

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE POLITICHE,
GIURIDICHE E STUDI INTERNAZIONALI

Corso di laurea Triennale in Scienze Politiche, Relazioni
Internazionali, Diritti Umani



La svolta sostenibile nel mercato agroalimentare:
la carne in vitro.

Analisi del nuovo prodotto, delle sue
ripercussioni sul mercato e dell'atteggiamento
socio-politico italiano internazionale.

Relatore: Prof. Arrigo Opocher

Laureando: Renato Gobattoni

matricola N. 2009150

A.A. 2022/2023

*A coloro che non sono riusciti a far valere il proprio volere,
a chi lotta ogni giorno per la propria autodeterminazione,
a chi non ha il supporto per essere chi vuole,
alla forza e il coraggio di urlare a gran voce chi siamo veramente.*

Indice

Introduzione

- 1. Il consumo di carne e i problemi ambientali**
 - 1.1.1. La crescita demografica e la sovra richiesta**
 - 1.1.2. Alla base del cambiamento climatico**
 - 1.1.3. Aumento demografico e risorse alimentari**
 - 1.2. Le conseguenze negative della produzione: impatto ambientale degli allevamenti intensivi**
 - 1.2.1. Le emissioni antropogeniche derivanti il commercio**
 - 1.2.2. Calcolo delle emissioni**
 - 1.2.3. Prime considerazioni**
- 2. Un'alternativa sostenibile: la carne in vitro**
 - 2.1. Quadro storico: da Churchill al primo *cultured meat burger***
 - 2.2. Il processo di produzione e analisi nutrizionale**
 - 2.2.1. Il processo di sviluppo**
 - 2.2.2. Valori nutrizionali**
 - 2.2.3. Attuale stato dell'arte: quadro internazionale sulla produzione**
 - 2.2.4. Overview degli investimenti**
- 3. Conseguenze positive e negative della carne coltivata**
 - 3.1.1. Sicurezza alimentare**
 - 3.1.2. Un prodotto sostenibile per l'ambiente**
 - 3.1.3. Svantaggi della carne coltivata**
 - 3.1.4. Comparazione tra l'impatto ambientale della carne tradizionale e carne in vitro**
 - 3.2. Un prodotto nuovo sul mercato: minaccia o innovazione**
 - 3.2.1. Verso una transizione interna al sistema alimentare: prime teorie**
 - 3.2.2. Transizione delle proteine animali: verso il fallimento?**
 - 3.2.3. La sostenibilità come motore di innovazione**
 - 3.2.4. Considerazioni**

4. Quadro socio-politico: dall'Italia alla visione europea

- 4.1. L'atteggiamento e la reazione dell'acquirente al nuovo prodotto**
 - 4.1.1. Sondaggi sugli acquirenti: analisi e risultati**
 - 4.1.2. Fattori che influenzano l'atteggiamento verso la carne coltivata**
- 4.2. Il caso italiano: awarness gap degli italiani e un possibile proibizionismo**
 - 4.2.1. Awarness gap degli italiani nel rapporto consumo-cambiamento climatico**
 - 4.2.2. La sostenibilità legata all'industria zootecnica: informazione e consapevolezza**
 - 4.2.3. Le motivazioni della non-consapevolezza degli italiani sull'industria zootecnica**
 - 4.2.4. Un possibile proibizionismo di governo**
- 4.3. Prospettiva europea: dal Green Deal agli accordi sulla sicurezza alimentare**
 - 4.3.1. Il quadro europeo per le politiche relative alla sostenibilità alimentare**
 - 4.3.2. Sicurezza alimentare nell'Unione Europea**
 - 4.3.3. Legislazione Europea per i nuovi alimenti**
 - 4.3.5. Considerazioni**

Conclusione

Bibliografia e Sitografia

Introduzione

In un contesto come quello odierno, in cui la crisi ambientale avanza rapidamente, ci si interroga su quali siano le cause principali di un cambiamento climatico così veloce. In una società basata sull'extra consumo, la non considerazione dell'esauribilità e fugacità delle risorse a nostra disposizione porterà a mettere a dura prova la sopravvivenza delle generazioni future.

Le conseguenze causate dalla crisi climatica, lo sfruttamento del suolo, la crisi idrica e le disuguaglianze sociali hanno portato alla ricerca di prodotti nuovi su cui investire che vadano a ridurre al minimo l'impatto ambientale.

Un'analisi attenta delle ragioni alla base del fenomeno, viste sia da un punto di vista sociale, sia da un punto di vista economico-politico, portano alla riflessione su quanto le nostre abitudini quotidiane, con particolare riferimento a quelle alimentari, possano avere delle ripercussioni sul benessere del pianeta Terra.

