



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali E  
Ambiente

Dipartimento di Medicina animale, Produzioni e Salute

Corso di laurea in Scienze e cultura della gastronomia

"La carne coltivata come possibile alternativa alimentare: rassegna  
bibliografica e un'indagine sull'accoglienza della popolazione  
occidentale"

Relatore  
Prof. Valerio Giaccone

Laureando  
Giuseppe Aprea  
Matricola n.  
2002503

ANNO ACCADEMICO 2022/2023



# INDICE

<b>RIASSUNTO.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPITOLO 1: RASSEGNA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Introduzione.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Nomenclatura.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Sistemi produttivi .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Aspetti economici.....</b>	<b>12</b>
<b>1.5 Impatto ambientale .....</b>	<b>16</b>
<b>1.6 Legislazione.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPITOLO 2: IMPATTO SULLA POPOLAZIONE OCCIDENTALE .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 L’approvazione della Carne Coltivata .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2 Carni Coltivate: accettazione a livello europeo .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Uno sguardo all’Italia .....</b>	<b>38</b>
<b>CONSIDERAZIONI FINALI E CONCLUSIONI.....</b>	<b>44</b>
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....</b>	<b>46</b>
<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>56</b>

## RIASSUNTO

Nel corso dell'ultimo secolo, il nostro pianeta ha affrontato sfide senza precedenti legate all'agricoltura e all'alimentazione, a causa di una crescente popolazione mondiale e dell'impatto devastante dell'industria alimentare sulla salute umana e sull'ambiente.

È in questo contesto che la carne coltivata si presenta come una soluzione innovativa e promettente per affrontare le complesse questioni legate alla produzione e al consumo di carne. Sulla base di questa supposizione sono state condotte numerose ricerche che hanno analizzato le potenzialità, ma anche i limiti, di questo prodotto.

La carne coltivata è una nuova tecnologia, ancora in fase di sperimentazione, in grado di far crescere del tessuto muscolare a partire dalla coltura di cellule animali, senza quindi dover ricorrere alla macellazione e all'allevamento di bestiame. Negli ultimi anni ha attirato sempre più l'attenzione nel panorama alimentare e non solo, a causa delle sue caratteristiche e dell'evoluzione tecnologica da cui è derivata, sollevando però, allo stesso tempo, numerosi quesiti.

Sulla base di queste premesse, l'obiettivo che questo elaborato si pone è quello di analizzare gli aspetti principali di questa tecnologia, i diversi sistemi di produzione, l'impatto ambientale, la nomenclatura associata, la legislazione presente e le conseguenze economiche.

Tuttavia, il successo della carne coltivata non dipende solo dalla sua innovazione scientifica, ma anche dalla sua accettazione sociale.

Sarà dunque importante porre la lente d'ingrandimento sulla risposta della popolazione a questa possibile novità.

# CAPITOLO 1: RASSEGNA

## 1.1 Introduzione

Secondo il rapporto ufficiale delle Nazioni Unite, nel 2022 la popolazione mondiale ha raggiunto gli 8 miliardi, con proiezioni che suggeriscono una crescita fino a superare i 10 miliardi nel 2080. Tale aumento della popolazione influenzerà significativamente la domanda di alimenti, che dovrebbe aumentare notevolmente nei prossimi decenni. L'incremento demografico e l'aumento dei redditi nei paesi in via di sviluppo, insieme alla difficoltà della popolazione occidentale di ridurre il consumo di carne (Tobler *et al.*, 2012), avranno un impatto considerevole sulla domanda globale di carne. Di fatto, le previsioni della FAO suggeriscono che la richiesta di carne potrebbe crescere di oltre due terzi entro il 2050.

Non solo, Keating e Carberry nel 2010 hanno costruito un insieme di scenari di domanda alimentare basati su un prospetto della situazione globale nel 2050; tale analisi suggerisce un aumento della domanda alimentare nel periodo 2010-2050 del 35%. Tuttavia, il prospetto indicava 8,1 miliardi di persone nel mondo alla fine di quel periodo, una cifra che attualmente è stata già quasi raggiunta.

A seguito di tutte queste problematiche, si stima che quasi 600 milioni di persone si troveranno in situazioni di denutrizione nel 2030 (circa 119 milioni attribuibili a fattori quali pandemia e guerra in Ucraina) (FAO, 2023).

Per poter fronteggiare un tale aumento della richiesta, ma anche per intervenire sull'impatto che la produzione di carne tradizionale ha sull'ambiente (Nezlek e Forestell, 2022), si stanno studiando nuovi sostituti delle proteine animali tradizionali (Hoek *et al.*, 2011). Una delle molteplici fonti proteiche che possono aiutare a ridurre la domanda di carne da parte degli animali in futuro è la carne coltivata (Bryant, 2020).

La carne coltivata è il frutto di una tecnologia all'avanguardia che consente di far crescere il tessuto muscolare (Moritz, Verbruggen e Post, 2015), senza la necessità di allevare e macellare gli animali (Heidemann *et al.*, 2020). Questo processo si basa sulla produzione di carne a partire da cellule staminali, utilizzando tecniche di ingegneria tissutale. Grazie a questa promettente innovazione, è possibile ridurre gli impatti negativi associati all'allevamento tradizionale di animali (Post, 2012).

## 1.2 Nomenclatura

Il tema delle carni coltivate in fermentatori biologici è estremamente divisivo, generando dubbi, incertezze, paure ma anche speranze di promettenti innovazioni tecnologiche. Questa controversia inizia proprio dalla necessità di definire il nome e la definizione appropriata per questo tipo di prodotto, considerando che sarà categorizzato come “*novel food*”.

La terminologia per questi prodotti è stata oggetto di un ampio dibattito nel corso degli anni. Inizialmente, il termine “*in vitro meat*” è stato introdotto a livello comunitario ed è stato utilizzato dal Consorzio olandese della “*in vitro meat*” e in prime pubblicazioni accademiche (Langelaan *et al.*, 2010). Successivamente, intorno al 2011, alcuni ricercatori hanno adottato il termine “*cultured meat*”, ritenendolo più accattivante per i potenziali consumatori e in linea con il linguaggio scientifico. Questa nomenclatura è diventata ancora più diffusa dopo essere stata utilizzata da Mark Post nell’evento dell’hamburger di manzo coltivato (Stephens *et al.*, 2019).

In aggiunta, il termine “*clean meat*” è stato introdotto dal Good Food Institute ed è stato anche utilizzato come titolo di un libro scritto da P. Shapiro. L’etichettatura di un prodotto come “*clean meat*” potrebbe aumentarne l’accettazione rispetto all’utilizzo del termine “*lab-grown meat*” (Bryant e Barnett, 2019). Tuttavia, l’industria dell’allevamento animale ha ampiamente criticato l’uso del termine “*clean meat*”, suggerendo che implichi che la produzione di carne convenzionale sia “sporca” (Warner, 2019).

Nel dibattito pubblico, al di fuori della comunità scientifica e dei sostenitori di questa tecnologia, sono stati utilizzati vari termini dispregiativi come “*lab meat*”, “*synthetic meat*” e “*Frankenstein meat*” (Stephens *et al.*, 2018).

Un dato importante da tenere presente è non tanto l’aggettivo che si utilizza per questo tipo di prodotto (coltivata, di sintesi, sintetica) quanto il termine stesso di “meat”, ovvero di carne.

Attualmente, emergono due approcci divergenti in questa discussione. Da un lato, ci sono i “conservazionisti” che propongono di riservare il termine “carne” esclusivamente al prodotto dell’allevamento tradizionale.

Dall’altro lato, ci sono i sostenitori dell’agricoltura cellulare che sostengono l’uso di termini compositi per riferirsi ai prodotti carnei coltivati. Questo perché credono che la carne coltivata debba essere considerata una componente del concetto di “carne” (Thomas e Kim, 2020).

Il Regolamento (CE) n. 853 del 2004 definisce la “carne” come “tutte le parti di un animale, di cui ai punti 1.2 a 1.8, compreso il sangue”. Tuttavia, rimane incerto se questa definizione includa o meno le cellule viventi, come nel caso della carne coltivata (Ong *et al.*, 2020).

Sicuramente bisognerà arrivare ad individuare un nome condiviso da tutti e che soprattutto possa essere riconosciuto a livello di legge.

Inevitabilmente, sarà necessario identificare un nome condiviso che possa essere riconosciuto a livello legale. Nel prosieguo della mia tesi, ho quindi dovuto prendere una decisione sulla terminologia da utilizzare ed ho optato per il termine “carne coltivata”.

## 1.2 Sistemi produttivi

In generale, si può dichiarare che per la crescita di un tessuto muscolare e/o uno degli altri elementi che compongono la carne come, ad esempio, il tessuto connettivo e il tessuto adiposo, si necessita di tre componenti fondamentali:

- 1) cellule specifiche con capacità replicativa,
- 2) un biomateriale che mantenga almeno temporaneamente le cellule in una configurazione tissutale
- 3) un bioreattore per alimentare il tessuto e fornire stimoli meccanici e biochimici per una differenziazione ottimale della coltura (Post e Hocquette, 2017).

Esistono diverse tecniche per la produzione di carne coltivata. Queste, presentano alcune differenze, come, ad esempio, i tipi di cellula di partenza o nel mezzo di coltura.

Le linee cellulari di avvio possono essere ottenute da una biopsia o da un animale recentemente macellato, dove vengono isolate le cellule satellite presenti nel muscolo, oppure da un embrione o cordone ombelicale, dove vengono isolate rispettivamente le cellule staminali embrionali e le cellule staminali mesenchimali (Post *et al.*, 2020).

Queste cellule possono però derivare da qualsiasi specie, ma quelle specifiche del processo produttivo sono diverse per ciascuna (Tuomisto, 2019).

Fino ad oggi, i ricercatori hanno sviluppato questa tecnologia per determinati mammiferi (bovini, suini) volatili (tacchini, polli, anatre) e cellule di pesce.

Nonostante il vantaggio pratico nell'utilizzo di cellule staminali embrionali pluripotenti rispetto alle multipotenti derivate da animali adulti (quali ad esempio le cellule satellite) (Bogliotti *et al.*, 2018), poiché queste cellule hanno una capacità di autorinnovamento quasi infinita, questo tipo cellulare necessita essere stimolato a differenziarsi in mioblasti e possono ricapitolare in modo impreciso la miogenesi (Bhat *et al.*, 2020).

Inoltre, dall'utilizzo di queste cellule, possono sorgere problemi etici (Bogliotti *et al.*, 2018). Al contrario, le cellule staminali adulte del muscolo scheletrico costituiscono il progenitore miogenico più disponibile nei tessuti muscolari scheletrici e richiedono minor intervento per differenziarsi in miotubi scheletrici. Dunque, sono considerate eccelse per la produzione della carne coltivata (Post *et al.*, 2020).

La coltura di queste cellule avviene in due fasi: la fase di proliferazione e quella di differenziazione.

Nel corso della prima fase, le cellule staminali vengono poste in un ambiente di coltura affine al loro ambiente peculiare in vivo, al fine di preservare il loro comportamento e permettere la loro moltiplicazione fino a raggiungere la concentrazione desiderata (Jaques *et al.*, 2021).

Per sfruttare al meglio i possibili vantaggi rispetto alla produzione di carne tradizionale, è fondamentale un terreno di coltura economico, senza trascurare il contenuto di componenti nutrizionali essenziali disponibili per la proliferazione e la differenziazione delle cellule (Ketelings *et al.*, 2021).

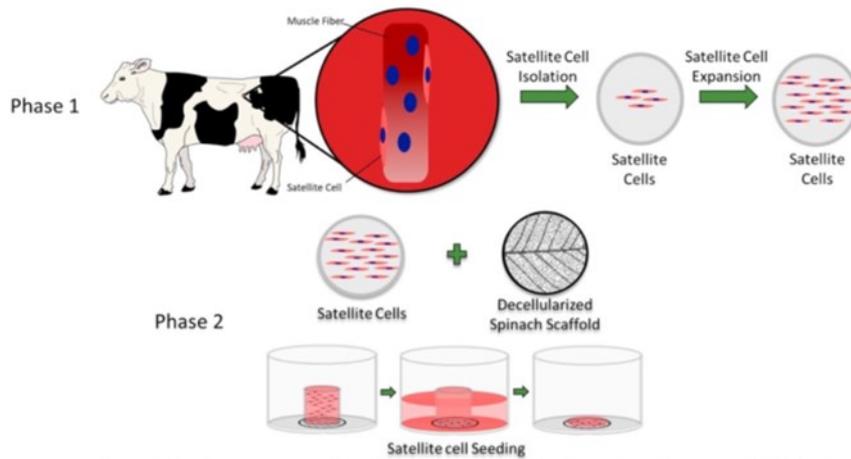
La coltura dei mioblasti avviene generalmente nel siero animale (per lo più è siero fetale di bovino), un mezzo dispendioso proveniente da una fonte adulta, neonatale o fetale. Data la sua fonte in vivo, non è impossibile l'introduzione di agenti patogeni nel processo di produzione, oltre a presentare un problema etico.

Attualmente sono reperibili sul mercato alcune alternative al siero e terreni di coltura senza siero, che presentano opzioni più praticabili per la coltura in vitro di cellule di mammifero. Queste alternative non solo possono contribuire a ridurre la variabilità del processo, ma anche a minimizzare il rischio di potenziali infezioni da agenti patogeni (Bhat *et al.*, 2020).

Durante il processo, le cellule in fase di sviluppo possono essere ancorate a strutture di supporto, come polimeri in forma di gel analoghi al collagene (Choudhury *et al.*, 2020).

In alcuni studi è emerso che le foglie di spinaci decellularizzate possono essere utilizzate come una struttura portante commestibile. Queste foglie presentano una rete di vasi sanguigni che potenzialmente può sostenere la vitalità delle cellule satelliti bovine, promuovendo la loro trasformazione in carne (Jones *et al.*, 2021).

Un'alternativa è rappresentata da una struttura di sostegno composta da proteine di soia testurizzate, che è un sottoprodotto facilmente reperibile dal processo di produzione della soia. Questa opzione risulta economica e potenzialmente utile per la produzione sostenibile di carne coltivata (Abbasi, 2020).



**Fig.1.1** Schema di isolamento e semina di cellule satellite bovine primarie su scaffold di spinaci decellularizzati (Jones *et al.*, 2021)

Il mezzo di coltura utilizzato per la fase di proliferazione delle cellule deve differire da quello impiegato per la fase di differenziazione, poiché il principale cambiamento nell'attività metabolica va dalla generale energia e utilizzo dei nutrienti alla produzione di proteine altamente specializzate (Post *et al.*, 2020).

L'obiettivo durante questa fase consiste nel guidare la differenziazione delle cellule staminali verso cellule muscolari scheletriche e stimolarle a raggiungere la massima produzione proteica, cioè a diventare ipertrofiche (Post, 2012).

Nel processo di differenziazione, le cellule muscolari iniziano a fondersi, formando miotubi che possono continuare a crescere nel tessuto muscolare scheletrico sotto le condizioni adeguate. Nelle fasi iniziali della differenziazione, la coltura cellulare mostra filamenti cellulari piccoli e flessibili, che richiedono stimoli elettrici o meccanici per potenziare la sintesi proteica, migliorare la struttura e quindi generare porzioni di carne di dimensioni maggiori (Tuomisto, 2019).

Dopo che le cellule si sono completamente differenziate, vengono separate dalle possibili strutture di supporto. Successivamente, vengono raccolte e trasformate nel prodotto finale (Stephens *et al.*, 2018).

