



Università  
Ca' Foscari  
Venezia

Corso di Laurea Magistrale  
In Marketing e Comunicazione

Tesi di Laurea

**La percezione della carne sintetica**  
Un'analisi di regressione su un campione della popolazione italiana

**Relatore**

Ch. Prof. Emanuele Aliverti

**Laureando**

Nicola Evangelisti  
Matricola 888890

**Anno Accademico**

2022 / 2023



*Alla mia famiglia*



## Indice

INTRODUZIONE.....	7
CAPITOLO 1 – Le caratteristiche e l’evoluzione della carne sintetica.....	9
1.1 Perché la carne sintetica? Una questione di etica e sostenibilità.....	10
1.1.1 Preoccupazioni ambientali.....	14
1.1.2 Benessere degli animali .....	15
1.1.3 Preoccupazioni umanitarie e problemi relativi alla salute umana .....	17
1.2 Il metodo di produzione della carne sintetica.....	18
1.2.1 Le fasi della produzione della carne sintetica.....	18
1.2.2 Proprietà nutrizionali e caratteristiche sensoriali .....	23
1.3 Sviluppo, sperimentazioni e ricerche .....	25
1.3.1 L’evoluzione della carne sintetica .....	25
1.3.2 Sicurezza alimentare.....	26
1.3.3 Problemi e ostacoli al consumo e alla commercializzazione della carne sintetica..	28
1.4 Regolamentazioni, commercializzazione e aziende produttrici .....	31
1.4.1 Regolamentazione e investimenti .....	31
1.4.2 Uno sguardo in Italia .....	34
1.4.3 Le aziende che lavorano nel campo della carne sintetica.....	35
CAPITOLO 2 – La percezione dei consumatori italiani attraverso un’analisi di regressione.	41
2.1 Revisione della letteratura.....	41
2.2 Metodologia .....	44
2.2.1 Raccolta dei dati .....	44
2.2.2 Le variabili.....	45
2.2.4 Risultati.....	59
2.2.5 Discussione.....	65
2.2.6 Limiti alla ricerca.....	66
CAPITOLO 3 – Segmentazione e analisi della comunicazione delle aziende produttrici di carne sintetica.....	69
3.1 Analisi di clustering .....	69
3.1.1 Metodologia.....	70
3.1.2 Risultati.....	70
3.1.3 Discussione.....	75
3.2 Analisi della comunicazione delle aziende di carne sintetica .....	76

CONCLUSIONE .....	83
BIBLIOGRAFIA - SITOGRAFIA .....	85
RINGRAZIAMENTI.....	93

## INTRODUZIONE

Negli ultimi anni la carne sintetica ha attirato l'attenzione di diversi media e Paesi. Nonostante si tratti di un prodotto rivoluzionario, ci sono correnti di pensiero discordanti. Da una parte ci sono coloro che demonizzano la carne da laboratorio definendola come un composto artificiale che non ha nulla di naturale ed in grado di minare la salute, le tradizioni e la dieta del genere umano. Dall'altra parte ci sono coloro che accolgono la carne sintetica come un prodotto in grado di risolvere svariati problemi relativi all'intero pianeta. Nonostante la carne da laboratorio non sia disponibile nella maggior parte dei Paesi del mondo, le aziende produttrici si stanno preparando alla sua imminente commercializzazione. Ma come verrà accolto questo innovativo prodotto in Italia? Gli italiani si dimostreranno favorevoli o contrari al consumo della carne sintetica? In questo elaborato si cercherà di dare una risposta a queste domande. In particolare, l'obiettivo dello studio proposto è capire se i soggetti intervistati per condurre le analisi consumerebbero la carne sintetica e quali sono i fattori che influenzano questa scelta.

Nel primo capitolo verrà spiegato nel concreto cos'è la carne sintetica e come si produce. Verrà poi dedicato ampio spazio alla sua evoluzione, al suo stato di commercializzazione e alle principali aziende coinvolte nella sua produzione.

Nel secondo capitolo verrà condotta un'analisi di regressione basata su dati relativi ad un campione della popolazione italiana. L'analisi si propone di studiare la propensione del campione a consumare o meno la carne sintetica e illustrare i principali fattori che spiegano questa scelta.

Infine, nell'ultimo capitolo verrà condotta un'analisi di clustering sul campione esaminato e verrà analizzata la comunicazione delle aziende di carne sintetica al fine di capire come e a chi comunicano.



## **CAPITOLO 1 – Le caratteristiche e l’evoluzione della carne sintetica**

La carne sintetica (nota anche come carne da laboratorio o LGM) è un prodotto alimentare relativamente nuovo, studiato per avere le stesse caratteristiche sensoriali e nutrizionali della carne convenzionale. La principale differenza tra la carne convenzionale e la carne sintetica ricade sul metodo di produzione (Parodi et al., 2018). Infatti, il processo di produzione della carne da laboratorio si basa su una tecnologia che prevede l’estrazione di determinate cellule staminali della carne animale e la loro coltura in un ambiente ricco di sostanze nutritive, al fine di far crescere cellule in tessuto muscolare (Post et al., 2020; Post, 2012, 2014).

Il primo consumo di carne sintetica da parte dell’uomo è avvenuto nel 2013 e da quel momento questo nuovo prodotto ha suscitato l’interesse e lo scalpore di diversi media (Laestadius e Caldwell, 2015; Goodwin e Shoulders, 2013; Bryant e Barnett, 2018, 2020). Uno dei principali motivi per cui la carne sintetica ha guadagnato attenzioni è la crescente preoccupazione della società riguardo la sostenibilità e la sicurezza alimentare dei prodotti a base di carne allevati in modo convenzionale. Questo ha condotto alcuni Paesi del mondo a consentire la ricerca e la sperimentazione di LGM. In particolare, nel 2020, l’Agenzia Alimentare di Singapore, ha ufficialmente autorizzato la vendita (e conseguentemente il consumo) del Good Meat Cultured Chicken (prodotto da Eat Just, Inc., un’azienda statunitense), un prodotto alimentare a base di pollo coltivato in laboratorio (The Guardian, 2020). Good Meat Cultured Chicken è di fatto diventato ufficialmente il primo prodotto a base di carne ottenuto in laboratorio disponibile in commercio e, a dicembre 2020, è stato inserito nel menù di un ristorante di Singapore (Business Wire, 2020).

Diversi studi (Malek e Umberger, 2021, Onwezen et al., 2021, Parodi et al., 2018) hanno dimostrato che una fetta di consumatori ha deciso di ridurre considerevolmente il consumo di carne o addirittura eliminare questo alimento dalla dieta, in risposta all’impatto negativo della produzione e del consumo dei prodotti di origine animale (come la sostenibilità ambientale, il trattamento degli animali e la sicurezza alimentare). Ormai i consumatori hanno a disposizione svariate opzioni per sostituire la carne con altre fonti proteiche. Nei punti vendita come i supermercati si trovano molte tipologie di prodotti alternativi alla carne a base vegetale e la domanda di questi prodotti è in forte crescita sia in Italia che in molti altri Paesi del mondo (Curtain e Grafenauer, 2019, Onwezen et al., 2021). Sia i sostituti a base vegetale che la carne sintetica offrono ai potenziali consumatori diversi vantaggi e benefici, oltre ad essere delle valide alternative al consumo di carne convenzionale (Chriki & Hocquette, 2020). Da una parte la produzione degli alimenti a base vegetale non dipende dagli animali, dall’altra parte i

prodotti LGM derivano dagli animali ma non necessitano dell'abbattimento degli stessi. Per di più, la LGM può offrire nutrienti simili (come ferro, zinco e vitamine) alla carne convenzionale (Curtain e Grafenauer, 2019, van Vliet et al., 2021).

Sulla base delle informazioni sopra citate, si può supporre che i fattori che possono differenziare positivamente la carne sintetica dalla carne convenzionale siano attinenti alla sostenibilità, al benessere degli animali e alla sicurezza alimentare (percepita e reale). Per quanto riguarda l'impatto ambientale, alcuni studi hanno dimostrato che la produzione di carne da laboratorio necessita di un maggior apporto energetico; dunque, i benefici in termini di impatto ambientale dipendono in gran parte dalla tipologia di energia utilizzata (fonti energetiche rinnovabili o non rinnovabili). Dall'altra parte, la produzione di LGM utilizza una superficie di terra decisamente inferiore rispetto ai tradizionali metodi di produzione di carne (Tuomisto e Teixeira De Mattos, 2011, Tuomisto et al., 2014; Mattick et al., 2015; Lynch e Pierrehumbert, 2019; Post et al., 2020; Swartz, 2021). Per quanto riguarda il trattamento degli animali, sicuramente la produzione di carne sintetica è più rispettosa nei confronti degli animali e non implica allevamenti intensivi o la macellazione degli animali stessi (Leroy e Praet, 2017; Dawkins, 2008). In merito alla sicurezza alimentare, invece, diversi studi hanno dimostrato che la carne sintetica e la carne convenzionale sono molto simili dal punto di vista nutrizionale e che la carne da laboratorio, con il progredire della tecnologia, potrebbe diventare più salutare (Parodi et al., 2018, Mancini e Antonioli, 2019).

In questo capitolo, dopo una spiegazione dei motivi che hanno spinto la ricerca e la sperimentazione della carne sintetica, viene spiegato nel dettaglio il metodo di produzione di questo prodotto e viene illustrata la sua storia dalla metà del '900 ad oggi. Successivamente, viene fornita una panoramica sulla situazione riguardante le certificazioni e la commercializzazione in diversi Paesi del mondo. Infine, viene analizzato il mercato, attualmente piccolo ma promettente, della carne sintetica.

### **1.1 Perché la carne sintetica? Una questione di etica e sostenibilità**

Prima di illustrare il metodo di produzione della carne sintetica, è bene capire per quale motivo nell'ultimo decennio questo prodotto ha suscitato un forte interesse da parte di media, governi ed investitori. In poche parole, risulta utile capire perché è nata la carne sintetica e perché, in molti casi, viene ritenuta il cibo del futuro. La carne da laboratorio mira a sostituire la carne convenzionale in quanto quest'ultima appare poco sostenibile sotto diversi punti di vista.

La popolazione mondiale, che attualmente ammonta a circa 8 miliardi di persone, è in continua crescita e si stima che entro il 2050 dovrebbe raggiungere, o addirittura superare, i 10 miliardi (ONU, 2019). Come testimoniano i grafici sotto riportati, la produzione di carne e il consumo pro capite di carne è in costante aumento.

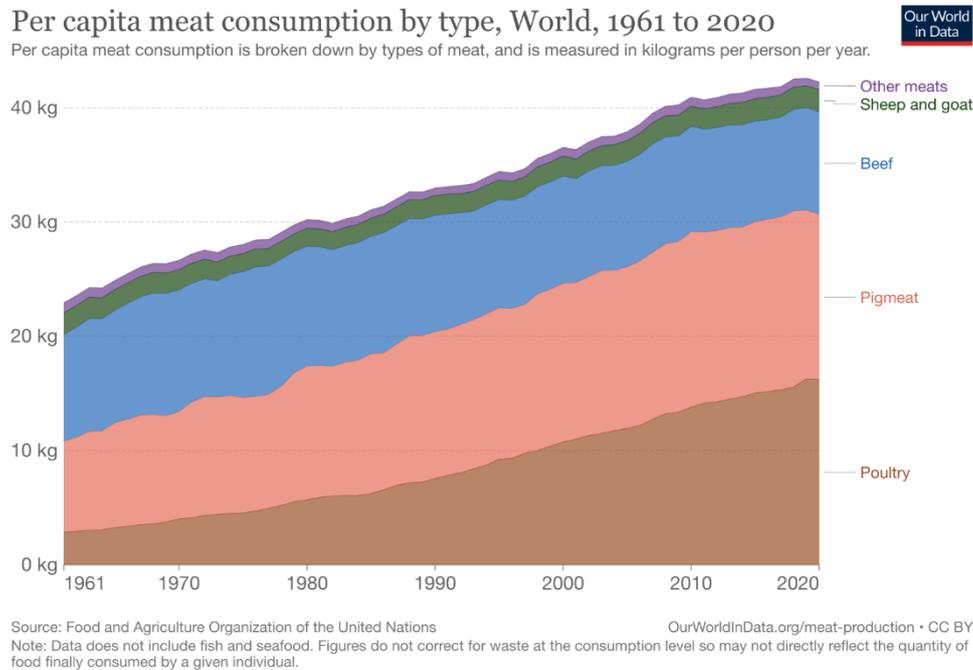


Figura 1 - Consumo pro capite di carne per tipologia (fonte: Our Word in Data)

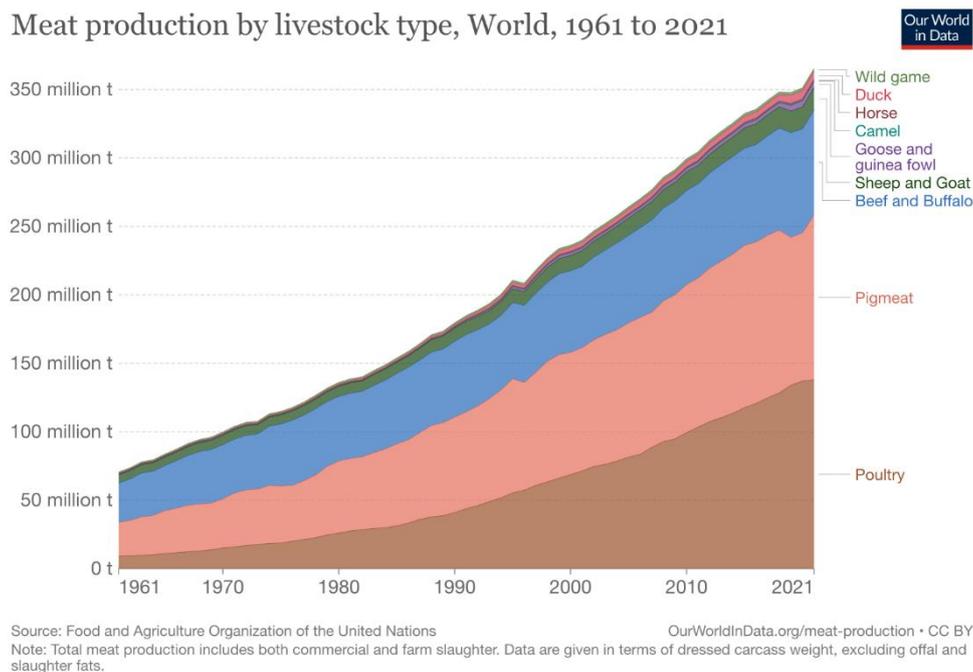


Figura 2 - Produzione di carne mondiale per tipologia di animale (fonte: Our World in Data)

Considerando l'attuale consumo di carne e l'attuale domanda di proteine, l'aumento della popolazione potrebbe comportare una richiesta di proteine, e di conseguenza di carne, impossibile da soddisfare (Godfray et al., 2019). Gli attuali metodi di produzione della carne, come l'allevamento tradizionale, stanno diventando sempre meno sostenibili. Per questo motivo, negli ultimi anni sono state testate nuove fonti proteiche alternative alla carne (Goodwin e Shoulders, 2013). Attualmente i principali prodotti alternativi alla carne sono a base vegetale (i prodotti cosiddetti "plant-based") e vengono prodotti attraverso l'utilizzo di fonti proteiche come soia, grano, funghi, legumi e altre verdure (Hoek et al., 2004; Sadler et al., 2004). I prodotti plant-based hanno avuto un impatto importante sulle diete dei consumatori, soprattutto per i seguaci delle diete vegana e vegetariana. I consumatori, infatti, sembrano aver accettato i prodotti sostituti della carne a base vegetale. Infatti, il mercato della carne plant-based è in forte crescita ed entro il 2030 potrebbe addirittura quintuplicare.

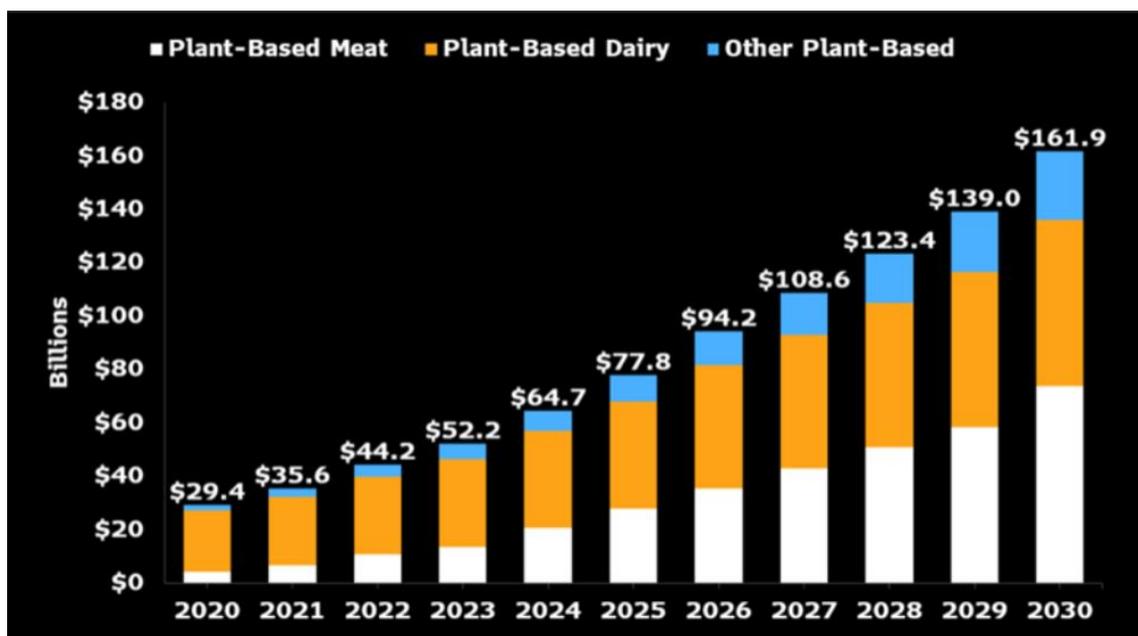


Figura 3 - Mercato della carne plant-based (fonte: Bloomberg)

Nonostante la carne plant-based abbia conquistato un'ampia fetta del mercato ed in parte sostituito la carne convenzionale, la sua natura (in termini di gusto, proprietà nutrizionali ed altre caratteristiche) spesso non replica in modo fedele la carne derivante dagli animali. La carne sintetica, invece, è in grado di emulare anche queste caratteristiche della carne convenzionale. Infatti, per la produzione della carne da laboratorio vengono utilizzate cellule muscolari degli animali stessi. Secondo diversi ricercatori, la tecnologia alla base della

produzione della carne sintetica potrebbe integrare, se non sostituire, i sistemi di produzione animale convenzionale (Post et al., 2020).

Lo studio “*Current Issues and Technical Advances in Cultured Meat Production: A Review*” (Tae Kyung Hong, Dong-Min Shin, Joonhyuk Choi, Jeong Tae Do, Sung Gu Han, 2021) compara alcune caratteristiche della carne tradizionale e della carne sintetica. Attraverso questo studio è possibile capire quali sono i benefici della carne da laboratorio rispetto alla carne convenzionale e, di conseguenza, capire per quali motivi c’è un forte interesse riguardo questo nuovo prodotto.

<b>Attributi</b>	<b>Carne convenzionale</b>	<b>Carne sintetica</b>
<b>Sistema di produzione</b>		
Metodo di produzione	Allevamento animale	Coltivazione cellulare
Terreno necessario	Alto	Basso
Luogo di produzione	Solitamente rurale	Rurale e urbano
Costo di produzione	Alto	Molto alto
Tempo di produzione	Lungo	Breve
Resa di produzione	Alta	Bassa
Emissioni gas serra	Molto alte	Basse
Energia richiesta	Alta	Alta
Inquinamento acqua e suolo	Alto	Basso
Sostenibilità	Bassa	Alta
<b>Caratteristiche</b>		
Manipolazione composizione	Impossibile	Possibile
Salute umana	Bassa	Alta
Sicurezza alimentare	Bassa	Alta
Benessere animali	Basso	Alto
Vantaggi etici	Bassi	Alti
Accettazione consumatore	Alta	Bassa

*Tabella 1 – Attributi della carne sintetica e della carne convenzionale (fonte: Current Issues and Technical Advances in Cultured Meat Production: A Review)*

Sulla base delle caratteristiche analizzate nella tabella e in accordo con la ricerca “*Cultured Meat: Lab-Grown Beef and Regulating the Future Meat Market*” (Jennifer Penn, 2018), i motivi che hanno portato alla nascita e allo sviluppo della carne sintetica possono essere racchiusi in quattro principali filoni: preoccupazioni ambientali, benessere degli animali, preoccupazioni umanitarie e problemi relativi alla salute umana.

### 1.1.1 Preoccupazioni ambientali

La sostenibilità ambientale e il cambiamento climatico sono argomenti molto dibattuti negli ultimi anni. Ma in che modo la carne sintetica è legata a queste tematiche?

Negli ultimi 15 anni, gli allevamenti di bestiame hanno contribuito tra circa l'11% e il 20% alle emissioni di gas serra in tutto il mondo. Infatti, la produzione zootecnica è responsabile dell'emissione di gas serra in grado di intrappolare il calore. Tra questi gas, i principali sono il metano, il protossido di azoto e l'ammoniaca. I metodi di produzione di carne tradizionale, quindi, contribuiscono negativamente all'impatto ambientale e sono in parte responsabili dell'inquinamento dell'aria e dell'aumento della temperatura terrestre.

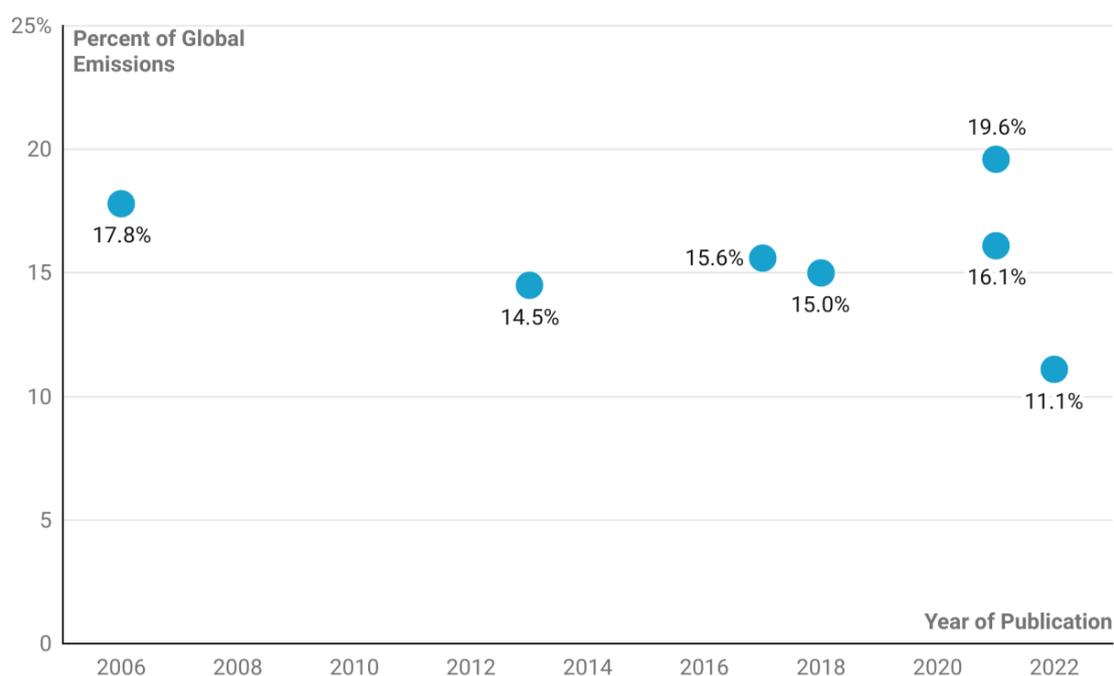


Figura 4 - Emissioni causate dagli allevamenti (fonte: Food and Agriculture Organization)

Tuttavia, le emissioni non sono l'unico problema causato dagli allevamenti tradizionali. Infatti, l'allevamento di bestiame necessita di grandi porzioni di terra. Se si includono sia i terreni dedicati all'alimentazione degli animali che i terreni utilizzati per l'allevamento vero e proprio, la produzione zootecnica occupa circa un terzo del suolo terrestre. Inoltre, l'allevamento ricopre ben il 70 % dei terreni agricoli. Questi dati sembrano esorbitanti se contrapposti a quelli relativi alla carne sintetica. Infatti, la produzione di carne da laboratorio richiederebbe solamente circa l'1% della terra occupata attualmente dagli allevamenti tradizionali.