In particolare, esaminando l'impatto ambientale dell'industria zootecnica, si mira nel presente elaborato ad analizzare le conseguenze della dieta occidentale, con l'introduzione di nuovi prodotti agroalimentari che mirano a ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente. A tal proposito, si procederà con un'analisi della carne in vitro, prodotto sintetico ricreato in laboratorio che incrocia scienza e tecnologia all'avanguardia, tra cui scienza alimentare, biologia, medicina, ingegneria, scienza dei materiali e scienza alimentare globale innovativa. La procedura di produzione prevede la raccolta iniziale di cellule idonee con il potenziale di formare muscoli, per poi espanderne notevolmente il numero in un bioreattore, al fine di ricreare un prodotto alimentare proteico che arrivi a combaciare con le caratteristiche della carne animale.

Il lavoro si presenta così strutturato.

Nel primo capitolo si mira a esporre le motivazioni alla base del cambiamento climatico, con particolare riferimento all'aumento demografico e alla sovrarichiesta di prodotti alimentari di origine animale, proponendo un'analisi attenta delle conseguenze ambientali che sono apportate dalla produzione, commercio e consumo dei prodotti dell'industria zootecnica.

L'analisi condotta mira a esporre, nel secondo capitolo, il processo di produzione del nuovo prodotto, il suo effettivo stato dell'arte e i relativi valori nutrizionali, soffermandosi successivamente sulle conseguenze che la carne sintetica ha nel momento in cui entra in un mercato internazionale che presenta approcci diversi all'ingresso di un alimento come quello in analisi.

Sempre nella seconda parte dell'elaborato si andranno ad analizzare oltre che l'impatto sul pianeta apportato dalla produzione e commercio della carne in vitro, anche le possibili ripercussioni che questo prodotto innovativo ha su altri settori del mercato internazionale, come quello agricolo e pastorizio.

Inoltre, l'ingresso di un alimento così lontano dall'abitudine culinaria occidentale, potrebbe creare dello scontento negli acquirenti rischiando di non essere considerato come prodotto alimentare valido o sicuro per il consumatore.

Alla luce di questa premessa, nel terzo capitolo ci si soffermerà sull'analisi dell'atteggiamento assunto dagli acquirenti e alle politiche interne agli stati, con particolare riferimento all'Italia, dove si potrebbe evincere un possibile proibizionismo di governo che potrebbe portare alla negazione dell'ingresso nel mercato di un prodotto che ha tutte le caratteristiche per andare a sostituire, e di conseguenza limitare, il consumo dei prodotti dell'industria zootecnica.

Andando a presentare il quadro socio-politico italiano in materia, il focus si allarga sulla prospettiva europea, dove si riscontra una legislazione che va a garantire sia l'acquisizione e l'ingresso nel mercato di prodotti innovativi, i *novel food*, sia a tutelare l'acquirente da prodotti che potrebbero nuocere alla sua salute e incolumità.

Alla luce delle premesse qui esposte, lo studio effettuato e le fonti prese in esame portano a una consapevolezza della gravità e dello stadio di avanzamento della crisi ambientale e climatica, che spinge il lettore, oltre che a acquisire conoscenze socio-politiche e economiche necessarie per comprendere al meglio le nozioni esposte, a interrogarsi su quanto le azioni che caratterizzano la quotidianità odierna siano effettivamente funzionali per il mantenimento e il benessere di un pianeta che dovrà essere preservato per le future generazioni.

1. Il consumo di carne e i problemi ambientali

1.1.1. La crescita demografica e la sovra richiesta

Lotta alla fame, domanda alimentare, dibattito sulla crescita della popolazione, cambiamento climatico sono tutte tematiche di grande rilievo sociale e politico ai nostri giorni, che sono strettamente accomunate da diversi fattori e che stanno avendo sempre più peso e valenza nelle scelte quotidiane della popolazione mondiale.

La FAO ha stimato che nel periodo 2001-2007 il 37% dei cereali nel mondo è stato utilizzato per gli allevamenti di bestiame. ¹

“Gli allevamenti intensivi sono una delle maggiori cause di inquinamento, sia per le emissioni di metano da queste grandi concentrazioni di animali, sia per la continua crescente distruzione di foreste per far posto agli allevamenti, e le foreste sono il più efficace polmone che permette alla nostra atmosfera di rigenerarsi” ², sostiene la astrofisica Margherita Hack.

Secondo la comunità scientifica internazionale, se nessun’azione significativa dovesse essere intrapresa entro i prossimi anni, le temperature globali aumenteranno fino a superare un incremento di 1,5 gradi.

Le implicazioni globali della crescita dell’industria zootecnica, in particolare se si vanno a considerare i problemi provocati dalle malattie di origine alimentare, dalla farmaco-resistenza e dalle potenziali pandemie, sono allarmanti. Le industrie avicole di India e Cina sono cresciute a un tasso variabile tra il cinque e il tredici per cento annuo negli ultimi trent’anni: ciò ci porta a pensare che se si iniziasse a mangiare pollo con la stessa frequenza degli USA anche in questi paesi, senza considerare l’aumento demografico e di conseguenza l’aumento della richiesta, si consumerebbero il totale del pollame disponibile sul nostro pianeta. Di conseguenza se tutto il mondo seguisse l’esempio americano, arriveremmo a consumare più di centosessantacinque miliardi di polli all’anno. ³

¹ FAO. World Livestock 2011 – Livestock in food security. Rome: FAO, 2011.