La struttura del prodotto dipende dalla durata e dalle condizioni del processo di produzione. Nella fase iniziale, la coltura avviene in normali piastre di coltura o flaconi, e con l'aumento del numero di cellule, la coltura viene gradualmente spostata in bioreattori con condizioni

controllate come temperatura, pH, livello di ossigeno disciolto e anidride carbonica (Ng e Kurisawa, 2021). I bioreattori più comunemente utilizzati includono i bioreattori CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) e i bioreattori oscillanti (noti anche come bioreattori a onde) (Post *et al.*, 2020).

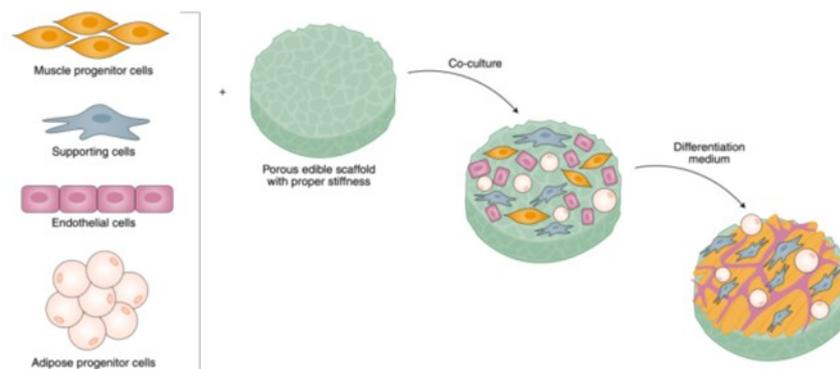
Lo scopo principale del bioreattore è incrementare la quantità di nutrienti nel mezzo di coltura che verrà trasformato in tessuto animale commestibile. Inoltre, si mira ad aumentare la produzione di cellule per massimizzare l'efficienza complessiva. L'ottimizzazione della densità cellulare e dell'uso del mezzo può essere ottenuta attraverso il riciclaggio (Post *et al.*, 2020).

Alcuni problemi legati alle attuali tecniche di produzione di carne coltivata includono la difficoltà di ottenere consistenza, vascolarizzazione e marmorizzazione del grasso, elementi caratteristici della carne convenzionale (Bhat *et al.*, 2020).

La carne ottenuta dal muscolo intero presenta una miscela di cellule adipose, acidi grassi, fibroblasti, collagene proteico, cellule muscolari ed endoteliali, oltre a composti come ferro eme, creatina e glutammato di carnitina. Questi componenti contribuiscono in modo unico e combinato all'esperienza sensoriale complessiva del sapore della carne (Warner, 2019).

Per migliorare la qualità della carne coltivata, è opportuno considerare l'opzione della coltura con altre cellule, come gli adipociti, al fine di potenziare la consistenza, la struttura e il sapore del prodotto finale artificiale. Tuttavia, va tenuto presente che la differenza nei tassi di crescita delle diverse cellule potrebbe comportare il rischio di ottenere una quantità sbilanciata di vari tipi cellulari (Zhang *et al.*, 2020).

La coltura di tessuti complessi presenta vantaggi non solo nel raggiungere una composizione del tessuto che si avvicina di più alla carne tradizionale, ma anche nell'utilizzare le interazioni positive tra i diversi tipi di cellule. Sebbene il grasso costituisca solitamente una parte minore del contenuto totale di carne, gioca un ruolo cruciale nel determinare il sapore, la consistenza, la nutrizione e l'aspetto visivo (Fish *et al.*, 2020).



**Fig. 2.6** Produzione di prodotti a base di carne composti da muscoli, grasso, tessuto connettivo e cellule vascolari utilizzando un metodo a *scaffold* (Post et al., 2020).

**Fig. 1.2** Produzione di prodotti a base di carne composti da muscoli, grasso, tessuto connettivo e cellule vascolari utilizzando un metodo a *scaffold* (Post et al., 2020)

Al contrario, incorporare grasso coltivato in prodotti a base di carne non strutturati risulterebbe relativamente semplice, simile alla miscelazione di grasso e carne magra da fonti diverse nei prodotti a base di carne finemente macinati convenzionali (Ng e Kurisawa, 2021).

La forma della carne coltivata è un fattore rilevante: al momento attuale, i prodotti di carne artificiale sono troppo morbidi per ricreare l'esperienza di masticazione autentica. Di conseguenza, i ricercatori ritengono necessario passare alla stampa tridimensionale per rimodellare la struttura della carne artificiale, al fine di ottenere una struttura compatta ed elastica simile a quella della carne reale (Saratti et al., 2019).

Sebbene siano state sviluppate tecnologie e principi per creare tagli di carne a spessore intero, la produzione su larga scala a fini commerciali deve ancora superare diverse sfide. Pertanto, l'introduzione dei tagli interi probabilmente seguirà l'introduzione dei prodotti a base di carne macinata (Post et al., 2020).

Un altro aspetto cruciale riguarda il colore intenso della carne tradizionale, attribuito alla presenza di ferro eme nell'emoglobina e mioglobina. Poiché i tessuti muscolari coltivati mancano sia di emoglobina che di mioglobina, l'aggiunta di emoglobina stabile è necessaria per conferire il colore tipico della carne. Questa emoglobina può essere ottenuta da fonti animali o vegetali, oppure può essere prodotta attraverso sistemi metabolici ed ingegneria delle membrane (Ko et al., 2021). Un'alternativa è l'utilizzo di coloranti naturali, come il succo di barbabietola, per riprodurre il colore della carne tradizionale (Ng e Kurisawa, 2021). Inoltre, il profumo della carne svolge un ruolo cruciale nell'indurre l'assorbimento dei nutrienti. Confrontando la composizione chimica della carne cruda e cotta, è emerso che le

sostanze aromatiche principali presenti nella carne includono vari composti solforati e azotati derivanti dagli amminoacidi e gli zuccheri quando esposti a temperature elevate, insieme a tracce di aldeidi, chetoni, alcoli e furani (Kang *et al.*, 2019). Per avvicinarsi maggiormente all'aroma della carne tradizionale, sono state prodotte diverse sostanze aromatiche e miscelate nelle carni coltivate (Wang e Cha, 2018).

Il progresso delle tecniche di coltura dei tessuti punta a rendere la carne coltivata comparabile a quella prodotta in maniera convenzionale in termini di colore, valore nutrizionale, sapore, aroma, consistenza e appetibilità.

## 1.4 Aspetti economici

Nonostante ci siano variazioni tra le diverse fasce di mercato, è evidente una crescita globale nel settore delle alternative alla carne (Joseph e Sengul, 2020).

Dal punto di vista economico, nel 2013 il mercato dei sostituti della carne, noto per la sua alta innovazione, è stato valutato a 3.185,8 milioni di dollari (Hocquette, 2015).

Nel corso del 2018, le vendite di prodotti a base di carne vegetale hanno raggiunto un valore superiore a 10 miliardi di dollari in tutto il mondo, e le previsioni indicano che supereranno i 30 miliardi di dollari entro il 2026 (Watson, 2019).

Questo valore può essere spiegato dalla crescente tendenza verso una dieta più proteica, presentando sia opportunità che sfide per le industrie alimentari, specialmente riguardo al bilancio tra costo e qualità (Layman, 2014).

Il primo hamburger prodotto in laboratorio dal dott. Mark Post nell'agosto 2013 ha richiesto tre mesi per essere creato (Post, 2014) ed è costato 330.000 dollari (Shapiro, 2018); da quel momento sono nate sempre più società concentrate sulla carne coltivata.

Circa il 90% dei costi per la produzione di carne coltivata è attribuibile al mezzo di crescita cellulare, noto come mezzo di coltura (Jones, 2010).

Questo spiega gli investimenti nella ricerca volti a scoprire e sviluppare alternative ottimali, come il siero di alghe (Driessen e Korthals, 2012), il gel di alginato (Schuster *et al.*, 2017), la gelatina di salmone e il glicerolo (Enrione *et al.*, 2017) come possibili sostituti per il mezzo di coltura.

Dal 2020, a Singapore è possibile consumare carne di pollo coltivata al prezzo di 23,00 dollari USA per porzione (Scipioni, 2020).

Per quanto riguarda il commercio degli hamburger di carne coltivata, le stime suggeriscono una vasta gamma di prezzi, da 11 dollari USA (Henchion *et al.*, 2017) fino a 50 dollari USA (Wakefield, 2019). Tuttavia, nel corso del tempo, il costo di produzione della carne coltivata è stato notevolmente ridotto.

In meno di tre anni, la startup americana Memphis Meats è riuscita a produrre la prima polpetta coltivata in laboratorio (BBC, 2017) a un costo di circa 1.200 dollari USA (Shapiro, 2018).

Un'analisi tecnico-economica che simula la futura produzione su larga scala di carne coltivata

indica che fino al 2030 i costi di produzione tendono a diventare competitivi rispetto a quelli dei sistemi di produzione di carne convenzionale (Swartz, 2021).

A partire dal 2013, quando è stato prodotto il primo hamburger di carne coltivata, numerose aziende sono entrate nell'industria della carne coltivata, lavorando su una varietà di prodotti tra cui pollo, manzo, maiale e frutti di mare. Verso la fine del 2020, si 60 startup sono state fondate in tutto il mondo, concentrando i loro sforzi sulla carne coltivata, le materie prime e le attrezzature necessarie lungo la catena di produzione (Choudhury *et al.*, 2020; GFI, 2020).

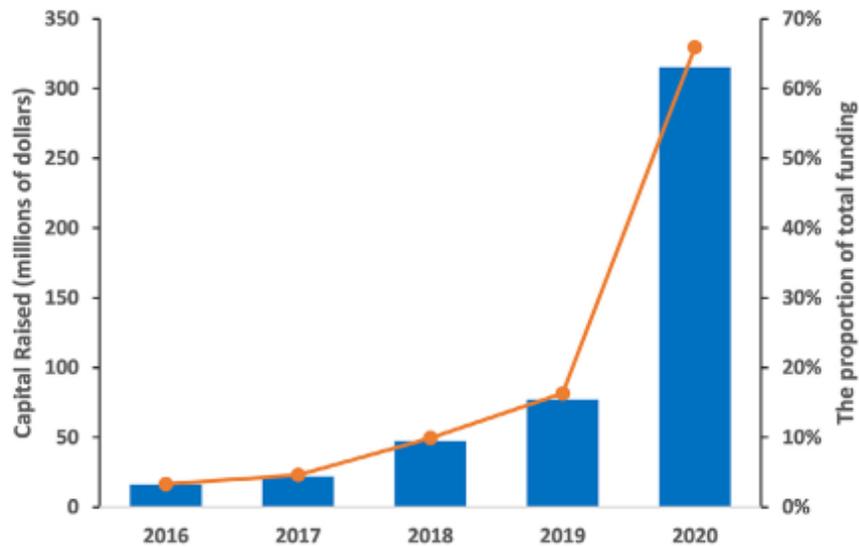
La distribuzione geografica di queste aziende si estende su 19 paesi in cinque continenti, il 37% in Nord America, il 25% in Asia e il 21% in Europa (Guan *et al.*, 2021).



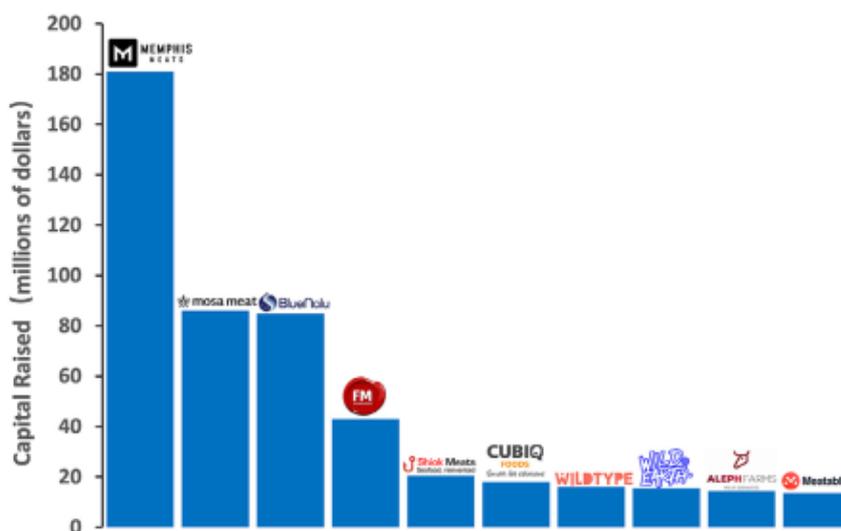
**Fig.1.3** Distribuzione geografica delle aziende di carne coltivata (Guan *et al.*, 2021).

Nel periodo compreso tra il 2016 e il 2020, gli investimenti totali nelle aziende specializzate nella produzione di carne coltivata hanno raggiunto un totale di circa 460 milioni di dollari, con oltre 350 milioni di dollari investiti nel corso del 2019 e del 2020 (come mostrato nella Figura 1.4). Memphis Meat ha ottenuto la maggiore parte di questi finanziamenti, con un totale di circa 200 milioni di dollari, consolidando così la sua posizione di leader nel settore. Al

secondo posto si trova Mosa Meat, che ha raccolto oltre 85 milioni di dollari. Queste due aziende rappresentano insieme più della metà dell'investimento totale nell'industria della carne coltivata (come evidenziato nella Figura 1.5).



**Fig. 1.4** Investimento annuale in carne coltivata dal 2016 al 2020 (GFI, 2020)



**Fig. 1.5** Le dieci principali aziende in termini di investimenti di capitale (GFI, 2020)

È interessante notare che nel 2020 ben nove aziende hanno completato con successo le loro raccolte di fondi Serie A/B.

I fondi di Serie A sono spesso orientati alla validazione dell'idea e alla costruzione del prodotto iniziale, mentre i fondi di Serie B sono focalizzati sulla crescita e l'espansione del business. Entrambe queste fasi sono cruciali per lo sviluppo e il successo di uno startup, ma servono a scopi diversi nella loro evoluzione.

Questo indica un crescente interesse da parte degli investitori tradizionali e suggerisce che l'industria della carne coltivata sta gradualmente raggiungendo una fase di maturità.

Per quanto riguarda l'interesse nei prodotti, il 28% delle imprese operanti nel settore della carne coltivata si focalizza sulla produzione di carne coltivata di manzo e maiale. Il 12% delle aziende ha come obiettivo la produzione di frutti di mare coltivati, mentre il 10% si concentra sulla carne avicola. Inoltre, il 28% delle imprese non si dedica direttamente alla produzione di prodotti finali, ma si concentra piuttosto sulle materie prime o sull'equipaggiamento utilizzato nel processo produttivo.

Un aspetto interessante da notare è che le scelte di prodotto variano notevolmente da regione a regione, influenzate principalmente dalle abitudini alimentari e dalle tradizioni locali. Ad esempio, un'azienda con sede a Hong Kong ha l'intenzione di lanciare il *maw* (preparazione culinaria che si ottiene a partire dalla vescica natatoria del pesce) di pesce coltivato, poiché questa parte del pesce è spesso consumata nelle zuppe del sud della Cina ed è associata a benefici per la bellezza e l'anti-invecchiamento (Siu, 2019). Allo stesso modo, alcune aziende in Europa e Giappone hanno l'intenzione di produrre il foie gras coltivato, dato il suo ruolo unico nelle loro culture culinarie (Southey, 2020; Webber, 2019).