Le problematiche a tema ambientale dell'allevamento tradizionale non finiscono qui. Infatti, la produzione zootecnica presenta svantaggi anche rispetto all'utilizzo dell'acqua e dell'energia

e all'inquinamento. Gli allevamenti richiedono circa l'8% dell'utilizzo globale di acqua, mentre i sistemi di produzione della carne sintetica richiederebbero fino al 96% in meno di disponibilità di acqua. Per quanto riguarda l'energia consumata, si trovano opinioni contrastanti. Sicuramente gli allevamenti tradizionali consumano molta energia. Tuttavia, bisogna considerare che i metodi di produzione di carne sintetica, oltre ai consumi di energia diretti (come la luce o il riscaldamento), richiedono anche energia per condurre processi specifici (come la coltura delle cellule, l'idrolisi o la sterilizzazione). Quindi, in entrambi i metodi di produzione c'è un gran consumo di energia. Tuttavia, con i dovuti miglioramenti tecnologici e l'utilizzo di fonti rinnovabili, la produzione di carne sintetica potrebbe risultare più sostenibile sotto il punto di vista energetico. Infine, gli allevamenti tradizionali producono rifiuti animali e il deflusso di antibiotici, ormoni e altre sostanze chimiche che vengono somministrate agli animali o che vengono utilizzate per fertilizzare i terreni dedicati al sostentamento del bestiame. La dispersione di questi elementi nell'ambiente provoca l'inquinamento delle acque, del suolo e dell'aria. I metodi di produzione della carne sintetica, invece, permettono di limitare la dispersione di elementi inquinanti nell'ambiente, rendendo il processo più sostenibile a livello ambientale (Post, 2021; Bhat et al, 2014; Tae Kyung Hong, Dong-Min Shin, Joonhyuk Choi, Jeong Tae Do, Sung Gu Han, 2021, Jennifer Penn, 2018).

### **1.1.2 Benessere degli animali**

Nel 2022, se vengono compresi anche i pesci, sono stati uccisi circa 150 miliardi di animali per mangiare la loro carne. Questo dato è in costante aumento e il trend, nonostante si stiano sempre più affermando le diete vegetariane e vegane, non accenna a fermarsi. Nel mondo, l'animale maggiormente macellato è il pollo. I bovini uccisi, invece, sono considerevolmente meno, anche a causa della loro dimensione.

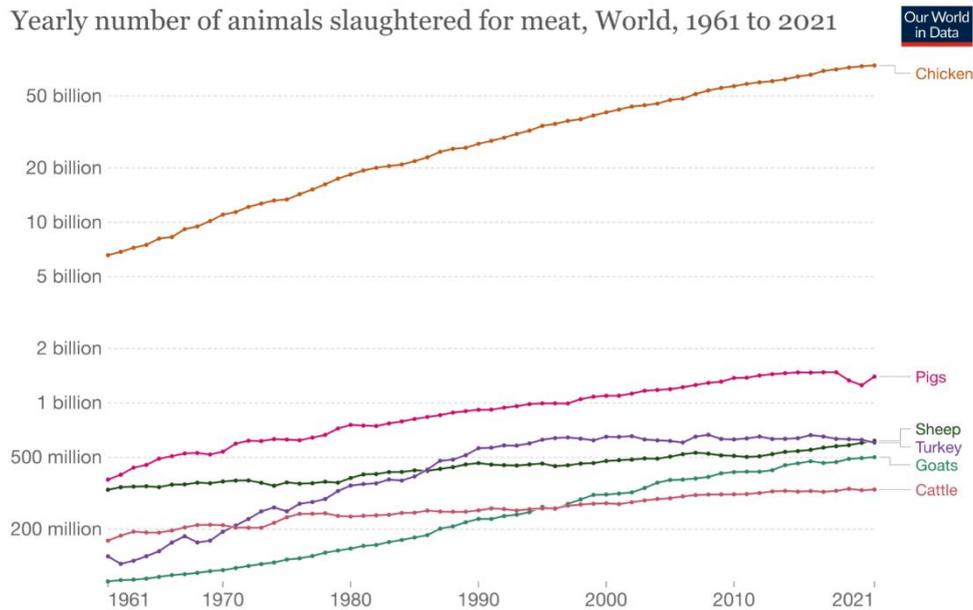


Figura 5 - Animali macellati annualmente per la carne (fonte: Our World in Data)

Il benessere degli animali negli allevamenti tradizionali, in particolar modo in quelli intensivi, è una questione etica dibattuta da diversi anni. I principali problemi legati al benessere degli animali negli allevamenti tradizionali sono relativi allo spazio a loro disposizione, alla malnutrizione e al loro sfruttamento. Innanzitutto, spesso gli animali sono costretti a vivere in condizioni precarie e condividono spazi ristretti per massimizzare lo spazio totale a disposizione. In questo modo il bestiame non ha modo di muoversi liberamente o di compiere anche semplici gesti come la deambulazione. Questo influenza negativamente la crescita e la salute degli animali. Inoltre, per massimizzare la produzione di carne per ogni singolo animale, è una pratica diffusa il nutrire il bestiame con ormoni o altre sostanze in grado di far crescere gli animali oltre il loro limite naturale. Questa pratica non consente agli animali di seguire il loro naturale ciclo di vita e compromette la loro salute. Infine, gli animali vengono sfruttati per ottimizzare al massimo la produzione. Per esempio, le mucche vengono spesso fecondate artificialmente in modo da far nascere vitelli in modo costante. Oppure, vengono attaccate a delle macchine che lavorano costantemente per raccogliere il latte.

L'interesse riguardo il benessere degli animali è in continua crescita ed è uno dei principali motivi che ha favorito lo sviluppo della carne sintetica. Infatti, la carne sintetica è decisamente più rispettosa nei confronti degli animali. Innanzitutto, il metodo di produzione di carne sintetica non prevede l'uccisione dell'animale. Inoltre, c'è un utilizzo considerevolmente minore del numero di animali poiché dallo stesso animale si può ricavare più carne. Infine, il

bestiame non soffre e non viene sfruttato (Post, 2021; Bhat et al, 2014; Tae Kyung Hong, Dong-Min Shin, Joonhyuk Choi, Jeong Tae Do, Sung Gu Han, 2021).

### **1.1.3 Preoccupazioni umanitarie e problemi relativi alla salute umana**

Le principali preoccupazioni umanitarie riguardano la sicurezza alimentare, la fame e la nutrizione. La popolazione mondiale, come spiegato precedentemente, è in crescita e di conseguenza è in aumento anche la domanda di proteine. Per soddisfare la domanda crescente di proteine, un'ipotesi sarebbe quella di aumentare la produzione zootecnica tradizionale. Tuttavia, questa ipotesi alimenterebbe il surriscaldamento e favorirebbe il cambiamento climatico e l'inquinamento, oltre ad occupare una porzione significativa di terra. I principali problemi si manifestano nei Paesi sottosviluppati o in via di sviluppo. Infatti, in questi Paesi è spesso difficile reperire fonti proteiche e ciò causa malnutrizione. Inoltre, nei Paesi sottosviluppati talvolta vi è mancanza di cibo e quello disponibile non segue rigide norme di sicurezza. La diffusione della carne sintetica avrebbe le capacità di promuovere uno sviluppo ampio, equo e sostenibile e sarebbe potenzialmente in grado di risolvere le problematiche sopra elencate senza compromettere la sostenibilità ambientale (Jennifer Penn, 2018).

Al fine di ottimizzare il processo e i costi e per raggiungere determinati standard nutrizionali e di consistenza, negli allevamenti tradizionali vengono spesso utilizzati ormoni, antibiotici e steroidi. Queste sostanze, se da una parte permettono agli allevamenti una produzione efficiente, dall'altra parte sono nocive per l'uomo. Infatti, l'utilizzo di antibiotici contribuisce considerevolmente allo sviluppo di batteri resistenti agli antibiotici stessi che tuttavia sono pericolosi per l'uomo. La carne convenzionale, quindi, risulta potenzialmente nociva per l'essere umano a causa di tutte le sostanze che vengono somministrate agli animali. La carne sintetica è in grado di evitare tutti questi problemi. Infatti, la carne da laboratorio non richiede l'utilizzo di antibiotici, steroidi o ormoni e viene coltivata in un ambiente controllato e privo di batteri. Inoltre, la carne sintetica richiede una minore lavorazione poiché non devono essere separate le parti commestibili dell'animale da quelle non commestibili. L'eventuale presenza di ormoni o altre sostanze può invece essere eliminata direttamente in laboratorio. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro ha classificato le carni rosse e le carni lavorate come potenzialmente cancerogene per l'uomo. Anche in questo caso la carne da laboratorio sarebbe in grado di eliminare i componenti che sono dannosi per la salute umana. Infine, la carne sintetica richiede un utilizzo molto minore di conservanti (come i nitriti e i nitrati), i quali sono potenzialmente cancerogeni. Con il progredire delle conoscenze riguardo gli aspetti nocivi

presenti nella carne tradizionale, è possibile ridurre questi componenti nei laboratori. Per tutti questi motivi, la carne sintetica può essere ritenuta più salutare della carne convenzionale (Jennifer Penn, 2018).

## **1.2 Il metodo di produzione della carne sintetica**

La carne sintetica è carne vera e propria, tuttavia differisce considerevolmente dalla carne convenzionale rispetto al metodo di produzione. Infatti, la carne da laboratorio non prevede l'allevamento e la macellazione degli animali, ma piuttosto è un prodotto ricavato dalla cosiddetta agricoltura cellulare. Il metodo di produzione consiste nell'estrazione di determinate cellule da un animale e nel processo di crescita delle stesse all'interno di un bioreattore. La produzione della carne sintetica è strettamente collegata alla biomimesi (o biomimetica), che è una materia che si occupa dello studio e dell'imitazione dei processi naturali e degli esseri viventi al fine di migliorare le attività e le tecnologie umane. In questo caso, il naturale processo di crescita cellulare di un animale viene replicato in laboratorio. In questo paragrafo vengono illustrate le diverse fasi, dall'estrazione delle cellule animali alla coltivazione delle stesse, che portano alla produzione della carne sintetica. Verranno poi elencate le diverse caratteristiche della carne che vengono emulate e lo stato attuale della ricerca.

### **1.2.1 Le fasi della produzione della carne sintetica**

La produzione della carne sintetica può essere suddivisa in fasi distinte, ognuna con il suo scopo.

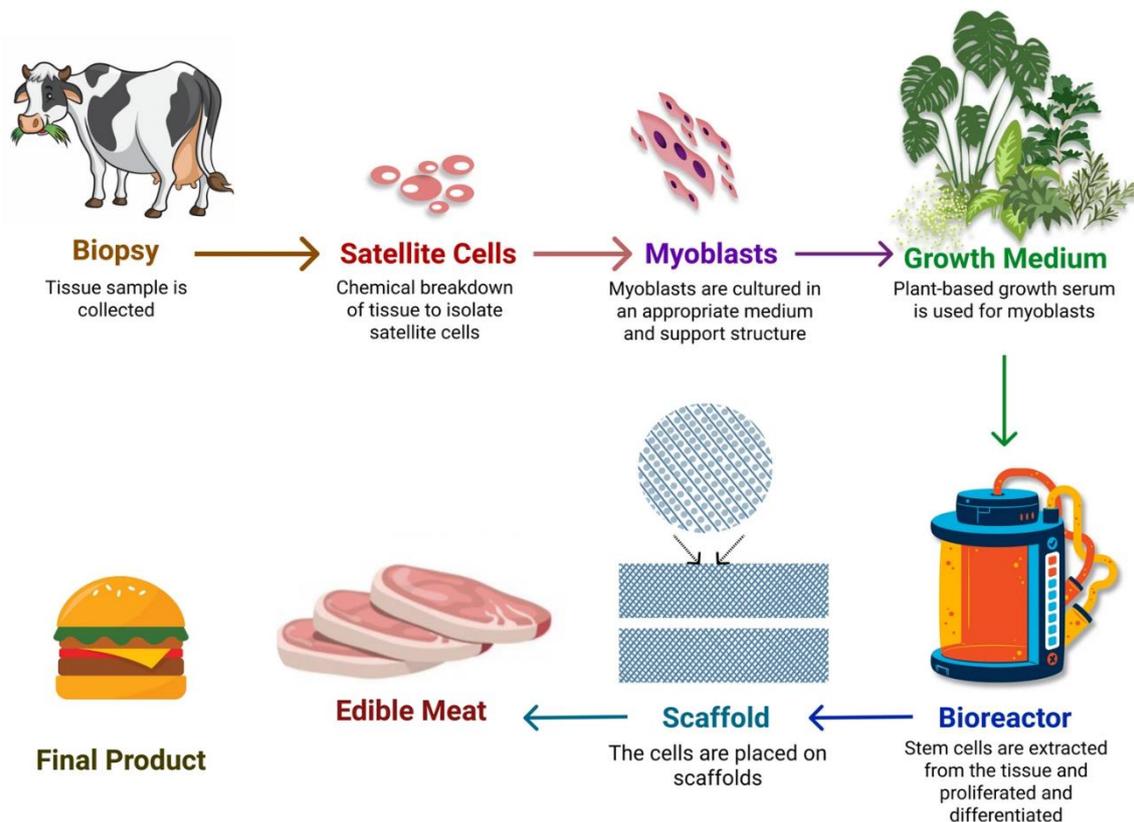


Figura 6 - Fasi della produzione della carne sintetica (fonte: *Artificial Meat Industry: Production Methodology, Challenges, and Future*)

### Cellule starter

Il processo di produzione parte da un campione di cellule chiamate “starter”. Teoricamente si può produrre carne sintetica a partire dalle cellule di qualsiasi animale, ma attualmente la ricerca si è concentrata sui bovini e i polli, ovvero le specie più comunemente allevate per il consumo umano. Come spiegato in precedenza, le cellule possono essere ricavate dagli animali senza causargli danni o macellarli. Solitamente vengono estratte delle cellule specifiche adatte ad una produzione ottimale. Infatti, ci sono diverse tipologie di cellule che possono essere ricavate dalla carne. La carne, in particolare, è costituita da muscoli e grasso e può includere tessuti connettivi e vasi sanguigni. Le cellule starter devono soddisfare dei requisiti specifici per garantire una produzione ottimale:

- devono potersi duplicare facilmente e in modo costante,
- devono poter crescere nelle diverse tipologie di cellule che compongono la carne,
- devono avere le potenzialità di produrre carne con caratteristiche sensoriali e nutrizionali simili alla carne convenzionale.

Attualmente il modo più diffuso per ricavare un campione di cellule da un animale è praticare una piccola biopsia, ossia un esame che consiste nel prelievo di una porzione di tessuto. Dal

campione di tessuto ottenuto vengono poi selezionate delle popolazioni cellulari adatte alla produzione di carne sintetica. Le cellule selezionate vengono conservate nelle cosiddette “cell-banking”, ossia banche di cellule. In questi spazi dedicati le cellule vengono conservate a temperature molto basse e viene effettuato lo screening e la certificazione della qualità delle cellule. Tuttavia, le cellule non sono ancora pronte per essere utilizzate nella produzione, infatti devono essere ottimizzate. Le principali tipologie di cellule starter sono le cellule embrionali oppure le cellule muscolari, grasse e cutanee.

Le cellule embrionali hanno delle caratteristiche fondamentali per la produzione della carne sintetica. Questa tipologia di cellule proviene dalle blastocisti, ossia embrioni allo stadio di sviluppo di poche ore o pochi giorni. Le cellule staminali embrionali sono ottime in quanto hanno la capacità di moltiplicarsi facilmente e in modo costante e sono in grado di crescere in diverse tipologie di cellule. Tuttavia, rispetto ad altre cellule starter, richiedono metodi di sviluppo specializzati e di controlli particolarmente severi per crescere in tessuti come i muscoli o il grasso. Per questo motivo, il processo di produzione che parte dalle cellule staminali embrionali è complesso e costoso.

Altre potenziali tipologie di cellule starter sono quelle dei muscoli, del grasso o della cute. Queste cellule si moltiplicano con maggiore difficoltà ma possono assumere un comportamento simile alle cellule embrionali se vengono riprogrammate. Infatti, attraverso la riprogrammazione, riescono a duplicarsi con più facilità. Le cellule programmate vengono chiamate “cellule staminali pluripotenti indotte” e riescono a trasformarsi in qualsiasi tipologia di cellula specializzata, come quelle muscolari o del grasso. Le tecniche di riprogrammazione cellulare permettono di ottimizzare l’uso dei campioni prelevati dagli animali e garantiscono un processo di produzione più efficiente. Per la riprogrammazione cellulare vengono inseriti nelle cellule geni, proteine o molecole specifiche.

Attualmente non si sa quale sia la migliore tipologia di cellula starter da utilizzare per la produzione di carne sintetica. Le cellule starter sono il primo passo per dare vita alla carne da laboratorio e diversi studi ed esperimenti stanno cercando di identificare quali siano le cellule più ottimali ed efficienti.

## **Bioreattori**

I bioreattori sono dei grandi recipienti che favoriscono la crescita e la moltiplicazione delle cellule. Si tratta di un ambiente chiuso, completamente sanificato, privo di batteri e a temperatura controllata. I bioreattori non sono una tecnologia utilizzata solamente per la produzione di carne sintetica; infatti, vengono utilizzati anche per prodotti alimentari o

biomedici come la birra o i vaccini. In particolare, le caratteristiche più importanti che deve avere un bioreattore per produrre la carne sintetica sono:

- controllo della temperatura attraverso sistemi di riscaldamento e raffreddamento,
- un sistema di condotti in grado di portare all'interno sostanze come nutrienti o ossigeno,
- Monitoraggio dell'ambiente interno attraverso un sistema di sensori in grado di misurare il livello di pH, il livello di ossigeno ed altri elementi.

È fondamentale, per la corretta produzione della carne sintetica, che il bioreattore sia sterile per garantire un prodotto salutare e non contaminato. Per questo motivo i bioreattori sono genericamente realizzati in acciaio inossidabile o in vetro, materiali che favoriscono la sterilizzazione tra un processo e l'altro. All'interno del bioreattore, le cellule hanno la possibilità di moltiplicarsi. Grazie ad un apporto, attraverso i condotti del bioreattore, di ossigeno e sostanza nutritive liquide, le cellule sono in grado di crescere e maturare in muscoli e grasso. Per ricreare la struttura tridimensionale della carne, le cellule hanno bisogno di una sorta di "impalcatura". L'impalcatura serve alle cellule per non sfaldarsi e permette loro di respirare, proliferare e differenziarsi.

Sono in atto diverse ricerche riguardo nuovi bioreattori specializzati nella riparazione di tessuti. Con l'avanzare della tecnologia, sarà possibile produrre carne sintetica su larga scala.

### **Terreno di coltura**

Per terreno di coltura si intende lo strato di nutrienti, solitamente liquido, nel quale le cellule possono alimentarsi e crescere. Quando le cellule sono all'interno di un animale, sono soggette a processi biologici che permettono loro di vivere e moltiplicarsi. Per esempio, il sangue fornisce alle cellule diversi nutrienti e componenti necessari alla vita delle cellule. Attraverso il terreno di coltura si cercano di replicare i processi biologici dell'animale, ma al di fuori dell'animale stesso. In particolare, nel terreno di coltura vengono inclusi elementi come: grassi, vitamine, minerali, amminoacidi, carboidrati e molecole che stimolano la crescita. In questo modo le cellule hanno modo di svilupparsi, moltiplicarsi e differenziarsi nelle molte tipologie di cellule che compongono la carne.

I terreni di coltura, inoltre, contengono il siero del sangue, un liquido presente nel sangue ricco di sostanze nutrienti e proteiche. Il siero, nei primi esperimenti di produzione della carne sintetica, veniva ricavato dai feti dei bovini e poi utilizzato come ingrediente del terreno di coltura. Attualmente si stanno studiando composizioni del terreno di coltura privi di siero in grado di apportare le stesse sostanze nutritive alle cellule. In questo modo si limita ancora di

più il coinvolgimento dell'animale e si può ottenere un terreno di coltura controllato e privo di contaminazioni. La maggioranza degli elementi presenti nel terreno di coltura possono essere estratti da piante e funghi oppure si possono produrre attraverso la fermentazione. I componenti del siero, invece, comprendono proteine, lipidi, acidi grassi, insulina, ormoni e altri elementi essenziali per il corretto funzionamento e sviluppo delle cellule.

### **Impalcatura**

L'impalcatura può influenzare diversi attributi della carne che viene prodotta: rigidità, porosità, rugosità e composizione. Le impalcature vengono poste all'interno del bioreattore e forniscono alle cellule una struttura predefinita e permettono loro, con il supporto di sostanze nutritive e ossigeno, di maturare in muscolo e grasso e ottenere la consistenza e la forma desiderate. L'impalcatura è costituita da biomateriali commestibili come la gelatina e i derivati di piante o funghi. Questa struttura all'interno del bioreattore riesce a emulare la matrice extracellulare, ossia l'ambiente cellulare che circonda le cellule che è composto da una rete di proteine e altre sostanze. Le proteine inducono alle cellule di moltiplicarsi e maturare nel tessuto desiderato. Diverse tipologie di impalcatura sono in fase di sviluppo ma attualmente le più comuni sono:

- Piante decellularizzate: i vegetali vengono utilizzati come struttura,
- 3D bioprinting: attraverso una progettazione al computer si formano gli strati di cellule,
- Microcarrier: delle piccole sfere rivestite di proteine favoriscono lo sviluppo e la moltiplicazione delle cellule.

La produzione di carne sintetica richiede mediamente tra le cinque e le sette settimane; quindi, richiede decisamente meno tempo rispetto ai metodi di produzione della carne convenzionale. (Tanja Zidarič, Marko Milojević, Jernej Vajda, Boštjan Vihar & Uroš Maver, 2020; Lu Chen, Donovan Guttieres, Andrea Koenigsberg, Paul W. Barone, Anthony J. Sinskey, Stacy L. Springs, 2022)



Figura 7 - Tempistiche di produzione di carne (fonte: Whatisculturedmeat)

### 1.2.2 Proprietà nutrizionali e caratteristiche sensoriali

La carne sintetica mira a replicare la carne convenzionale in ogni suo aspetto, come la forma, il colore e il sapore. Queste caratteristiche sono fondamentali da replicare poiché incidono profondamente sull'accettazione della carne da laboratorio da parte dei consumatori. Non si tratta solamente degli aspetti che si possono percepire attraverso i cinque sensi, ma anche aspetti come i valori nutrizionali e salutistici. Per emulare le caratteristiche della carne convenzionale si interviene principalmente sui terreni di coltura. La tecnologia sviluppata negli ultimi anni è riuscita a replicare le caratteristiche sopra elencate, ma i risultati ottenuti fino ad oggi possono essere ulteriormente migliorati con nuovi studi e sperimentazioni.

#### Composizione proteica

Il sapore della carne è principalmente influenzato da proteine, carboidrati e acidi grassi. Le proteine, come la actina e la miosina, sono contenute nei tessuti muscolari e oltre al sapore contribuiscono anche alla consistenza della carne e al gusto. Pertanto, la composizione proteica della carne sintetica è fondamentale per far percepire il prodotto ai consumatori come carne convenzionale. Attualmente si riesce a produrre carne da laboratorio con un contenuto proteico di circa il 20%, simile a quello della carne convenzionale, ma si stanno studiando metodi per stimolare i muscoli a produrre una maggior quantità di proteine.

## **Composizione del grasso**

Il grasso muscolare e la composizione degli acidi grassi garantiscono succosità, sapore e tenerezza della carne. Il grasso viene creato attraverso due processi: il primo è l'adipogenesi, dove le cellule staminali si differenziano in adipociti; il secondo è la lipogenesi, dove i trigliceridi vengono accumulati all'interno degli adipociti. Durante il processo di produzione della carne sintetica si può regolare il livello di acidi grassi regolando la composizione del terreno di coltura del tessuto adiposo.

## **Consistenza**

Gli animali allevati in modo tradizionale, dopo la macellazione, subiscono un processo di invecchiamento dopo la morte: le fibre muscolari si irrigidiscono, aumenta la concentrazione di cortisolo e il lattato nel sangue e molti altri aspetti dei muscoli e dei loro componenti mutano. Negli ultimi anni sono stati studiati i meccanismi di degradazione post morte degli animali poiché i metodi di produzione di carne sintetica dovrebbero replicare gli stessi meccanismi per ottenere una consistenza e una tenerezza simili alla carne convenzionale. In questo caso si interviene sul tessuto connettivo, che attraverso la sua composizione e struttura è in grado di influenzare la tenerezza della carne.

## **Colore**

Il colore rosso della carne deriva principalmente dall'eme contenuto nella mioglobina. La carne sintetica non presenta mioglobina e non nasce in condizioni ambientali paragonabili agli allevamenti tradizionali. Per replicare il colore della carne ci sono diverse strategie. Una prima opzione prevede l'introduzione nel terreno di coltura di miofibrille in condizioni di ipossia, ossia in carenza di ossigeno. In alternativa si possono introdurre nel terreno di coltura degli additivi, come i lipidi, in grado di stimolare l'espressione della mioglobina. Oppure, si può aumentare la quantità di ferro presente, ma questo approccio è meno seguito. Di recente è stata testata l'implementazione diretta di mioglobina nel terreno di coltura. I risultati hanno soddisfatto le aspettative ma il colore della carne ottenuta aveva delle tonalità diverse.