² Margherita Hack, intervento prof.ssa Margherita Hack alla terza giornata de “La coscienza degli animali”.

³ Jonathan Safran Foer, ‘*Se Niente Importa*’, Maggio 2020

Alla luce di queste premesse allarmanti, si deve cercare di risalire alle motivazioni per le quali oggi la crisi ambientale è strettamente legata (o meglio dire causata) al settore primario, con riferimento particolare all'industria zootecnica, mirata a soddisfare una richiesta giorno dopo giorno sempre più ampia.

Prima di affrontare le conseguenze negative del settore in questione, con le possibili ed eventuali soluzioni proposte per il caso, si deve fare chiarezza su alcuni concetti alla base dell'analisi.

Innanzitutto bisogna fare dei chiarimenti su cosa intendiamo di fatto per inquinamento, come di fatto il settore primario sia parte attiva di questo fenomeno e di come l'aumento demografico sia anch'esso parte centrale di quest'analisi.

1.1.2. Alla base del cambiamento climatico

Secondo l'enciclopedia Treccani, l'inquinamento ambientale è *“il complesso delle contaminazioni che conseguono a varie attività umane alterando le caratteristiche dell'ambiente in cui l'uomo vive, comune”*.⁴ L'inquinamento ambientale può essere classificato come atmosferico, idrico e del suolo e, in base alla sua origine, possiamo ulteriormente catalogarlo in di origine domestica (derivante tutte le attività umane di tipo familiare e ricreativo), di origine industriale (generato invece dalle attività industriali, particolarmente eterogeneo e di carattere continuativo) o di origine agricola (costituito dagli scarti delle tre componenti principali agricola, quella umana, quella animale e quella tecnologica). Soffermandoci sulla componente animale, essa è costituita principalmente dalle emissioni che gli allevamenti, in particolare quelli intensivi, producono in quantità considerevoli.

Alla catalogazione dell'inquinamento atmosferico, bisogna aggiungere un ulteriore fattore che ha portato le conseguenze negative del settore primario ad aumentare vertiginosamente.

Si fa riferimento al fenomeno dell'aumento demografico, poiché la crescita esponenziale della popolazione stimola un continuo espandimento dei terreni adibiti a foraggiare le industrie alimentari, nonché a un aumento della richiesta di carne e derivati. Ciò causa una ricerca di terreni da convertire alla monocultura di

⁴ Enciclopedia Treccani, *“Inquinamento Ambientale”*

cereali e legumi (in particolare soia e grano) finalizzato alla pastorizia, da cui deriva ovviamente un aumento nell'utilizzo delle fonti idriche, in un contesto, quello odierno, in cui l'acqua si avvicina ad essere una fonte sempre meno che illimitata. Sia la crescita della popolazione che la pressione demografica sono stati un problema quasi costante, fornendo uno sfondo alla questione dello sviluppo umano. Ci si sofferma sul problema affrontandolo da una prospettiva di convenienza: problema di allocazione delle risorse, scarsità dell'offerta, difficoltà nel soddisfare la domanda. Per quanto l'aumento della popolazione sia un fenomeno allarmante, molti studiosi si approcciano alla problematica con una visione ottimista. Si considerino le parole dell'economista Julian L. Simon, il quale sostenne che il principale contributo che la crescita demografica sta dando alla società nel suo complesso è l'aggiunta di nuove conoscenze, non solo un tipo di sapere fornito da geni ma anche quello fornito da "gente comune geniale".⁵ Sicuramente, declinando queste parole in un ambiente sviluppato e ricco, la maggior parte della popolazione ha la possibilità di ricevere un'educazione e di conseguenza può contribuire alla crescita tecnologica e culturale della società. Dall'altro polo estremo della visione della crescita demografica, questa viene considerata come una grande piaga che grava sulla specie umana, che porterà a disastrose conseguenze, come l'esaurimento delle risorse, carestie e pandemie. Si ricordi il pensiero di Thomas Malthus, il quale credeva che se la naturale tendenza alla procreazione non venisse fermata, il numero della popolazione aumenterà a tal punto che le risorse per la sussistenza sulla pianeta Terra non saranno più sufficienti, o meglio saranno inesistenti.⁶ Nonostante Malthus si concentrò maggiormente al problema della povertà piuttosto che alla questione ambientale, è interessante ricordare come l'economista inglese riteneva che la crescita della popolazione seguisse un tasso geometrico quale 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 etc. dove le risorse disponibili crescessero

⁵ HOLLANDER, J. M. (2003). CAN THE EARTH FEED EVERYONE? In "The Real Environmental Crisis": *Why Poverty, Not Affluence, Is the Environment's Number One Enemy* (1st ed., pp. 38–54). University of California Press. <http://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnq5j.8>