Va inoltre sottolineato che molte imprese orientate al "*business-to-business*" stanno emergendo per coprire l'intera catena del valore della carne coltivata, inclusi terreni di coltura cellulare a basso costo, bioreattori, materiali per impalcature e linee cellulari (Webber, 2019).

Dall'identificazione degli investitori delle *start-up* e degli altri attori interessati, possiamo osservare che questo settore è altamente organizzato e coinvolge soggetti provenienti da settori potenzialmente concorrenti.

## 1.5 Impatto ambientale

A causa dell'aumento della popolazione mondiale e dei redditi medi, si prevede che la domanda globale di prodotti di origine animale aumenterà fino al 70% tra il 2010 e il 2050 (Gerber *et al.* 2013), con conseguenze ambientali significative. Tuttavia, è estremamente difficile aumentare la produzione di bestiame senza incrementare il suo impatto sull'ambiente. L'umanità si trova ad affrontare una doppia sfida: garantire cibo a sufficienza e nutriente per una popolazione in crescita e ridurre l'impatto ambientale dell'agricoltura (Tuomisto, 2019). In questo contesto, il bestiame risulta essere una delle principali fattori di stress ambientale (Campbell *et al.* 2017).

I sistemi di allevamento animale sono connessi a diverse emissioni di gas serra e hanno svolto un ruolo significativo nel cambiamento climatico antropogenico (Reisinger e Clark, 2018). Il settore zootecnico ha un impatto significativo sul cambiamento climatico, contribuendo al 18% delle emissioni di gas serra di origine umana in tutto il mondo. In particolare, è responsabile del 37% delle emissioni di metano antropogenico, un gas con un potenziale di riscaldamento globale 23 volte superiore a quello dell'anidride carbonica, e del 65% delle emissioni di protossido di azoto, un altro gas serra molto potente con un potenziale di riscaldamento globale 296 volte superiore a quello dell'anidride carbonica. (Gerber *et al.*, 2013).

Queste emissioni derivano principalmente dal metano prodotto dalla fermentazione enterica nei ruminanti, dalle emissioni legate alla produzione di alimenti per il bestiame, dalla gestione dei rifiuti e dall'uso di energia (Tuomisto 2019). Inoltre, tali sistemi contribuiscono al degrado e all'esaurimento del suolo, dell'acqua e alla perdita di biodiversità (Yitbarek, 2019).

L'allevamento di animali comporta un importante incremento della richiesta di vegetali destinati alla loro alimentazione, causando un notevole aumento del fabbisogno totale di suolo necessario per la produzione alimentare e contribuendo significativamente alla deforestazione globale (Garcia *et al.*, 2017).

Inoltre, la deforestazione per la creazione di pascoli e la coltivazione di foraggio contribuisce in modo considerevole alle emissioni di anidride carbonica e alla perdita della diversità biologica, particolarmente nelle aree tropicali (Tuomisto 2019).

La produzione tradizionale di carne bovina richiede notevoli risorse naturali. Più della metà delle terre emerse del pianeta viene utilizzata per l'agricoltura, con il 77% di questa destinata a pascoli e coltivazioni destinate ad alimentare il bestiame (Poore e Nemecek, 2018).

Tuomisto (2019) riporta inoltre che l'allevamento di bestiame libera nell'ambiente quantità significative di azoto e fosforo, che possono finire nei corpi d'acqua causando eutrofizzazione, alterando così gli ecosistemi.

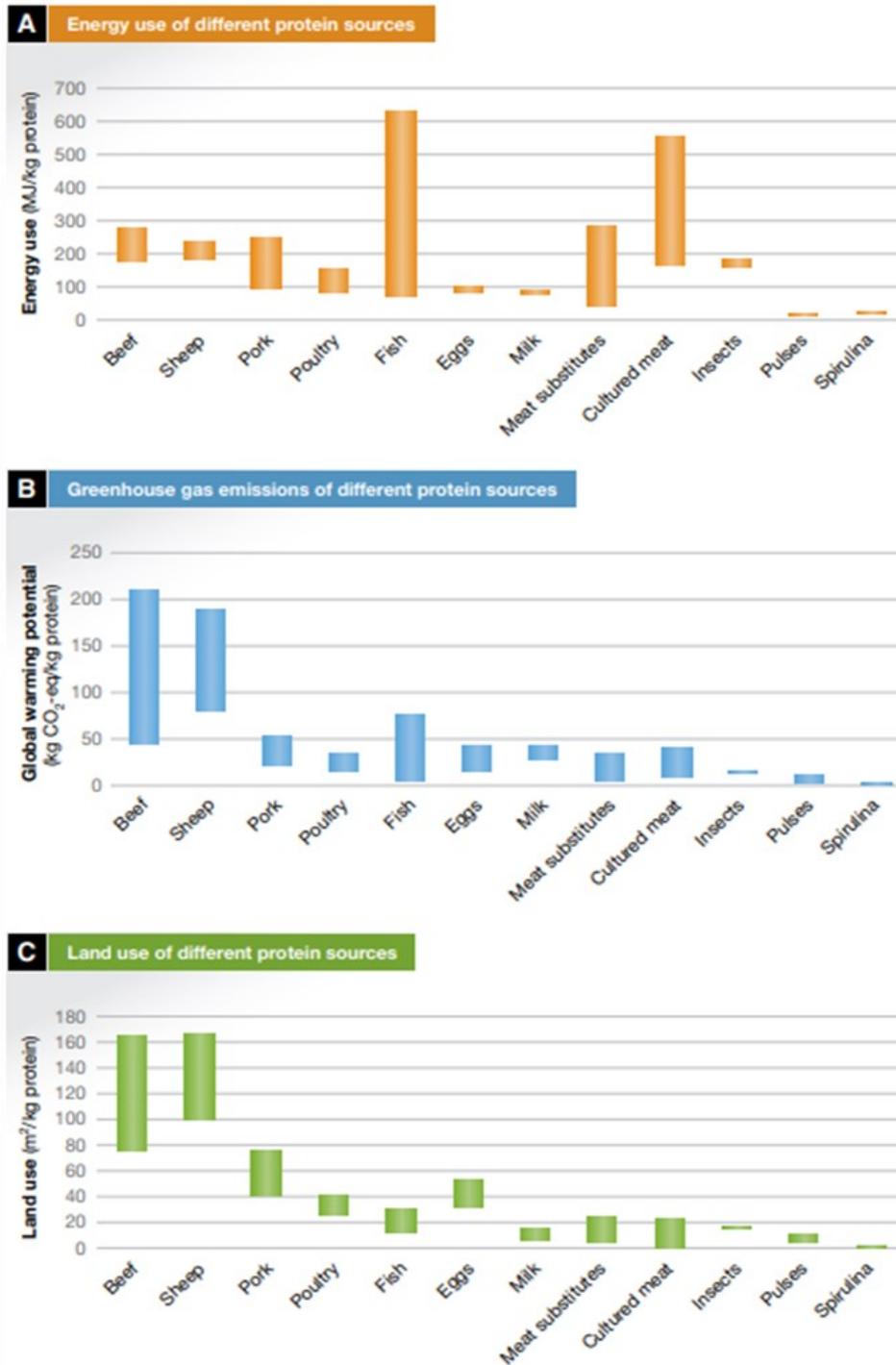
Per di più, la produzione di bestiame richiede una notevole quantità di acqua dolce, corrispondente a circa un quarto delle risorse disponibili.

Una possibile soluzione è la sostituzione della carne con alternative di origine vegetale (Aleksandrowicz *et al.*, 2016).

Tuttavia, nonostante l'aumento dell'offerta e della qualità di sostituti della carne di origine vegetale, il consumo di prodotti di origine animale continua ad aumentare. Le preferenze alimentari cambiano lentamente poiché il consumo di cibo è strettamente associato a complessi fattori sociali e culturali (Godfrey *et al.* 2018).

La preferenza umana per la carne è anche innata poiché la carne, ricca di proteine, grassi, vitamina B e minerali, svolge un ruolo importante nella dieta umana (Pereira e Vicente, 2013)

Teixiera de Mattos e Tomisto (2011) hanno stimato l'impatto ambientale della carne coltivata assumendo un processo di produzione che utilizza idrolizzato di cianobatteri come componente principale nel mezzo nutritivo e un bioreattore agitato con 60 giorni di tempo di produzione.



**Fig. 1.5** L'impatto ambientale di diverse fonti proteiche (Tuomisto, 2019)

I risultati hanno rivelato che, a confronto con la carne di bestiame convenzionalmente prodotta in Europa, la carne coltivata risultava avere emissioni di gas serra (GHG) inferiori del 78-96%, requisiti di terreno inferiori del 99% e consumo d'acqua inferiore dell'82-96%.

Per quanto riguarda il consumo idrico è rilevante notare che Teixeira de Mattos e Tomisto (2011) hanno utilizzato un metodo di calcolo dell'impronta idrica che includeva l'acqua verde (acqua piovana), l'acqua blu (acqua di superficie e sotterranea estratta) e l'acqua grigia (acqua di scarico).

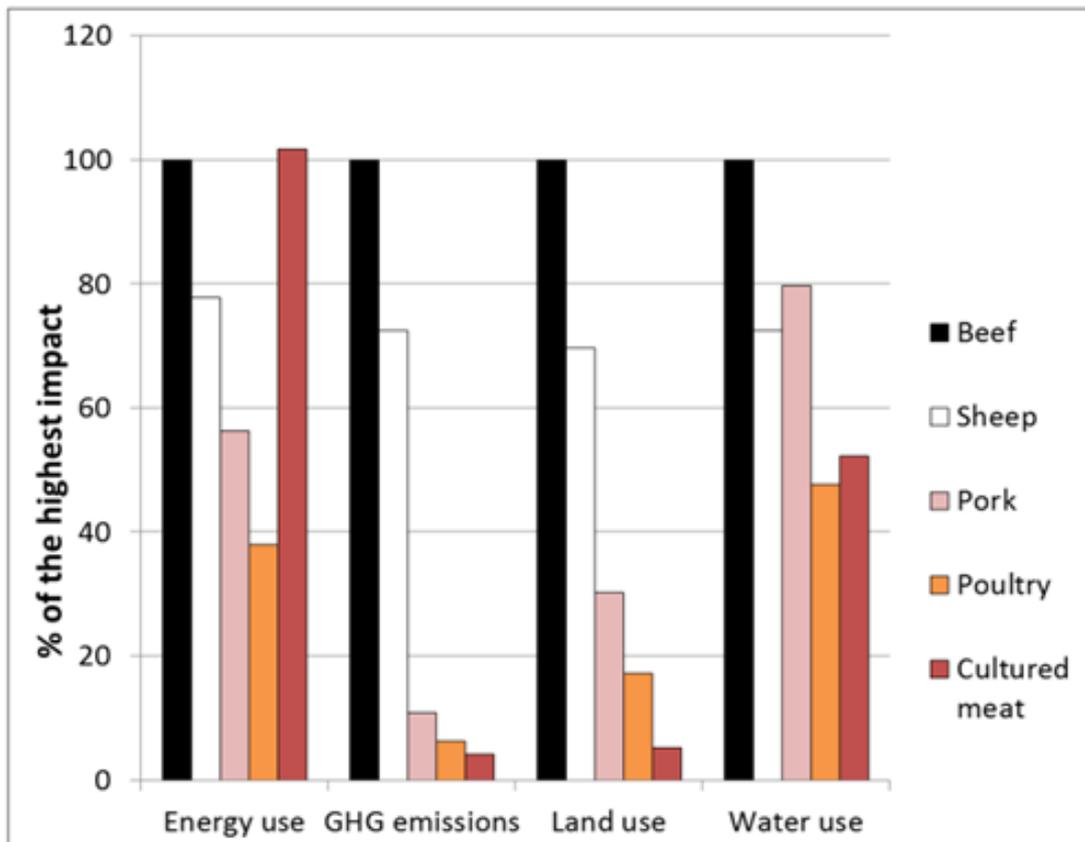
Si è infine stimato che il consumo energetico sia inferiore del 7-45% rispetto al sistema di allevamento di bovini convenzionale ma maggiore rispetto a quello del pollame (Figura 1.5). Dal momento che questa ricerca si fondava su diverse ipotesi, i risultati offrono una valutazione preliminare approssimativa che individua i principali effetti e offre un quadro generale della loro entità.

Tuomisto, Ellis e Haastrup (2014) hanno condotto un articolo simile presentando stime per l'impatto della "carne coltivata" utilizzando di parametri differenti.

Ad esempio, è stata considerata solo l'acqua blu ponderata con fattori di scarsità specifici della località.

Una differenza notevole da evidenziare consiste nel fatto che Tuomisto e collaboratori (2014), attribuiscono il 10% degli impatti della produzione animale ai coprodotti, come la pelle, gli organi e il grasso, mentre il restante 90% è stato assegnato alla carne.

In generale, il documento del 2014 ha rivelato un impatto ambientale maggiore rispetto alle stime del 2011: ad esempio, il consumo energetico della carne coltivata di manzo risultava addirittura superiore a quello della carne di bovino convenzionale; le emissioni di gas serra erano leggermente ridotte nel caso del pollame; il fabbisogno idrico risultava maggiore nel caso del pollame, ma minore nel caso della carne di bovino, pecora e maiale (Figura 1.6).



**Fig. 1.6** Paragone degli impatti ambientali tra carne coltivata e allevamenti Europei (Tuomisto *et al.*,2014)

Mattick e colleghi (2015) hanno valutato la carne coltivata prodotta negli Stati Uniti basandosi sulle tecnologie attualmente disponibili.

I risultati ottenuti hanno indicato un consumo energetico tre volte superiore rispetto alle stime precedenti, a causa del diverso mezzo di crescita e del design del bioreattore. Nel confronto con la carne di bestiame prodotta in modo convenzionale negli Stati Uniti, hanno rilevato emissioni di gas serra più elevate rispetto al maiale e al pollame, ma inferiori rispetto al manzo, mentre, l'uso del terreno era notevolmente ridotto rispetto alla produzione di bestiame (Figura 1.6).

In aggiunta, gli autori hanno sottolineato come, nonostante l'utilizzo di considerevoli quantità di energia industriale nella produzione di carne coltivata, questa richieda una minore quantità di energia edibile derivante da fonti alimentari umane come mangime rispetto a quanto necessario nell'allevamento di bestiame.

Tuomisto (2019) sottolinea il fatto che stime sull'impatto ambientale della carne coltivata offrono preziose informazioni, ma mettono in luce anche altre questioni.

- i) riguardo al breve periodo di coltivazione considerato, si sostiene che potrebbe non permettere la crescita di tessuto muscolare significativo.
- ii) La valutazione dell'impatto ambientale dovrebbe anche considerare i sottoprodotti dell'allevamento degli animali da reddito, come pelle, cibo per animali domestici, cosmetici, fertilizzanti e altri prodotti chimici che dovrebbero essere prodotti attraverso nuove tecnologie
- iii) Gli studi descritti sopra hanno ipotizzato l'uso delle fonti di energia attualmente comuni nelle regioni studiate. Gli impatti ambientali potrebbero quindi essere notevolmente inferiori utilizzando fonti di energia a basse emissioni.

I sistemi di allevamento di bovini sono associati alla produzione di tutti e tre i suddetti gas serra, comprese le emissioni significative di CH<sub>4</sub>, mentre le emissioni di carne coltivata sono quasi interamente CO<sub>2</sub> dalla generazione di energie (Lynch *et al.*, 2019).