## **Sapore**

Il sapore della carne è determinato da più di 750 componenti. Tra i principali ci sono la mioglobina, i fosfolipidi, il lattato, il collagene e il grasso. Spesso questi elementi conferiscono un sapore più spinto alla carne durante la cottura. Attualmente non sono presenti articolati processi per conferire alla carne sintetica un sapore ben preciso. La maggior parte del gusto

viene determinato dal grasso aggiunto, che contribuisce anche ad altre caratteristiche sensoriali. Se la carne sintetica non dovesse presentare un sapore simile alla carne convenzionale, vengono utilizzati composti aromatici artificiali che riprendono quelli già in utilizzati nelle carni plant-based. (Satnam Singh, Wee Swan Yap, Xiao Yu Ge, Veronica Lee Xi Min, Deepak Choudhury, 2022; Tanja Zidarič, Marko Milojević, Jernej Vajda, Boštjan Vihar & Uroš Maver, 2020; Shengyong NG, Motoichi Kurisawa, 2021)

### **1.3 Sviluppo, sperimentazioni e ricerche**

La carne sintetica è un prodotto artificiale ottenuto attraverso l'utilizzo di articolate tecnologie. Per questo motivo da ormai tre decenni vengono condotti diversi esperimenti e ricerche per migliorare ogni singola fase necessaria a produrre la carne da laboratorio. Attualmente ci sono ancora diverse problematiche che ostacolano l'introduzione nel mercato di questo nuovo prodotto. Inoltre, la sicurezza alimentare sembra essere determinante per l'accettazione della carne sintetica da parte dei consumatori.

#### **1.3.1 L'evoluzione della carne sintetica**

A partire dalla seconda metà del 1900, si sono susseguite diverse tappe che hanno contribuito all'evoluzione e allo sviluppo della carne sintetica. Il primo passo verso questo prodotto avvenne nel 1971 quando Russell Ross, un professore americano di patologia, coltivò in vitro per la prima volta delle fibre muscolari. L'esito dell'esperimento fu positivo in quanto le cellule mantennero la morfologia del muscolo originale. Nei successivi due decenni la coltivazione in vitro è stata studiata da diversi ricercatori e professori e a ridosso degli anni 2000 sono stati registrati i primi brevetti. Nel 1995 il ricercatore olandese Willem van Eelen depositò un brevetto riguardante la produzione industriale di cellule di tessuto di carne. Tuttavia, egli stesso dichiarò che la diffidenza dei consumatori riguardo il nuovo potenziale prodotto sarebbe stato uno dei principali problemi. Nel 1998 l'imprenditore americano Jon F. Vein depositò un brevetto per la produzione ingegnerizzata di tessuto di carne al fine di produrre alimenti che replicassero, in modo artificiale, la carne abitualmente consumata. Nei primi anni 2000, invece, sono state eseguite delle vere e proprie dimostrazioni e diversi governi e istituzioni hanno finanziato progetti inerenti alla carne sintetica. Nel 2003, in un'esibizione in Australia, è stata servita della carne di rana ai partecipanti, con vista sulle stesse rane ancora vive dalle quali era stata prodotta la carne. Nonostante lo stupore dei partecipanti, non è stato apprezzato il gusto. Tuttavia, è stato dimostrato il valore etico della carne sintetica quando le rane sono state liberate

nella natura. Un passo fondamentale per la ricerca è avvenuto nel 2007, quando 13 ricercatori europei e statunitensi hanno fondato un consorzio internazionale per la carne in vitro, il “In Vitro Meat Consortium”. L’obiettivo del consorzio era di migliorare la tecnologia alla base della carne sintetica per renderla un prodotto vero e proprio. In quegli anni si stava diffondendo la conoscenza della carne da laboratorio e un’organizzazione animalista americana, la Peta, ha voluto contribuire alla ricerca promettendo un premio in denaro a chi sarebbe riuscito a commercializzare la carne sintetica. Nel 2009 Mark Post, farmacologo e professore olandese, iniziò a farsi conoscere pubblicando diversi studi e ricerche che hanno contribuito in modo significativo allo sviluppo dei metodi di produzione della carne sintetica. Post annunciò che da lì a cinque o dieci anni sarebbe stato possibile produrre un hamburger vero e proprio in laboratorio. Nel 2011, un approfondito studio di Hanna Tuomisto dell’Università di Oxford, dimostrò che la carne da laboratorio è ampiamente più sostenibile della carne convenzionale. In particolare, lo studio illustra che il processo di produzione di carne sintetica richiede dal 7% al 45% in meno di energia, produce dal 78% al 96% in meno di emissioni di CO<sub>2</sub>, richiede il 99% in meno di suolo e permette di risparmiare dall’82% al 96% di utilizzo di acqua. Negli anni successivi si sono tenuti diversi meeting e workshop. Tra tutti spicca un workshop in Svezia promosso dall’European Science Foundation nel 2011 al quale sono stati invitati 32 scienziati provenienti da tutto il mondo, tra cui Mark Post. Inoltre, nel 2012, in Canada, è stato tenuto un meeting al quale Mark Post ha annunciato che entro la fine dell’anno sarebbe stato possibile consumare il primo hamburger prodotto in laboratorio. Da quel momento in poi, il fenomeno della carne sintetica si è diffuso in tutto il mondo e dal 2013 sono iniziati i primi assaggi come quello a Singapore, ma diversi anche in diretta televisiva. (Lifegate, 2016)

### **1.3.2 Sicurezza alimentare**

Come è stato precedentemente spiegato, sono numerosi i vantaggi della carne sintetica, soprattutto riguardo le tematiche della sostenibilità e del benessere degli animali. Tuttavia, diversi studi dimostrano che i consumatori sono diffidenti in merito alla sicurezza alimentare della carne da laboratorio. Lo scetticismo che ruota intorno a questo prodotto è probabilmente dovuto alla mancanza di sufficienti informazioni riguardo al metodo di produzione e l’eventuale consumo di un alimento prodotto artificialmente attraverso tecnologie avanzate. In questo paragrafo si vogliono studiare le informazioni inerenti alla sicurezza alimentare della carne sintetica per capire se è potenzialmente pericolosa per la salute umana o se invece costituisce un’alternativa più sana della carne convenzionale.

Nonostante la grande maggioranza dei ricercatori ritenga che la carne sintetica sia più salutare della carne convenzionale, alcuni di loro ritengono che il metodo di produzione non sempre sia perfettamente controllato e che questo possa implicare meccanismi biologici inaspettati che possono ripercuotersi sulla salute umana. La principale preoccupazione ricade sul fatto che spesso la carne prodotta in laboratorio si ottiene attraverso campioni cellulari geneticamente modificati e in rapida crescita. Questo significa che le cellule non si moltiplicano in maniera autonoma e spontanea, ma piuttosto vengono nutrite artificialmente per indurle a differenziarsi in altre tipologie di cellule e duplicarsi rapidamente. Sebbene queste cellule siano indispensabili per la produzione della carne sintetica, alcune cellule modificate potrebbero presentare le caratteristiche di una cellula cancerogena. Queste ipotesi si possono dedurre direttamente dai brevetti depositati dalle aziende produttrici. Per esempio, un brevetto appartenente alla Memphis Meat riguardante la creazione di cellule pluripotenti, prevede anche l'attivazione o la disattivazione di proteine responsabili della soppressione dei tumori. Anche l'utilizzo di alcuni elementi di crescita potrebbe favorire lo sviluppo di cellule simil-cancerogene. Per questo motivo risulta fondamentale analizzare le cellule modificate che presentano mutazioni, in modo da poterle escludere nel processo di coltivazione.

Un altro potenziale problema è la possibile contaminazione del terreno di coltura. Sebbene le aziende produttrici dichiarino che la produzione avvenga in un ambiente sterile, alcuni ricercatori ritengono che, a causa della mancanza di un sistema immunitario completo ed efficiente del campione di cellule utilizzato, sia possibile che si formino batteri o funghi. Anche l'utilizzo di antibiotici è poco chiaro. Le aziende produttrici hanno dichiarato che non ne fanno uso e che stanno lavorando per rendere le cellule resistenti agli antibiotici. Tuttavia, anche in questo caso alcuni ricercatori ritengono inevitabile l'utilizzo di antibiotici per un metodo di produzione così complesso.

Infine, anche lo smaltimento delle tossine e dei materiali di scarto prodotti dai bioreattori, dalle impalcature e dai terreni di coltura possono costituire un problema salutare. Gli animali smaltiscono questi elementi in maniera biologica attraverso le urine e le feci. In laboratorio è invece necessario un processo di analisi della presenza di contaminanti e tossine ed è indispensabile trovare un modo per rimuoverli dalla carne.

In contrasto con i potenziali problemi alimentari sopra citati, ci sono ricercatori che testimoniano che la carne sintetica sia ampiamente più sana per l'uomo rispetto alla carne convenzionale. Il principale motivo è che la carne coltivata in laboratorio viene prodotta in un ambiente chiuso e controllato, al contrario della carne convenzionale che, facendo parte dell'animale, è a contatto con numerosi fattori esterni. Inoltre, quando gli animali vengono

macellati, la carne può entrare a contatto con gli organi digestivi e contaminarsi incontrando patogeni. I microrganismi patogeni sono responsabili di alcune malattie e quindi sono pericolosi per la salute umana.

La carne sintetica si può ritenere più sana della carne convenzionale anche in merito ai rischi che incorrono gli animali allevati in uno spazio ristretto. Infatti, quando le condizioni di vita e degli allevamenti non sono particolarmente curati, gli animali possono potenzialmente contrarre malattie o epidemie. Per ovvie ragioni, la carne ricavata da questi animali non sarebbe salutare per l'uomo. Lo stesso discorso vale se si considerano le sostanze nocive che introducono gli animali nel loro corpo, per esempio gli antibiotici. Tutte le sostanze chimiche che ingeriscono gli animali rendono pericoloso il consumo della loro carne. Al contrario, la carne da laboratorio può facilmente rimuovere eventuali sostanze nocive o contaminazioni in quanto cresce in un ambiente controllato.

Infine, la carne sintetica è ritenuta salutare da diversi ricercatori perché il contenuto nutrizionale può essere controllato regolando i diversi composti utilizzati durante la produzione. Infatti, producendo la carne in laboratorio, si può decidere il livello di proteine, grassi ed altre sostanze per ottenere un prodotto con dei valori nutrizionali equilibrati.

Attualmente non ci sono informazioni sufficienti per decretare con precisione la sicurezza alimentare della carne sintetica. Per capire se questo nuovo prodotto sia sano o meno saranno necessari ulteriori studi e ricerche. Per il momento, diversi Paesi valutano la carne sintetica in maniera diversa. Gli Stati Uniti sono al momento l'unico grande Paese ad aver dato una sentenza in merito alla sicurezza alimentare della carne da laboratorio. Infatti, la Food and Drug Administration (FDA) ha recentemente (2022) dichiarato di essere pronta ad approvare la produzione e la vendita della carne sintetica negli Stati Uniti. Il Governo americano ha aperto le porte alle aziende produttrici consentendo loro di produrre la carne da laboratorio che dovrà essere poi approvata dalle autorità di regolamentazione. (The Guardian, 2022; Center for Food Safety, 2020; Sghaier Chriki, Jean-Francois Hocquette, 2020)

### **1.3.3 Problemi e ostacoli al consumo e alla commercializzazione della carne sintetica**

La carne sintetica si sta sviluppando molto velocemente. Tuttavia, ci sono diversi ostacoli che questo prodotto sta affrontando e dovrà affrontare per apparire negli scaffali dei supermercati. Questi ostacoli riguardano diverse tematiche, come la fattibilità economica, le potenzialità del mercato, i limiti biologici e le regolamentazioni.

Innanzitutto, nessun prodotto può avere successo se non c'è una base di consumatori abbastanza ampia che vuole consumarlo. Di conseguenza, il successo o il fallimento della carne sintetica dipenderà in larga parte dall'accettazione o meno del prodotto da parte dei consumatori. Questo fattore verrà analizzato nel dettaglio nel capitolo successivo. In ogni caso, una volta consentita la commercializzazione della carne sintetica in un determinato Paese, come l'Italia, le aziende produttrici e le autorità regolatrici dovranno rendere note le informazioni relative alla sicurezza alimentare e alla sostenibilità del prodotto per favorire l'accettazione della carne da laboratorio. Diversi studi analizzati nei precedenti paragrafi, infatti, dimostrano che attualmente prevale lo scetticismo e i consumatori non sono pronti ad accettare questo nuovo prodotto in cucina. Inoltre, sarà fondamentale capire se la carne sintetica, una volta commercializzata, verrà consumata come sostituto o come alternativa alla carne convenzionale.

Il secondo ostacolo riguarda i costi di produzione. Il prezzo sembra essere un fattore determinante riguardo l'accettazione della carne sintetica. Diversi ricercatori e startup hanno dichiarato che affinché la carne sintetica abbia successo, questa deve raggiungere la parità di prezzo con la carne convenzionale, o per lo meno avvicinarsi. Solo in questo modo i consumatori sarebbero propensi a provare il nuovo prodotto ed eventualmente inserirlo nella loro dieta. Uno studio condotto da David Humbird, un ingegnere chimico, dimostra, attraverso alcune stime basate sui dati attualmente disponibili, che la produzione di un chilo di carne sintetica potrebbe costare tra i 17 e i 23 dollari. Questo prezzo potrebbe raddoppiare se si considerano i ricarichi effettuati dai negozi alimentari. Si tratta in ogni caso di un prezzo esorbitante se paragonato con il prezzo di un chilo di carne convenzionale macinata, che si può trovare anche a soli 5 dollari (Bureau of Labor Statistics, 2022). Nonostante ciò, i sostenitori della carne sintetica e alcune delle aziende produttrici sottolineano che i prezzi stanno scendendo considerevolmente. Questo è possibile grazie ai numerosi studi ed esperimenti condotti e all'avanzare della tecnologia. Per esempio, fino a pochi anni fa per comporre il terreno di coltura veniva utilizzato esclusivamente siero fetale bovino, il quale poteva costare tra i 1000 e i 2000 dollari al litro. Attualmente, invece, sono presenti diverse alternative a base vegetale che presentano un prezzo di gran lunga inferiore. In ogni caso, per ridurre considerevolmente il prezzo sarà necessario scalare il mercato. Questo sarà possibile quando la carne sintetica verrà commercializzata su larga scala e le aziende produttrici potranno usufruire di economie di scala e di conseguenza potranno diminuire il prezzo.

Tuttavia, esiste anche il problema della scalabilità. Infatti, molti dei componenti utilizzati nella produzione di carne sintetica non sono reperibili su larga scala e non sono sufficienti per

produrre grandi quantità di carne in laboratorio. Secondo un rapporto di McKinsey, per esempio, per raggiungere anche solo l'1% del mercato delle proteine, servirebbero tra i 220 e i 440 milioni di litri di capacità di fermentazione. Sembrerebbe una sfida impossibile se si considera che attualmente l'industria biofarmaceutica dispone di circa un decimo della capacità appena citata. Tuttavia, non si tratta di un ostacolo insormontabile. Anche in questo caso i miglioramenti della tecnologia possono risolvere questo problema. Le fasi del metodo di produzione possono essere migliorate e rese più scalabili. Inoltre, alcuni componenti che non godono di un'ampia reperibilità potrebbero essere sostituiti con componenti più comuni.

Anche i limiti biologici e tecnologici possono essere un potenziale ostacolo alla diffusione della carne sintetica. Nonostante sia la tecnologia a guidare lo sviluppo della carne da laboratorio, è possibile progredire tecnologicamente fino a rendere sostenibile questo prodotto sia a livello economico che a livello sanitario? Oppure i limiti biologici impediranno di innovare fino a tal punto? Inoltre, bisogna attendere e verificare se la carne sintetica un giorno sarà uguale a quella convenzionale sotto gli aspetti sensoriali e nutrizionali. Certamente ad oggi è molto simile, ma la tecnologia e gli studi in ambito chimico-scientifico permetteranno di raggiungere la consistenza, il colore e il sapore della carne convenzionale? Per poter rispondere a questa domanda sono necessarie ulteriori innovazioni e ricerche, ma non si può sapere quanto tempo richiederanno. Anche in questo caso i sostenitori della carne sintetica fanno affidamento sui futuri miglioramenti della tecnologia.

Infine, l'ultimo ostacolo sono le regolamentazioni relative alla commercializzazione. Attualmente la carne sintetica si può acquistare solamente a Singapore. Fino a quando i principali Paesi del mondo non consentiranno la commercializzazione e la vendita della carne da laboratorio, risulterà impossibile per le aziende produttrici sviluppare un mercato. Il successo e la diffusione della carne sintetica potranno dipendere anche dal livello delle regolamentazioni che la riguarderanno. Infatti, eventuali problemi relativi alla sicurezza alimentare o al metodo di produzione riscontrati dagli enti regolatori potrebbero ritardare la commercializzazione del nuovo prodotto. Inoltre, non essendoci ancora un mercato, le aziende non possono produrre la carne sintetica su larga scala e di conseguenza non possono abbassare il prezzo per rendere il prodotto più appetibile per i consumatori. (GreenBiz, 2022; Tae Kyung Hong, Dong-Min Shin, Joonhyuk Choi, Jeong Tae Do, Sung Gu Han, 2021; Nicolas Treich, 2021)

## **1.4 Regolamentazioni, commercializzazione e aziende produttrici**

Come è stato spiegato in precedenza, il successo della carne sintetica dipenderà in gran parte anche dal comportamento dei Governi e degli enti regolatori. Nonostante siano chiari i benefici riguardo la sostenibilità ambientale e il benessere degli animali, la diffidenza non riguarda solamente i consumatori. Infatti, diversi Paesi del mondo non sono ancora pronti ad accogliere la carne da laboratorio in quanto non è stata ancora certificata la sua sicurezza alimentare. Quest'ultima sembra essere il fattore cruciale che darà il via alla commercializzazione e al potenziale futuro mercato della carne sintetica. Negli ultimi anni la carne coltivata in laboratorio ha destato grande interesse da parte dei principali Paesi del mondo, molti dei quali stanno affrontando il tema della sicurezza alimentare e si stanno dichiarando pronti a commercializzare il nuovo prodotto. In questo paragrafo vengono illustrate le diverse situazioni in merito alla regolamentazione e alla commercializzazione della carne sintetica in diverse aree geografiche. Infine, viene fornita una panoramica delle aziende coinvolte nella produzione della carne sintetica. Del mercato, purtroppo, si può dire ben poco poiché non si è ancora sviluppato.

### **1.4.1 Regolamentazione e investimenti**

Un Report del Good Food Institute del 2022 aiuta ad analizzare a che punto si trova la regolamentazione della carne sintetica in diverse aree geografiche del mondo. Il Report prende in considerazione quattro aree geografiche distinte: Europa, Nord America, Medio Oriente e Asia. Il Sud America e l'Africa vengono escluse dall'analisi poiché non ci sono Paesi o aziende particolarmente coinvolti nella produzione della carne sintetica.

L'Europa nel 2022 è stato il continente che ha investito di più nella ricerca e sviluppo della carne da laboratorio. Il Paese maggiormente coinvolto è sicuramente l'Olanda che ha stanziato ben 60 milioni di euro per dare vita ad un centro di ricerca destinato all'agricoltura cellulare. Anche la Norvegia e il Regno Unito hanno stanziato importanti somme di denaro per la ricerca. In particolare, la Norvegia ha stanziato 10 milioni di euro con l'obiettivo di risolvere ostacoli come i costi e la scalabilità. Il Regno Unito, invece, ha stanziato circa 20 milioni di euro per lo sviluppo e l'innovazione del settore delle proteine alternative, di cui fa parte anche la carne sintetica. In Unione Europea la carne da laboratorio viene regolamentata come un "Novel Food", ossia un nuovo alimento. Se sono presenti anche modifiche genetiche, invece, la normativa è relativa agli alimenti geneticamente modificati. Per poter introdurre la carne sintetica nel mercato, le aziende devono richiedere l'autorizzazione alla Commissione Europea.

L'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA), invece, è responsabile della valutazione della sicurezza di ogni singolo prodotto venduto dalle aziende. Fino a dicembre 2022 non è stata richiesta nessuna approvazione all'EFSA per l'introduzione nel mercato di un prodotto a base di carne coltivata in laboratorio. Tuttavia, l'argomento sta suscitando un interesse sempre maggiore. Infatti, nel luglio del 2022, diversi rappresentanti di aziende produttrici e dello stesso Good Food Institute Europe hanno partecipato ad una discussione al Parlamento Europeo. La regolamentazione della carne sintetica in Europa sta procedendo spedita e i fondi stanziati ne sono una testimonianza. Tuttavia, rispetto ad altre aree geografiche, la commercializzazione della carne da laboratorio sembra ancora distante.

Il Nord America rappresenta sicuramente un luogo chiave, in quanto negli Stati Uniti sono presenti numerose aziende coinvolte nella produzione della carne sintetica. Negli ultimi anni il Governo americano ha dimostrato il suo interesse riguardo questo tema stanziando ogni anno dei fondi relativi alla ricerca e sviluppo delle biotecnologie e della produzione biologica. In particolare, nel 2022 sono stati stanziati 6 milioni di dollari per la ricerca sulle proteine alternative. Negli Stati Uniti ci sono differenze riguardo le regolamentazioni federali e statali. A livello federale l'ente responsabile è la Food and Drug Administration (FDA), che nel novembre 2022 ha dato il via libera ad Upside Foods, una nota azienda americana di carne sintetica, per la produzione di pollo coltivato in laboratorio. Tutte le aziende che vogliono commercializzare la carne sintetica devono passare una valutazione da parte della FDA, che può richiedere diversi mesi se non anni. Una volta che la FDA riterrà sufficienti le informazioni in suo possesso per emettere un verdetto circa la sicurezza alimentare del nuovo prodotto, in caso di esito positivo verrà dato il via alla commercializzazione della carne sintetica. Tuttavia, le aziende devono anche ottenere un permesso di ispezione da parte dello United States Department of Agriculture (USDA). La USDA si occupa di controllare la lavorazione e il confezionamento dei prodotti. In generale, gli Stati Uniti sembrano essere il primo grande Paese al mondo vicino alla commercializzazione e alla vendita nei negozi alimentari della carne sintetica.

In Medio Oriente il Paese che ha dimostrato un forte interesse per la carne sintetica è sicuramente Israele. Il Governo israeliano ha finanziato un consorzio di ricerca con 18 milioni di dollari, il quale coinvolge i migliori laboratori accademici del Paese. Inoltre, il Governo ha finanziato anche SuperMeat, una delle principali aziende di carne sintetica di Israele. Gli stessi ministri hanno dimostrato un forte interesse verso questo nuovo prodotto e nel 2021 il presidente israeliano è stato il primo presidente al mondo ad assaggiare la carne coltivata in laboratorio. Nel 2022 il Ministero degli Affari Esteri israeliano ha organizzato un evento

finalizzato a promuovere le proteine alternative a cui hanno partecipato 60 ambasciatori mondiali. In Israele la regolamentazione della carne sintetica è a capo del National Food Control Service (FCS), tuttavia non è stato ancora definito un quadro normativo specifico. Israele, insieme all'Olanda e agli Stati Uniti, è uno dei Paesi più vicini alla commercializzazione della carne sintetica.