⁶ HOLLANDER, J. M. (2003). CAN THE EARTH FEED EVERYONE? In *The Real Environmental Crisis: Why Poverty, Not Affluence, Is the Environment's Number One Enemy* (1st ed., pp. 38–54). University of California Press. <http://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnq5j.8>

secondo il tasso lineare di 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc. Egli ipotizzò un collasso della popolazione quando la domanda di cibo supererà l'offerta di cibo.⁷

Per quanto si possa riscontrare oggi uno sfondo di verità nella teoria appena esposta, le previsioni di Malthus, data la non considerazione dello sviluppo tecnologico, sono errate. Possiamo però sostenere che Malthus ebbe un'intuizione che potrebbe avere dei riscontri in quelli che sono stati gli studi demografici posteriori. Nel 1968 la paura derivante la crescita della popolazione globale ha portato studiosi a notare come durante il XX° secolo l'aumento demografico ha subito un'estrema accelerazione rispetto agli anni passati. Infatti, dall'anno 1000 sono serviti ben cinquecento anni per la popolazione mondiale per duplicarsi; dal 1500, trecento anni; dal 1800 solamente meno di centotrenta anni per duplicarsi nuovamente; e infine dal 1930 la successiva duplicazione è avvenuta in quaranta anni. L'attuale tasso di crescita della popolazione mondiale è di 1.3% per anno: decisamente rallentato rispetto ai tassi appena analizzati.⁶ Le Nazioni Unite hanno previsto che nel 2050 la popolazione mondiale toccherà i 9.3 miliardi di individui, cifra inferiore rispetto ai 10 miliardi previsti quattro anni fa.⁸

La figura 1 rappresenta la raffigurazione grafica della stima della crescita della popolazione mondiale nel 2050, calcolata dal Dipartimento degli affari economici e sociali delle Nazioni Unite. Il grafico rappresenta la stima di individui che la popolazione sul pianeta potrà raggiungere indipendentemente dal sesso e dall'età. Come accennato, rispetto alle stime precedenti, i numeri sono diminuiti, anche se le cifre rimangono comunque elevate per poter dichiarare che il numero che potenzialmente si potrebbe raggiungere data la stima sarà sostenibile.

⁷ HOLLANDER, J. M. (2003). CAN THE EARTH FEED EVERYONE? In *The Real Environmental Crisis: Why Poverty, Not Affluence, Is the Environment's Number One Enemy* (1st ed., pp. 38–54). University of California Press. <http://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnq5j>.

⁸ United Nations: data portal population division

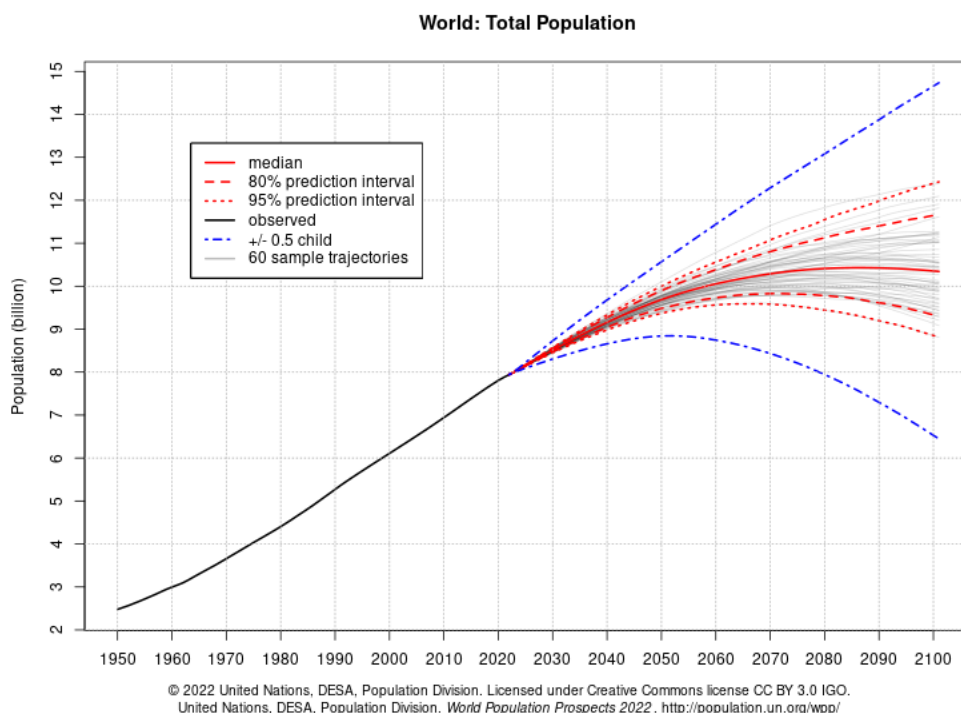


Fig. 1. United Nations: data portal population division. Popolazione stimata nel 2050