Lynch e collaboratori (2019) hanno concluso che, nel breve termine, la produzione di carne coltivata potrebbe comportare un minor impatto sul riscaldamento globale rispetto alla produzione di bestiame. Tuttavia, questa disparità non verrebbe mantenuta nel lungo termine a causa della natura fugace del metano (CH<sub>4</sub>) nell'atmosfera rispetto alla persistenza della CO<sub>2</sub>.

Non risulta quindi evidente quale potenziale vantaggio la "carne" coltivata abbia rispetto al bestiame in termini di emissioni di gas serra.

I vantaggi ambientali complessivi della produzione di carne coltivata dipendono anche da:

- 1) il modo in cui il terreno liberato dalla produzione di bestiame verrebbe utilizzato.
- 2) come verrebbe utilizzata l'area di terreno liberata dalla produzione di bestiame.
- 3) il riciclaggio dei nutrienti e l'utilizzo di piante non adatte al consumo umano da parte del bestiame (Tuomisto, 2019)

Tuomisto (2019) afferma che date le conoscenze e le competenze necessarie e i costi di investimento elevati della tecnologia, è improbabile che la carne coltivata possa creare in maniera repentina benefici nei paesi in via di sviluppo. Tuttavia, attraverso programmi di

trasferimento tecnologico, la carne coltivata potrebbe diventare una fonte alimentare nelle città in ascesa nei paesi del terzo mondo.

La tecnologia della carne coltivata è ancora nelle fasi iniziali e richiede risoluzione di molteplici problemi prima di poter essere espansa in modo efficiente ed eco-sostenibile. Affidarsi esclusivamente ad essa per affrontare l'impatto ambientale dell'allevamento non è consigliabile. L'attenzione all'ambiente è cruciale nello sviluppo di nuove tecnologie alimentari per garantire soluzioni sostenibili e minimizzare gli impatti negativi.

## 1.6 Legislazione

Ci sono diverse questioni normative legate all'industria della carne coltivata che richiedono l'implementazione di leggi e regolamenti appropriati (Jairath *et al.*, 2021). Le autorità giuridiche di vari Stati dovrebbero sviluppare normative adatte per affrontare il crescente interesse verso le proteine alternative. Una buona regolamentazione, che protegga i consumatori da potenziali rischi per la salute e da dichiarazioni non verificabili, è fondamentale e può favorire sia l'innovazione che la creazione di valore (World Economic Forum, 2019).

Una volta che i metodi di produzione permetteranno l'introduzione concreta di carne coltivata sul mercato, sarà essenziale garantire che il prodotto sia sicuro e adeguatamente regolamentato.

In particolare, nell'Unione Europea, in conformità al principio di precauzione stabilito nel Regolamento (CE) n. 178/2002, è fondamentale che ci siano prove scientifiche chiare che dimostrino che un alimento non rappresenta un rischio per la salute umana (Ketelings *et al.*, 2021). Questo principio generale dovrebbe essere applicato anche alla carne coltivata.

Nell'Unione Europea, la carne coltivata sarebbe soggetta per legge alla regolamentazione dei nuovi prodotti alimentari (i cosiddetti *Novel Food*), come definiti dal Regolamento (UE) n. 2015/2283. Di conseguenza, prima che la carne coltivata possa essere commercializzata, dovrebbe essere riconosciuta come *Novel Food* e ottenere l'autorizzazione dalla Commissione europea, previa valutazione positiva dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) (Parlamento europeo e Consiglio dell'Unione europea, 2015).

L'obiettivo principale della legislazione alimentare comunitaria attualmente in vigore è di tutelare sia la salute umana sia gli interessi dei consumatori riguardo al cibo, garantendo il massimo livello di sicurezza alimentare attraverso controlli che coprono l'intera catena alimentare, "dal campo alla tavola" (Parlamento europeo e Consiglio dell'Unione europea, 2002).

Inoltre, alle norme del Regolamento (UE) n. 2283 sui *Novel Food* dovrebbero essere aggiunti i requisiti già esistenti per gli alimenti ottenuti tramite tecniche di ingegneria genetica, poiché alcuni metodi di produzione della carne coltivata coinvolgono la modifica genetica delle cellule staminali (Parlamento europeo e Consiglio dell'Unione europea, 2003).

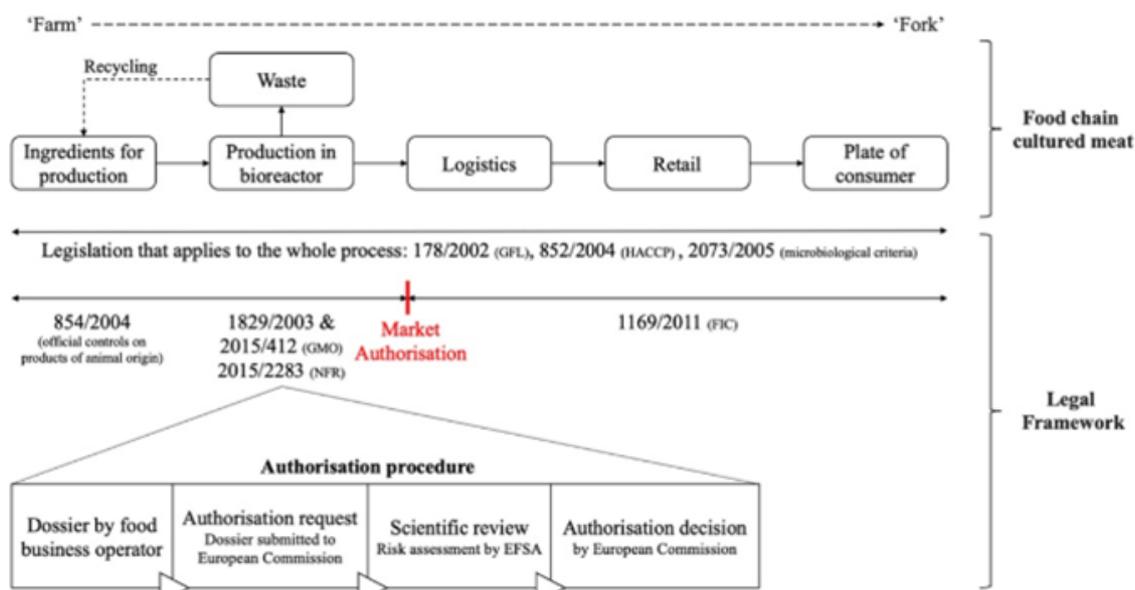
I principali fondamenti giuridici su cui si baserà la regolamentazione della produzione e della commercializzazione di carne coltivata per uso alimentare umano includono i seguenti

Regolamenti comunitari o unionali precedentemente citati: il regolamento (CE) n.178/2002, il regolamento UE n.2283 sui *Novel Food* e il regolamento che disciplina la produzione di alimenti geneticamente modificati.

Tuttavia, è importante notare che, oltre a questi tre Regolamenti fondamentali, ci sono altri regolamenti che stabiliscono dettagliate condizioni per garantire il massimo livello di sicurezza alimentare. Tra questi rientrano il regolamento (UE) n.1169/2011 sull'etichettatura degli alimenti e cinque recenti regolamenti unionali che definiscono le norme per i controlli ufficiali sui prodotti di origine animale e i criteri microbiologici. Questi regolamenti aggiuntivi sono entrati in vigore di recente e sono identificati come i regolamenti (UE) n.625/2017, n.624/2019 e n.627/2019.

Inoltre, gli Operatori del Settore Alimentare che desiderano avviare la produzione di carne coltivata saranno soggetti alle stesse norme applicate a tutti gli altri produttori di alimenti per l'uomo. Di conseguenza, dovranno implementare un sistema di monitoraggio della sicurezza alimentare noto come HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) per garantire la sicurezza lungo l'intera catena alimentare (Stephens *et al.*, 2018).

È altamente probabile che queste nuove “aziende-laboratorio” debbano ottenere un'autorizzazione sanitaria conformemente ai regolamenti (CE) n.852/2004 e n.853/2004, che sono destinati alle industrie alimentari che producono alimenti di origine animale. Questa autorizzazione sarebbe rilasciata dall'Autorità competente, ovvero il servizio veterinario competente per il territorio in questione.



**Fig. 1.7** Rappresentazione schematica del processo di approvazione della carne coltivata nell'UE (Ketelings *et al.*, 2021).

Attualmente, ci sono molte discussioni, incontri a livello amministrativo e dibattiti pubblici in corso per sviluppare un adeguato quadro normativo per questo nuovo prodotto alimentare specifico.

Inoltre, emergono delle divergenze tra diverse giurisdizioni riguardo all'approccio per autorizzare la carne coltivata come nuovo prodotto sul mercato (Ketelings *et al.*, 2021).

In questo senso, nel 2019, la Food and Drug Administration (FDA) e il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) hanno raggiunto un accordo ufficiale per collaborare nella supervisione della produzione di carne coltivata ottenuta dalle linee cellulari di bestiame e pollame (Verzijden, 2019).

Secondo questo accordo, la Food and Drug Administration utilizzerà la sua esperienza nella tecnologia biomedica per sorvegliare le fasi iniziali dello sviluppo della carne coltivata, che includono i processi di raccolta, sviluppo, proliferazione e differenziazione delle cellule (Post *et al.*, 2020).

Dall'altra parte, il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) assumerà la responsabilità della produzione effettiva e dell'etichettatura dei prodotti alimentari destinati al consumo umano derivati dalle cellule degli animali da reddito, che comprendono sia gli ungulati sia il pollame (Verzijden, 2019).

Questo quadro normativo congiunto è stato progettato per garantire che i prodotti finali siano prodotti in modo sicuro e siano accuratamente etichettati (Verzijden, 2019).

La carne coltivata è un problema normativo complesso che richiede regolamentazione e sorveglianza in molteplici fasi, dalla biopsia dei tessuti animali alla distribuzione ai consumatori. Tuttavia, c'è ancora un dibattito riguardo il considerare la carne coltivata come “carne” in tutti gli aspetti (Bryant, 2020).

Il regolamento UE n.1169/2011, che disciplina la comunicazione delle informazioni dal produttore al consumatore per la definizione di carne, fa riferimento al Regolamento (CE) n.853/2004. Quest'ultimo regolamento definisce “carne” come “tutte le parti commestibili degli animali di cui ai punti da 1.2 a 1.8, compreso il sangue”.

Negli Stati Uniti, nello stato del Missouri, nell'agosto 2018 è stato approvato un disegno di legge che proibisce l'uso dell'etichetta “carne” per tutti i prodotti che non provengono da animali macellati allevati con metodi tradizionali (Stephens *et al.*, 2019). Una misura simile è stata presa dal governo francese nello stesso anno, riservando l'uso delle diciture “carne” e relative terminologie (come “salsiccia” e “bistecca”) esclusivamente ai prodotti di origine animale convenzionale (BCC, 2018). I sostenitori di queste leggi ritengono che tali restrizioni proteggano i consumatori (Stephens *et al.*, 2019).

Il regolamento dell'Unione Europea sulla trasmissione accurata delle informazioni dai produttori ai consumatori finali (Regolamento UE n.1169/2011) richiede che l'etichettatura degli alimenti sia chiara, precisa e facilmente comprensibile, evitando di ingannare il consumatore riguardo a ciò che sta acquistando (Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, 2011). Di conseguenza, i prodotti a base di carne coltivata dovranno avere un nome o un'etichetta che chiarisca chiaramente il processo di produzione (Froggart e Wellesley, 2019).

In Italia, il 7 aprile 2023, viene proposto dal Ministro dell'agricoltura della Sovranità alimentare e delle Foreste e dal Ministro della Salute un Disegno Di Legge riguardante “Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici”.

La proposta arriva dopo le considerazioni riguardo possibili rischi per la salute e la minaccia che rappresenta per la forte identità agroalimentare del paese.

La proposta viene poi accolta il 19 luglio 2023 modificando il nome in “Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi costituiti, isolati o prodotti a partire da colture cellulari o di tessuti derivanti da animali vertebrati nonché

di divieto della denominazione di carne per prodotti trasformati contenenti proteine vegetali” (DDL S.651).

In questo modo, l’Italia diviene il primo paese al mondo a vietare la carne coltivata.

Il DDL si dispiega in 6 articoli:

- L’articolo 1 stabilisce le finalità della proposta, che includono la tutela della salute umana e la protezione del patrimonio agroalimentare italiano.

- L’articolo 2 vieta la produzione e la commercializzazione di alimenti sintetici, seguendo il principio di precauzione europeo. Il divieto si applica sia agli alimenti per consumo umano che ai mangimi per animali.

- L’articolo 3 indica le autorità responsabili dei controlli, tra cui il Ministero della Salute, le regioni e altre agenzie, e stabilisce le sanzioni per le violazioni delle disposizioni, ritenendo tali violazioni come lesive di interessi di particolare importanza.

Gli articoli trattano principalmente delle sanzioni relative alle violazioni delle disposizioni previste dalla legge:

- L’articolo 4 stabilisce le sanzioni per gli operatori del settore alimentare e dei mangimi che violano le disposizioni. Le sanzioni possono variare da un minimo di 10.000 euro a un massimo di 60.000 euro o al 10% del fatturato totale annuo, con un limite massimo di 150.000 euro. Inoltre, sono previste la confisca dei prodotti illegali e altre sanzioni amministrative che possono includere l’inibizione dell’accesso a contributi, finanziamenti o agevolazioni, nonché la chiusura dello stabilimento di produzione per un periodo fino a tre anni. Queste sanzioni possono essere applicate anche a chiunque abbia finanziato o promosso le condotte illecite.

- L’articolo 5 stabilisce che, per quanto non previsto dalla legge in questione si applicano le disposizioni della legge del 24 novembre 1981, n. 689, riguardo alle sanzioni. Inoltre, prevede l’aggiornamento periodico delle sanzioni amministrative pecuniarie ogni due anni.

- L’articolo 6 introduce la clausola di invarianza finanziaria, che implica che l’attuazione della legge non deve comportare nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica. Le amministrazioni coinvolte devono operare con le risorse attualmente disponibili.

In conclusione, la legislazione sulla carne coltivata è destinata a diventare un elemento cruciale nell’assicurare la sicurezza e la chiarezza per i consumatori mentre si abbraccia questa innovazione alimentare.

## **CAPITOLO 2: IMPATTO SULLA POPOLAZIONE OCCIDENTALE**

### **2.1 L'approvazione della Carne Coltivata**

In questo capitolo mi sono posto come fine quello di sintetizzare i principali risultati a cui sono arrivati gruppi di ricerca che hanno operato sull'argomento delle carni coltivate considerando l'approccio al gradimento dei consumatori occidentali.

In premessa, va riconosciuto che la maggior parte delle indagini è stata condotta su iniziativa di chi è a favore della Carne Coltivata. In aggiunta, è probabile che fornire informazioni positive al consumatore per descrivere i potenziali benefici della Carne Coltivata lo influenzi a favore di tale prodotto (Bryant e Barnett, 2020).

Oltre alla difficoltà tecnica nel raggiungere la produzione di carne coltivata in grandi quantità a prezzi accessibili, c'è un'altra sfida significativa legata all'accoglienza da parte dei consumatori dei nuovi prodotti (Van Loo *et al.*, 2020).

Le problematiche legate alla percezione pubblica e all'accettazione rappresentano sempre delle sfide in contesti di tecnologie e prodotti emergenti, e la carne coltivata non fa eccezione (Bryant, 2020). Di fatto, nonostante i presunti vantaggi legati alla carne coltivata, alcuni consumatori esprimono dubbi in merito a questi prodotti (Bryant e Barnett, 2018).

Quello che possiamo, però, prevedere è che l'approvazione da parte dei consumatori, di questi prodotti, dipenderà da una vasta gamma di fattori (Verbeke *et al.*, 2015).

