 550 a 700 L di acqua. Tuomisto et al. (2014), riassumendo i risultati di tre studi, riportano una quantità minore di acqua necessaria per produrre carne coltivata (circa 430 L, grafico 2). Se si considera anche l'acqua usata per produrre gli alimenti destinati agli animali, il confronto è maggiormente a sfavore della carne convenzionale.

È noto che la carne coltivata richiede minori superfici rispetto a quelle dedicate al bestiame, soprattutto considerando che i bioreattori possono essere posizionati in verticale e, di conseguen-

za, occupare una superficie ridotta rispetto alle superfici destinate agli allevamenti intensivi. Il consumo di suolo della carne coltivata può variare ampiamente. Dallo studio di Tuomisto e Teixeira De Mattos (2011) è emerso un **utilizzo medio di terreno compreso tra 190 e 230 m²/1.000 kg di carne prodotta, ovvero il 99% in meno rispetto alla produzione di carne convenzionale.**

Tuttavia, la produzione di carne convenzionale offre una serie di servizi ecosistemici essenziali, come il mantenimento della fertilità del suolo e del suo contenuto di carbonio mediante le deiezioni. Inoltre, dei circa 2,5 miliardi di ettari dedicati all'allevamento, più della metà sono terreni non utilizzabili per altre colture (Mottet et al., 2017).

Aspetti sociali e accettabilità del consumatore

Nel grafico 3 si riportano i risultati di 4 studi-questionari in cui è stato chiesto a consumatori di varie estrazioni sociali se fossero disponibili a provare i prodotti derivati dalla carne coltivata. In particolare, lo studio di Wilks e Phillips (2017) ha una platea di 673 rispondenti dagli USA; Weinrich et al. (2020) hanno considerato le risposte di 713 intervistati in Germania; Mancini e Antoniolli (2020) hanno intervistato 525 perso-



Alcuni recenti studi sono rivolti a trovare alternative al siero bovino fetale per produrre carne sintetica, per evitare l'impiego di animali donatori e i relativi rischi sanitari e ambientali connessi, più sostenibili ed etiche

TABELLA 1 - Costi operativi e fissi presunti associati a un impianto di produzione di carne coltivata dalla capacità produttiva di 548.000 kg/anno

Costi	Costo (dollari USA/kg)	Incidenza sui costi totali (%)
Operativi		
Terreno di coltura	19,66	30,87
Manodopera	17,65	27,71
Riparazione e manutenzione	5,47	8,59
Interessi	1,30	2,04
Altro (*)	0,53	0,83
Totale costi operativi	44,61	70,05
Fissi		
Bioreattori	17,81	27,97
Altro (*)	1,27	1,99
Totale costi fissi	19,08	29,95
Totale costi (fissi + operativi)	63,69	100

(*) Acqua, trasporto al centro di distribuzione tramite mezzo refrigerato, elettricità, imballaggio.

(*) Cella frigorifera, assicurazione, affitto immobili, infrastrutture informatiche e di comunicazione.

Fonte: Garrison et al., 2022.

Il costo per produrre 1 kg di carne convenzionale è di molto inferiore a quello della carne coltivata: il mezzo di crescita e la manodopera sono i due maggiori costi operativi, rappresentando insieme l'84% di tali costi e il 59% del costo produttivo totale per la produzione di carne sintetica.

ne in Italia e, infine, Hocquette et al. (2022) hanno incluso 5.418 rispondenti in Francia. Le risposte sono per lo più affermative, anche se esistono alcune differenze tra gli studi, confermando che la popolazione, spinta da preoccupazioni perlopiù ambientali ed etiche, potrebbe optare per un consumo di carne alternativa. Il grafico 4 riporta che **solo una ridotta percentuale degli intervistati nello studio di Hocquette et al. (2022) ha dichiarato di essere disponibile a pagare la carne coltivata di più rispetto alla carne convenzionale.**

Commercializzazione non attuabile nel breve periodo

Questo potrebbe essere uno dei fattori limitanti per la futura commercializzazione in quanto, **supponendo di produrre almeno 548.000 kg/anno, il costo totale di produzione sarebbe di 34,9 milioni di dollari, ossia 63,7 dollari USA/kg di carne coltivata.** Il mezzo di crescita e la manodopera sono i due maggiori costi operativi, rappresentando insieme l'84% di tali costi e il 59% del costo produttivo totale (ta-

bella 1). Il costo per produrre 1 kg di carne convenzionale è di molto inferiore a quello della carne coltivata e in letteratura è ancora precoce trovare una comparazione esaustiva. Infatti, il costo per produrre la carne varia a seconda della specie considerata, del taglio commerciale, dell'alimentazione dell'animale e del sistema commerciale e valutativo in cui è inserita la produzione (come UE e USA).