1.2.3. Aumento demografico e risorse alimentari

Alla luce dei dati raccolti quindi possiamo interrogarci sul come l'aumento demografico sia uno dei fattori alla base della crisi climatica. La richiesta di cibo aumenta esponenzialmente rispetto alla disponibilità delle risorse; la domanda di prodotti quali carne e derivati aumenta in maniera significativa. Il disboscamento, la conversione di appezzamenti di terreno in terreni agricoli per l'industria zootecnica, l'emissione di gas serra derivanti gli allevamenti intensivi sono quindi derivanti da un aumento della richiesta di cibo causata dall'aumento demografico su scala mondiale. Alla domanda se il pianeta è in grado di soddisfare le richieste di cibo di tutta la popolazione, una prima risposta potrebbe risultare affermativa, se non si considerano gli enormi impatti negativi che questa produzione avrebbe sull'ambiente. Andando più nello specifico, si consideri il fabbisogno di cibo ritenuto adeguato alla sussistenza di un individuo. Circa 2.300 calorie a persona fornirebbero una nutrizione adeguata se tutti, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo, avessero uguale accesso al cibo. ⁹ La FAO chiama questo livello di

⁹ Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation

nutrizione "fabbisogno medio giornaliero nazionale". Se si tiene conto di un livello moderato di disuguaglianza alimentare, la FAO porta il fabbisogno medio giornaliero a circa 3.000 calorie a persona. Il fabbisogno alimentare globale totale può essere calcolato moltiplicando il numero di calorie per persona per la popolazione mondiale. Quindi, se tutti i 9,3 miliardi di abitanti previsti nel mondo consumassero cibo al livello di 3.000 calorie al giorno, il fabbisogno alimentare totale annuo sarebbe di circa dieci milioni di miliardi di calorie.¹⁰ Affinché questa quantità di cibo possa essere prodotta dall'area coltivata attualmente (1,4 miliardi di ettari, ovvero l'11% della superficie mondiale), la resa annuale delle colture dovrebbe essere, in media, di circa sette milioni di calorie per ettaro di terreno coltivato.⁹ Ciò equivale, per la maggior parte delle colture, a una resa di circa 1,8 tonnellate per ettaro. Per fare un confronto, l'attuale resa del grano in alcune regioni aride dell'Africa è di circa 1 tonnellata per ettaro. Basterebbe il doppio di questa resa perché le attuali terre coltivate forniscano una dieta da 3.000 calorie ai 9,3 miliardi di abitanti previsti nel mondo. I Paesi industrializzati, ovviamente, fanno molto meglio di questo già oggi. Il grano viene prodotto attualmente con una resa media di 3 tonnellate per ettaro in Nord America e di 6 tonnellate per ettaro in Europa. Il mais viene prodotto negli Stati Uniti con una resa media di 8 tonnellate per ettaro, e sono state raggiunte rese premiate fino a 20 tonnellate per ettaro. In Corea del Sud si produce riso con una resa media di 6 tonnellate per ettaro. Nei prossimi decenni, l'applicazione di nuove tecnologie agricole e una migliore gestione dei sistemi agricoli hanno il potenziale per aumentare considerevolmente la produttività agricola nei Paesi in via di sviluppo. Ad esempio, la recente produzione con le tecnologie disponibili nella savana brasiliana, i cui terreni acidi erano finora ritenuti inutili per l'agricoltura, ha dato rese di 6 tonnellate per ettaro con l'irrigazione e di 3 tonnellate con l'alimentazione a pioggia. Nei Paesi industriali, si prevedono guadagni futuri minori perché la produttività media è già molto elevata.¹¹

¹⁰ Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation

¹¹ HOLLANDER, J. M. (2003). CAN THE EARTH FEED EVERYONE? In *The Real Environmental Crisis: Why Poverty, Not Affluence, Is the Environment's Number One Enemy* (1st ed., pp. 38–54). University of California Press. <http://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pnq5j.8>

Tutto sembrerebbe essere senza ripercussioni negative e avere una curva positiva se non si considera che, ad esempio, il 70% della superficie agricola dell'Unione Europea è destinata al foraggio, in quanto la carne e il latte sostituiranno sempre di più i cereali nella dieta della popolazione, richiedendo appunto all'agricoltura di fornire più mangimi per la produzione di carne e derivati.

EU

CEREALS SUPPLY & DEMAND

(thousand metric tonnes)

	2019/20	2020/21	2021/22 est.	2022/23 fc.	2023/24
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
	CEREALS	CEREALS	CEREALS	CEREALS	CEREALS
<i>last updated: 30/03/2023</i>					
Beginning stocks	39.631	42.814	40.966	47.246	48.390
Usable production	294.491	280.271	292.634	265.573	287.875
Area (thousand ha)	53.242	51.803	52.080	51.047	51.633
Yield (tonnes/ha)	5,5	5,4	5,6	5,2	5,6
Imports (from third countries)	25.849	21.052	22.302	35.082	26.346
Total supply	359.971	344.137	355.902	347.902	362.612
Total domestic use	262.047	260.299	260.760	255.321	255.926
Human consumption	58.546	58.426	58.813	59.286	59.557
Seed	9.076	8.981	8.981	8.981	8.981
Industrial uses	29.627	28.710	30.310	29.210	29.210
<i>of which bioethanol/biofuel</i>	11.398	10.995	11.895	10.795	10.995
Animal feed	163.030	162.500	160.900	156.250	156.450
Losses	1.767	1.682	1.756	1.593	1.727
Exports (to third countries)	55.110	42.872	47.895	44.190	47.878
Total use	317.157	303.171	308.656	299.512	303.804
Ending stocks****	42.814	40.966	47.246	48.390	58.808
Change in stocks****	3.183	-1.848	6.280	1.144	10.418