Secondo Bryant e collaboratori (2019), che hanno condotto un'analisi sistematica degli studi sull'accoglienza da parte dei consumatori per la carne coltivata, le preoccupazioni comunemente riportate potrebbero riguardare:

- a) innaturalità,
- b) sicurezza,
- c) salubrità,
- d) gusto,
- e) consistenza,
- f) prezzo.

In aggiunta, possono essere identificati fattori più ampi legati al contesto, come la copertura mediatica, l'interazione con il pubblico e la fiducia dei consumatori riguardo scienza, politica e società (Verbeke *et al.*, 2015).

Oltre ciò, all'interno dell'UE non vengono eseguiti test di degustazione e, pertanto, la letteratura che indaga l'atteggiamento e le percezioni dei consumatori nei confronti di questo alimento (al momento ancora "astratto") è debole (Mancini e Antonioli 2022).

Le indagini demoscopiche effettuate finora hanno rilevato notevoli differenze nell'accettazione della Carne Coltivata tra i Paesi messi a confronto (Siegrist e Hartmann, 2020).

È importante sottolineare come i risultati di tutte le indagini mostrano che i tradizionali "consumatori" di carne sono potenzialmente attratti dalla carne coltivata più dei vegetariani e dei vegani. Ciò trova riscontro con molteplici studi secondo i quali le persone consumano carne non perché provenga da un animale, ma nonostante provenga da un animale (Broad, 2020).

Sono diversi i ricercatori che in Europa si sono dedicati alla questione dell'accettazione delle Carni Coltivate, come di seguito riportato.

## 2.2 Carni Coltivate: accettazione a livello europeo

In Germania, Dupont e Fiebelkorn (2020) hanno analizzato la disponibilità di adolescenti e bambini (numero partecipanti = 718, età media = 13,67) di questa nazione a consumare, come alternative proteiche della carne tradizionale, insetti e Carne Coltivata.

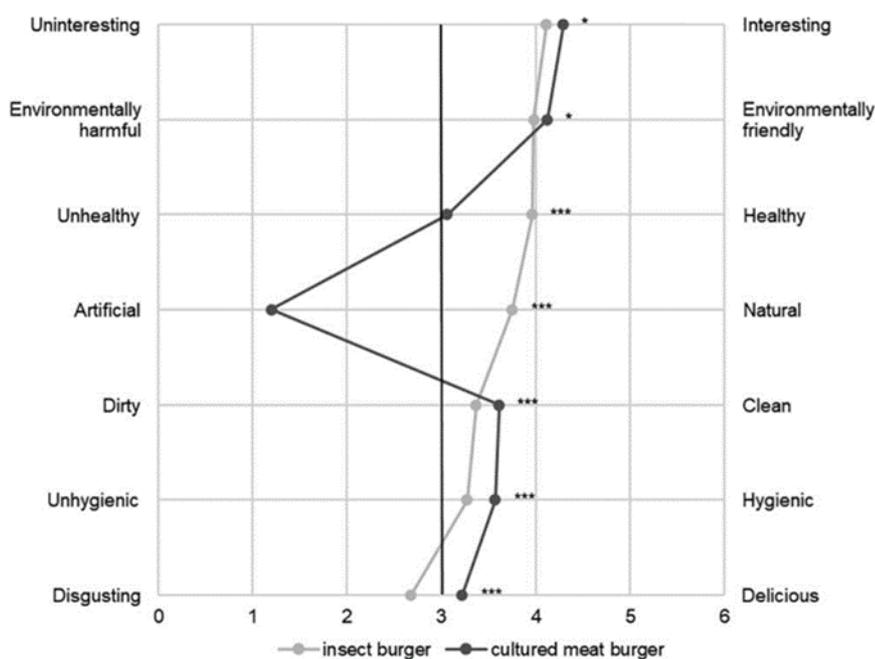


Fig. 2.1 Atteggiamento verso i burger di carne coltivata e di insetti (Dupont e Fiebelkorn, 2020).

Inoltre, nello studio sopra citato, i partecipanti hanno mostrato, con una differenza altamente significativa, una maggiore disposizione a consumare burger di carne coltivata rispetto a consumare burger a base di insetti.

Inoltre, la volontà di provare questi prodotti è risultata significativamente superiore alla volontà di sostituire sia il burger a base di insetti che quello di carne coltivata alla carne tradizionale. Più precisamente, il 56,4% dei bambini e degli adolescenti era disposto a consumare il burger di carne coltivata, maggiore predisposizione riscontrata in soggetti di sesso maschile.

Passando alla Francia, Hoquette e collaboratori (2022) hanno condotto un'indagine volta a esaminare come i consumatori francesi percepiscano la carne coltivata. La loro ricerca ha coinvolto un campione di partecipanti (N=5418) che era prevalentemente composto da individui giovani, professionisti del settore carne o scienziati, in proporzione superiore rispetto alla popolazione generale francese.

Circa il 40-50% di questi reputava che la zootecnica affrontasse questioni di natura etica e ambientale. Solo il 18-26% era convinto che la carne coltivata potesse risolvere tali problematiche, mentre la maggioranza credeva che non avrebbe goduto di un profilo di salubrità o appetibilità, considerandola un'idea "assurda e/o disgustosa".

Nonostante questo risultato, viene riscontrato che il 23,9% degli intervistati reputava tale idea "divertente e/o interessante" e il 16,9% "promettente e/o fattibile", tuttavia il 91,7% non si è dimostrato incline a comprare carne coltivata ad un prezzo superiore rispetto alla carne convenzionale.

I partecipanti per cui il concetto di carne coltivata non era familiare e dibattuto mostravano un maggiore sostegno, in quanto sensibili alle problematiche legate ai sistemi di allevamento; a differenza, invece, degli uomini più anziani e di coloro che operavano nel settore della carne che si dimostrarono più riluttanti.

Questo suggerisce che il mercato per la "carne coltivata" potrebbe avere, probabilmente, un raggio di azione limitato, arrivando a rappresentare un mercato di nicchia.

Gli autori sottolineano che, nonostante mostri un forte interesse a provare la carne coltivata almeno una volta, la maggior parte dei consumatori francesi non è ancora disposta a consumarla abitualmente. Questo, però, potrebbe essere anche ascrivibile al fatto che, come detto, un'ampia parte di loro è ancora poco informata, il che implica che potrebbe essere influenzata da ulteriori informazioni.

Inoltre, sempre come riportato da Hoquette e collaboratori (2022), quasi la metà (49,2%) dei partecipanti sostiene con certezza che la carne coltivata non sarebbe più etica rispetto alla carne convenzionale, ovvero non contribuirebbe in modo significativo a migliorare il benessere degli animali e a ridurre la sofferenza animale.

Allo stesso modo, la metà dei partecipanti (50,4%) ritiene che la carne coltivata non avrebbe un impatto ambientale positivo migliore rispetto alla carne convenzionale, quindi non sarebbe in grado di ridurre in modo sostanziale l'impatto ambientale legato all'allevamento (consumo di acqua, riscaldamento globale, emissioni di gas serra, ecc.).

Infine, una forte maggioranza dei partecipanti ritiene che la carne coltivata influirebbe negativamente sul sistema di allevamento attuale e sull'industria della carne (ad esempio, sugli impieghi), con il 55,6% e sui territori e borghi rurali (ad esempio, sulla biodiversità, il turismo, la cura del paesaggio e la vitalità dei territori) con il 61,8%.

Sebbene la variabilità tra i gruppi di partecipanti in base alle loro caratteristiche sociologiche, si evidenzia il fatto che i francesi sono molto preoccupati per i temi etici ed ambientali legati all'allevamento di bestiame e all'industria della carne convenzionale.

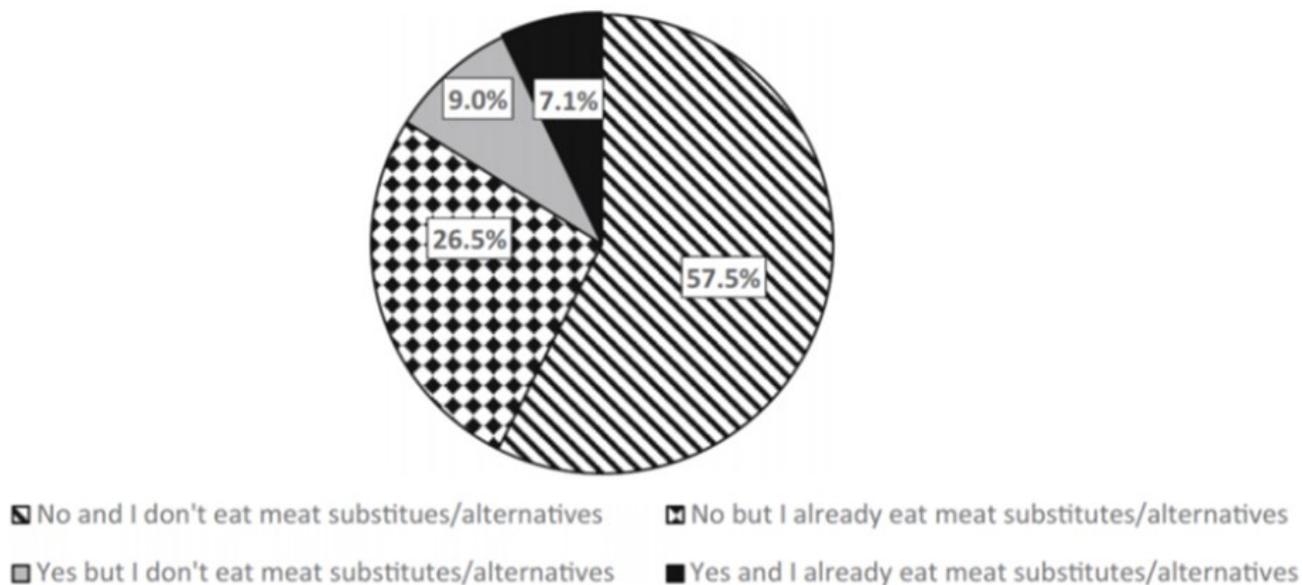
Di conseguenza, una percentuale significativa di loro, pari al 45,6%, ritiene che una soluzione ai problemi attuali potrebbe essere rappresentata dalla riduzione del consumo di carne, come già indicato da Hocquette e colleghi (2015) e Bryant e colleghi (2020).

Tuttavia, oltre la metà degli intervistati non pensa che la carne coltivata possa essere più etica e responsabile dal punto di vista ambientale rispetto alla carne convenzionale, come già riportato sopra. Pertanto, questa ricerca conferma quanto emerso in uno studio precedente (Hocquette et al., 2015), il quale ha indicato che una larga maggioranza dei cittadini francesi (tra il 60% e il 70%) preferirebbe consumare meno carne piuttosto che optare per la Carne Coltivata (con percentuali comprese tra il 10% e il 15%).

Affinché la carne coltivata possa essere ampiamente accettata è importante che i consumatori non solo tengano conto della produzione della carne convenzionale in tutti i suoi aspetti, ma che condividano anche il pensiero che questa sia etica, ecologica, sicura ed appetibile.

Eppure, non sembra che tutti i partecipanti (dello studio sopra citato) la pensino in questo modo a riguardo, poiché la maggioranza di coloro che già consumano sostituti della carne non accetterebbe la carne coltivata come alternativa valida alla carne convenzionale e ad altri sostituti della carne (Figura 2.2)

Would you accept artificial "meat" as a viable alternative to "conventional meat" in the future, compared to other meat substitutes (such as soy protein) or other solutions (such as reducing food waste or developing our farming practices)?



**Fig.2.2** Potenziale accettazione di carne coltivata comparata ad altre alternative proteiche (Hocquette *et al.*, 2022).

Tutte queste informazioni sono riprese da due domande presenti nel sondaggio proposto ai partecipanti.

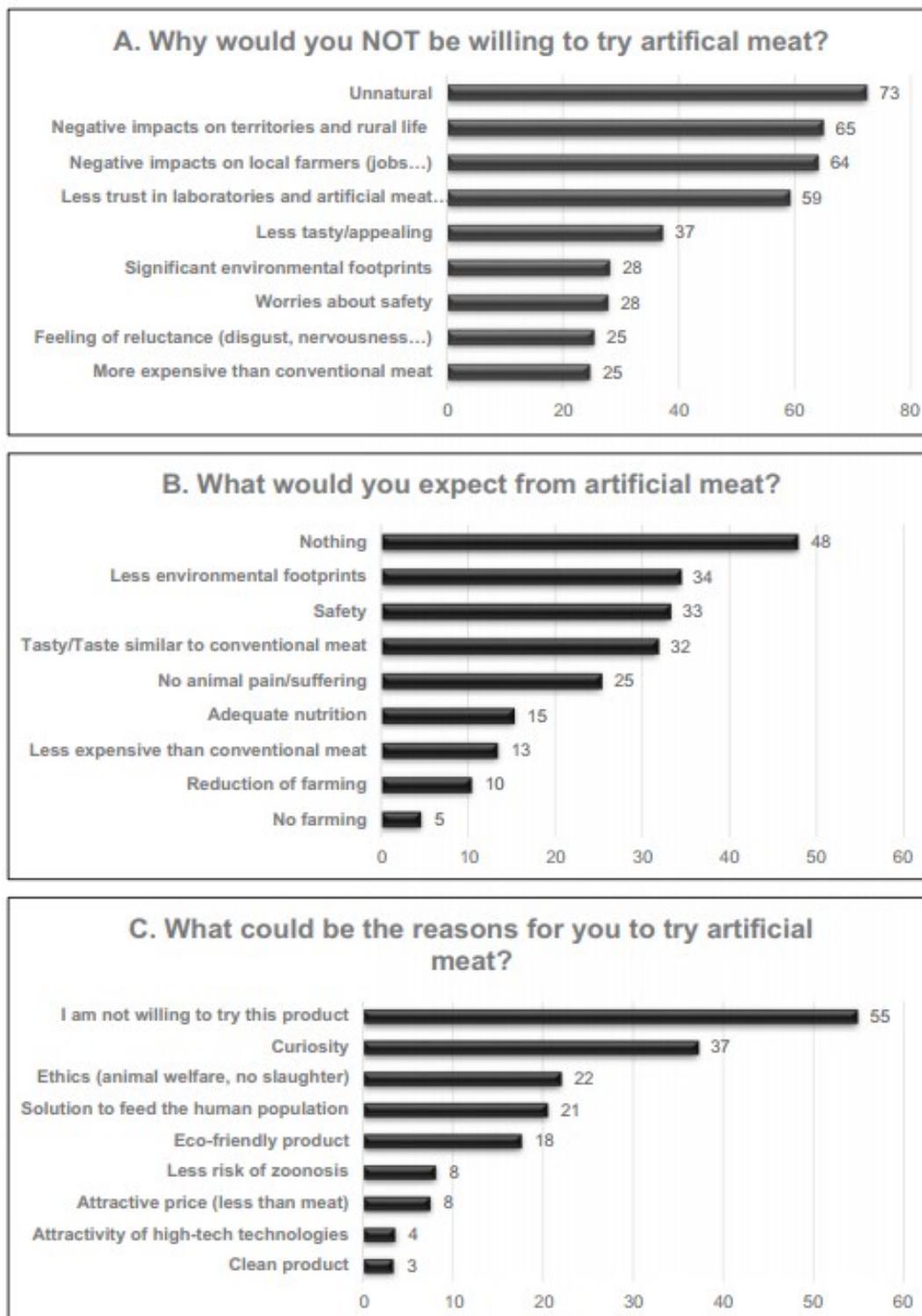
Difatti, alla domanda “Perché NON saresti disposto a provare la ‘carne artificiale?’”, i partecipanti hanno indicato motivi quali la percezione di innaturalità (72,6%), il possibile impatto negativo sulle aree rurali e sulla vita nei territori (65,0%), nonché sugli agricoltori locali (64,1%). Altri fattori includono una minore fiducia nei laboratori e nelle startup che lavorano sulla ‘carne coltivata’ (59,2%) e una minore gradevolezza del gusto (37,2%) (Figura 2.3A).