Anche in Asia i Governi hanno iniziato a stanziare fondi per la ricerca e lo sviluppo della carne sintetica. In Cina è stato promosso un piano quinquennale per la bioeconomia, il quale include le proteine alternative e riferimenti alla carne da laboratorio. In Corea del Sud, invece, il Governo ha stanziato 15 milioni di dollari a favore di SpaceF, un'azienda tecnologica che si occupa di carne sintetica. Tuttavia, il Paese di riferimento per la carne sintetica in Asia è sicuramente Singapore. Nel novembre del 2022 la Singapore Food Agency (SFA) è diventata la prima autorità di regolamentazione nazionale ad approvare la commercializzazione e la vendita di un prodotto a base di carne sintetica. In particolare, la SFA ha approvato diversi prodotti di GOOD Meat, un'importante azienda di carne da laboratorio. La SFA ha anche approvato per GOOD Meat l'utilizzo di terreni di coltura privi di siero, i quali permettono all'azienda di ridurre i costi e aumentare la produzione. Nel 2022 la SFA ha aggiornato le linee guida riguardanti la sicurezza alimentare dei Novel Food e recentemente sta approvando sempre più prodotti a base di carne coltivata in laboratorio. (Yongli Ye, Jingwen Zhou, Xin Guan, Xiulan Sun, 2022; Good Food Institute, 2022; Food Navigator, 2023)

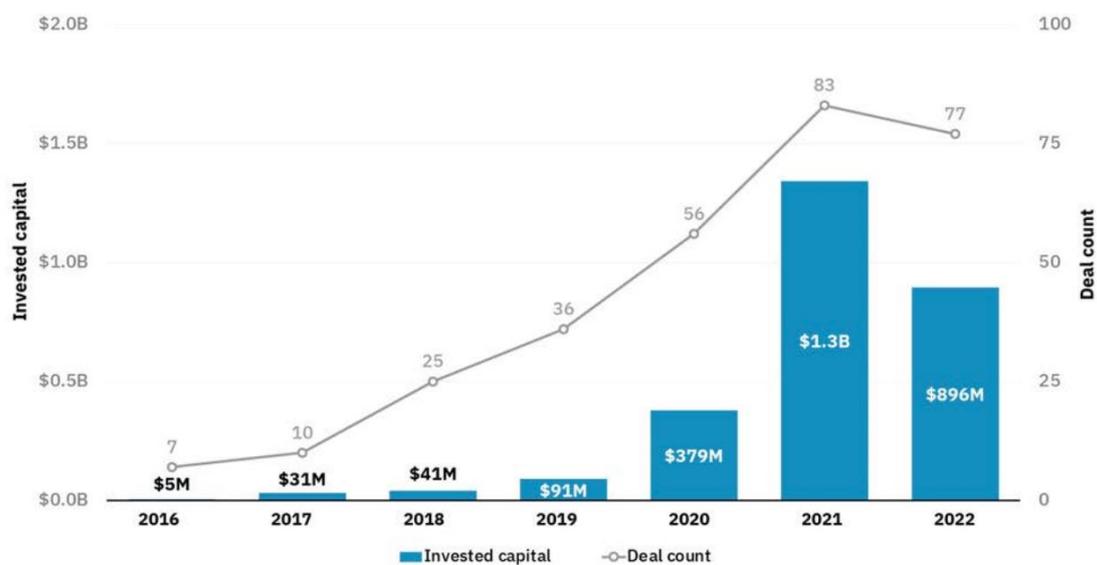


Figura 8 - Investimento annuale in carne e pesce sintetici (fonte: Good Food Institute)

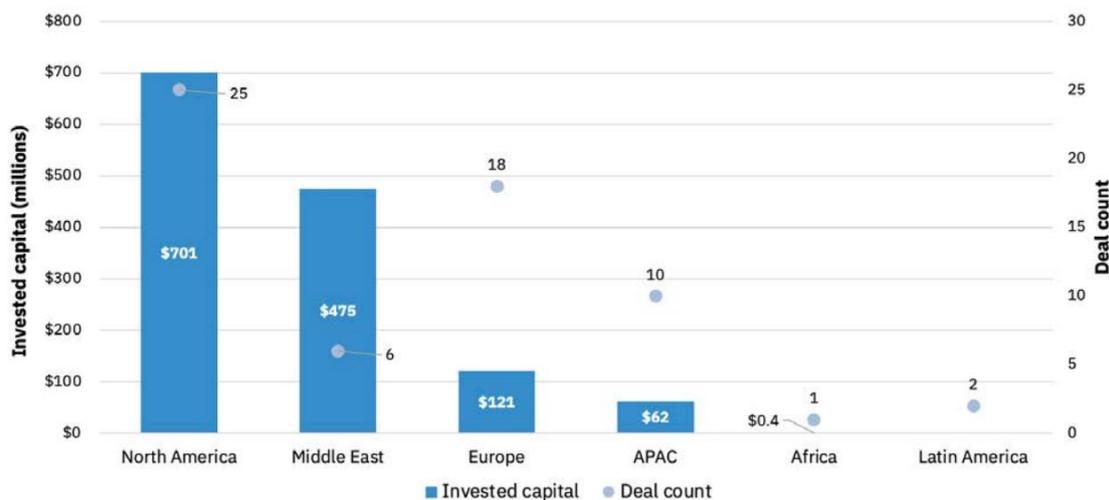


Figura 9 - Investimenti in carne e pesce sintetici per area geografica 2016-2022 (fonte: Good Food Institute)

### 1.4.2 Uno sguardo in Italia

In Italia la situazione è ben diversa rispetto ai Paesi sopra citati. Il Governo italiano non sembra affatto favorevole a voler accogliere la carne sintetica, ma anzi la vede come una minaccia. A marzo 2023, infatti, il ministro dell'Agricoltura e della sovranità alimentare Francesco Lollobrigida ha proposto un disegno di legge che mira a vietare la produzione e quindi la vendita di prodotti sintetici, ossia derivanti da colture cellulari. Il ministro Lollobrigida ha proposto sanzioni che arrivano fino a 60 mila euro o corrispondenti al 10% del fatturato per chiunque produca o venda alimenti coltivati in laboratorio partendo da cellule animali. Anche il Presidente del Consiglio Giorgia Meloni sembrerebbe essere d'accordo, a seguito della sua firma alla petizione della Coldiretti (Confederazione nazionale dei coltivatori diretti). In particolare, la Coldiretti e il ministro dell'Agricoltura concordano sul fatto che la carne sintetica non sia un prodotto naturale e che metterebbe a rischio la cultura alimentare nazionale e la filiera del cibo Made in Italy. Se in paesi come gli Stati Uniti, l'Olanda, Singapore e Israele la carne coltivata in laboratorio viene considerata il cibo del futuro in grado di superare problemi come la sostenibilità ambientale e in benessere degli animali, in Italia invece il Governo si dichiara assolutamente contrario al nuovo prodotto. Seppur si tratti di un giudizio lecito, attualmente è privo di fondamenta poiché la sicurezza alimentare della carne sintetica deve essere ancora valutata in maniera definitiva ed un eventuale stop alla produzione, ma anche solamente alla ricerca, potrebbe rallentare l'innovazione tecnologica culinaria in Italia, la quale potrebbe venire superata da altri Paesi. Il disegno di legge proposto in Italia ha infatti attirato diverse critiche, per esempio da alcune associazioni animaliste.

Tuttavia, bisogna considerare che l'Italia si trova all'interno dell'Unione Europea e in quanto Stato membro deve seguire le regole comunitarie imposte dalla UE. In particolare, nel caso in cui l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) dovesse approvare la commercializzazione e la vendita della carne sintetica, l'Italia non avrebbe il permesso di vietarne la distribuzione nel Paese. In sostanza, l'Italia potrebbe vietarne la produzione all'interno della nazione, ma non potrebbe vietarne l'importazione e la vendita.

Probabilmente è troppo presto per parlare dell'eventuale commercializzazione della carne sintetica in Italia e bisogna attendere risvolti futuri. (Il Sole 24 Ore, 2023; Il Fatto Quotidiano, 2023).

### 1.4.3 Le aziende che lavorano nel campo della carne sintetica

Secondo il Good Food Institute nel mondo nel 2022 erano presenti 156 aziende coinvolte in attività relative alla produzione di carne o pesce sintetici. Questo numero risulta in crescita anno dopo anno.

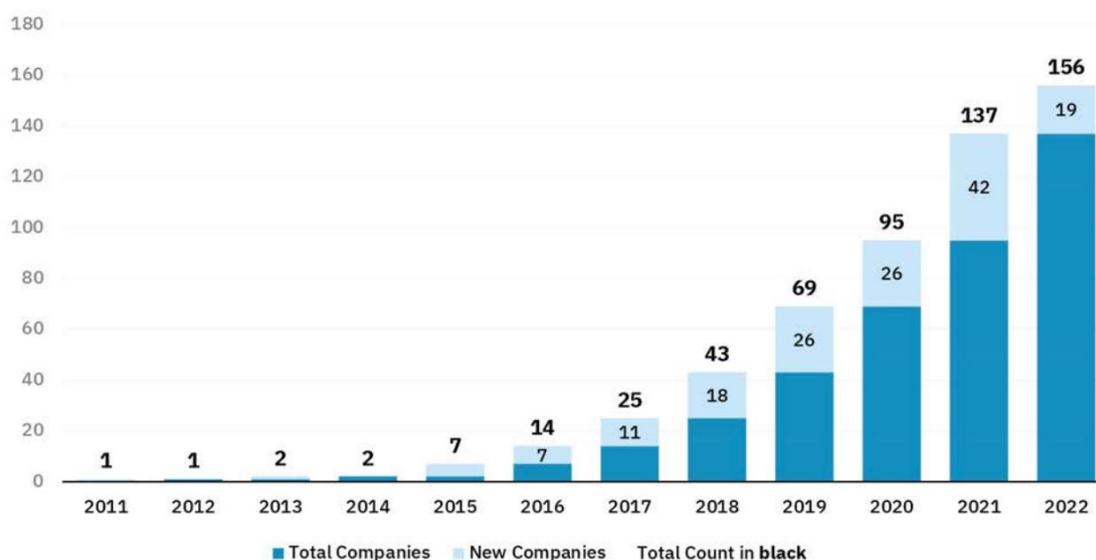


Figura 10 - Nuove e totali aziende di carne sintetica annunciate pubblicamente (fonte: Good Food Institute)

Inoltre, nel 2022 circa 70 aziende sono entrate nel settore attraverso partnership offrendo alle aziende di carne sintetica competenze e risorse per accelerare lo sviluppo del settore. La maggior parte delle aziende è concentrata per lo più negli Stati Uniti, ma anche in Israele e nel Regno Unito. Inoltre, non tutte le aziende si occupano di tutto il processo di produzione della

carne da laboratorio. Infatti, negli anni alcune aziende si sono specializzate in alcune fasi della produzione, come le impalcature o la crescita cellulare.

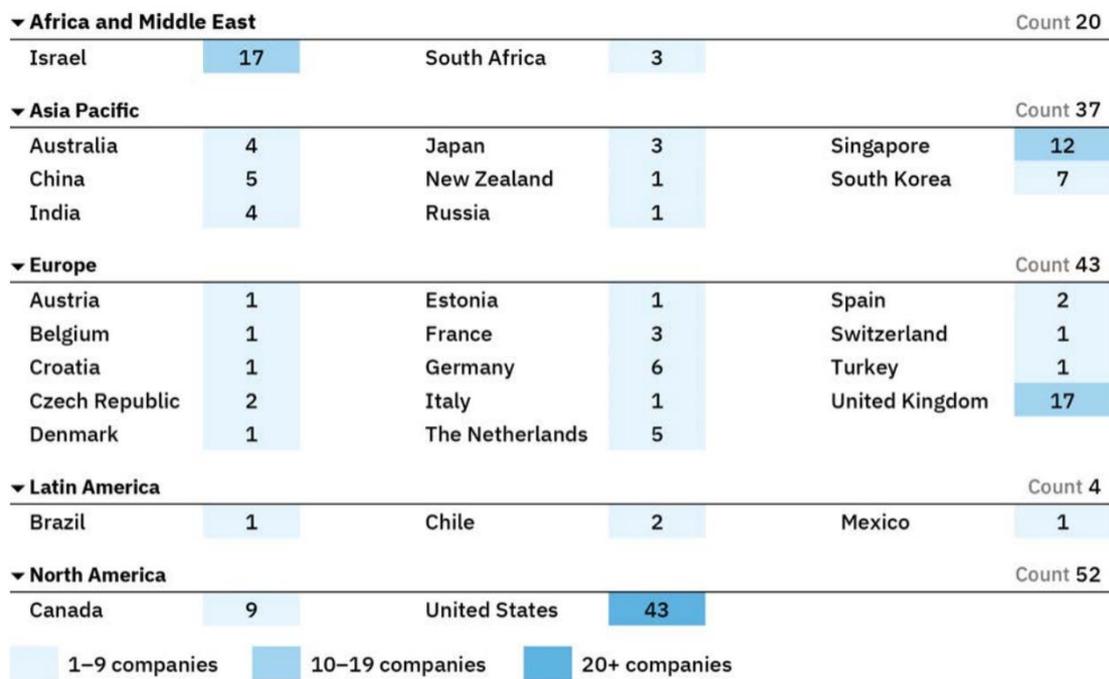


Figura 11 - Distribuzione delle aziende per Paese e area geografica (fonte: Good Food Institute)

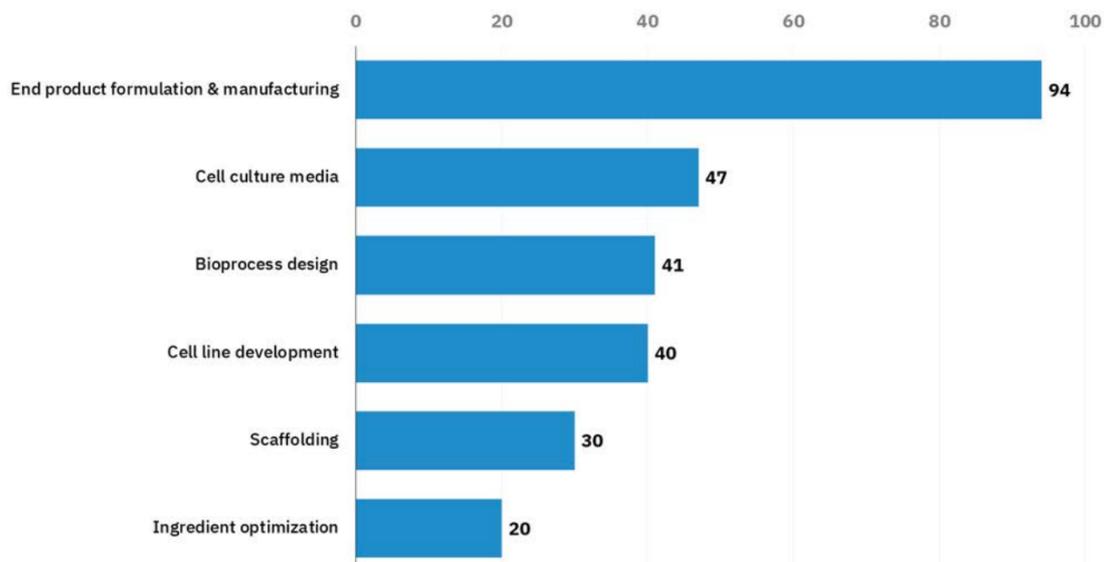


Figura 12 - Numero di aziende per focus tecnologico (fonte: Good Food Institute)

La maggior parte delle aziende è nata integrata verticalmente, ossia svolgeva tutte o quasi le fasi della produzione della carne sintetica. Per ricavare alcuni fattori di produzione ci si

rivolgeva spesso ad aziende dell'industria biologica. Il mercato B2B della carne sintetica si sta evolvendo e sempre più aziende si stanno specializzando in una o due fasi del processo.

In questo paragrafo si vogliono elencare le principali e più note aziende coinvolte nella produzione della carne da laboratorio. (Good Food Institute, 2022)

### **Aleph Farms**

Aleph Farms è una startup tecnologica israeliana nata nel 2017. Il suo obiettivo è quello di dare vita ad un prodotto a base di carne che sia più sicuro, nutriente e sostenibile rispetto alla carne convenzionale. Anche se si tratta di un'azienda appena nata, Aleph Farms è stata in grado di raccogliere finanziamenti per oltre 100 milioni di dollari. L'azienda ha rivoluzionato il mondo della stampa 3D grazie al bioprinting 3D, una tecnologia che permette di stampare delle vere cellule che vengono successivamente coltivate. Aleph Farms ha anche collaborato con la Stazione Spaziale Internazionale per produrre carne sintetica nello spazio.

### **Future Meat**

Anche Future Meat ha sede in Israele ma è nata nel 2018 ed è specializzata nella produzione di pollo da laboratorio. L'azienda è riuscita a raccogliere finanziamenti da record che si avvicinano al mezzo miliardo di dollari. Future Meat è rivoluzionaria perché produce prodotti non OGM ed inoltre è riuscita ad abbattere significativamente il costo di produzione. Questo è stato possibile grazie alla sua tecnologia "single-cell" (a cellula singola) e all'utilizzo di terreni di coltura privi di siero.

### **Mosa Meat**

Mosa Meat è nata nel 2016 ed ha sede a Maastricht, in Olanda. L'azienda è stata fondata dallo stesso Mark Post ed ha raccolto circa 100 milioni di dollari. Mosa Meat produce carne sintetica proveniente da diverse tipologie di animali e concentra la sua comunicazione sul benessere degli stessi. Anche Mosa Meat si è posta l'obiettivo di abbattere i costi di produzione per rendere il prodotto più appetibile per i potenziali consumatori.

### **Eat Just (GOOD Meat)**

Eat Just è stata fondata nel 2011 ed ha sede in California. GOOD Meat è una divisione di Eat Just specializzata nella produzione di pollo sintetico. L'azienda è stata la prima ad ottenere il permesso di commercializzazione (a Singapore) e solo nel 2021 è riuscita a raccogliere quasi 400 milioni di dollari di finanziamenti. GOOD Meat ha inoltre ricevuto un riscontro positivo

da parte della FDA, la quale ha affermato che il pollo prodotto dall'azienda è sicuro. Questo avvenimento avvicina GOOD Meat alla commercializzazione dei suoi prodotti negli Stati Uniti.

### **MeaTech 3D**

MeaTech 3D è un'azienda israeliana fondata nel 2018, specializzata nella produzione sia di manzo che di pollo. Come Aleph Farms, anche MeaTech 3D utilizza il bioprinting 3D e si impegna nel perfezionare le caratteristiche sensoriali come il sapore e la consistenza. In particolare, l'azienda si sta concentrando sull'utilizzo del grasso per perfezionare il sapore e sta innovando i processi industriali per ottenere tagli di carne riconoscibili. Recentemente è stata aperta una filiale in Europa, più precisamente in Belgio. MeaTech 3D è stata la prima azienda di carne sintetica ad essere quotata negli Stati Uniti, con una valutazione iniziale di 25 milioni di dollari.

### **Upside Foods**

Upside Foods è nata in California nel 2015 e già nei primi anni di vita ha attirato l'interesse di famosi leader aziendali, come Bill Gates. L'azienda, fin dalla sua nascita, si è dimostrata sempre all'avanguardia e innovativa. Per esempio, è stata la prima azienda a produrre una polpetta sintetica (2016), ma sta anche già lavorando ad altri prodotti di derivazione animale come uova e latte. Upside Foods è stata la prima azienda a ricevere l'approvazione da parte della FDA, la quale ha dichiarato che la carne prodotta dall'azienda è sicura.

### **SuperMeat**

SuperMeat è stata fondata nel 2016 in Israele. Questa azienda è relativamente più piccola rispetto a quelle sopra citate, anche per i minori finanziamenti ottenuti. L'obiettivo di SuperMeat è promuovere la produzione e il consumo di carne sostenibile attraverso tecnologie pulite e all'avanguardia.

### **Meatable**

Meatable è una famosa startup olandese nata nel 2018. È stata una delle prima aziende ad eliminare l'utilizzo del siero bovino, riducendo di conseguenza il coinvolgimento degli animali nella produzione della carne sintetica. Dopo aver raccolto svariati milioni di dollari in finanziamenti, si è posta l'obiettivo di ridurre in modo significativo il tempo e il costo di produzione.

Queste sono solo alcune delle aziende presenti nel panorama della carne sintetica. Bisogna considerare che molte aziende sono appena nate e non si sono annunciate al pubblico. Inoltre, alcune aziende sono specializzate solamente in alcune fasi del processo e non vengono dunque definite pioniere o comunque al centro della produzione della carne sintetica.



## **CAPITOLO 2 – La percezione dei consumatori italiani attraverso un’analisi di regressione**

La cucina e il cibo sono alla base della cultura in Italia e il mercato di un prodotto varia considerevolmente anche sulla base di fattori geografici e culturali. Come spiegato nel precedente capitolo, in Italia non è consentita la commercializzazione della carne sintetica, ma risulta utile approfondire l’accettazione della carne da laboratorio. Un’analisi su questo fattore è in grado di determinare la potenziale domanda futura di questo nuovo prodotto e conseguentemente il mercato che, eventualmente, si formerà. Lo sviluppo della carne sintetica e della tecnologia che c’è dietro questo prodotto può comportare importanti implicazioni per i consumatori in termini sociali, economici, politici, ambientali e culturali. Inoltre, un’analisi dell’accettazione di LGM risulterebbe utile per identificare i potenziali segmenti di mercato.

La carne sintetica è pronta ad entrare nelle cucine e nei ristoranti italiani? La popolazione italiana accoglierebbe questo nuovo prodotto? Quali sono i fattori specifici che determinano la scelta di consumo di carne sintetica in Italia? In questo capitolo ci si propone di rispondere a tutte queste domande. In particolare, l’obiettivo dello studio proposto in questo capitolo è determinare la propensione dei consumatori italiani a consumare la carne sintetica e capire quali sono i fattori chiave in grado di guidare questa scelta. Grazie ad uno studio statistico, l’analisi proposta si pone l’obiettivo di identificare non solo quali fattori risultano determinanti, ma anche il loro effetto.

Dopo un’attenta spiegazione dei dati raccolti attraverso un questionario, verrà condotta un’analisi di regressione lineare che vuole capire l’effetto di ogni singolo fattore analizzato sulla propensione a consumare carne sintetica da parte degli intervistati italiani. Infine, verranno discussi i risultati ottenuti.

### **2.1 Revisione della letteratura**

Nonostante la carne sintetica sia un prodotto nuovo e non ancora commercializzato nella maggior parte del mondo, sono stati condotti diversi studi relativi all’accettazione della carne da laboratorio tra i consumatori. Le ricerche revisionate si pongono l’obiettivo di identificare se i consumatori di determinati Paesi consumerebbero o acquisterebbero la carne sintetica e quali fattori influenzano questa scelta.

La ricerca “*Consumer preferences for farm-raised meat, lab-grown meat, and plant-based meat alternatives: Does information or brand matter?*” (Ellen J. Van Loo, Vicenzina Caputo,

Jayson L. Lusk, 2020) è stata condotta su un campione di più di 1800 consumatori statunitensi. I risultati dimostrano che la carne convenzionale è di gran lunga preferita rispetto alla carne plant-based e alla carne sintetica. Inoltre, pare che le informazioni riguardo la sostenibilità della LGM influenzino positivamente l'accettazione della stessa da parte degli intervistati. La carne da laboratorio, inoltre, presenta una *willingness to pay* considerevolmente inferiore rispetto alla carne convenzionale e alla carne plant-based. Sui dati raccolti è stata anche fornita una stima del mercato potenziale della carne sintetica, che coprirebbe solamente il 4% del mercato totale della carne. La percentuale aumenta fino al 7% se ai consumatori vengono fornite informazioni riguardo alla tecnologia e alla sostenibilità relative alla carne da laboratorio. Infine, viene dimostrato che i consumatori vegetariani, di genere maschile e che hanno conseguito una laurea sono più propensi a scegliere la carne sintetica o i prodotti sostituti della carne tradizionale.

La ricerca "*Food choice drivers of potential lab-grown meat consumers in Australia*" (Livia Garcez de Oliveira Padilha, Lenka Malek, Wendy J. Umberger, 2021) analizza il potenziale mercato della carne sintetica determinando la propensione al consumo di LGM da parte di un campione di 1078 consumatori australiani. Dallo studio emerge che solamente il 25% dei consumatori del campione consumerebbe almeno occasionalmente la carne sintetica. Similmente con il precedente studio, i consumatori di genere maschile e con un'istruzione superiore consumerebbero con maggiore propensione la carne da laboratorio. È emerso che anche i giovani e gli onnivori guiderebbero maggiormente la domanda del prodotto, rispetto ai vegetariani e ai vegani. Infine, la sostenibilità e il benessere degli animali sono percepiti come benefici dal campione australiano analizzato.

Gli stessi autori hanno condotto uno studio simile dal nome "*Consumers' attitudes towards lab-grown meat, conventionally raised meat and plant-based protein alternatives*" (Livia Garcez de Oliveira Padilha, Lenka Malek, Wendy J. Umberger, 2022). Attraverso un'analisi di regressione su dei dati raccolti su un campione di 1060 consumatori australiani, è stato dimostrato che la carne plant-based è percepita più positivamente della carne sintetica e della carne convenzionale. Gli intervistati, in particolare, ritengono che la carne da laboratorio non sia salutare e sia meno sostenibile della carne convenzionale. Tuttavia, riconoscono che rispetti maggiormente il benessere degli animali. Anche la familiarità con i prodotti sostituti della carne, la giovane età, un più alto livello di istruzione e un'alta frequenza di consumo di carne convenzionale sono correlati positivamente con l'accettazione e il potenziale consumo della carne sintetica.

Anche in Germania è stata condotta una ricerca denominata "*Acceptance of in vitro meat and the role of food technology neophobia, dietary patterns and information – Empirical evidence*

*for Germany*” (Anna Katharina Heidmeier, Ramona Teuber, 2022). Lo studio è stato condotto su un campione di studenti tedeschi e ha l’obiettivo di studiare l’accettazione della carne sintetica. A differenza delle altre ricerche, in questo studio più della metà degli intervistati, sia onnivori che vegetariani, consumerebbero la carne sintetica. Dall’altra parte, un incremento della FTN (new technology neophobia) va di pari passo con una minore accettazione della carne da laboratorio.

La ricerca “*Review of factors affecting consumer acceptance of cultured meat*” (Ashkan Pakseresht, Sina Ahmadi Kaliji, Maurizio Canavari, 2022), in accordo con gli studi precedenti, dimostra che la carne sintetica viene accettata principalmente dai consumatori con un’alta frequenza di consumo di carne convenzionale. Questo segmento di consumatori, tuttavia, non dà grande importanza alla sostenibilità e al benessere degli animali, al contrario dei consumatori vegetariani e vegani. Anche in questo studio, nel complesso, il campione è più propenso a non voler consumare carne sintetica.

Nella ricerca “*Consumer Acceptance of Cultured Meat: An Updated Review*” (Christopher Bryant, Julie Barnett, 2020) vengono identificati la sostenibilità ambientale e il trattamento degli animali come i principali fattori in grado di influenzare positivamente l’accettazione della carne sintetica. La qualità nutrizionale e la sicurezza alimentare, al contrario, vengono percepiti come potenziali rischi.