* Marketing year: from July to June

** Wheat = common wheat + durum wheat

*** Coarse grains = barley + maize + rye + sorghum + oats + triticale + other grains

**** At the end of the marketing year

Tabella 1. European Union. Balance sheets by sector. Cereals.

Come si nota dalla tabella 1 di dati raccolti dall'Unione Europea, la cultura dei cereali all'interno dei paesi dell'UE destinata al foraggio è decisamente maggiore rispetto a quella destinata al nutrimento della popolazione. Il che ci fa interrogare su quanto siano sostenibili nel tempo una cultura e un allevamento così intensivi, in particolar modo considerando che la curva di domanda degli alimenti di origine animale è sempre più ascendente, causata sia dalla tipologia di dieta sia dall'aumento demografico.

Sul tema in questione, Brian O'Neill, del Centro statunitense per la ricerca sull'atmosfera, commenta: "L'eventuale rallentamento della crescita della

popolazione non sarebbe sufficiente a risolvere il problema climatico, ma potrebbe dare un contributo positivo, soprattutto sul lungo termine".¹²

In un articolo apparso sulla rivista Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), un gruppo di scienziati austriaci, tedeschi e statunitensi afferma che il controllo della crescita della popolazione potrebbe contribuire a ridurre le emissioni fino al 29%, favorendo così il raggiungimento della riduzione prefissata per il 2050 per impedire che le temperature arrivino a livelli di guardia. Se la crescita della popolazione rimanesse entro livelli moderati, entro la fine del secolo sarebbe possibile raggiungere un valore di riduzione delle emissioni pari al 41%.¹³

Si conclude che l'aumento della richiesta di prodotti di origine animale è incrementato e sta incrementando, legato oltre che alla crescita demografica e di conseguenza alla maggiore richiesta, a un aumento della ricchezza e di occidentalizzazione di una dieta non sostenibile, che porta, come vedremo nel paragrafo successivo, all'aumento di conseguenze negative del commercio di prodotti di origine animale.

1.2 Le conseguenze negative della produzione: impatto ambientale degli allevamenti intensivi

1.2.1. Le emissioni antropogeniche derivanti il commercio

Le emissioni antropogeniche di gas serra (GHG) sono una causa primaria del riscaldamento globale.¹⁴ Mentre le emissioni di anidride carbonica (CO₂) derivanti dalla combustione di combustibili fossili e dai cambiamenti nell'uso del suolo costituiscono la quota maggiore di queste emissioni, i gas serra ‘non CO₂’ come il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O) contribuiscono in modo sostanziale all'aumento della temperatura terrestre.¹⁵

¹² Brian O'Neill del Centro statunitense per la ricerca sull'atmosfera, Commissione Europea

¹³ Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), Commissione Europea

¹⁴ Gruppo Intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) 2014

¹⁵ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

Le emissioni globali di CH₄ e N₂O rappresentano circa il 27,7% del forcing radiativo totale dall'era preindustriale¹⁶ e di queste, il settore zootecnico rappresentava circa il 25% nel 2001¹⁷. Pertanto, le emissioni dirette di CH₄ e N₂O provenienti dal bestiame a livello mondiale rappresentano circa il 9% del totale delle emissioni antropogeniche.¹⁸

Includendo le emissioni che si verificano in altri punti della catena di approvvigionamento dei prodotti zootecnici, come il trasporto e la produzione di mangimi, il bestiame rappresenta circa il 18% delle emissioni totali di gas serra di origine antropica. Le emissioni dirette di CH₄ da parte del bestiame derivano principalmente dai processi digestivi degli animali (come, ad esempio, la fermentazione enterica, che avviene solo nei ruminanti) e dalla decomposizione anaerobica del letame (gestione del letame); le emissioni di N₂O sono prodotte dalla nitrificazione e denitrificazione dell'azoto organico presente nel letame e nell'urina (anch'essa parte della gestione del letame).¹⁹

Diversi studi recenti hanno analizzato le implicazioni dell'aumento della domanda di prodotti zootecnici, stimando che le emissioni di CH₄ derivanti dalla fermentazione enterica potrebbero aumentare del 31% tra il 1990 e il 2030 e che le emissioni di N₂O derivanti dalla gestione delle deiezioni potrebbero aumentare del 20%.²⁰

Nel 2012 sono stati prodotti circa 310 Mt di carne nel mondo e la produzione di carne è aumentata di oltre il 300% rispetto ai livelli del 1961.²¹

Si tenga comunque sempre in considerazione che il consumo di carne varia regionalmente. La consumazione pro capite negli Stati Uniti, in Nuova Zelanda e in Australia è di circa 120 kg all'anno, mentre nei Paesi europei, in Argentina, Brasile e Venezuela il consumo medio è di circa 76 kg all'anno per persona.