Le ricerche per approfondire i costi, l'impatto ambientale, il gusto, e gli aspetti sociali ed etici della carne coltivata sono tuttora in corso. In questo scenario, è recentissima la pubblicazione di un documento della Fao che include una sintesi della letteratura di questioni terminologiche rilevanti, i principi della produzione e della sicurezza alimentare dei prodotti dell'agricoltura cellulare e il panorama globale dei quadri normativi (Fao e Who, 2023). Non c'è ancora consenso in letteratura su tutti i punti di forza, debolezza, minacce e opportunità delle carni coltivate, e questo suggerisce che la loro commercializzazione su larga scala non potrà avvenire nel breve periodo. Gli organismi di regolamentazione alimentare dovrebbero concentrarsi sulla formulazione di linee guida di riferimento che possano portare informazioni concrete ai consumatori. Per esempio, la nomenclatura dovrà tenere conto di come viene prodotta la carne per poterla distinguere da quella prodotta in maniera convenzionale.

Matteo Santinello

Marco Faccin, Mauro Penasa

Dafnae - Dipartimento di agronomia, animali, alimenti, risorse naturali e ambiente
Università degli studi di Padova

Federica Cheli

Divas - Dipartimento di medicina veterinaria e scienze animali
Università degli studi di Milano

Carlotta Giromini

CRC I-WE - Coordinating Research Centre: Innovation for Well-Being and Environment
Università degli studi di Milano

V Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: informatoreagrario.it/bdo

Carne coltivata e convenzionale tra rischi e opportunità

BIBLIOGRAFIA

- Bhat, Z.F., Fayaz, H. (2011). Prospectus of cultured meat—Advancing meat alternatives. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 125–140. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0198-7>
- Bonny, S.P.F., Hocquette, J.-F., Pethick, D.W., Legrand, I., Wierzbicki, J., Allen, P., Farmer, L.J., Polkinghorne, R.J., Gardner, G.E. (2018). Review: The variability of the eating quality of beef can be reduced by predicting consumer satisfaction. *Animal*, 12, 2434–2442. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000605>
- Chriki, S., Hocquette, J.-F. (2020). The myth of cultured meat: A review. *Frontiers in Nutrition*, 7, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007>
- De Marchi, M., Costa, A., Pozza, M., Goi, A., Manuelian, C.L. (2021). Detailed characterization of plant-based burgers. *Scientific Reports*, 11, 2049. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81684-9>
- FAO & WHO, 2023. Food safety aspects of cell-based food. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4855en>
- FAOSTAT. Database consultato il 1 marzo 2023: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fraeye, I., Kratka, M., Vandeburgh, H., Thorrez, L. (2020). Sensorial and nutritional aspects of cultured meat in comparison to traditional meat: much to be inferred. *Frontiers in Nutrition*, 7, 35. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00035>
- Garrison, G.L., Biermacher, J.T., Brorsen, B.W. (2022). How much will large-scale production of cell-cultured meat cost? *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100358. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100358>
- Gerber, J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133417883>
- Heidemann, M.S., Molento, C.F.M., Reis, G.G., Phillips, C.J.C. (2020). Uncoupling meat from animal slaughter and its impacts on human-animal relationships. *Frontiers in Psychology*, 11, 1824. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01824>
- Hocquette, É., Liu, J., Ellies-Oury, M.-P., Chriki, S., Hocquette, J.-F. (2022). Does the future of meat in France depend on cultured muscle cells? Answers from different consumer segments. *Meat Science*, 188, 108776. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108776>
- Lanzoni, D., Bracco, F., Cheli, F., Colosimo, B.M., Moscatelli, D., Baldi, A., Rebutti, R., Giromini, C. (2022). Biotechnological and technical challenges related to cultured meat production. *Applied Sciences*, 12, 6771. <https://doi.org/10.3390/app12136771>
- Lynch, J., Pierrehumbert, R. (2019). Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00005>
- Mancini, M.C., Antonioli, F. (2020). To what extent are consumers' perception and acceptance of alternative meat production systems affected by information? The case of cultured meat. *Animals*, 10, 656. <https://doi.org/10.3390/ani10040656>
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
- Post, M., Hocquette, J.-F. (2017). New sources of animal proteins: cultured meat. In: *New aspects of meat quality – from genes to ethics*, Woodhead Publishing Limited, pp. 425–441. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100593-4.00017-5>
- Tuomisto, H., Ellis, M., Haastруп, P. (2014). Environmental impacts of cultured meat: alternative production scenarios. Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector. Vashon, WA, (USA): ACLCA; 2014. p. 1360-1366. JRC91013.
- Tuomisto, H.L., Teixeira De Mattos, M.J. (2011). Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental Science and Technology*, 45, 6117–6123. <https://doi.org/10.1021/es200130u>
- Weinrich, R., Strack, M., Neugebauer, F. (2020). Consumer acceptance of cultured meat in Germany. *Meat Science*, 162, 107924. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107924>
- Wilks, M., Phillips, C.J.C. (2017). Attitudes to in vitro meat: A survey of potential consumers in the United States. *Plos One*, 12, e0171904. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171904>
- Williams, P. (2007). Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics Journal of Dietitians Australia*, 64, 113–119. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x>

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.