Al contrario, le principali aspettative relative alla ‘carne coltivata’ sono state legate alla riduzione dell’impatto ambientale (34,4%), alla sicurezza alimentare (33,2%), al piacevole sapore (31,8%) e all’assenza di sofferenza animale (25,3%) (Figura 2.3B).

In aggiunta, l’assenza di dolore o sofferenza degli animali è risultata essere anche il secondo principale motivo che spingerebbe i partecipanti a provarla (per il 22,0% dei partecipanti, Figura 2.3C).

La preoccupazione principale legata all'innaturalità è stata confermata dalle risposte alla seguente domanda: “Quali termini ritieni più appropriati per descrivere la ‘carne artificiale’? (tra i termini comunemente usati dalle aziende del settore)”: in effetti, la maggioranza dei partecipanti ha scelto “carne artificiale” o “carne sintetica” (55,1%), entrambi riflettenti il processo non naturale. D'altra parte, solo il 23% dei partecipanti ha optato per il termine “carne coltivata”.

Inoltre, il termine “*clean meat*” è stato scelto soltanto dallo 2,3% dei partecipanti, indicando che nonostante le affermazioni a favore, non viene percepito il potenziale di questo prodotto.



**Fig. 2.3.** Motivi per non provare la “carne coltivata”, anche chiamata “carne artificiale” (A), aspettative (B) e motivi per provare la “carne coltivata” (C). I risultati sono espressi come percentuale delle risposte. Poiché si tratta di domande a scelta multipla, la somma delle percentuali è superiore al 100%.

In Belgio, nel 2019, è stata condotta un'indagine tra la popolazione, poi riproposta nel 2020: il 39,3% dei partecipanti in entrambi i casi si è dichiarato ben disposto all'acquisto e al consumo di carne coltivata (Bryant e Sanctorum, 2021).

I dati hanno dimostrato che la Carne Coltivata risultava più attraente per gli uomini e nel complesso, solo l'11,2% dei consumatori manifesta sia insoddisfazione verso le alternative alla carne esistenti sia riluttanza ad acquistare carne coltivata.

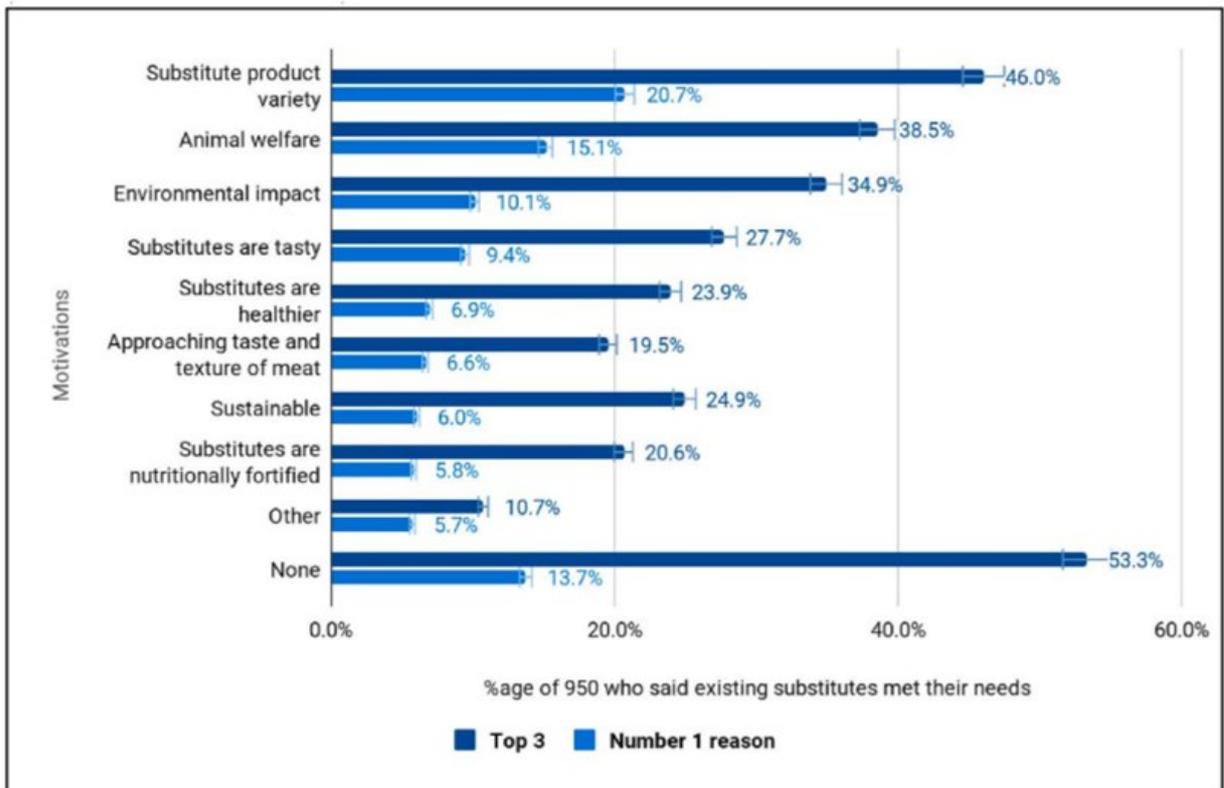
In aggiunta, i ricercatori hanno osservato un lieve incremento dell'inquietudine legata all'agricoltura animale e, non solo, anche della preoccupazione per l'impatto ambientale.

Sebbene studi precedenti abbiano evidenziato il rimpianto dei consumatori per la possibile perdita dell'ambiente rurale e delle tradizioni agricole legate alla carne coltivata (Verbeke *et al.*, 2015), solo l'8,3% dei partecipanti ha menzionato la conservazione delle tradizioni come un fattore significativo nell'opposizione alle coltivazioni di carne.

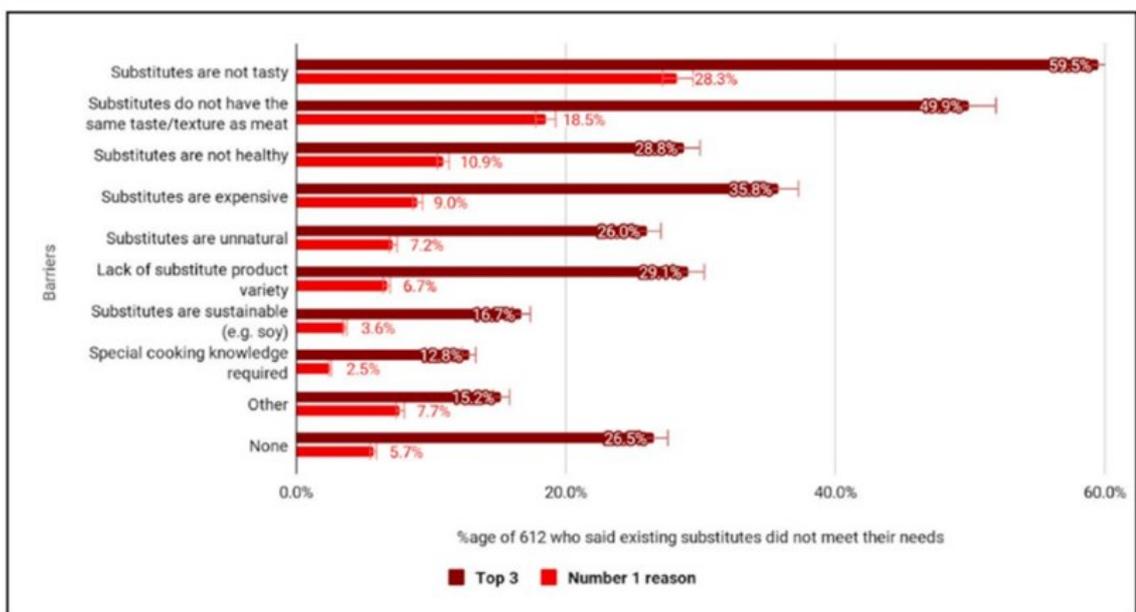
Le principali motivazioni per cui i partecipanti hanno dichiarato che avrebbero preso in considerazione la carne coltivata, comprendevano vantaggi per la collettività come, per esempio, il benessere degli animali, la tutela dell'ambiente e la lotta alla fame nel mondo.

D'altro canto, le barriere che si contrappongono alla considerazione di tale prodotto erano di carattere individuale, quali il prezzo, l'origine artificiale, la salubrità e la fiducia.

Non solo, tra le barriere esistenti, questa ricerca ha individuato la sfiducia verso le società multinazionali come un eventuale ostacolo per i consumatori belgi; tale elemento è stato considerato molto più rilevante della preoccupazione legata alle opportunità lavorative nell'agricoltura o alle strategie di marketing.



**Fig. 2.4** Le principali ragioni adottate dai partecipanti per cui le alternative alla carne esistenti soddisfacevano le loro necessità (2019 e 2020) (Bryant e Sanctorum, 2021).



**Fig. 2.5** Le principali ragioni adottate dai partecipanti per cui le alternative alla carne esistenti NON soddisfacevano le loro necessità (2019 e 2020) (Bryant e Sanctorum, 2021).

## 2.3 Uno sguardo all'Italia

Spostandoci in Italia, Mancini e Antonioli (2022) si sono occupati della questione dell'accettazione degli italiani riguardo le nuove fonti proteiche, attraverso una rassegna dei principali studi esistenti.

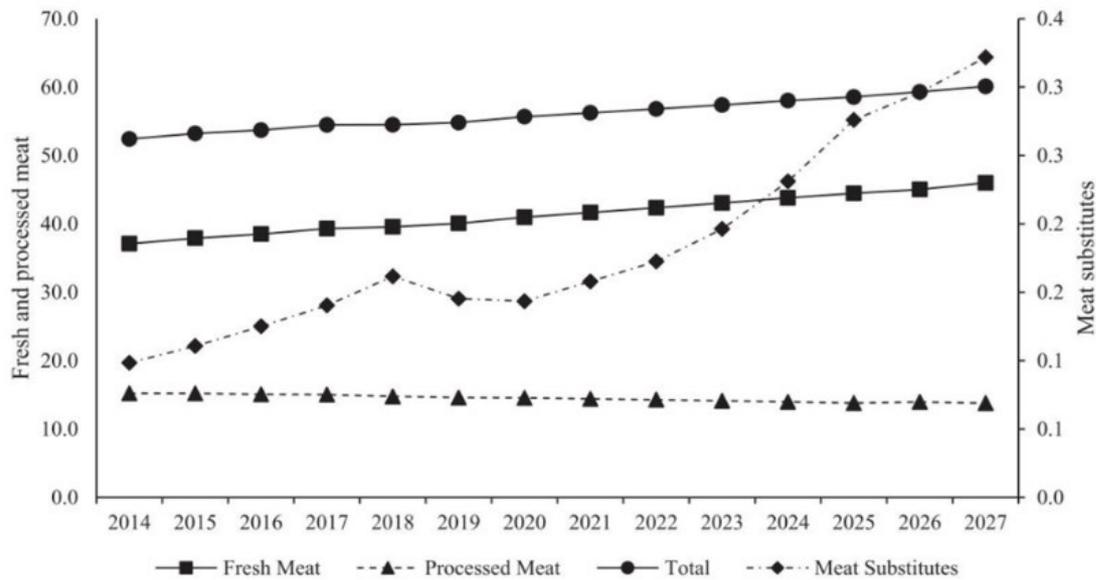
Uno dei motivi per esaminare l'opinione dei consumatori italiani a proposito delle nuove fonti proteiche, risiede nel ruolo rilevante che la carne ricopre nella tradizione culinaria e nell'identità alimentare di questo paese.

In Italia, infatti, sono presenti razze pregiate di bestiame autoctono e vengono prodotti celebri salumi DOP e IPG. Non solo, poiché la cucina italiana ha un impatto significativo sia sui cultori del buon cibo all'interno del paese che a livello globale, l'analisi delle opinioni dei consumatori italiani può fornire un contributo nel delineare le prospettive delle abitudini alimentari in altri paesi, soprattutto in quelli dove la carne assume un ruolo centrale nelle preparazioni quotidiane.

Inoltre, il consumo di carne riveste un'importanza considerevole in Italia, e questo renderebbe i consumatori italiani di carne e prodotti a base di quest'ultima particolarmente interessanti in quanto potenziali acquirenti nel caso in cui nuove fonti di proteine alternative alla carne convenzionale venissero adottate.

Infatti, nel 2021 il consumo di carne in Italia corrisponde a 59 kg pro capite all'anno (Statista), comprensivo di carne fresca e lavorata e sostituti della carne, quest'ultima rappresentata da 0,1 kg.

Secondo Statista (Fig. 1), è previsto un lieve incremento del consumo di carne nel mercato italiano come risultato di due dinamiche opposte: da un lato, una tendenza crescente nel consumo di carne fresca e sostituti della carne e, dall'altro, una tendenza decrescente nel consumo di carne trasformata nei prossimi anni.



**Fig. 2.6** Consumo di carne e sostituti di carne in Italia pro capite (kg), Italia 2014–2027 (Mancini e Antonioli, 2022).

Queste informazioni confermano l’ipotesi secondo cui nuovi modelli alimentari starebbero emergendo e potrebbero potenzialmente influire sull’atteggiamento dei consumatori italiani verso fonti proteiche alternative.

Infatti, secondo quanto riportato da Coop (2021), i consumatori italiani sembrerebbero essere sempre più attenti a fattori come le esternalità negative attribuite all’industria delle carni e ai suoi prodotti, in termini di impatto sulla salute umana, l’utilizzo delle risorse naturali e il benessere degli animali.

In più, emerge che nel 2020, più della metà dei consumatori italiani ha affermato di aver ridotto il consumo di carne al fine di rispettare principi di consumo etico; non solo, nello stesso anno, l’8% degli italiani ha dichiarato di essere vegano o vegetariano (Eurispes, 2021), e un numero crescente di consumatori si identifica come “*part-time vegan*” (Coop, 2021). Quest’ultima categoria comprende coloro che si avvicinano allo stile di vita vegano motivati da salute, benessere animale e ambiente, pur non aderendo completamente al regime vegano.

Continuando, vengono riscontrate tendenze generalmente positive riguardo la carne coltivata, con percentuali che vanno dal 54% (Mancini e Antonioli, 2019) fino al 78% dei partecipanti che si dichiarano disponibili a provarla (Palmieri e Forleo, 2021).

Gli autori (Mancini e Antonioli, 2022) specificano che la valutazione positiva degli italiani è attribuibile per lo più alla carne coltivata come una possibile soluzione per mitigare le

conseguenze negative dell'allevamento intensivo, piuttosto che agli attributi intrinseci come il sapore, le caratteristiche nutrizionali e la sicurezza. Valutazione che non potrebbe essere molto diversa dal momento che, come sopra citato, in UE sono al momento assenti test di degustazione rendendo scarsa la letteratura a riguardo (Mancini e Antonioli 2022).