¹⁶ EPA 2011

¹⁷ FAO 2014

¹⁸ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

¹⁹ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

²⁰ EPA 2011, Valin et al 2013

²¹ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) fornisce linee guida per stimare le emissioni di bestiame a livello regionale, prescrivendo tre livelli di dettaglio (*tiers*) che possono essere utilizzati a seconda dei dati disponibili.²²

Le linee guida dell'IPCC offrono una contabilità relativamente semplice e robusta per stimare le emissioni di gas serra prodotte in ciascun Paese. Due studi recenti utilizzano queste linee guida dell'IPCC per stimare le emissioni non CO₂ rilasciate dal bestiame, allocando le emissioni sulla base della domanda dei produttori.

Alla luce dei dati raccolti, si mira ora ad esplicitare come viene effettuato il calcolo delle emissioni, in questo caso, causate dall'industria zootecnica.

1.2.2. Calcolo delle emissioni

Per determinare le emissioni derivanti il commercio della carne è necessario innanzitutto stimare le emissioni dovute alla produzione di carne in ciascun Paese. Utilizziamo la metodologia *Tier 1* dell'IPCC e i dati sulle attività dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura per determinare le emissioni dovute alla produzione di carne bovina, suina e di pollo in ogni Paese. Per i bovini, i suini e i polli non da latte calcoliamo:

$$Emissioni = EF * A$$

dove le emissioni sono emissioni di gas serra, EF è l'emissione per unità di bestiame prodotto e A è il dato di attività.

Consultando un vasto paniere di studi e dati raccolti sulle emissioni agricoli concernenti il commercio di carne, degni di nota sono i risultati offerti da Dario Caro il quale, nella sua analisi comprendente 237 paesi, analizza le ripercussioni negative che il commercio di carne di bovino, suino e di pollo ha avuto nell'arco temporale 1990-2010.

Nel 2010, 36,1 Mt di emissioni di CO₂-eq erano legate alla carne prodotta in un Paese e consumata in un Paese diverso. Di questo totale, il 72% delle emissioni di CO₂-eq erano CH₄ e il 28% N₂O. In particolare, 26,7 Mt di CO₂-eq (74%), 7,3 Mt di CO₂-eq (20%) e 2,1 Mt di CO₂-eq (6%) emessi rispettivamente da carne di

²² Gruppo Intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) 2006.

manzo, maiale e pollo prodotta in un Paese sono stati consumati in un Paese diverso.

23

Nel 2010, il 2%, il 5% e il 4% delle emissioni globali di carne bovina, suina e di pollo sono state scambiate a livello internazionale, principalmente come esportazioni dal Sud America alla Russia e tra i Paesi europei. Le emissioni complessive di carne implicite nel commercio sono cresciute del 19% nel ventennio 1990-2010, e questa crescita è evidente per tutti e tre i tipi di carne: manzo, maiale e pollo.²⁴

Le emissioni legate alla carne sottostanti al commercio sono aumentate tra il 2000 e il 2007, ma sono diminuite a partire dal 2007, con la maggiore riduzione delle emissioni legate alla carne bovina (21%) e una diminuzione minore delle emissioni legate al pollo (4%). Tuttavia, le emissioni legate al maiale sono leggermente aumentate (1%) nel periodo 2007-2010. Aggregando i vari tipi di carne, le emissioni legate alle carni commercializzate sono diminuite del 14% tra il 2007 e il 2010.²⁵

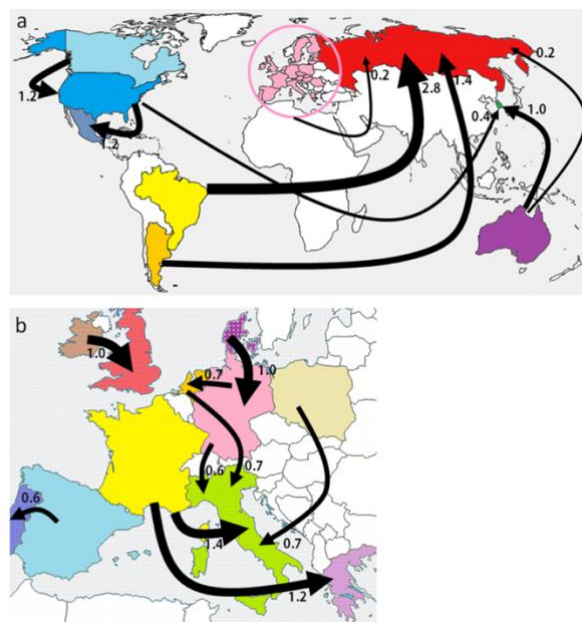


Fig. 2 I maggiori flussi interregionali di emissioni (Mtons di CO2-eq) inclusi nel commercio di carne tra i maggiori Paesi esportatori-importatori netti del mondo (a) e l'Europa (b) nel 2010.