In Nuova Zelanda è stato condotto lo studio “*Perceptions of Cultivated Meat in Millennial and Generation X Consumers Resident in Aotearoa New Zealand*” (Caroline Giezenaar, A. Jonathan R. Godfrey, Olivia J. Ogilvie, Petra Coetzee, Maheeka Weerawarna N.R.P., Meika Foster, Joanne Hort, 2023) su un campione di 592 consumatori neozelandesi. Dai risultati emerge che l’awareness della carne sintetica è maggiore tra i Millennials rispetto alla Generazione X. Anche il genere maschile e il livello di istruzione sono positivamente correlati con l’accettazione della carne sintetica. Inoltre, la scelta di consumare la carne da laboratorio è correlata positivamente all’etica ambientale e animale.

Sempre in Nuova Zelanda è stata condotta la ricerca “*Consumer Acceptance and Production of In Vitro Meat: A Review*” (Kevin Kantono, Nazimah Hamid, Maya Murthy Malavalli, Ye Liu, Tingting Liu, Ali Seyfoddin, 2022) e i risultati sono in linea con il precedente studio. Infatti, il genere femminile sembra meno propenso ad accettare la carne sintetica. Inoltre, nonostante alla carne da laboratorio venga riconosciuto un impatto positivo sull’ambiente e sul benessere degli animali, vi è una considerevole incertezza relativamente alla sicurezza alimentare e ai metodi di produzione.

Lo studio *“Is cultured meat a promising consumer alternative? Exploring key factors determining consumer's willingness to try, buy and pay a premium for cultured meat”* (Meike Rombach, David Dean, Frank Vriesekoop, Win de Koning, Luis Kluwe Aguiar, Martin Anderson, Philippe Mongondry, Mark Oppong-Gyamfi, Beatriz Urbano, Cristino Alberto Gómez Luciano, Wendy Hao, Emma Eastwick, Zheng (Virgil) Jiang, Anouk Boereboom, 2022), attraverso un web survey diffuso a livello globale, si propone di capire se la carne sintetica potrà diventare un effettivo sostituto della carne convenzionale. La curiosità relativa al cibo sembra essere un driver chiave correlato positivamente con la volontà dei consumatori di provare la carne da laboratorio. La fobia alimentare, la diffidenza e il disgusto sono invece i principali fattori che inibiscono la volontà di consumare la carne sintetica.

Sono presenti numerosi altri studi riguardanti l'accettazione della carne sintetica in diversi Paesi del mondo, ma quelli sopra elencati sembrano essere quelli maggiormente correlati con lo studio proposto in questo capitolo.

## **2.2 Metodologia**

### **2.2.1 Raccolta dei dati**

Al fine di raccogliere i dati necessari per condurre l'indagine statistica, è stato creato un questionario con Google Forms. Il questionario è stato diffuso, attraverso il passaparola e gruppi Whatsapp e Facebook, tra il 28 febbraio 2023 e il 10 marzo 2023. In totale gli intervistati sono 898, tutti maggiorenni. Poiché il tema trattato, ossia la carne sintetica, è relativamente nuovo e poco conosciuto, all'inizio del questionario è stata fornita una breve descrizione oggettiva di cosa sia la carne sintetica, in modo da far conoscere il prodotto senza condizionare le successive risposte degli intervistati. La maggior parte degli intervistati proviene dal Veneto (73,3%) e la media dell'età è di 26,28 anni. Il questionario comprende domande finalizzate a ricavare delle variabili che possono essere incluse nell'indagine statistica. In particolare, le domande vertono sui potenziali fattori che possono influenzare la scelta di consumo o meno della carne sintetica. Dopo un'ampia revisione della letteratura, sono stati scelti dei fattori che possono essere racchiusi in 4 macroaree: fattori demografici, fattori relativi alle abitudini di consumo, fattori relativi a schemi di pensiero e fattori relativi alla percezione della carne (sia convenzionale che sintetica). Sulla base dei diversi fattori analizzati e per ottenere dati utili allo studio statistico, sono state utilizzate diverse tipologie di domande e risposte. Alcune domande, per esempio, presentano risposte a scelta multipla (come il livello di istruzione), altre invece richiedono una risposta su una scala Likert da 1 a 5. Ad ogni domanda corrisponde una

variabile che verrà poi utilizzata nell'indagine statistica. Nel successivo paragrafo vengono analizzate le domande del questionario, i loro risultati e le variabili ottenute.

## 2.2.2 Le variabili

### Propensione al consumo di carne sintetica

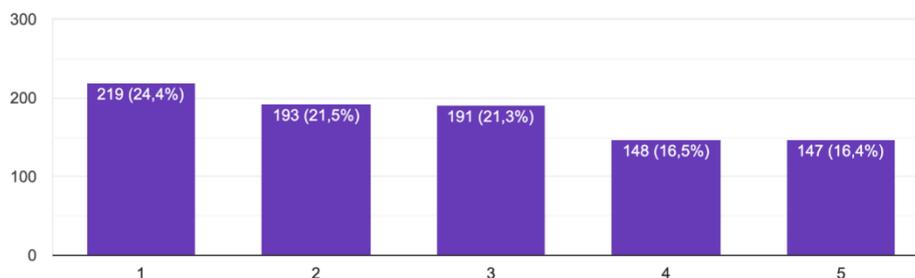
Come spiegato precedentemente, il seguente studio si propone di capire se la popolazione italiana consumerebbe la carne sintetica e quali fattori influiscono su tale scelta. In questo caso la variabile dipendente selezionata spiega la propensione al consumo della carne sintetica da parte degli intervistati in una scala da 1 a 5. In particolare, nel questionario è stato chiesto agli intervistati se consumerebbero la carne sintetica indicando la risposta in una scala Likert che va da 1 a 5 (dove 1=sicuramente no e 5=sicuramente si). Come si può notare dal grafico e dalla tabella sotto riportati, c'è un trend decrescente al crescere della propensione al consumo. La maggior parte degli intervistati, infatti, non consumerebbe la carne sintetica. Le variabili spiegate di seguito dovrebbero spiegare quali sono i fattori che influiscono sulla risposta a questa domanda.

Consumo carne sintetica	N° risposte	% risposte	Dev. Std.	Media
1	219	24,39%	1,4	2,79
2	193	21,49%		
3	191	21,27%		
4	148	16,48%		
5	147	16,37%		

*Tabella 2 – Propensione al consumo di carne sintetica, elaborazione personale*

Consumeresti la carne sintetica? Indica la tua risposta in una scala da 1 a 5 (1=sicuramente no, 5=sicuramente si)

898 risposte



*Figura 13 – risposte al questionario, elaborazione personale*

## Località

Una delle variabili sociodemografiche del questionario verte sulla località. Agli intervistati è stato chiesto di indicare la loro provincia di residenza. Poiché il questionario è stato diffuso principalmente nella regione del Veneto, le possibili risposte corrispondevano alle 7 province del Veneto, con l'aggiunta dell'opzione "Altro". Come si può notare dalla tabella sotto riportata, la provincia con il maggior numero di intervistati è Padova (213 intervistati corrispondenti al 23,72% del totale). Il 26,7% degli intervistati, invece, risiede in una provincia fuori dal Veneto. Poiché il 73,3% degli intervistati risiede in Veneto e nonostante la suddetta regione sia una delle più grandi e popolate d'Italia, il campione selezionato non risulta vario ed equilibrato sotto il punto di vista del fattore "località".

<b>Località</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
Padova	213	23,72%
Belluno	63	7,02%
Rovigo	38	4,23%
Treviso	111	12,36%
Venezia	80	8,91%
Verona	76	8,46%
Vicenza	82	9,13%
Altro	235	26,17%

*Tabella 3 – Località, elaborazione personale*

## Genere

Un'altra variabile sociodemografica inserita nel questionario è il genere. Agli intervistati è stato chiesto di indicare il loro genere, con l'aggiunta dell'opzione "Preferisco non specificare". Il 54,34% degli intervistati è di genere femminile, mentre il 44,21% degli intervistati è di genere maschile. Solamente 13 intervistati hanno scelto l'opzione "Preferisco non specificare".

<b>Genere</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
Maschio	397	44,21%
Femmina	488	54,34%
Preferisco non specificare	13	1,45%

*Tabella 4 – Genere, elaborazione personale*

## **Età**

Agli intervistati è stata chiesta la loro età in anni. Come si può notare dalla tabella sotto riportata, c'è una predominanza di risposte da parte dei giovani. Infatti, ben l'84,86% degli intervistati ricade nella fascia 18-30 anni. In particolar modo spiccano le risposte "22 anni" e "23 anni" con, rispettivamente, 107 intervistati e 124 intervistati. La media ponderata dell'età degli intervistati è di 26,28 anni.

<b>1° Quartile</b>	<b>Mediana</b>	<b>Media</b>	<b>3° Quartile</b>	<b>Dev. Std.</b>
21	23	26,28	26	10,98

Tabella 5 – Età, elaborazione personale

## **Istruzione**

Questa variabile si propone di identificare il livello di istruzione degli intervistati. Nel questionario è stato chiesto ai partecipanti al sondaggio quale fosse il più alto titolo di studio da loro conseguito.

Le possibili opzioni sono:

- Scuola secondaria di primo grado
- Scuola secondaria di secondo grado
- Laurea triennale
- Laurea specialistica
- Dottorato di ricerca / Diploma specializzazione post-laurea / Master

Come si può notare dalla tabella sotto presentata, la maggior parte degli intervistati (53,1%) ha, al momento della compilazione del questionario, conseguito il titolo di studio “scuola secondaria di secondo grado”. Segue poi la laurea triennale con il 26,8%.

<b>Istruzione</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
Scuola media	45	5,01%
Scuola superiore	477	53,12%
Laurea triennale	241	26,84%
Laurea Specialistica	107	11,92%
Dottorato/Diploma/Master	28	3,12%

*Tabella 6 – Livello di istruzione, elaborazione personale*

## **Reddito**

Anche il reddito costituisce una variabile che potrebbe influenzare la scelta di consumo della carne sintetica. In particolare, è stato chiesto agli intervistati di indicare il loro reddito annuo lordo scegliendo tra diversi range di reddito equidistanti tra loro. In particolare, le opzioni sono:

- € 0 – € 9,999
- € 10,000 - € 19,999
- € 20,000 - € 29,999
- € 30,000 - € 39,000
- > € 40,000

È stata inserita anche l’opzione “Preferisco non specificare”.

Come si nota dalla tabella sotto riportata, la maggior parte degli intervistati (40,6%) ha un reddito annuo lordo compreso tra € 0 e € 9,999. Ben il 25,5% ha preferito non rispondere alla domanda. La predominanza del reddito basso può essere dovuta al fatto che la maggioranza degli intervistati sono giovani e quindi non lavorano.

<b>Reddito</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
€ 0 - € 9,999	365	40,65%
€ 10,000 - € 19,999	102	11,36%
€ 20,000 - € 29,999	124	13,81%
€ 30,000 - € 39,999	41	4,57%
> € 40,000	37	4,12%
Nulla	229	25,50%

*Tabella 7 – Reddito, elaborazione personale*

### **Consumo di carne convenzionale**

Questa variabile si pone l'obiettivo di studiare le abitudini di consumo di carne degli intervistati. In particolare, si vuole capire con quale frequenza gli intervistati consumano la carne convenzionale. Per rispondere a questa domanda, è stato chiesto agli intervistati quante volte a settimana consumano carne convenzionale. In questo caso, per "carne" si intende qualsiasi prodotto alimentare derivante dalla carne animale.

Le opzioni possibili sono:

- 0 volte a settimana
- Da 0 a 1 volta a settimana
- Da 1 a 2 volte a settimana
- Da 2 a 3 volte a settimana
- Più di 3 volte a settimana

La maggior parte degli intervistati (380) consuma la carne in modo frequente (più di 3 volte a settimana). Il 9% invece non consuma mai la carne.

<b>Consumo di carne</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
0 volte a settimana	81	9,02%
Da 0 a 1 volta a settimana	49	5,46%
Da 1 a 2 volte a settimana	141	15,70%
Da 2 a 3 volte a settimana	247	27,51%
Più di 3 volte a settimana	380	42,32%

*Tabella 8 – Consumo di carne convenzionale*

### **Consumo corretto di carne convenzionale**

Questa variabile si pone l'obiettivo di capire quanta carne convenzionale sia corretto consumare per gli intervistati. In particolare, si vuole capire con quale frequenza gli intervistati ritengano corretto consumare carne convenzionale. È stata ripresa la domanda precedente per formulare questa nuova domanda. Di conseguenza, per rispondere a questa domanda è stato chiesto agli intervistati quante volte a settimana ritengono sia giusto consumare carne convenzionale. Anche in questo caso, per “carne” si intende qualsiasi prodotto alimentare derivante dalla carne animale.

Le opzioni possibili sono:

- 0 volte a settimana
- Da 0 a 1 volta a settimana
- Da 1 a 2 volte a settimana
- Da 2 a 3 volte a settimana
- Più di 3 volte a settimana

La maggior parte degli intervistati (548) ritiene che sia corretto consumare carne tra le 1 e le 3 volte a settimana.

<b>Consumo corretto di carne</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
0 volte a settimana	74	8,24%
Da 0 a 1 volta a settimana	108	12,03%
Da 1 a 2 volte a settimana	252	28,06%
Da 2 a 3 volte a settimana	296	32,96%
Più di 3 volte a settimana	168	18,71%

*Tabella 9 – Consumo corretto di carne convenzionale, elaborazione personale*

### **Animal food**

Nel questionario è stata inclusa un'altra domanda che misura le abitudini alimentari degli intervistati. In particolare, è stato chiesto agli intervistati se consumano altri alimenti di provenienza animale, come il pesce e i derivati (latte, formaggio, uova, ecc). Solamente 28 persone su 898 hanno dato una risposta negativa, mentre il 96,9% degli intervistati consuma questi alimenti.

<b>Alimenti di provenienza animale</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
Sì	870	96,88%
No	28	3,12%

*Tabella 10 – Consumo di alimenti di provenienza animale, elaborazione personale*

### **Familiarità**

Agli intervistati è stato chiesto, in una scala Likert da 1 a 5 (dove 1=per niente e 5=moltissimo), se hanno familiarità con i prodotti sostituti della carne. In questo caso si intendono quei prodotti alimentari che riprendono le sembianze e il gusto della carne convenzionale. Il campione selezionato ha una familiarità molto bassa relativamente a questo ambito. Si deduce che la conoscenza relativa ai prodotti sostituti della carne sia limitata o assente. Infatti, il 48,9% degli intervistati ha risposto “per niente” alla domanda.

Familiarità	N° risposte	% risposte	Dev. Std.	Media
1	439	48,89%	1,39	2,16
2	153	17,04%		
3	115	12,81%		
4	103	11,47%		
5	88	9,80%		

Tabella 11 – Familiarità con i prodotti sostituiti della carne, elaborazione personale

Hai familiarità con i prodotti sostituiti della carne? (Per "prodotti sostituiti della carne" si intendono quei prodotti alimentari che riprendono le sembianz...in una scala da 1 a 5 (1=per niente, 5=moltissimo)

898 risposte

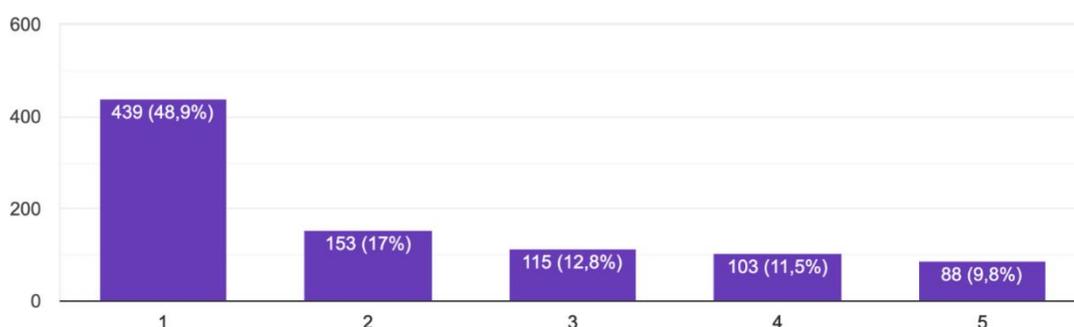


Figura 14 – risposta al questionario, elaborazione personale

### Animal friendly

Come è stato spiegato nel capitolo precedente, uno dei motivi che ha dato un forte impulso allo studio e allo sviluppo della carne sintetica è certamente la sensibilità relativa agli allevamenti intensivi e al trattamento degli animali. Agli intervistati è stato dunque chiesto, in una scala Likert da 1 a 5 (dove 1=per niente e 5=moltissimo) quanto si definiscono *animal friendly*, ossia quanto sta a cuore a loro il rispetto e il trattamento degli animali. In generale, il campione selezionato si dimostra ampiamente *animal friendly*, con l'89,2% degli intervistati che ha dato un voto maggiore o uguale a 3.

<b>Animal friendly</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Media</b>
1	28	3,12%	1,03	3,72
2	68	7,57%		
3	268	29,84%		
4	302	33,63%		
5	232	25,84%		

Tabella 12 – Animal friendly, elaborazione personale

Quanto ti definisci "animal friendly" (ossia quanto ti sta a cuore il rispetto e il trattamento degli animali)? Indica la tua risposta in una scala da 1 a 5 (1=per niente, 5=moltissimo)

898 risposte

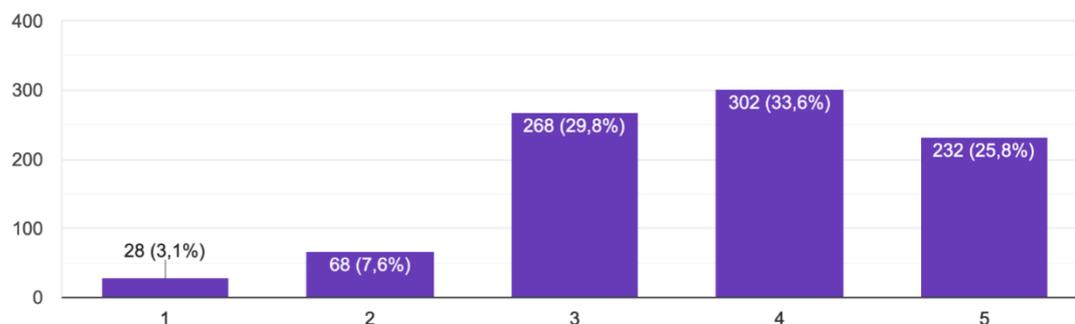


Figura 15 – risposta al questionario, elaborazione personale

## Sostenibilità

Anche la tematica della sostenibilità ambientale rappresenta un importante fattore che ha dato un forte impulso allo studio e allo sviluppo della carne sintetica. Agli intervistati è stato chiesto, in una scala Likert da 1 a 5 (dove 1=per niente e 5=moltissimo), quanto è importante per loro la sostenibilità ambientale. Le risposte del campione selezionato riprendono l'andamento della variabile *animal friendly*. Infatti, ben il 97,5% degli intervistati ha dato un voto maggiore o uguale a 3.

Sostenibilità	N° risposte	% risposte	Dev. Std.	Media
1	7	0,78%	0,84	4,19
2	16	1,78%		
3	156	17,37%		
4	343	38,20%		
5	376	41,87%		

Tabella 13 – Sostenibilità, elaborazione personale

Quanto è importante per te la sostenibilità ambientale? Indica la tua risposta in una scala da 1 a 5 (1=per niente, 5=moltissimo)

898 risposte

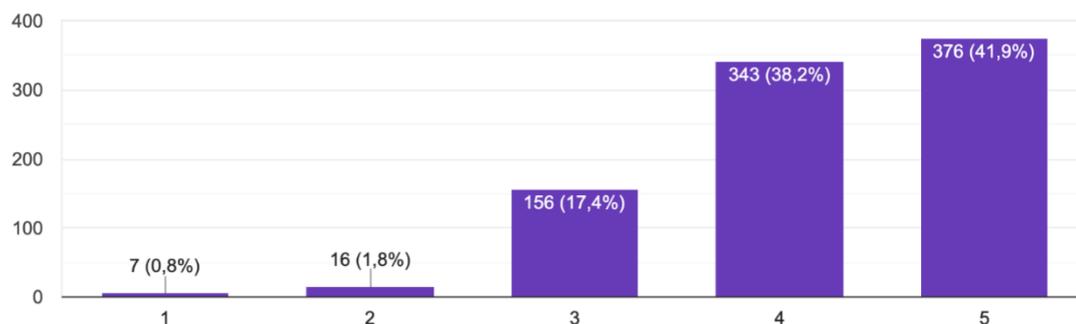


Figura 16 – risposta al questionario, elaborazione personale

## Impatto ambientale

Questa variabile riprende, in un certo senso, quella precedente. Agli intervistati è stato chiesto se ritengono che il consumo della carne convenzionale influisca negativamente sull'impatto ambientale. In questa domanda non vengono utilizzate scale, ma due possibili risposte: "Sì" o "No". Anche in questo caso si può notare una risposta dominante. Infatti, il 72,61% ha risposto "Sì" alla domanda, mentre il 27,39% ha risposto "No".

Impatto ambientale	N° risposte	% risposte
Sì	652	72,61%
No	246	27,39%

Tabella 14 – Impatto ambientale, elaborazione personale

## Salute e sicurezza alimentare della carne convenzionale

Questa variabile si pone l'obiettivo di studiare la percezione degli intervistati riguardo la salute e la sicurezza alimentare nel consumare la carne convenzionale. È stato dunque chiesto agli intervistati, in una scala Likert da 1 a 5 (dove 1=per niente e 5=moltissimo), se ritengono salutare consumare la carne convenzionale. Possiamo notare come il grafico assuma una forma a piramide, a testimonianza del fatto che ci sono pareri discordanti tra gli intervistati e che la maggior parte di loro (33,3%) si pone nel mezzo. Nel complesso, la maggior parte del campione selezionato ritiene che sia salutare consumare la carne convenzionale.

Salute carne tradizionale	N° risposte	% risposte	Dev. Std.	Media
1	55	6,12%	1,13	3,36
2	139	15,48%		
3	299	33,30%		
4	243	27,06%		
5	162	18,04%		

Tabella 15 – Sicurezza alimentare della carne convenzionale, elaborazione personale

Ritieni che sia salutare consumare la carne tradizionale? Indica la tua risposta in una scala da 1 a 5 (1=per niente, 5=moltissimo)

898 risposte

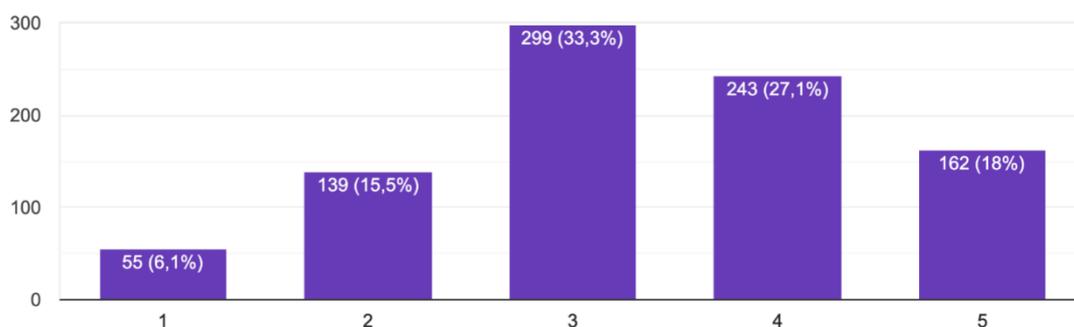


Figura 17 – risposta al questionario, elaborazione personale

## Salute e sicurezza alimentare della carne sintetica

Questa variabile si pone l'obiettivo di studiare la percezione degli intervistati riguardo la salute e la sicurezza alimentare nel consumare la carne sintetica. È stato dunque chiesto agli intervistati, in una scala Likert da 1 a 5 (dove 1=per niente e 5=moltissimo), se ritengono

salutare consumare la carne sintetica. Dal grafico proposto, possiamo notare come la maggior parte delle risposte si pone nella parte sinistra. Questo significa che gli intervistati, in generale, non ritengono salutare consumare la carne sintetica. Attraverso un rapido confronto con la variabile precedente, si può concludere che il campione selezionato ritiene la carne convenzionale più sicura e salutare della carne sintetica. Il 42,1% degli intervistati, infatti, ha dato una valutazione tra 1 e 2.

Salute carne sintetica	N° risposte	% risposte	Dev. Std.	Media
1	164	18,26%	1,06	2,63
2	214	23,83%		
3	347	38,64%		
4	141	15,70%		
5	32	3,56%		

Tabella 18 – Sicurezza alimentare della carne sintetica, elaborazione personale

Ritieni che sia salutare consumare la carne sintetica? Indica la tua risposta in una scala da 1 a 5 (1=per niente, 5=moltissimo)

898 risposte

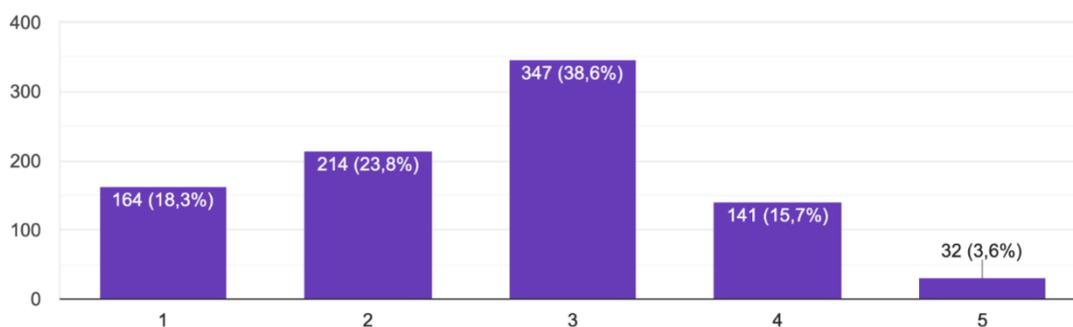


Figura 18 – risposta al questionario, elaborazione personale

### Willingness to pay

Questa variabile si pone l'obiettivo di capire quanto sarebbero disposti a pagare gli intervistati per la carne sintetica. Agli intervistati è stata proposta una domanda che espone una situazione verosimile per capire a quanto ammonta la loro *willingness to pay* (ossia la loro disponibilità a pagare per la carne sintetica). Agli intervistati, in particolare, è stato chiesto quanto sarebbero

disposti a pagare per un hamburger di carne sintetica, se lo stesso hamburger di carne convenzionale costasse € 3.