Di conseguenza, i principali fattori che contribuiscono all'accettazione della carne coltivata sono soprattutto di natura etica (come il benessere degli animali, la sicurezza alimentare e le questioni ambientali) e talvolta guidati dalla curiosità nei confronti di un alimento mai assaggiato precedentemente (Piochi *et al.*, 2022).

Considerando il fattore età, sia gli under 25 (Mancini e Antonioli, 2019) sia gli under 30 (Piochi *et al.*, 2022) risultano essere quelli con l'orientamento più favorevole nei confronti della carne coltivata.

Inoltre, un singolo studio (Mancini e Antonioli, 2019) ha rivelato che il livello di istruzione ha un impatto significativo: all'aumentare del grado di istruzione, si riscontra un atteggiamento più positivo verso la carne coltivata.

Questa inclinazione positiva da parte dei giovani partecipanti, dei soggetti con un livello di istruzione elevato e di coloro che consumano carne rispecchia la loro disponibilità a sostenere una spesa superiore per la carne coltivata (Mancini e Antonioli, 2019).

Dunque, si evince un'importante interazione tra età, istruzione e preferenze alimentari, suggerendo che il pubblico giovane e istruito potrebbe essere un segmento chiave per la diffusione e l'accettazione della carne coltivata nel mercato alimentare (Mancini e Antonioli, 2019).

Tenendo conto del grado di informazione relativo a questo fenomeno, circa il 66% dei consumatori italiani dichiara di essere informato riguardo alla carne coltivata (Mancini e Antonioli, 2019; Piochi *et al.*, 2022), dati elevati rispetto a quanto riscontrato in precedenti indagini in territorio europeo, condotte qualche anno prima (Verbeke *et al.*, 2015).

Secondo Mancini e Antonioli (2019), il 64% dei soggetti informati sull'argomento si dimostrava disponibile a sperimentare la carne coltivata, mentre questa percentuale si abbassava al 40% per gli intervistati non familiarizzati con il concetto.

È significativo che sia gli studi di Mancini e Antonioli (2019) sia quello di Piochi *et al.* (2022) abbiano riscontrato che le informazioni fornite hanno avuto un effetto più importante sulla percezione e sull'accettazione delle donne rispetto che ai restanti sottogruppi.

D'altra parte, gli intervistati più anziani sembrano farsi influenzare meno dalle informazioni, indicando una preferenza nel non mutare le loro abitudini e mostrando un atteggiamento cauto verso la carne coltivata. Allo stesso modo, altri sottogruppi hanno dimostrato di essere meno condizionati dalle spiegazioni: coloro che seguono una dieta priva di carne, quelli che non intendono ridurre il consumo di carne e quelli con un livello di istruzione inferiore (Mancini e Antonioli, 2020).

Passando alle modalità di promozione della questione “carne coltivata”, emergono proposte contrastanti; ad esempio, Palmieri e Forleo (2021) suggeriscono strategie di marketing che si basano su istituzioni di alta reputazione e si concentrano sui gruppi di consumatori più sensibili, ovvero i giovani. L'obiettivo di queste strategie è diffondere evidenze scientifiche solide riguardo ai possibili benefici delle nuove tecnologie alimentari sulla salute.

Di contro, Mancini e Antonioli (2020) ritengono che troppe informazioni tecniche siano controproducenti e suggeriscono piuttosto di affiancare all'informazione un approccio basato sulla “comprensione del profilo identitario alimentare dei componenti della popolazione di interesse”.

È probabile che la campagna pubblicitaria di fonti proteiche alternative nel mercato italiano si baserà principalmente sulla sostenibilità ambientale. Tuttavia, gli autori sopra citati suggeriscono di tenere in debita considerazione un fatto: il concetto di sostenibilità per i consumatori italiani può variare ampiamente e comprendere diversi valori. Di fatto, secondo il 33% degli italiani, un prodotto alimentare è considerato sostenibile quando è “biologico”, “ecologico” e non contiene additivi o antibiotici. Una percentuale simile associa la sostenibilità a prodotti realizzati con materiali e imballaggi ecologici.

Altri dati rilevano che il 25% dei consumatori italiani dichiara che la sostenibilità sia legata ad una filiera controllata o ad una produzione locale o domestica, mentre il 9% ritiene che un prodotto alimentare sia sostenibile dal momento in cui garantisce una giusta remunerazione ai lavoratori e il rispetto dei loro diritti (Coop, 2021).

Di conseguenza, nonostante l'aumento dell'interesse per i prodotti alimentari sostenibili, il concetto di sostenibilità è soggetto a un'ampia diversità di interpretazioni che devono essere tenute in considerazione nella formulazione delle strategie di marketing per le fonti proteiche alternative.

Mancini e Antonioli (2022) evidenziano il fatto che il ruolo potenziale delle istituzioni intermediarie, come associazioni di produttori e lavoratori della filiera della carne, appaia trascurato nelle fonti disponibili finora, riguardanti la percezione dei consumatori italiani.

Nonostante le preoccupazioni espresse nei confronti di varie fonti proteiche alternative, l'attenzione è fortemente inquadrata sulla carne coltivata.

In questo contesto, i produttori italiani, attraverso le associazioni, hanno manifestato profonde preoccupazioni riguardo al futuro dell'allevamento nazionale. Questo settore, con un valore di produzione di quasi 10 miliardi di euro/anno, delinea circa un quinto del valore totale della produzione agricola nel paese.

L'allevamento ha impatti significativi su tutti i componenti della filiera, coinvolgendo settori come l'industria dei mangimi, con un fatturato globale superiore a 7,5 miliardi di euro (Assalzo, 2021), e la produzione di salumi DOP e IGP, che contribuiscono per 1,9 miliardi di euro, aumentando a 5 miliardi di euro sul mercato dei consumatori finali (Ismea, 2021).

Anche le associazioni di produttori reclamano il ruolo centrale dell'industria zootecnica nella produzione di biogas, elettricità e idrogeno, ma soprattutto come elemento chiave per l'economia circolare. Inoltre, i sottoprodotti derivanti dall'allevamento di bestiame come il letame ed il liquame, sono una fonte di azoto, oltre che ad altri minerali organici essenziali utilizzati per lo più nell'ambito agricoltura biologica come ammendanti per incrementare la fertilità del suolo.

La Coldiretti, che rappresenta la più vasta associazione di produttori in Italia con 1,5 milioni di membri, nel 2021 ha divulgato un video dal titolo "Carne Frankenstein, il futuro di cui avere paura". Nel suddetto, l'associazione esprime le sue argomentazioni a sfavore dei presunti benefici promossi dai sostenitori della carne coltivata, sottolineando la sua supposta falsità e ingannevolezza.

I già citati Mancini e Antonioli (2022) ritengono interessante esaminare in modo sommario la narrativa e le scelte linguistiche adottate per questa campagna video.

Il video inizia con una spiegazione molto tecnica del processo, utilizzando termini scientifici; come noto in precedenza, le descrizioni tecniche di nuovi alimenti tendono a far scaturire reazioni negative in quanto generano un senso di disagio.

Oltre ciò, la carne coltivata viene accusata di mancare di origine naturale, di avere un impatto sull'ambiente potenzialmente maggiore rispetto all'allevamento tradizionale e di

rappresentare potenzialmente un rischio per la salute umana a causa dei residui di sostanze organiche e molecole chimiche presenti nell'acqua.

Un'ampia parte del video è dedicata, inoltre, all'illustrazione dell'estrazione del siero fetale, estratto da vacche gravide, e dell'impatto che questa pratica avrà sull'allevamento del bestiame, trasformandolo in un fornitore di feto.

La carne coltivata viene, quindi, dipinta come un business di cui trarranno vantaggio le grandi multinazionali, contribuendo così all'emarginazione degli allevatori e dei sistemi produttivi locali.

È difficile prevedere se tale comunicazione avrà un impatto sui comportamenti dei consumatori, specialmente su quei segmenti che sembrano essere i potenziali acquirenti di carne coltivata: i giovani e le persone altamente istruite che spesso preferiscono fonti di informazione alternative a quelle istituzionali. Tuttavia, è probabile che le attività di lobby di alcune parti interessate saranno in grado di rallentare l'approvazione di leggi favorevoli agli analoghi della carne e invece appoggiare normative che pongano ostacoli alle aziende, inibendo così il loro impulso all'innovazione (Lähteenmäki-Uutela *et al.*, 2021).

## CONSIDERAZIONI FINALI E CONCLUSIONI

In conclusione, sulla base di quanto esaminato, la carne coltivata rappresenterebbe una svolta rivoluzionaria nell'industria alimentare dal momento che la ricerca di alternative proteiche alla carne tradizionale è uno dei temi centrali del mondo alimentare che potrebbe aver trovato risposta proprio in questo prodotto.

Questa nuova tecnologia potrebbe risolvere il problema dell'aumento della domanda di carne dovuto principalmente alla sempre più rapida crescita della popolazione alla quale stiamo assistendo.

Tuttavia, prima che questo prodotto possa arrivare alle nostre tavole sarà necessario affrontare delle sfide importanti.

Partendo dalle leggi e dai regolamenti ora presenti, è necessario creare un quadro normativo adatto alla carne coltivata, in modo da standardizzare un alto livello di sicurezza alimentare e rendere possibile la circolazione e il commercio di quest'ultima.

Sul piano tecnologico, si sono fatti diversi passi avanti negli ultimi anni, ma per una produzione in larga scala ed economicamente accessibile è necessario andare avanti nella ricerca, provando ad ottimizzare i sistemi produttivi.

Un altro aspetto importante è quello della nomenclatura, complementare alla legislazione, e importante anche per quanto riguarda la percezione del consumatore; è necessario trovare una definizione che sia approvata da tutti e che sia identificativa e fedele alle caratteristiche di questo prodotto.

La carne coltivata potrebbe agire positivamente anche per quanto riguarda gli impatti ambientali troppo aggressivi dei sistemi di allevamento odierni; questi ultimi sono tra i maggiori responsabili delle emissioni di GHG, della deforestazione e spreco delle acque.

Le emissioni di gas serra derivanti da questa nuova tecnologia, però, sono per lo più di anidride carbonica, la quale, sul lungo termine, potrebbe impattare ancora di più sul problema del riscaldamento globale motivo per cui le carni coltivate mantengono ancora dei punti interrogativi.

Sicuramente, però, potremmo assistere a una maggiore efficienza in termini di utilizzo del suolo e consumo delle acque.

Oltre alle sfide tecniche nell'ottenere una produzione su larga scala di carne coltivata a prezzi accessibili, c'è un'altra sfida di importanza centrale associata all'accoglienza dei nuovi prodotti da parte dei consumatori; l'accettazione da parte della popolazione è essenziale per il successo della carne coltivata.

In definitiva, la carne coltivata offre una via promettente per affrontare molte delle sfide globali legate all'alimentazione; con l'impegno collettivo e l'innovazione continua, possiamo sperare in un futuro in cui la carne coltivata non solo diventa una parte comune della nostra dieta, ma anche un'importante risorsa per la sostenibilità del nostro pianeta. Tuttavia, per questo, bisogna considerare la necessità di condurre nuovi studi relativamente a questo prodotto e valutarne i successivi risultati.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abbasi, J. (2020). Soy Scaffoldings Poised to Make Cultured Meat More Affordable. *JAMA*, 323(18), 1764. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.7000>
- Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E. J. M., Smith, P., & Haines, A. (2016). The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: A Systematic Review. *PLOS ONE*, 11(11), e0165797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>
- Bhat, Z. F., Bhat, H., & Kumar, S. (2020). Cultured meat—A humane meat production system. In *Principles of Tissue Engineering* (pp. 1369–1388). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818422-6.00075-7>
- Bogliotti, Y. S., Wu, J., Vilarino, M., Okamura, D., Soto, D. A., Zhong, C., Sakurai, M., Sampaio, R. V., Suzuki, K., Izpisua Belmonte, J. C., & Ross, P. J. (2018). Efficient derivation of stable primed pluripotent embryonic stem cells from bovine blastocysts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(9), 2090–2095. <https://doi.org/10.1073/pnas.1716161115>
- Broad, G. M. (2020). Making Meat, Better: The Metaphors of Plant-Based and Cell-Based Meat Innovation. *Environmental Communication*, 14(7), 919–932. <https://doi.org/10.1080/17524032.2020.1725085>
- Bryant, C., & Barnett, J. (2018). Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. *Meat Science*, 143, 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.008>
- Bryant, C., & Barnett, J. (2020). Consumer Acceptance of Cultured Meat: An Updated Review (2018–2020). *Applied Sciences*, 10(15), 5201. <https://doi.org/10.3390/app10155201>
- Bryant, C. J. (2020). Culture, meat, and cultured meat. *Journal of Animal Science*, 98(8), skaa172. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa172>

- Bryant, C. J., & Barnett, J. C. (2019). What's in a name? Consumer perceptions of in vitro meat under different names. *Appetite*, *137*, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.02.021>
- Bryant, C., & Sanctorem, H. (2021). Alternative proteins, evolving attitudes: Comparing consumer attitudes to plant-based and cultured meat in Belgium in two consecutive years. *Appetite*, *161*, 105161. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105161>
- Bryant, C., Szejda, K., Parekh, N., Deshpande, V., & Tse, B. (2019). A Survey of Consumer Perceptions of Plant-Based and Clean Meat in the USA, India, and China. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *3*, 11. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00011>
- Choudhury, D., Tseng, T. W., & Swartz, E. (2020). The Business of Cultured Meat. *Trends in Biotechnology*, *38*(6), 573–577. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.02.012>
- Clean Meat Clean Meat: How Growing Meat Without Animals Will Revolutionize Dinner and the World *Paul Shapiro* Gallery Books, 2018. 256 pp.: How Growing Meat Without Animals Will Revolutionize Dinner and the World. (2018). *Science*, *359*(6374), 399–399. <https://doi.org/10.1126/science.aas8716>
- Driessen, C., & Korthals, M. (2012). Pig towers and in vitro meat: Disclosing moral worlds by design. *Social Studies of Science*, *42*(6), 797–820. <https://doi.org/10.1177/0306312712457110>
- Dupont, J., & Fiebelkorn, F. (2020). Attitudes and acceptance of young people toward the consumption of insects and cultured meat in Germany. *Food Quality and Preference*, *85*, 103983. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103983>
- Enrione, J., Blaker, J., Brown, D., Weinstein-Oppheimer, C., Pepczynska, M., Olguín, Y., Sánchez, E., & Acevedo, C. (2017). Edible Scaffolds Based on Non-Mammalian Biopolymers for Myoblast Growth. *Materials*, *10*(12), 1404. <https://doi.org/10.3390/ma10121404>

- Fish, K. D., Rubio, N. R., Stout, A. J., Yuen, J. S. K., & Kaplan, D. L. (2020). Prospects and challenges for cell-cultured fat as a novel food ingredient. *Trends in Food Science & Technology*, *98*, 53–67. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.005>
- Garcia, E., Ramos Filho, F., Mallmann, G., & Fonseca, F. (2017). Costs, Benefits and Challenges of Sustainable Livestock Intensification in a Major Deforestation Frontier in the Brazilian Amazon. *Sustainability*, *9*(1), 158. <https://doi.org/10.3390/su9010158>
- Gerber, P. J., & Food and Agriculture Organization of the United Nations (A c. Di). (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., Pierrehumbert, R. T., Scarborough, P., Springmann, M., & Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, *361*(6399), eaam5324. <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>
- Guan, X., Lei, Q., Yan, Q., Li, X., Zhou, J., Du, G., & Chen, J. (2021). Trends and ideas in technology, regulation and public acceptance of cultured meat. *Future Foods*, *3*, 100032. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100032>
- Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A., Fenelon, M., & Tiwari, B. (2017). Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. *Foods*, *6*(7), 53. <https://doi.org/10.3390/foods6070053>
- 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>
- Hocquette, J.-F. (2015). Is it possible to save the environment and satisfy consumers with artificial meat? *Journal of Integrative Agriculture*, *14*(2), 206–207.