Le possibili opzioni sono:

- < € 3,00
- € 3,00 - € 3,99
- € 4,00 - € 4,99
- € 5,00 - € 5,99
- > € 6,00

Dalle risposte emerge che la maggior parte degli intervistati (41,6%) non sarebbe disposto a pagare un prezzo maggiore per la carne sintetica rispetto alla carne convenzionale. Il 37,5%, invece, pagherebbe fino a € 3,99.

<b>Willingness to pay</b>	<b>N° risposte</b>	<b>% risposte</b>
< € 3,00	374	41,65%
€ 3,00 - € 3,99	337	37,53%
€ 4,00 - € 4,99	146	16,26%
€ 5,00 - € 5,99	31	3,45%
> € 6,00	10	1,11%

*Tabella 19 – Willingness to pay, elaborazione personale*

### **2.2.3 Analisi di regressione**

Per studiare la propensione al consumo di carne sintetica tra gli intervistati del questionario è stata utilizzata un'analisi di regressione lineare. L'analisi di regressione è una tecnica statistica utile per analizzare un campione di dati. All'interno della serie di dati si sceglie una variabile dipendente (in questo caso la propensione al consumo della carne sintetica in una scala da 1 a 5) e più variabili indipendenti (ossia tutti gli altri fattori analizzati). L'obiettivo dell'analisi di regressione è stimare l'eventuale relazione che sussiste tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti. Nello studio proposto, dunque, si tratta di stimare l'eventuale relazione esistente tra la propensione al consumo della carne sintetica e le altre variabili ottenute attraverso il questionario.

La seguente tabella mostra come sono state denominate le variabili nel modello di regressione:

Propensione al consumo di carne sintetica	<i>lab_meat_cons</i>
Genere	<i>fem</i>
Età	<i>age</i>
Istruzione	<i>education</i>
Consumo di carne convenzionale	<i>meatcons</i>
Consumo corretto di carne convenzionale	<i>rightmeatcons</i>
Animal food	<i>no_animal_food</i>
Familiarità	<i>fam</i>
Animal friendly	<i>animal_friendly</i>
Sostenibilità	<i>sust</i>
Impatto ambientale	<i>no_impact</i>
Salute e sicurezza alimentare carne convenzionale	<i>meat_health</i>
Salute e sicurezza alimentare carne sintetica	<i>lab_meat_health</i>
Willingness to pay	<i>wtp</i>

*Tabella 20 – Le variabili, elaborazione personale*

Il modello di regressione lineare viene quindi descritto nel seguente modo:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{lab\_meat\_cons} = & \mathbf{fem} + \mathbf{age} + \mathbf{education} + \mathbf{meatcons} + \mathbf{rightmeatcons} + \mathbf{no\_animal\_food} + \\
 & \mathbf{fam} + \mathbf{animal\_friendly} + \mathbf{sust} + \mathbf{no\_impact} + \mathbf{meat\_health} + \mathbf{lab\_meat\_health} + \mathbf{wtp}
 \end{aligned}$$

## 2.2.4 Risultati

Studiando il modello di regressione proposto, l'output è il seguente:

Coefficienti	Stima	Errore Std.	t value	Pr(> t )	
<i>(Intercetta)</i>	0,247	0,319	0,774	0,439	
<i>fem</i>	-0,030	0,069	-0,442	0,659	
<i>age</i>	-0,003	0,003	-1,187	0,236	
<i>education superiori</i>	-0,203	0,140	-1,444	0,149	
<i>education triennale</i>	-0,114	0,148	-0,772	0,441	
<i>education specialistica</i>	-0,021	0,167	-0,127	0,899	
<i>education postlaurea</i>	0,164	0,223	0,734	0,463	
<i>meatcons 0-1</i>	0,519	0,187	2,774	0,006	**
<i>meatcons 1-2</i>	0,461	0,171	2,695	0,007	**
<i>meatcons 2-3</i>	0,497	0,171	2,908	0,004	**
<i>meatcons &gt;3</i>	0,520	0,180	2,882	0,004	**
<i>rightmeatcons 0-1</i>	0,464	0,161	2,883	0,004	**
<i>rightmeatcons 1-2</i>	0,111	0,172	0,645	0,519	
<i>rightmeatcons 2-3</i>	0,022	0,184	0,119	0,905	
<i>rightmeatcons &gt;3</i>	0,134	0,206	0,650	0,516	
<i>no_animal_food</i>	-0,770	0,205	-3,762	0,000	***
<i>fam</i>	0,256	0,027	9,570	< 2e-16	***
<i>animal_friendly</i>	-0,064	0,034	-1,873	0,061	.
<i>sust</i>	0,104	0,042	2,451	0,014	***
<i>no_impact</i>	-0,270	0,083	-3,251	0,001	**
<i>meat_health</i>	-0,112	0,038	-2,944	0,003	**
<i>lab_meat_health</i>	0,672	0,033	20,402	< 2e-16	***
<i>wtp 3-3,99</i>	0,298	0,077	3,890	0,000	***
<i>wtp 4-4,99</i>	0,362	0,099	3,667	0,000	***
<i>wtp 5-5,99</i>	-0,007	0,177	-0,042	0,966	
<i>wtp &gt;6</i>	0,163	0,289	0,563	0,574	

R quadro: 0,6149

R quadro corretto: 0,6036

Statistica F: 54,85

p-value: < 2,2e-16

È possibile fin da subito notare che molte delle variabili studiate risultano significative.

Nessuna delle variabili sociodemografiche (genere, età e livello di istruzione) è significativa. La variabile *meatcons* risulta significativa all'1% in ogni sua categoria e il suo effetto sul potenziale consumo di carne sintetica è positivo. Infatti, i valori di  $\beta$  (estimate) sono tutti positivi e compresi tra 0,461 e 0,520. La variabile *rightmeatcons*, invece, risulta non significativa nella maggior parte delle sue categorie. L'unica categoria che risulta significativa (all'1%) è il range di consumo corretto di carne convenzionale che va da 0 a 1 volta a settimana. La categoria *rightmeatcons 0-1* ha un  $\beta$  (estimate) pari a 0,464. Questo implica che questo fattore è positivamente correlato con la variabile dipendente *lab\_meat\_cons*. La variabile *no\_animal\_food* risulta decisamente significativa (ben al di sotto dell'1%). Il suo  $\beta$  è di -0,770 ed implica che il non consumo di altri alimenti di provenienza animale è correlato negativamente con la variabile dipendente *lab\_meat\_cons*. Anche la variabile *fam* appare ampiamente significativa (all'1%) e presenta un  $\beta$  di 0,256. Dunque, essendo il valore positivo, una maggiore familiarità riguardo i prodotti sostituti della carne è associata ad una maggiore propensione al consumo di carne sintetica. La variabile *animal\_friendly* risulta significativa al 10% e il suo  $\beta$  è di -0,064. La variabile *sust*, al contrario, presenta un  $\beta$  positivo di 0,104 ad una significatività dell'1%. La variabile *no\_impact* risulta significativa all'1% e presenta un  $\beta$  di -0,270. Le variabili *meat\_health* e *lab\_meat\_health* sono entrambe significative all'1%, ma hanno un effetto opposto sulla variabile dipendente. Infatti, *meat\_health* presenta un  $\beta$  di -0,112, mentre *lab\_meat\_health* presenta un  $\beta$  di 0,672. Infine, per quanto riguarda la *willingness to pay* degli intervistati, solamente le categorie *wtp 3-3,99* e *wtp 4-4,99* risultano significative (all'1%) e presentano i  $\beta$  positivi, rispettivamente di 0,298 e 0,362.

Oltre allo studio delle variabili inserite nel modello, risulta utile studiare la bontà del modello stesso. R-quadro (Multiple R-squared), che nell'output studiato vale 0,6149, indica la bontà del modello. Più R-quadro si avvicina a 1, tanto migliore è il modello. Nel nostro caso, il modello studiato spiega circa il 61,5% della variabilità della variabile dipendente. Anche R-quadro-corretto (Adjusted R-squared) è un indice che misura il legame tra la variabilità dei dati analizzati e la correttezza del modello statistico analizzato. In questo caso l'R-quadro-corretto ottenuto indica che circa il 60,4% della variabilità della variabile dipendente *lab\_meat\_cons* può essere spiegata dal modello proposto.

Alcune delle variabili studiate, tuttavia, possono essere inserite nell'analisi di regressione in modi differenti. Inoltre, risulta utile studiare diversi modelli per vedere quale spiega in modo più efficiente la variabile dipendente *lab\_meat\_cons*. Per quanto riguarda le variabili, ci si riferisce in particolar modo a quelle categoriali che presentano degli intervalli costanti tra le diverse categorie. È questo il caso della variabile *meatcons*. In particolare, nel secondo

modello, ad ogni categoria è stato assegnato un valore numerico centrale in grado di rispettare nel miglior modo possibile l'ampiezza delle categorie. La variabile *education* non è stata modificata in quanto le categorie non sono numeriche e non è possibile dare un valore ai titoli di studio i quali, seppur seguano un ordine cronologico, non possono essere espressi attraverso degli intervalli regolari. Per quanto riguarda la variabile *rightmeat\_cons*, poiché solamente la categoria *rightmeatcons 0-1* risulta significativa, si è deciso di accorpate le modalità significative e le modalità non significative. Lo stesso procedimento, ossia l'accorpamento delle variabili significative e non significative, è stato applicato alla variabile categoriale *wtp*.

L'output del nuovo modello di regressione è il seguente:

<b>Coefficienti</b>	<b>Stima</b>	<b>Errore Std.</b>	<b>t value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>	
<i>(Intercetta)</i>	0,903	0,302	2,990	0,003	**
<i>fem</i>	0,022	0,069	0,321	0,748	
<i>age</i>	-0,004	0,003	-1,320	0,187	
<i>education superiori</i>	-0,193	0,143	-1,346	0,179	
<i>education triennale</i>	-0,105	0,151	-0,694	0,488	
<i>education specialistica</i>	0,028	0,170	0,167	0,868	
<i>education postlaurea</i>	0,137	0,227	0,603	0,547	
<i>meatcons</i>	0,081	0,038	2,121	0,034	*
<i>rightmeatcons &gt;1</i>	-0,232	0,109	-2,128	0,034	*
<i>no_animal_food</i>	-1,089	0,196	-5,560	3,60e-08	***
<i>fam</i>	0,251	0,027	9,436	< 2e-16	***
<i>animal_friendly</i>	-0,084	0,034	-2,429	0,015	*
<i>sust</i>	0,118	0,043	2,725	0,007	**
<i>no_impact</i>	-0,318	0,084	-3,799	0	***
<i>meat_health</i>	-0,119	0,038	-3,115	0,002	**
<i>lab_meat_health</i>	0,723	0,032	22,597	< 2e-16	***
<i>wtp &gt;5</i>	-0,215	0,150	-1,421	0,156	

R quadro: 0,5921

R quadro corretto: 0,5846

Statistica F: 78,75

p-value: < 2,2e-16

Le variabili a cui sono state apportate delle modifiche (*meatcons*, *rightmeatcons* e *wtp*) hanno modificato l'effetto dell'intercetta sulla variabile dipendente. In particolare, *meatcons* nel

primo modello esprimeva l'effetto delle diverse categorie sulla variabile dipendente rispetto alla categoria di riferimento (consumo di carne convenzionale pari a 0 volte a settimana), mentre nel secondo modello l'effetto della suddetta categoria non è più compreso nell'intercetta. Per quanto riguarda *rightmeatcons* e *wtp*, ora l'intercetta comprende sia l'effetto di *rightmeatcons* <1 sia l'effetto di *wtp* <5.

I fattori sociodemografici (genere, età e livello di istruzione) risultano nuovamente non significativi. La variabile quantitativa *meatcons* ora risulta significativa al 5% con un effetto sulla variabile dipendente di 0,081. La frequenza settimanale del consumo di carne convenzionale è quindi positivamente correlata con *lab\_meat\_cons*. La variabile *rightmeatcons* pare aver cambiato significativamente il suo impatto sulla variabile dipendente. Nel primo modello, infatti, solamente la categoria *rightmeatcons* 0-1 risultava significativa (all'1%) e in generale tutte le modalità (anche quelle non significative) presentavano un  $\beta$  positivo. La variabile *rightmeatcons* >1 studiata nel secondo modello, invece, è significativa al 5% ed ha un effetto negativo sulla variabile dipendente di -0,232. La variabile *no\_animal\_food* risulta ancora significativa all'1% e il suo  $\beta$  è diminuito ulteriormente a -1,089. La variabile *fam* è rimasta pressoché invariata, con una significatività dell'1% e un  $\beta$  di -0,251. Nel secondo modello *animal\_friendly* risulta significativa al 5% (rispetto alla significatività al 10% del primo modello) e il suo effetto rimane negativo a -0,084. Della variabile *sust* è diminuita leggermente la significatività (comunque all'1%) e il suo coefficiente è di 0,118. È invece aumentata la significatività di *no\_impact* (all'1%) e il suo  $\beta$  è di -0,318. Le variabili *meat\_health* e *lab\_meat\_health* sono significative all'1% con i rispettivi  $\beta$  di -0,119 e 0,723. Infine, la variabile *wtp* >5 non risulta significativa. Infatti, comprende le modalità *wtp* 5-5,99 e *wtp* >6 che nel primo modello non sono significative.

Per quanto riguarda la bontà del modello studiato, troviamo un R-quadro di 0,5921, il che significa che il secondo modello spiega circa il 59,2% della variabilità della variabile dipendente. L'R-quadro-corretto (0,5846), invece, indica che circa il 58,5% della variabilità della variabile dipendente *lab\_meat\_cons* può essere spiegata dal secondo modello proposto.

In generale, i due modelli si assomigliano e le variabili che risultavano significative nel primo, risultano significative anche nel secondo. Come abbiamo visto alcune delle variabili proposte possono essere studiate in modi diversi. I valori che indicano la bontà dei modelli stimati sono molto simili, ma per ora ci concentreremo sul secondo modello. In particolare, si vogliono esaminare altri fattori e modelli per verificare la bontà delle stime ottenute.

In primo luogo, viene studiato un ulteriore modello che comprende solamente le variabili significative del secondo modello analizzato.

L'output ottenuto è il seguente:

<b>Coefficienti</b>	<b>Stima</b>	<b>Errore Std.</b>	<b>t value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>	
<i>(Intercetta)</i>	0,674	0,246	274	0.006	**
<i>meatcons</i>	0,091	0,037	2,476	0.013	*
<i>rightmeatcons &gt;1</i>	-0,241	0,108	-2,232	0.026	*
<i>no_animal_food</i>	-1,134	0,186	-6,081	1.77e-09	***
<i>fam</i>	0,253	0,026	9,675	< 2e-16	***
<i>animal_friendly</i>	-0,074	0,034	-2,209	0.027	*
<i>sust</i>	0,105	0,043	2,451	0.014	*
<i>no_impact</i>	-0,351	0,083	-4,250	2.37e-05	***
<i>meat_health</i>	-0,121	0,037	-3,289	0.001	**
<i>lab_meat_health</i>	0,729	0,031	23,338	< 2e-16	***

---

R quadro: 0,5921

R quadro corretto: 0,5846

Statistica F: 78,75

p-value: < 2,2e-16

---

Se si paragonano i risultati ottenuti in questo modello con il secondo modello esaminato, si può notare come i risultati siano molto simili. Le variabili, infatti, mantengono invariata la loro significatività e anche i coefficienti risultano molto simili. Questo testimonia la bontà delle stime del modello analizzato in precedenza.

Un altro strumento utile per valutare la validità dei risultati è il grafico dei residui, il quale mostra il residuo del modello, ossia la differenza tra il valore osservato e il valore previsto, in funzione dell'influenza dei dati stessi.

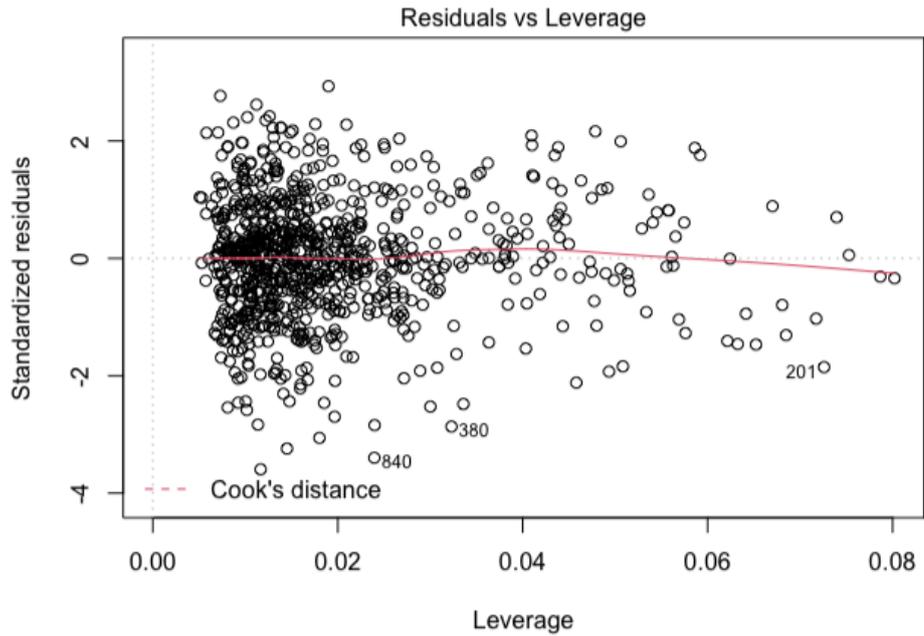


Grafico 1 – grafico dei residui, elaborazione personale

Il grafico “quantile normale normale”, invece, serve per verificare se la distribuzione dei residui segue una distribuzione normale. Se i dati seguono una distribuzione normale, allora i punti dovrebbero cadere in una linea retta. Dal grafico sotto presentato, si può notare come i punti seguano la linea retta e si discostino solo leggermente alle estremità. Il grafico testimonia che i dati, nel complesso, seguono una distribuzione normale.

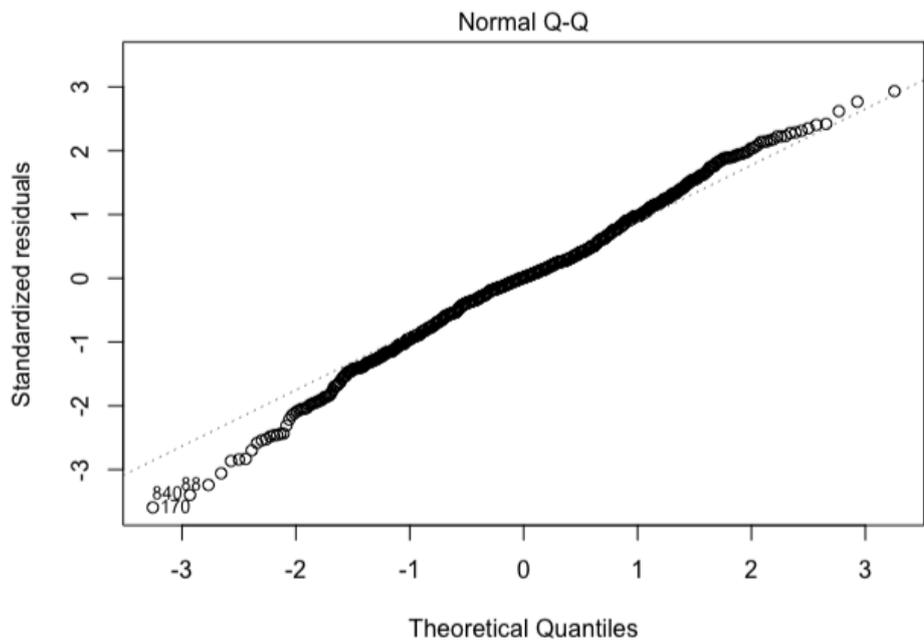


Grafico 2 – grafico quantile normale normale, elaborazione personale

### 2.2.5 Discussione

Innanzitutto, è bene specificare che risulta impossibile conoscere tutte le variabili che effettivamente hanno un'influenza sull'eventuale consumo di carne sintetica da parte degli intervistati. Per questo motivo, oltre ad alcuni dei principali fattori sociodemografici, sono stati considerati dei fattori che potessero in parte descrivere le abitudini di consumo e la percezione della carne del campione intervistato. Le principali limitazioni allo studio verranno comunque elencate nel paragrafo successivo.

Come spiegato in precedenza, le variabili sociodemografiche non sembrano avere un'influenza sulla scelta di consumo o meno della carne sintetica. I dati raccolti attraverso il questionario sono sbilanciati e c'è una grande maggioranza di giovani e di non lavoratori. Per questo motivo il campione analizzato non permette di valutare in modo appropriato l'effetto di alcune variabili come l'età e il livello di istruzione. Queste variabili, quindi, non sono in grado di spiegare la variabile dipendente.

Le variabili relative alle abitudini di consumo, invece, risultano tutte significative. Dai risultati si può dedurre che chi abitualmente consuma carne con maggior frequenza, sarebbe più propenso a consumare la carne sintetica. Invece, ha un effetto opposto la variabile *rightmeatcons*. Infatti, chi ritiene che sia corretto consumare carne convenzionale con maggiore frequenza (almeno 1 volta a settimana), è più propenso a voler consumare la carne sintetica rispetto a chi ritiene sia corretto consumare carne convenzionale con minore frequenza (da 0 a 1 volta a settimana). La variabile *no\_animal\_food* è particolarmente correlata con la variabile dipendente e presenta un coefficiente negativo tra i più alti. In sostanza, chi non consuma altri alimenti di provenienza animale, ha una minore propensione al consumo della carne sintetica. Come emerge dai risultati, chi ha una maggiore familiarità con i prodotti sostituti della carne, ha una maggiore propensione a voler consumare la carne sintetica. Al contrario, chi si ritiene particolarmente *animal friendly*, ha una minore propensione al consumo di carne sintetica rispetto a chi non sta particolarmente a cuore il trattamento degli animali. La variabile *sust*, invece, presenta l'effetto opposto ed è positivamente correlata con la variabile dipendente. Quindi, chi ritiene che la sostenibilità ambientale sia importante, sarebbe più propenso a consumare la carne sintetica. Per quanto riguarda l'effetto di *no\_impact*, chi ritiene che il consumo di carne convenzionale non influisca negativamente sull'impatto ambientale, presenta una minore propensione a voler consumare la carne sintetica, come ipotizzato in fase di analisi. Anche le variabili relative alla percezione della carne risultano significative, ma con un effetto opposto. In particolare, una percezione più positiva riguardo la salute e la sicurezza alimentare della carne convenzionale è correlata negativamente con la propensione al consumo di carne

sintetica. Al contrario, una percezione più positiva riguardo la salute e la sicurezza alimentare della carne sintetica è correlata positivamente con la propensione al consumo di carne sintetica. Infine, una maggiore *willingness to pay* non sembra influenzare la scelta di consumo di carne sintetica, al netto delle altre variabili.

I fattori che maggiormente influiscono sulla scelta di consumo di carne sintetica sono la percezione del prodotto e le credenze degli intervistati relativamente alla sostenibilità ambientale. Come è emerso dalle risposte al questionario, la maggior parte degli intervistati non ritiene salutare consumare la carne sintetica e, basandosi sullo campione appena analizzato, non sembra pronta ad accogliere la carne sintetica in cucina o al ristorante.

I risultati dell'analisi di regressione condotta presentano diverse somiglianze con gli studi citati in fase di revisione della letteratura. Infatti, anche le ricerche esaminate comprendevano la sostenibilità tra i fattori più determinanti riguardo la propensione al consumo di carne sintetica. Anche i risultati relativi alle abitudini di consumo (come la frequenza di consumo di carne o il consumo di alimenti derivati) sono correlati alla variabile dipendente in modo simile. Lo stesso si può dire riguardo la familiarità dei prodotti sostituti e la percezione riguardo la sicurezza alimentare della carne da laboratorio, che sono in linea con i risultati degli studi precedenti. Al contrario, i fattori sociodemografici presentano risultati differenti. Dagli studi esaminati era sorto che il genere maschile è più propenso a consumare la carne sintetica, mentre nel campione analizzato la variabile *fem* non risulta significativa. Infine, dall'analisi della letteratura era sorto che anche i giovani e coloro con un livello di istruzione elevato consumerebbero la carne sintetica con maggiore propensione. Nello campione analizzato, tuttavia, a causa dello sbilanciamento dei dati riguardo l'età e il livello di istruzione, non è possibile studiare in modo completo queste due variabili.

### **2.2.6 Limiti alla ricerca**

Lo studio proposto si basa esclusivamente sulla popolazione italiana di età maggiore di 18 anni. Il campione analizzato è composto da 898 consumatori prevalentemente giovani e residenti nella regione Veneto. Un campione di provenienza geografica diversa o composto da consumatori di età più avanzata o comunque più varia potrebbe fornire risultati diversi.

Quando è stato inviato il questionario agli intervistati, è stata data una breve spiegazione della carne sintetica per fornire le informazioni principali riguardo il prodotto ai consumatori che non conoscevano l'argomento. Seppur le informazioni fornite si proponevano di essere oggettive e imparziali, è possibile che abbiano influenzato le risposte di alcuni degli intervistati.

Le variabili incluse nel modello di regressione sono state scelte sulla base di un'ampia revisione della letteratura. Nonostante molte di esse si dimostrino significative, è probabile che esistano molte altre variabili in grado di influenzare la propensione al consumo di carne sintetica degli intervistati. L'inclusione di tali variabili nel modello di regressione modificherebbe i risultati ottenuti.

Le risposte e la percezione riguardo l'argomento possono essere state influenzate anche da alcune terminologie utilizzate. Nel questionario, per esempio, è stato utilizzato il termine "carne sintetica". È possibile che l'utilizzo dei termini "carne da laboratorio" o "LGM" potessero influenzare, positivamente o negativamente, le risposte degli intervistati.

Poiché la carne sintetica è un prodotto nuovo e le informazioni che si hanno in merito sono ancora scarse, è possibile che lo stesso studio presenti dei risultati diversi in momenti temporali e storici differenti.

Inoltre, lo studio proposto si pone l'obiettivo di studiare la propensione dei consumatori intervistati a consumare la carne sintetica, un prodotto non ancora in commercio in Italia. Di conseguenza, i risultati ottenuti non riflettono l'eventuale effettivo consumo futuro della carne da laboratorio e tantomeno l'eventuale effettivo acquisto del prodotto stesso.

Ulteriori ricerche potranno essere condotte relativamente a questo argomento, comprendendo fattori e variabili differenti. In ogni caso, lo studio proposto in questo capitolo è comunque una buona base per capire i principali fattori che attualmente vengono riconosciuti come considerevolmente influenti riguardo la propensione al consumo di carne sintetica in Italia.



## **CAPITOLO 3 – Segmentazione e analisi della comunicazione delle aziende produttrici di carne sintetica**

I dati raccolti nel questionario e i risultati ottenuti nell'analisi di regressione possono fornire informazioni utili alle aziende per condurre la loro comunicazione. Infatti, molte delle variabili analizzate costituiscono dei potenziali *angle*, ossia una prospettiva per presentare il prodotto, da utilizzare nella comunicazione. Le aziende possono utilizzare diversi *angle* per comunicare a differenti target di mercato in modo specifico e diretto. Per esempio, un'azienda che comunica facendo leva sul fatto che la carne sintetica non richiede la macellazione degli animali, andrà a comunicare principalmente con il target di persone che si ritiene *animal friendly*. Oppure, un'azienda che comunica facendo leva sul fatto che la produzione di carne sintetica inquina di meno rispetto agli allevamenti tradizionali, andrà a comunicare principalmente con il target di persone che si ritiene più sensibile alla sostenibilità ambientale.

L'obiettivo di questo capitolo è, sulla base dei risultati ottenuti nel precedente capitolo, discutere le implicazioni di marketing che ne derivano illustrando le differenze nella comunicazione delle principali aziende di carne sintetica, individuando i legami tra la comunicazione analizzata e le variabili spiegate nel modello di regressione e segmentando la potenziale domanda.

Innanzitutto, verrà condotta un'analisi di clustering per identificare dei segmenti che contengono osservazioni simili ed omogenee al fine di ottenere potenziali target di mercato. Successivamente, verranno analizzati i canali di comunicazione delle più importanti aziende di carne sintetica.

### **3.1 Analisi di clustering**

Per condurre una comunicazione di marketing efficace, è utile segmentare il mercato. Attraverso la segmentazione, infatti, le aziende possono individuare diversi target di mercato e costruire una comunicazione mirata e specifica per ogni segmento.

L'obiettivo di questo studio è, attraverso un'analisi di clustering, suddividere la popolazione del campione del questionario in gruppi omogenei al fine di ottenere potenziali target di mercato.

### **3.1.1 Metodologia**

Per segmentare il mercato viene utilizzato il clustering, ossia una tecnica di analisi dei dati che mira a raggruppare elementi omogenei all'interno dello stesso insieme. I dati presi in considerazione sono quelli raccolti nel questionario. Esistono diverse tecniche di clustering ma in questo caso è stata utilizzato il metodo k-means, un algoritmo che consente di suddividere un insieme di elementi in un determinato numero di gruppi in base ai loro attributi.

Prima di condurre l'analisi di clustering attraverso il metodo k-means, sono stati considerati alcuni accorgimenti al fine di ottenere dei cluster significativi. Innanzitutto, la variabile *education* è stata esclusa dal modello. Inoltre, sono state rimosse le righe delle osservazioni che presentano dati mancanti. Infine, le variabili incluse nell'analisi sono state standardizzate. Infatti, le variabili presentano scale differenti e, poiché il metodo k-means è basato sulla distanza euclidea tra le osservazioni, alcune variabili potrebbero dominare il calcolo delle distanze rispetto ad altre. Questo porterebbe a un calcolo dei centroidi distorto e ad una difficile interpretazione dei risultati. La standardizzazione delle variabili garantisce che tutte le variabili contribuiscano in modo equilibrato al calcolo delle distanze ed elimina le differenze di scala. In particolare, la standardizzazione ridimensiona e trasforma le variabili in modo che abbiano una media di 0 e una deviazione standard di 1.

Per determinare il numero di cluster in cui dividere la popolazione, è stato utilizzato il metodo silhouette. Il metodo silhouette valuta la coesione e la separazione dei cluster. Il numero ottimale di cluster, in questo caso, corrisponde al valore che massimizza la silhouette media.

### **3.1.2 Risultati**

Prima di ricavare i risultati derivanti dalla clusterizzazione è necessario individuare il numero di cluster ottimali. Di seguito viene illustrato il grafico ottenuto attraverso il metodo silhouette.

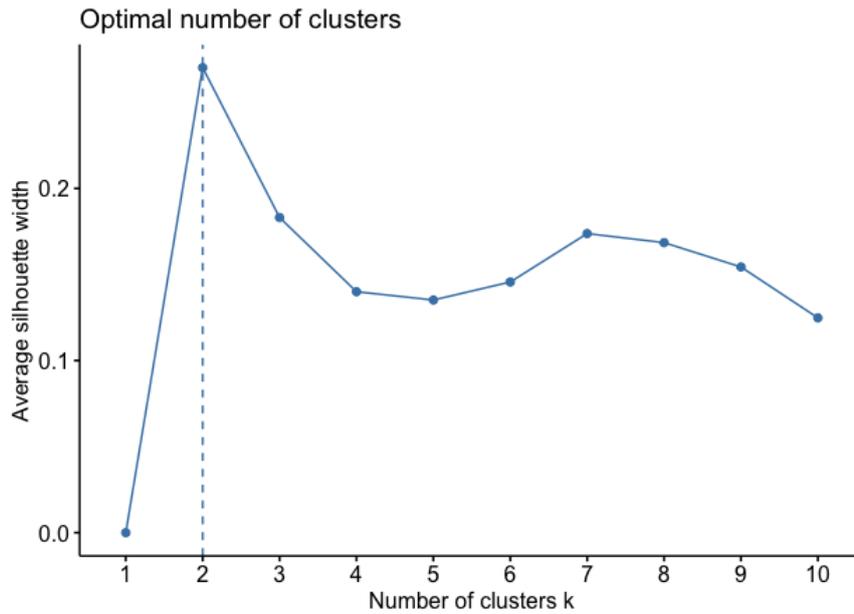


Grafico 3 – grafico metodo silhouette, elaborazione personale

Dal grafico risulta che il numero ottimale di cluster da utilizzare è 2. I due cluster possono essere rappresentati come segue:

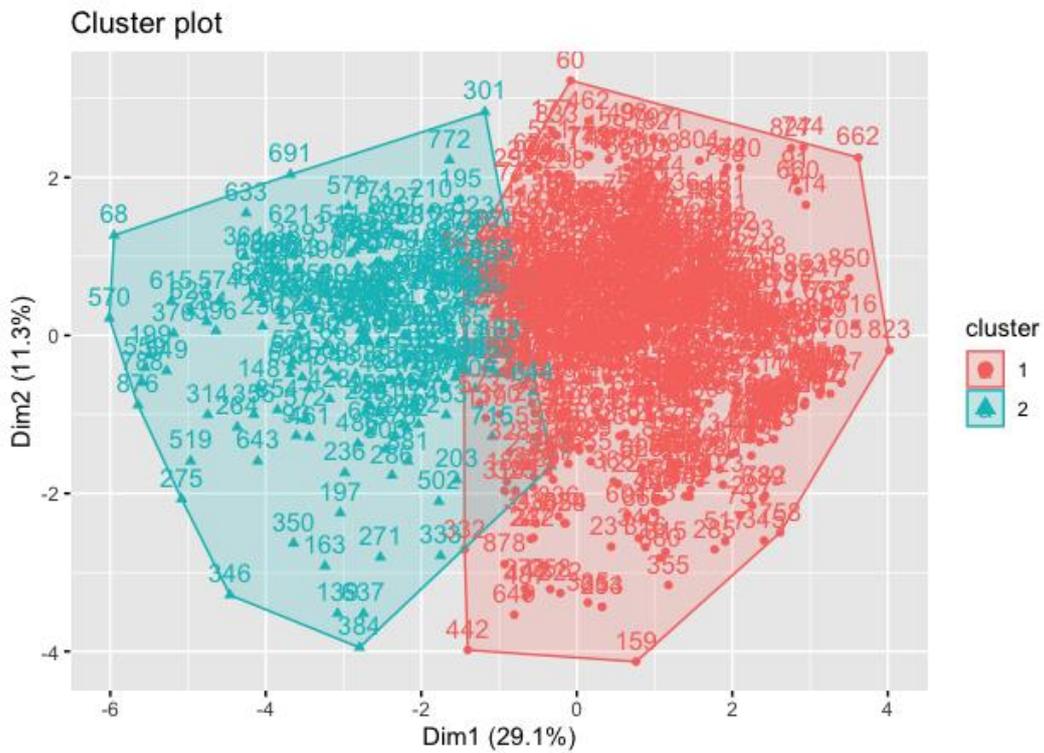


Grafico 4 – grafico dei cluster, elaborazione personale

Il grafico è ottenuto in seguito ad una PCA (Principal Component Analysis), ossia una tecnica di riduzione della dimensionalità. Gli assi corrispondono alle due componenti principali, che sono combinazioni delle variabili originali. Le percentuali corrispondenti ad ogni dimensione indicano la varianza spiegata da ciascuna delle componenti. Come si nota dal grafico, sono stati ottenuti due cluster distinti che si sovrappongono solo parzialmente. All'interno di ogni cluster sono presenti osservazioni che presentano similarità e i due cluster rappresentano due segmenti di mercato differenti. Il primo cluster contiene 681 osservazioni, mentre il secondo cluster contiene 204 osservazioni. Per studiare le informazioni contenute in ogni cluster, vengono ricavati i centroidi, i quali rappresentano la posizione media di tutte le osservazioni all'interno di ogni cluster. I centroidi possono essere utilizzati per interpretare la posizione e le caratteristiche dei cluster identificati. Di seguito vengono illustrati i centroidi ottenuti.

<b>Variabile</b>	<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>
<i>fem</i>	-0,173	0,576
<i>age</i>	-0,047	0,156
<i>meatcons</i>	0,384	-1,281
<i>rightmeatcons &gt;1</i>	0,476	-1,589
<i>no_animal_food</i>	-0,162	0,539
<i>fam</i>	-0,281	0,937
<i>animal_friendly</i>	-0,161	0,537
<i>sust</i>	-0,181	0,604
<i>no_impact</i>	0,175	-0,584
<i>meat_health</i>	0,311	-1,037
<i>lab_meat_health</i>	-0,073	0,243
<i>wtp &gt;5</i>	-0,111	0,372

*Tabella 21 – Centroidi dei cluster, elaborazione personale*

Come si può notare, per ogni variabile non si ottiene la media delle osservazioni rispetto alla scala della variabile presa in considerazione. Questo succede perché le variabili sono state standardizzate e forniscono dunque un valore indicativo.

I cluster appena esaminati comprendono tutte le variabili spiegate nel capitolo precedente ed incluse nel modello di regressione, ad esclusione della variabile dipendente *lab\_meat\_cons*. Tuttavia, comprendere la variabile dipendente nell'analisi di clustering può aiutare ad

interpretare i cluster ottenuti e capire la relazione che sussiste tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti. Anche in questo caso il numero ottimale di cluster identificato attraverso il metodo silhouette è due. Il grafico illustrato di seguito rappresenta quindi i cluster ottenuti comprendendo anche *lab\_meat\_cons*.

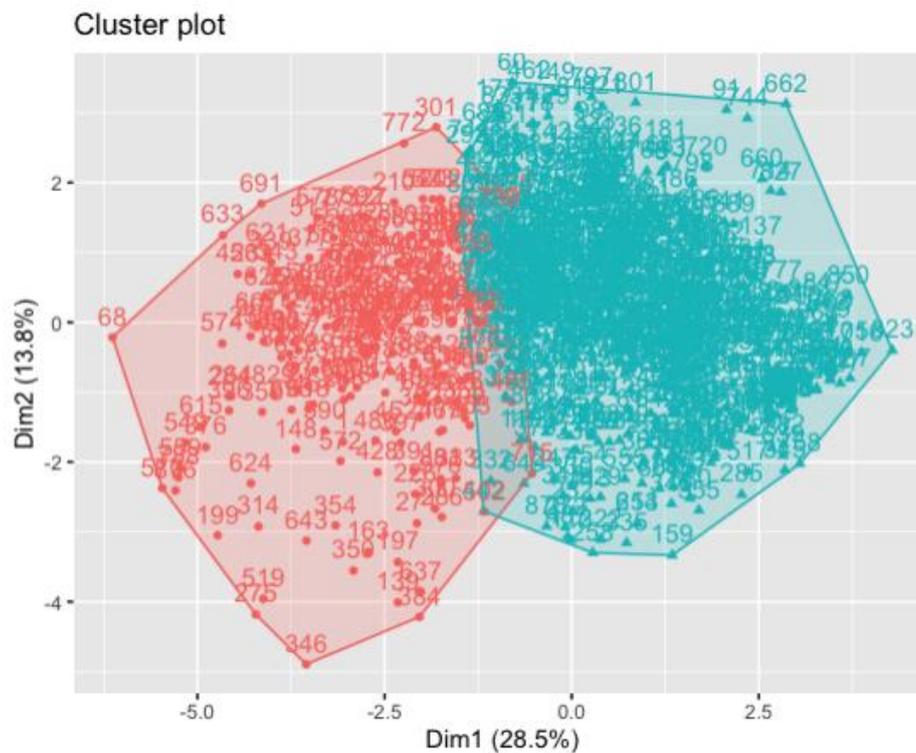


Grafico 5 – grafico dei cluster, elaborazione personale

Anche in questo caso il grafico viene ottenuto in seguito ad una PCA e gli assi rappresentano le componenti principali. Il primo cluster, ora in blu, è composto da 679 osservazioni, mentre il secondo cluster è composto da 206 osservazioni. I valori dei centroidi sono elencati di seguito:

<b>Variabile</b>	<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>
<i>lab_meat_cons</i>	-0,170	0,560
<i>fem</i>	-0,173	0,570
<i>age</i>	-0,044	0,146
<i>meatcons</i>	0,377	-1,242
<i>rightmeatcons &gt;1</i>	0,472	-1,556
<i>no_animal_food</i>	-0,162	0,532
<i>fam</i>	-0,289	0,952
<i>animal_friendly</i>	-0,165	0,544
<i>sust</i>	-0,191	0,631
<i>no_impact</i>	0,184	-0,606
<i>meat_health</i>	0,311	-1,026
<i>lab_meat_health</i>	-0,085	0,281
<i>wtp &gt;5</i>	-0,111	0,366

Tabella 22 - Centroidi dei cluster, elaborazione personale

Come si può notare, i centroidi delle variabili indipendenti rimangono pressochè invariati. Risulta invece utile analizzare i centroidi della variabile *lab\_meat\_cons*. Nel primo cluster il centroide assume il valore  $-0,170$  e quindi nel primo cluster sono presenti persone che sarebbero meno propense a consumare la carne sintetica rispetto alla media dell'intero dataset. Al contrario, nel secondo cluster il centroide di *lab\_meat\_cons* assume il valore  $0,560$  e quindi nel secondo cluster sono presenti persone che sarebbero più propense a consumare la carne sintetica rispetto alla media dell'intero dataset. Comprendere la variabile dipendente nell'analisi di clustering permette di verificare anche la relazione con le altre variabili, che è in linea con l'analisi di regressione. Infatti, all'interno del primo cluster sono presenti gli intervistati che sono meno propensi a consumare la carne sintetica. Questi consumatori, in accordo sia con l'analisi di clustering che con l'analisi di regressione, consumano più carne, ci tengono meno alla sostenibilità e al benessere degli animali e non ritengono particolarmente sicura la carne da laboratorio. Al contrario, all'interno del secondo cluster sono presenti gli intervistati che sono più propensi a consumare la carne sintetica. Questi consumatori, in accordo con l'analisi di clustering e con l'analisi di regressione, consumano meno carne, ci tengono di più alla sostenibilità e al benessere degli animali e ritengono la carne da laboratorio più salutare rispetto all'intero dataset.

### 3.1.3 Discussione

I cluster non sono altro che gruppi di osservazioni (in questo caso persone) simili tra loro, i quali vengono raggruppati in base ai loro attributi comuni. Un segmento di mercato, invece, è uno specifico gruppo di consumatori che condividono caratteristiche simili. La segmentazione è fondamentale per sviluppare strategie di marketing mirate ed efficienti per andare a soddisfare i diversi bisogni di diversi consumatori. L'analisi di clustering appena condotta aiuta quindi a formare due segmenti di mercato che corrispondono ai due cluster individuati.

In particolare, nel primo cluster saranno presenti consumatori prevalentemente maschili e con un'età media leggermente inferiore rispetto alla media dell'intero dataset. Le persone appartenenti al primo cluster consumano carne con maggiore frequenza e ritengono anche corretto consumare carne con una maggiore frequenza rispetto alla media dell'intero campione. Inoltre, hanno una bassa familiarità con i prodotti sostituti della carne e la maggioranza consuma anche altri alimenti di provenienza animale. Rispetto alla media dell'intero dataset, la popolazione del primo cluster è leggermente meno *animal friendly* e tiene meno alla tematica della sostenibilità. Inoltre, coloro che appartengono al primo cluster, in generale, ritengono che il consumo di carne convenzionale non influisca particolarmente sull'impatto ambientale. Rispetto alla media dell'intero dataset, i consumatori appartenenti al primo cluster ritengono più salutare consumare la carne convenzionale e meno salutare consumare la carne sintetica. Infine, il primo cluster presenta una *willingness to pay* leggermente inferiore rispetto al secondo cluster.

Il secondo cluster, invece, ha i valori dei centroidi differenti rispetto al primo cluster. Di conseguenza, i consumatori appartenenti al secondo cluster sono prevalentemente di genere femminile ed hanno un'età leggermente più avanzata. Consumano carne convenzionale con meno frequenza e ritengono che sia corretto consumarne di meno. Inoltre, all'interno del secondo cluster sono presenti più persone che non consumano altri alimenti derivanti da animali e che hanno più familiarità rispetto ai prodotti sostituti della carne. Anche il benessere degli animali e la sostenibilità sono tematiche che colpiscono in modo più intenso il secondo cluster. Coloro che appartengono al secondo cluster ritengono che la carne convenzionale sia poco salutare e che abbia un impatto negativo sull'ambiente, mentre ritengono la carne sintetica più salutare rispetto alla media del dataset. Infine, presentano una *willingness to pay* più alta. Se si considerano i risultati dell'analisi di regressione e quindi la significatività delle variabili analizzate, si può dedurre che il secondo cluster sia quello più propenso a consumare la carne sintetica. Questo viene anche dimostrato nell'analisi di clustering che comprende la variabile dipendente.

In breve, i cluster e i relativi centroidi ottenuti forniscono degli *angle* da poter utilizzare nella comunicazione delle aziende. Sulla base degli *angle* che vengono utilizzati, le aziende possono incentivare consumatori con diversi attributi a consumare la carne sintetica e possono anche allargare la base dei potenziali consumatori.

### **3.2 Analisi della comunicazione delle aziende di carne sintetica**

Fino ad ora sono stati analizzati i potenziali fattori che influiscono sulla scelta di consumo di carne sintetica da parte dei consumatori. I risultati ottenuti non hanno solamente una valenza empirica, ma possono essere utilizzati dalle aziende per condurre la comunicazione. In questo paragrafo, quindi, ci si pone l'obiettivo di analizzare le principali aziende di carne sintetica per capire quali leve utilizzano nella loro comunicazione. L'analisi è stata condotta sulle otto aziende illustrate nel primo capitolo, ossia le aziende più note, presenti nel panorama da più anni e che dispongono di fondi e finanziamenti consistenti. Non avendo ancora commercializzato alcun prodotto, al momento sono pochi i media sui quali le aziende hanno concentrato la loro comunicazione. Di conseguenza, la seguente analisi si basa sulla comunicazione presente sui rispettivi siti web e canali social. Da questi canali sono state estratte le principali frasi, concetti chiave e slogan che possono essere ricondotti a degli *angle*, non per forza facenti parte delle variabili analizzate nel modello di regressione. Dopo aver illustrato l'analisi, si cercano di spiegare le somiglianze e le differenze nella comunicazione delle diverse aziende e si vogliono identificare le variabili maggiormente utilizzate per verificarne la coerenza con i risultati ottenuti nel modello di regressione e nell'analisi di clustering.

---

## ALEPH FARMS

---

- We design new ways to grow quality animal products that improve sustainability, food security, and animal welfare in our food systems.
- Mind-blowing flavor, world-changing potential.
- We're dedicated to delivering cultivated steaks that taste amazing and are easy to prepare.
- Aleph Cuts are traceable, antibiotic-free, and offer tailored nutrition.
- We make our Cuts with the least amount of resources possible, in a way that benefits people, the planet, and animals.
- New ways of growing animal products directly from cells can have a substantially lower impact on the environment compared to conventional ways of feeding and raising animals.
- In our efforts to build more sustainable and resilient food systems and enable greater food security, our work centers on four defining pillars of sustainability.
- In order to drive sustainable growth for our business, we collaborate with partners [...] which helps us reduce costs, drive economies of scale and achieve price parity with the conventional meat market.
- We assure regulatory agencies around the world that we meet strict food safety standards in our production process and that our final products are safe to eat.

---

### ANGLE

- Qualità
- Gusto
- Sicurezza alimentare
- Sostenibilità ambientale
- Benessere degli animali
- Taglio dei costi

---

### VARIABILI

- *lab\_meat\_health*
- *animal\_friendly*
- *sust*
- *wtp*

---

## FUTURE MEAT

---

- We're focused on developing the world's most efficient cell-cultivation technology, so we can make safe, healthy cultivated meat available and accessible to everyone—without harming animals or our planet.
  - Our efficient process means we will be able to produce our cultivated meat at or below the cost of conventionally-farmed meat.
  - It's real. It's juicy. It's crazy delicious.
  - And it's grown in a lab. Not on an animal.
  - The result is cultivated meat that doesn't require compromising on taste, quality, or environmental impact.
  - Our cultivated meat looks, smells, tastes, cooks, and sizzles just like the meat you know and love.
  - We're proud to make meat that's good for people and the planet.
  - We believe everyone should have access to healthy, delicious meat.
- 

### ANGLE

- Sicurezza alimentare
- Tecnologia
- Costo
- Gusto
- Caratteristiche sensoriali
- Sostenibilità ambientale
- Benessere degli animali

### VARIABILI

- *lab\_meat\_health*
  - *wtp*
  - *sust*
  - *animal\_friendly*
- 

---

## MOSA MEAT

---

- Pioneering a cleaner, kinder way of making beef.
  - We're making these burgers so people can make a positive impact on the planet, simply by swapping delicious beef... with delicious beef.
  - With science, naturally.
  - Current meat consumption is causing devastating damage to our planet.
  - Eat a burger to change the world. Really.
  - Kinder to cows and other animals.
- 

### ANGLE

- Scienza e tecnologia
- Sostenibilità ambientale
- Benessere degli animali

### VARIABILI

- *sust*
  - *no\_impact*
  - *animal\_friendly*
-

---

## GOOD MEAT

---

- GOOD Meat is real meat made without tearing down a forest or taking a life.
- Meat without slaughter.
- We will always eat meat. To share the planet together, we have to do it differently.
- Engineering a natural and innovative process to grow meat for the world.
- It is delicious.
- GOOD Meat allows us to respect animals, eat the food we love and feed our growing planet.
- GOOD Meat is safer for all our families.
- We only have this planet.