[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60961-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60961-8)

- Hoek, A. C., Van Boekel, M. A. J. S., Voordouw, J., & Luning, P. A. (2011). Identification of new food alternatives: How do consumers categorize meat and meat substitutes? *Food Quality and Preference*, 22(4), 371–383. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.01.008>
- Jairath, G., Mal, G., Gopinath, D., & Singh, B. (2021). A holistic approach to assess the viability of cultured meat: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 700–710. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.024>
- Jaques, A., Sánchez, E., Orellana, N., Enrione, J., & Acevedo, C. A. (2021). Modelling the growth of in-vitro meat on microstructured edible films. *Journal of Food Engineering*, 307, 110662. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110662>
- Jones, J. D., Rebello, A. S., & Gaudette, G. R. (2021). Decellularized spinach: An edible scaffold for laboratory-grown meat. *Food Bioscience*, 41, 100986. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100986>
- Jones, N. (2010). *A taste of things to come?*
- Joseph, J., & Sengul, M. (2020). Editorial Vol. 9. *Journal of Organization Design*, 9(1), 1, s41469-019-0064–0067. <https://doi.org/10.1186/s41469-019-0064-7>
- Kang, L., Alim, A., & Song, H. (2019). Identification and characterization of flavor precursor peptide from beef enzymatic hydrolysate by Maillard reaction. *Journal of Chromatography B*, 1104, 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2018.10.025>
- Keating, B. A., Carberry, P. S., Bindraban, P. S., Asseng, S., Meinke, H., & Dixon, J. (2010). Eco-efficient Agriculture: Concepts, Challenges, and Opportunities. *Crop Science*, 50, S-109-S-119. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.10.0594>
- Ketelings, L., Kremers, S., & De Boer, A. (2021). The barriers and drivers of a safe market introduction of cultured meat: A qualitative study. *Food Control*, 130, 108299.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108299>

- Ko, Y. J., Kim, M., You, S. K., Shin, S. K., Chang, J., Choi, H. J., Jeong, W.-Y., Lee, M.-E., Hwang, D.-H., & Han, S. O. (2021). Animal-free heme production for artificial meat in *Corynebacterium glutamicum* via systems metabolic and membrane engineering. *Metabolic Engineering*, *66*, 217–228. <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2021.04.013>
- Lähteenmäki-Uutela, A., Rahikainen, M., Lonkila, A., & Yang, B. (2021). Alternative proteins and EU food law. *Food Control*, *130*, 108336. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108336>
- Langelaan, M. L. P., Boonen, K. J. M., Polak, R. B., Baaijens, F. P. T., Post, M. J., & Van Der Schaft, D. W. J. (2010). Meet the new meat: Tissue engineered skeletal muscle. *Trends in Food Science & Technology*, *21*(2), 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.11.001>
- Layman, D. K. (2014). Eating patterns, diet quality and energy balance. *Physiology & Behavior*, *134*, 126–130. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.12.005>
- Mancini, M. C., & Antonioli, F. (2019). Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy. *Meat Science*, *150*, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.12.014>
- 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*(4), 656. <https://doi.org/10.3390/ani10040656>
- Mancini, M. C., & Antonioli, F. (2022). Italian consumers standing at the crossroads of alternative protein sources: Cultivated meat, insect-based and novel plant-based foods. *Meat Science*, *193*, 108942. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108942>
- Mattick, C. S., Landis, A. E., Allenby, B. R., & Genovese, N. J. (2015). Anticipatory Life Cycle Analysis of In Vitro Biomass Cultivation for Cultured Meat Production in the United States. *Environmental Science & Technology*, *49*(19), 11941–11949.

<https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01614>

Moritz, J., McPartlin, M., Tuomisto, H. L., & Ryyänänen, T. (2023). A multi-level perspective of potential transition pathways towards cultured meat: Finnish and German political stakeholder perceptions. *Research Policy*, 52(9), 104866. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104866>

Moritz, M. S. M., Verbruggen, S. E. L., & Post, M. J. (2015). Alternatives for large-scale production of cultured beef: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 208–216. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60889-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60889-3)

Nezlek, J. B., & Forestell, C. A. (2022). Meat substitutes: Current status, potential benefits, and remaining challenges. *Current Opinion in Food Science*, 47, 100890. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100890>

Ng, S., & Kurisawa, M. (2021). Integrating biomaterials and food biopolymers for cultured meat production. *Acta Biomaterialia*, 124, 108–129. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.01.017>

Ong, S., Choudhury, D., & Naing, M. W. (2020). Cell-based meat: Current ambiguities with nomenclature. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.010>

Palmieri, N., & Forleo, M. B. (2022). An Explorative Study of Key Factors Driving Italian Consumers' Willingness to Eat Edible Seaweed. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 34(4), 433–455. <https://doi.org/10.1080/08974438.2021.1904082>

Parlamento europeo e Consiglio, 2002. Regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 28 gennaio 2002, che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure in materia di sicurezza alimentare. Gazzetta Ufficiale

dell'Unione Europea, 45 (2002), pp. 1 – 24.

Parlamento europeo e Consiglio, 2003. Regolamento (CE) n. 1829/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 settembre 2003, sugli alimenti e i mangimi geneticamente modificati. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, 268 (2003), pp. 1 – 23.

Parlamento europeo e Consiglio, 2011. Regolamento (UE) n. 1169/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2011, relativo alla fornitura di informazioni sugli alimenti ai consumatori, che modifica i regolamenti (CE) n. 1924/2006 e (CE) n. 1925/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio, e che abroga la direttiva 87/250/CEE della Commissione, la direttiva 90/496/CEE del Consiglio, la direttiva 1999/10/CE della Commissione, la direttiva 2000/13/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, le direttive della Commissione 2002/ 67/CE e 2008/5/CE e regolamento della Commissione (CE) n. 608/2004. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, 304 (2011), pp. 18 – 63.

Parlamento europeo e Consiglio, 2015. Regolamento (UE) n. 2015/2283 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2015, sui nuovi alimenti, che modifica il regolamento (UE) n. 1169/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga il regolamento (CE) n. 258/ 97 del Parlamento europeo e del Consiglio e regolamento (CE) n. 1852/2001 della Commissione. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, 327 (2015), pp. 1 – 22.

Piochi, M., Micheloni, M., & Torri, L. (2022). Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. *Food Research International*, 151, 110881. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110881>

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers

- and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992.  
<https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>
- Post, M. J. (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science*, 92(3), 297–301. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.008>
- Post, M. J. (2014). Cultured beef: Medical technology to produce food: Cultured beef: medical technology to produce food. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1039–1041. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6474>
- Post, M. J., & Hocquette, J.-F. (2017). New Sources of Animal Proteins: Cultured Meat. In *New Aspects of Meat Quality* (pp. 425–441). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100593-4.00017-5>
- Post, M. J., Levenberg, S., Kaplan, D. L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C. J., Negowetti, N., Verzijden, K., & Moutsatsou, P. (2020). Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*, 1(7), 403–415. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0112-z>
- Reisinger, A., & Clark, H. (2018). How much do direct livestock emissions actually contribute to global warming? *Global Change Biology*, 24(4), 1749–1761. <https://doi.org/10.1111/gcb.13975>
- Saratti, C. M., Rocca, G. T., & Krejci, I. (2019). The potential of three-dimensional printing technologies to unlock the development of new ‘bio-inspired’ dental materials: An overview and research roadmap. *Journal of Prosthodontic Research*, 63(2), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2018.10.005>
- Schuster, E., Wallin, P., Klose, F. P., Gold, J., & Ström, A. (2017). Correlating network structure with functional properties of capillary alginate gels for muscle fiber formation. *Food Hydrocolloids*, 72, 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.05.036>

- Siegrist, M., & Hartmann, C. (2020). Perceived naturalness, disgust, trust and food neophobia as predictors of cultured meat acceptance in ten countries. *Appetite*, *155*, 104814. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104814>
- Stephens, N., Di Silvio, L., Dunsford, I., Ellis, M., Glencross, A., & Sexton, A. (2018). Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in Food Science & Technology*, *78*, 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.010>
- Stephens, N., King, E., & Lyall, C. (2018). Blood, meat, and upscaling tissue engineering: Promises, anticipated markets, and performativity in the biomedical and agri-food sectors. *BioSocieties*, *13*(2), 368–388. <https://doi.org/10.1057/s41292-017-0072-1>
- Stephens, N., Sexton, A. E., & Driessen, C. (2019). Making Sense of Making Meat: Key Moments in the First 20 Years of Tissue Engineering Muscle to Make Food. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *3*, 45. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00045>
- Swartz, E. (s.d.). *Anticipatory life cycle assessment and techno-economic assessment of commercial cultivated meat production*.
- Tobler, C., Visschers, V. H. M., & Siegrist, M. (2012). Addressing climate change: Determinants of consumers' willingness to act and to support policy measures. *Journal of Environmental Psychology*, *32*(3), 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.02.001>
- Tuomisto, H. L. (2019). The eco-friendly burger: Could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products? *EMBO Reports*, *20*(1), e47395. <https://doi.org/10.15252/embr.201847395>
- Tuomisto, H. L., Ellis, M. J., & Hastrup, P. (s.d.). *Environmental impacts of cultured meat: Alternative production scenarios*.
- Tuomisto, H. L., & Teixeira De Mattos, M. J. (2011). Environmental Impacts of Cultured

- Meat Production. *Environmental Science & Technology*, 45(14), 6117–6123.  
<https://doi.org/10.1021/es200130u>
- Van Loo, E. J., Caputo, V., & Lusk, J. L. (2020). Consumer preferences for farm-raised meat, lab-grown meat, and plant-based meat alternatives: Does information or brand matter? *Food Policy*, 95, 101931. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101931>
- Verbeke, W., Marcu, A., Rutsaert, P., Gaspar, R., Seibt, B., Fletcher, D., & Barnett, J. (2015). ‘Would you eat cultured meat?’: Consumers’ reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Science*, 102, 49–58.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.11.013>
- Verbeke, W., Sans, P., & Van Loo, E. J. (2015). Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 285–294.  
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60884-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60884-4)
- Wang, W., & Cha, Y.-J. (2018). Volatile Compounds in Seasoning Sauce Produced from Soy Sauce Residue by Reaction Flavor Technology. *Preventive Nutrition and Food Science*, 23(4), 356–363. <https://doi.org/10.3746/pnf.2018.23.4.356>
- Warner, R. D. (2019). Review: Analysis of the process and drivers for cellular meat production. *Animal*, 13(12), 3041–3058. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001897>

## SITOGRAFIA

BBC, (2017). Lab-grown meat: the future of food?

<https://www.bbc.com/news/av/technology-40496863/lab-grown-meat-the-future-of-food>

(ultima consultazione 01/09/2023)

BBC, (2018). France to Ban Use of Meat Terms to Describe Vegetable-Based Products.

<https://www.bbc.co.uk/news/world-europe-43836156>

(ultima consultazione 01/09/2023)

Coop. (2021). Rapporto coop 2021. Consumi e stili di vita degli Italiani di oggi e domani.

Rome, Italy. [https://brand-news.it/wp-content/uploads/2022/01/coop-consumi-2021\\_compressed.pdf](https://brand-news.it/wp-content/uploads/2022/01/coop-consumi-2021_compressed.pdf)

(ultima consultazione 25/08/2023)

Coldiretti, (2022). Docu story “La carne sintetica”

[https://www.youtube.com/watch?v=n8RlOGNQ3\\_k](https://www.youtube.com/watch?v=n8RlOGNQ3_k)

(ultima consultazione 06/09/2023)

Commissione europea, (2005). Regolamento (CE) n. 2073/2005 della Commissione, del 15 novembre 2005, sui criteri microbiologici per i prodotti alimentari.

<https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:338:0001:0026:IT:PDF>

(ultima consultazione 24/08/2023)

Eurispes. (2021). 33 Rapporto Italia. Percorsi di ricerca nella società Italiana. Documento di

Sintesi. [https://eurispes.eu/wp-content/uploads/2021/05/eurispes\\_sintesi-rapporto-italia-2021.pdf](https://eurispes.eu/wp-content/uploads/2021/05/eurispes_sintesi-rapporto-italia-2021.pdf)

(ultima consultazione 10/08/2023)

FAO, (2023). The state of food security and nutrition in the world 2023

<https://www.fao.org/3/CC3017EN/online/CC3017EN.html>

(ultima consultazione 20/08/2023)

Froggart, A., e L. Wellesley, 2019. Meat analogues: considerations for the EU. Chatham House.

<https://www.chathamhouse.org/2019/02/meat-analogues>

(ultima consultazione 18/08/2023)

Ismea – Qualivita. (2021). Rapporto 2020 sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP. Siena: IGP e STG. Edizioni Qualivita.

(ultima consultazione 23/08/2023)

Scipioni, J., (2020). This restaurant will be the first ever to serve lab-grown chicken (for \$23). <https://www.cnn.com/2020/12/18/singapore-restaurant-first-ever-to-serve-eat-just-lab-grown-chicken.html>

(ultima consultazione 04/08/2023)

Siu, E. (2019). World's first cultivated fish maw shows the importance of global markets.

<https://www.gfi-apac.org/blog/worlds-first-cultivated-fishmaw-shows-the-importance-of-global-markets/>

(ultima consultazione 02/09/2023)

Southey, F. (2020). 'Ethical foie-gras': cultured meat start-up taps duck egg cells to recreate French delicacy. Retrieved from

<https://www.foodnavigator.com/Article/2020/05/14/Ethical-foie-gras-Cultured-meat-start-up-taps-duck-egg-cells-to-recreate-French-delicacy>

(ultima consultazione 12/08/2023)

Statista, 2023. The Meat segment covers animal (both domestic and wild) and non-animal meat that are bought and consumed for nutrient-based purposes.

<https://www.statista.com/outlook/cmo/food/meat/italy?>

(ultima consultazione 24/08/2023)

Swartz, E., (2021). A summary of key findings and future directions: Anticipatory life cycle assessment and techno-economic assessment of commercial cultivated meat production. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/03/cultured-meat-LCA-TEA-technical.pdf>

(ultima consultazione 02/09/2023)

Thomas V. e Kim S. W., (2020). Cultured Meat: How to Regulate Alternatives to Farmed Meat. <https://www.howtoregulate.org/cell-cultured-meat-regulation/>

(ultima consultazione 24/08/2023)

Verzijden, K., 2019. Regulatory pathways for clean meat in the EU and the US - differences

e analogies. <https://www.mondaq.com/food-and-drugs-law/792462/regulatory-pathways-for-clean-meat-in-the-eu-and-the-us-differences-analogies/>

(ultima consultazione 24/08/2023)

Wakefield, J., (2019). TED 2019: the \$50 lab Burger transforming food.

<https://www.bbc.com/news/technology-47724267>

(ultima consultazione 02/08/2023)

Watson J. (2019): Plant-based meat market to reach USD 30.92 billion By 2026.

<https://www.globenewswire.com/news-release/2019/10/14/1929284/0/en/Plant-based-Meat-Market-to-Reach-USD-30-92-Billion-By-2026-Reports-And-Data.html/>.

(ultima consultazione 27/08/2023)