---

### ANGLE

- Sostenibilità ambientale
- Benessere degli animali
- Tecnologia
- Gusto
- Sicurezza alimentare

---

### VARIABILI

- *sust*
- *animal\_friendly*
- *lab\_meat\_health*

---

## MEATECH 3D

---

- Delicious, nutritious, safe, and consistent.
- We will allow a growing global population to continue enjoying meat while preserving our ecosystems, keeping our food and freshwater secure, and protecting the welfare of animals.
- Devour a good steak. Not the planet.
- We're on a mission to make real meat sustainable.
- Innovative mechanical engineering, advanced cellular biology and a passion for sustainable food.
- Humanity needs a safe, secure source of meat that is harmless to animals and the planet.
- The world must transition to a global food system that can provide safe and sustainable nutrition for all humanity.

---

### ANGLE

- Sostenibilità ambientale
- Benessere degli animali
- Tecnologia
- Gusto
- Sicurezza alimentare

---

### VARIABILI

- *sust*
- *animal\_friendly*
- *lab\_meat\_health*

---

## UPSIDE FOODS

---

- Delicious meat grown directly from animal cells.
- From the first taste to the final bite, our cultivated meat is flavorful, tasty, tempting, and dare we say, delicious!
- Our cultivated meat is grown in a controlled environment with no need to raise and slaughter billions of animals.
- Humane & Safe.
- Progress for people, animals, and planet.
- What if we could grow beef with only half the water and protect our oceans from the pollution of manure and fertilizer?
- What if we could eat meat without worrying about what's in it or the health consequences of how it's made?
- What if we could grow all the meat we want from the cells of a small number of healthy animals—without needing to raise, transport, and slaughter billions every year?
- What if we could eliminate nearly 124 million tons of annual CO2 emissions from our atmosphere and cut the air pollution caused by animal farming in half?

---

### ANGLE

- Gusto
- Benessere degli animali
- Sostenibilità ambientale
- Sicurezza alimentare

---

### VARIABILI

- *lab\_meat\_health*
- *sust*
- *no\_impact*
- *animal\_friendly*

---

## SUPER MEAT

---

- SuperMeat's mission is to bring the world the highest quality chicken meat, grown directly from cells, in a sustainable and animal-friendly process.
- We believe cultivated meat will enhance the food system, providing nutritional security, drastically reducing carbon emissions, and increasing food safety worldwide.
- SuperMeat chicken has a pure and deep flavour and aroma, providing a high-quality chicken experience in every cut.
- Our meat is produced from high-quality, healthy chicken cells, with no genetic engineering involved. It is grown in a nutritious feed, with no antibiotics and in a completely contaminant-free environment.
- The cultivated chicken production process uses significantly less water, resources, and energy to produce. Vast acres of land will be saved as production scales up vertically.

---

### ANGLE

- Sostenibilità ambientale
- Benessere degli animali
- Sicurezza alimentare
- Caratteristiche sensoriali

---

### VARIABILI

- *sust*
- *animal\_friendly*
- *lab\_meat\_health*

---

## MEATABLE

---

- We want to satisfy the world's appetite for meat without harming people, animals or the planet.
- What we don't love is industrial farming. It's bad for the planet. And, of course, it's cruel to animals, too.
- It isn't like meat. It is meat.
- Efficient. Sustainable. Harm-free. And most importantly of all, delicious.
- Clean conscience. Cleaner planet.

---

### ANGLE

- Sostenibilità ambientale
- Benessere degli animali
- Gusto

---

### VARIABILI

- *meat\_health*
- *sust*
- *no\_impact*
- *animal\_friendly*

Innanzitutto, bisogna specificare che le variabili attribuite agli *angle* trovati cercano di spiegare il loro concetto; tuttavia, non misurano in modo completo i concetti espressi dalla comunicazione utilizzata dalle aziende e non è detto che siano le uniche variabili in grado di spiegare gli *angle* di riferimento.

In generale, le aziende analizzate conducono una comunicazione simile incentrata sull'innovazione e i benefici della carne sintetica. Tutte le aziende riprendono costantemente il tema del benessere degli animali e della sostenibilità, due fattori particolarmente significativi anche nell'analisi di regressione precedentemente condotta. Sei aziende su otto dedicano ampio spazio anche alla sicurezza alimentare. Infatti, nei canali analizzati, viene ampiamente spiegato il sistema di produzione della carne sintetica e le aziende cercano di trasmettere fiducia riguardo la sicurezza alimentare del prodotto. Per esempio, viene spesso specificato che non vengono utilizzati ormoni o antibiotici e che la carne sintetica non è un prodotto OGM. Viene anche spiegato che la carne sintetica cresce in un ambiente privo di contaminazioni e che il prodotto rispetta rigidi standard di sicurezza. Infine, vengono anche enfatizzati i valori nutrizionali della carne sintetica. Invece, poche aziende trattano il tema del costo. Queste aziende spiegano che la tecnologia, la scalabilità e l'efficienza dei processi consentiranno in un futuro non troppo lontano di raggiungere la parità di prezzo con la carne convenzionale. Le aziende, inoltre, spiegano, anche attraverso illustrazioni grafiche efficaci ed intuitive, l'impatto della produzione della carne convenzionale sull'ambiente. La sicurezza alimentare relativa alla carne sintetica viene considerata solamente da un'azienda. In questo caso non si tratta di spiegare l'impatto ambientale della carne convenzionale, ma piuttosto la sua minore sicurezza

alimentare rispetto alla carne da laboratorio, dovuta all'utilizzo di antibiotici ed altre sostanze nel processo di produzione ed allevamento degli animali.

Nella comunicazione condotta dalle aziende, tuttavia, vengono utilizzate anche delle prospettive che tengono conto di fattori non analizzati nel modello di regressione. Molte aziende, per esempio, fanno leva sulla tecnologia utilizzata nel processo di produzione. In particolare, viene enfatizzato il concetto di rivoluzione tecnologica e scientifica a favore del pianeta e delle persone. Anche il gusto e le altre caratteristiche sensoriali vengono spesso comunicate. Le aziende veicolano l'idea che la carne sintetica non è un sostituto o un'alternativa della carne, ma che si tratta di carne vera e propria che, oltre all'aspetto, riprende anche tutte le caratteristiche sensoriali. Questo fattore viene spesso risaltato e si tratta di uno dei pochi fattori che non si concentra sui benefici del consumo della carne sintetica (come il benessere degli animali o la sostenibilità ambientale), ma piuttosto si concentra sugli attributi del prodotto.

Infine, confrontando la comunicazione analizzata con i cluster ottenuti nel precedente paragrafo, si può dedurre che al momento le aziende si stiano riferendo principalmente al segmento di mercato corrispondente al secondo cluster. Infatti, la sostenibilità ambientale, il benessere degli animali e la sicurezza alimentare della carne sintetica sono fattori che identificano il secondo cluster.

## CONCLUSIONE

La carne sintetica, a prescindere dai dibattiti che genera, è sicuramente un prodotto rivoluzionario ed innovativo. Grazie alla tecnologia e alla scienza che sono alla base della sua produzione, potrebbe essere in grado di risolvere diversi problemi che affliggono il nostro pianeta. Trattandosi di un prodotto alimentare, la strada che porta alla commercializzazione è sicuramente travagliata e piena di ostacoli, in quanto le aziende devono rispettare rigidi standard di sicurezza. Tuttavia, molti Paesi del mondo, primo tra tutti gli Stati Uniti, stanno aprendo le porte alla carne sintetica e la possibilità di poter vedere la carne da laboratorio tra gli scaffali di un supermercato sta diventando sempre più concreta. In Italia la situazione è ben differente, con il Governo che per il momento ha comunicato la sua assoluta contrarietà al commercio e al consumo della carne sintetica. Anche la popolazione italiana non sembra essere particolarmente favorevole. Bisogna tuttavia tenere conto che la carne sintetica è un prodotto appena nato e non commercializzato in Italia; quindi, i risultati ottenuti si basano principalmente sulla percezione della carne sintetica e non su un assaggio o un test diretto sul prodotto. La sperimentazione sta continuando a progredire e la stessa analisi condotta tra qualche anno potrebbe portare a risultati diversi. L'analisi proposta in questo elaborato è comunque una base di partenza utile per la comunicazione delle aziende, le quali possono utilizzare i fattori che influiscono sulla propensione al consumo di carne sintetica come leve di marketing.

Per capire come si evolverà il mercato è necessario attendere alcuni anni, quando diversi Paesi avranno consentito la commercializzazione e un numero consistente di consumatori avrà provato la carne sintetica.



## BIBLIOGRAFIA - SITOGRAFIA

- 1) Anna Katharina Heidmeier, Ramona Teuber (2022), “*Acceptance of in vitro meat and the role of food technology neophobia, dietary patterns and information – Empirical evidence for Germany*”, British Food Journal, doi: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-03-2022-0244/full/html#sec004>.
- 2) Ansa, 2021, “Adolescenti come Greta Thunberg, sempre più sensibili alla sostenibilità ambientale”, disponibile su: [https://ansa.it/canale\\_lifestyle/notizie2021](https://ansa.it/canale_lifestyle/notizie2021).
- 3) A. Parodi, A. Leip, I.J.M. De Boer, P.M. Slegers, F. Ziegler, E.H.M. Temme, *et al.*, “*The potential of future foods for sustainable and healthy diets*”, Nature Sustainability, 1 (12), pp. 782-789, doi: <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0189-7#citeas>.
- 4) Ashkan Pakseresht, Sina Ahmadi Kaliji, Maurizio Canavari (2022), “*Review of factors affecting consumer acceptance of cultured meat*”, Appetite, Volume 170, doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105829>.
- 5) Bloomberg, 2021, “*Plant-based Foods Market to Hit \$162 Billion in Next Decade*” Projects Bloomberg Intelligence, doi: <https://www.bloomberg.com/company/press/plant-based-foods-market-to-hit-162-billion-in-next-decade-projects-bloomberg-intelligence/>.
- 6) Bryant, C. and Barnett, J. (2018), “*Consumer acceptance of cultured meat: a systematic review*”, Meat Science, Vol. 143, pp. 8-17, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.008>.
- 7) Business Wire (2020), “*Eat just follows regulatory approval with historic, first-ever sale of cultured meat*”, disponibile su: <https://www.businesswire.com/news>.
- 8) Caroline Giezenaar, A. Jonathan R. Godfrey, Olivia J. Ogilvie, Petra Coetzee, Maheeka Weerawarna N.R.P., Meika Foster, Joanne Hort (2023), “*Perceptions of Cultivated Meat in Millennial and Generation X Consumers Resident in Aotearoa New Zealand*”, Sensory and Consumer Science for a More Sustainable World, doi: <https://doi.org/10.3390/su15054009>.
- 9) Center for Food Safety, 2020, “*Is lab-grown meat healthy and safe to consume?*”, doi: <https://www.centerforfoodsafety.org/blog/6458/is-lab-grown-meat-healthy-and-safe-to-consume>.

- 10) Christopher Bryant, Julie Barnett (2020), “*Consumer Acceptance of Cultured Meat: An Updated Review*”, *New Frontiers in Meat Science and Technology*, doi: <https://doi.org/10.3390/app10155201>.
- 11) Daniele Asioli, Claudia Bazzani, Rodolfo M. Nayga Jr (2021), “*Are consumers willing to pay for in-vitro meat? An investigation of naming effects*”, *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, pp. 356-375, doi: <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12467>.
- 12) Dawkins, M.S. (2008), “*The science of animal suffering*”, *Ethology*, Vol. 114, pp. 937-945, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2008.01557.x>.
- 13) Deborah Temple, Xavier Manteca, 2020, “*Animal Welfare in Extensive Production System is Still an Area of Concern*”, *Front. Sustain., Food Syst.*, Vol. 4, doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.545902>.
- 14) Ellen J. Van Loo, Vincenzina Caputo, Jayson L. Lusk (2020), “*Consumer preferences for farm-raised meat, lab-grown meat, and plant-based meat alternatives: Does information or brand matter?*”, *Food Policy*, Volume 95, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101931>.
- 15) F. Curtain, S. Grafenauer, “*Plant-based meat substitutes in the flexitarian age: An audit of products on supermarket shelves*”, *Nutrients*, 11 (11) (2019), p. 2603, doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31671655/>.
- 16) Food Navigator, 2023, “*Europe ‘lagging’ in lab grown meat investments*”, doi: <https://www.foodnavigator.com/Article/2023/01/30/europe-lagging-in-lab-grown-meat-investments>.
- 17) Godfray, 2019, “*Meat: the future series alternative proteins*”, *World Economic Forum*, 1-33, doi: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_White\\_Paper\\_Alternative\\_Proteins.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Alternative_Proteins.pdf).
- 18) Good Food Institute, 2022, “*2022 Cultivated Meat State of the Industry Report*”, doi: <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Cultivated-Meat-State-of-the-Industry-Report-2.pdf>.
- 19) Goodwin e Shoulders, 2013, “*The future of meat: A qualitative analysis of cultured meat media coverage*”, *Meat Sci*, 95: 445-450, doi: [10.1016/j.meatsci.2013.05.027](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.027).
- 20) Goodwin, J.N. and Shoulders, C.W. (2013), “*The future of meat: a qualitative analysis of cultured meat media coverage*”, *Meat Science*, Vol. 95, pp. 445-450, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.027>.

- 21) GreenBiz, 2022, “*Lab meat has 3 big problems. Is it time for a pivot?*”, doi: <https://www.greenbiz.com/article/lab-meat-has-3-big-problems-it-time-pivot>.
- 22) Hoek AC, Luning PA, Stafleu A, de Graaf C. 2004, “*Food-related lifestyle and health attitudes of Dutch vegetarians, non-vegetarian consumers of meat substitutes, and meat consumers*”, *Appetite*, 42: 265-272, doi: [10.1016/j.appet.2003.12.003](https://doi.org/10.1016/j.appet.2003.12.003).
- 23) Il Fatto Quotidiano, 2023, “*Carne sintetica, l’Italia la vieta: alla scienza serve tempo, ma i vantaggi sarebbero molteplici*”, doi: <https://www.ilfattoquotidiano.it/2023/04/04/carne-sintetica-litalia-la-vieta-alla-scienza-serve-tempo-ma-i-vantaggi-sarebbero-molteplici/7118443/>.
- 24) Il Sole 24 Ore, 2023, “*Carne sintetica: il governo vieta la produzione ma non l’import*”, doi: <https://www.ilsole24ore.com/art/carne-sintetica-governo-vieta-produzione-ma-non-l-import-AE3pnyAD>.
- 25) Jennifer Penn, 2018, “*Cultured Meat: Lab-Grown Beef and Regulating the Future Meat Market*”, *Journal of Environmental Law and Policy*, Vol. 36, doi: <https://doi.org/10.5070/L5361039902>.
- 26) Kevin Kantono, Nazimah Hamid, Maya Murthy Malavalli, Ye Liu, Tingting Liu, Ali Seyfoddin (2022), “*Consumer Acceptance and Production of In Vitro Meat: A Review*”, *Sustainable Food Byproduct Valorisation and Consumer Behaviour*, doi: <https://doi.org/10.3390/su14094910>.
- 27) Laestadius, L.I. and Caldwell, M.A. (2015), “*Is the future of meat palatable? Perceptions of in vitro meat as evidenced by online news comments*”, *Public Health Nutrition*, Vol. 18, pp. 2457-2467, doi: <https://www.cambridge.org/core/journals/public-health-nutrition/article/is-the-future-of-meat-palatable-perceptions-of-in-vitro-meat-as-evidenced-by-online-news-comments/99ABC527FD839475BDD0BDEB2727F3F6>.
- 28) Leroy, F. and Praet, I. (2017), “*Animal killing and postdomestic meat production*”, *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, Vol. 30, pp. 67-86, doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10806-017-9654-y>.
- 29) Linnea I. Laestadius (2015), “*Public Perceptions of the Ethics of In-vitro Meat: Determining an Appropriate Course of Action*”, *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*”, doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10806-015-9573-8>.

- 30) Livia Garcez de Oliveira Padilha, Lenka Malek, Wendy J. Umberger (2021), “*Food choice drivers of potential lab-grown meat consumers in Australia*”, *British Food Journal*, doi: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-03-2021-0214/full/html#sec001>.
- 31) Livia Garcez de Oliveira Padilha, Lenka Malek, Wendy J. Umberger (2022), “*Consumers’ attitudes towards lab-grown meat, conventionally raised meat and plant-based protein alternatives*”, *Food Quality and Preference*, Volume 99, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104573>.
- 32) L. Malek, W.J. Umberger, “*How flexible are flexitarians? Examining diversity in dietary patterns, motivations and future intentions*”, *Cleaner and Responsible Consumption*, 3 (2021), p. 100038, doi: <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100038>.
- 33) Lu Chen, Donovan Guttieres, Andrea Koenigsberg, Paul W. Barone, Anthony J. Sinskey, Stacy L. Springs, 2022, “*Large-scale cultured meat production: trends, challenges and promising biomanufacturing technologies*”, *Biomaterials*, Vol. 280, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2021.121274>.
- 34) Lynch, J. and Pierrehumbert, R. (2019), “*Climate impacts of cultured meat and beef cattle*”, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Vol. 3, pp. 1-11, doi: [10.3389/fsufs.2019.00005](https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00005).
- 35) Mancini, M.C. and Antonioli, F. (2019), “*Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy*”, *Meat Science*, Vol. 150, pp. 101-110, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.12.014>.
- 36) Mattick, C.S., Landis, A.E., Allenby, B.R. and Genovese, N.J. (2015), “*Anticipatory life cycle analysis of in vitro biomass cultivation for cultured meat production in the USA*”, *Environmental Science and Technology*, Vol. 49, pp. 11941-11949, doi: [10.1021/acs.est.5b01614](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01614).
- 37) M.C. Onwezen, E.P. Bouwman, M.J. Reinders, H. Dagevos, “*A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat*”, *Appetite*, 159 (2021), p. 105058, doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105058>.
- 38) Meike Rombach, David Dean, Frank Vriesekoop, Wim de Koning, Luis Kluwe Aguiar, Martin Anderson, Philippe Mongondry, Mark Oppong-Gyamfi, Beatriz Urbano, Cristino Alberto Gómez Luciano, Wendy Hao, Emma Eastwick, Zheng (Virgil) Jiang, Anouk

Boereboom (2022), “*Is cultured meat a promising consumer alternative? Exploring key factors determining consumer's willingness to try, buy and pay a premium for cultured meat*”, *Appetite*, Volume 179, doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106307>.

39) Michael Siegrist, Bernadette Sutterlin, Christina Hartmann (2018), “*Perceived naturalness and evoked disgust influence acceptance of cultured meat*”, *Meat Science*, Vol. 139, pp. 213-219, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.007>.

40) Nicolas Treich, 2021, “*Cultured Meat: Promises and Challenges*”, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 79, pp 33-61, doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-021-00551-3#Sec7>.

41) Our World in Data, 2019, “*Meat and Dairy production*”, doi: <https://ourworldindata.org/meat-production>.

42) Our World in Data, 2021, “*Yearly number of animals slaughtered for meat, World, 1961 to 2021*”, doi: <https://ourworldindata.org/grapher/animals-slaughtered-for-meat?yScale=log>.

43) Parodi, A., Leip, A., De Boer, I.J.M., Slegers, P.M., Ziegler, F., Temme, E.H.M., Herrero, M., Tuomisto, H., Valin, H., Van Middelaar, C.E., Van Loon, J.J.A. and Van Zanten, H.H.E. (2018), “*The potential of future foods for sustainable and healthy diets*”, *Nature Sustainability*, Vol. 1, pp. 782-789, doi: <https://research.wur.nl/en/publications/the-potential-of-future-foods-for-sustainable-and-healthy-diets>.

44) Post, M. (2012), “*Cultured meat from stem cells: challenges and prospects*”, *Meat Science*, Vol. 92, pp. 297-301, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.008>.

45) Post, M. (2014), “*Cultured beef: medical technology to produce food*”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 94, pp. 1039-1041, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6474>.

46) Post, M.J., Levenberg, S., Kaplan, D.L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C.J., Negowetti, N., Verzijden, K. and Moutsatsou, P. (2020), “*Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat*”, *Nature Food*, Vol. 1, pp. 403-415, doi: <https://www.nature.com/articles/s43016-020-0112-z>.

47) Ramona Weinrich, Micha Strack, Felix Neugebauer (2020), “*Consumer acceptance of cultured meat in Germany*”, *Meat Science*, Vol. 162, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107924>.

- 48) Sadler MJ. 2004, “*Meat alternatives—market developments and health benefits*”. *Trends Food Sci Technol*, 15: 250-260, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.003>.
- 49) Satnam Singh, Wee Swan Yap, Xiao Yu Ge, Veronica Lee Xi Min, Deepak Choudhury, 2022, “*Cultured meat production fuelled by fermentation*”, *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 120, pp 48-58, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.028>.
- 50) S. Chriki, J.F. Hocquette, “*The myth of cultured meat: A review*”, *Frontiers Nutrition*, 7 (2020), doi: [10.3389/fnut.2020.00007](https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007).
- 51) Sghaier Chriki, Jean-Francois Hocquette, 2020, “*The Myth of Cultured Meat: A Review*”, *Nutrition and Food Science Technology*, Vol. 7, doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007>.
- 52) Shengyong NG, Motoichi Kurisawa, 2021, “*Integrating biomaterials and food biopolymers for cultured meat production*”, *Acta Biomaterialia*, Vol. 124, pp 108-129, doi: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.01.017>.
- 53) S. van Vliet, J.R. Bain, M.J. Muehlbauer, F.D. Provenza, S.L. Kronberg, C.F. Pieper, *et al.*, “*A metabolomics comparison of plant-based meat and grass-fed meat indicates large nutritional differences despite comparable Nutrition Facts panels*”, *Scientific Reports*, 11 (1) (2021), doi: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-93100-3>.
- 54) Swartz, E. (2021), “*Anticipatory Life Cycle Assessment and Techno-Economic Assessment of Commercial Cultivated Meat Production*”, The Good Food Institute, Washington, DC, doi: <https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/03/cultured-meat-LCA-TEA-policy.pdf>.
- 55) Tae Kyung Hong, Dong-Min Shin, Joonhyuk Choi, Jeong Tae Do, Sung Gu Han, 2021, “*Current Issues and Technical Advances in Cultured Meat Production: A Review*”, *Food Science of Animal Resources*, Vol. 41, pp 355-372, doi: [10.5851/kosfa.2021.e14](https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e14).
- 56) Tanja Zidarič, Marko Milojević, Jernej Vajda, Boštjan Vihar & Uroš Maver, 2020, “*Cultured Meat: Meat Industry Hand in Hand with Biomedical Production Methods*”, *Food Engineering Reviews*, Vol. 12, pp 498-519, doi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12393-020-09253-w#citeas>.
- 57) The Guardian, 2020, “*No-kill, lab-grown meat to go on sale for first time*”, disponibile su: <https://www.theguardian.com/environment/2020/dec/02/no-kill-lab-grown-meat-to-go-on-sale-for-first-time>.

- 58) The Guardian, 2022, “*US declares lab-grown meat safe to eat in “groundbreaking” move*”, doi: <https://www.theguardian.com/food/2022/nov/18/lab-grown-meat-safe-eat-fda-upside-foods>.
- 59) Tuomisto, H.L. and Teixeira De Mattos, M.J. (2011), “*Environmental impacts of cultured meat production*”, Environmental Science and Technology, Vol. 45, pp. 6117-6123, doi: [10.1021/es200130u](https://doi.org/10.1021/es200130u).
- 60) Tuomisto, H.L., Ellis, M.J. and Hastrup, P. (2014), “*Environmental impacts of cultured meat: alternative production scenarios*”, Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector, pp. 8-10, doi: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC91013>.
- 61) United Nations, 2019, “*World population prospect*”, doi: [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/wpp2019\\_10KeyFindings.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/wpp2019_10KeyFindings.pdf).
- 62) Wim Verbeke, Afrodita Marcu, Pieter Rutsaert, Rui Gaspar, Beate Seibt, Dave Fletcher, Julie Barnett (2015), “*‘Would you eat cultured meat?’: Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom*”, Meat Science, Vol. 102, pp. 49-58, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.11.013>.
- 63) Wim Verbeke, Pierre Sans, Ellen J. Van Loo (2015), “*Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat*”, Journal of Integrative Agriculture, Vol. 14, pp. 285-294, doi: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60884-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60884-4).
- 64) Yongli Ye, Jingwen Zhou, Xin Guan, Xiulan Sun, 2022, “*Comercialization of cultured meat product: current status, challenges, and strategic prospects*”, Future Food, Vol. 6, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100177>.



## **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio il Professor Aliverti per avermi seguito lungo la stesura dell'elaborato e per aver sempre risposto in modo esaustivo ad ogni mio dubbio.

Ringrazio anche la mia famiglia, i miei amici e i miei compagni di corso che si sono sempre dimostrati disponibili e hanno reso ancor più gradevole il mio percorso universitario.