²³ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

²⁴ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

²⁵ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

La Figura 2 evidenzia i maggiori flussi internazionali di emissioni legate alla carne legate al commercio nel 2010. I flussi globali dominanti sono l'esportazione di emissioni incluse nella carne dal Brasile e dall'Argentina verso la Russia (rispettivamente 2,8 e 1,4 Mt di CO₂-eq). La carne esportata in Russia ha totalizzato 5,2 Mt di emissioni di CO₂-eq: si evince che in Russia, il 18% delle emissioni legate alla carne è stato scambiato a livello internazionale nel 2010. Nello stesso anno, le emissioni generate dalle importazioni statunitensi di carne dal Canada sono state pari alle emissioni generate dalle esportazioni statunitensi in Messico: 1,2 Mt di CO₂-eq. Anche le esportazioni di carne australiana in Corea del Sud hanno incorporato emissioni sostanziali: 1,0 Mt di CO₂-eq.²⁶

La figura 1(a) mostra che la carne scambiata da e verso la regione europea non ha incorporato quantità sostanziali di emissioni di gas serra nel 2010. Tuttavia, la figura 1(b) rivela che gli scambi tra i Paesi europei sono in realtà piuttosto consistenti. In particolare, la carne esportata dalla Francia verso l'Italia e la Grecia ha accumulato rispettivamente 1,4 e 1,2 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂-eq. Inoltre, le importazioni italiane di carne da Polonia, Germania e Paesi Bassi hanno totalizzato rispettivamente 0,7, 0,6 e 0,7 Mt di emissioni di CO₂-eq. Scopriamo che in Italia, circa il 30% delle emissioni legate alla carne sono state scambiate a livello internazionale nel 2010.²⁷

Inoltre, la Cina è il terzo paese per maggiori emissioni legate al commercio di carne di pollo nel mondo (0.1 Mt CO₂-eq).²⁸

Nel 2010, l'Italia è stata il secondo importatore mondiale di emissioni legate alla carne, con la maggior parte delle emissioni importate incluse nella carne bovina e suina (rispettivamente 4,1 e 0,4 Mt di CO₂-eq). Nel 2010, l'Arabia Saudita è stata il maggior importatore netto di emissioni derivanti dal pollo (0,2 Mt di CO₂-eq).²⁹ Da uno studio condotto sul commercio agroalimentare, con riferimento al settore della carne e dei suoi derivati, si nota che il 75% delle emissioni di carne bovina importata dalla Grecia viene rilasciato in Francia. Inoltre, l'89% delle emissioni

²⁶ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

²⁷ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

²⁸ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

²⁹ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

legate al maiale contenute nelle importazioni messicane avviene negli Stati Uniti. Inoltre, il 92% delle emissioni legate ai polli importati dal Giappone sono rilasciate in Brasile.³⁰

1.2.3. Prime considerazioni

L'aumento complessivo delle emissioni legate alla produzione e al commercio di carne e dei suoi derivati indica che le emissioni legate all'aumento del consumo di prodotti dell'industria zootecnica sono sempre più scollegate nello spazio dal punto di consumo: è chiaro come questo non sia altro che la causa di un mondo sempre più globalizzato e sempre più interconnesso.

Questo scollamento spaziale tra produzione e consumo rappresenta una sfida per le politiche regionali e nazionali che regolano le emissioni degli stock viventi. Stenfelt *et al* ha sostenuto che la crescita del commercio di carne supererà quella della produzione, facilitata dalla diminuzione delle barriere tariffarie nel contesto dell'Accordo Generale sulle Tariffe e il Commercio.³¹ Ciò indica una tendenza graduale a produrre bestiame in luoghi dove è disponibile il mangime, piuttosto che vicino ai centri di consumo.

In alcuni casi, i Paesi esportatori netti con un saldo negativo delle emissioni scambiate possono rivelare una dotazione di risorse ad alta intensità di inquinamento associata a minore intensità di emissioni, mentre i Paesi importatori netti con un saldo positivo delle emissioni scambiate possono rivelare un Paese con una dotazione di risorse limitata associata a maggiori intensità di emissioni. È comunque da sottolineare che da un punto di vista ambientale, è vantaggioso che la carne venga prodotta dove l'intensità delle emissioni è più bassa, indipendentemente dal fatto che il paese abbia una bilancia commerciale positiva o negativa per l'inquinamento.

Alla luce di ciò, i principali fattori che determinano le emissioni legate alla carne nel commercio internazionale sono quindi il volume e il tipo di carne commercializzata. Il commercio di carne bovina rappresenta la maggiore fonte di

³⁰ Dario Caro et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 114005

³¹ OMC 2014.

emissioni legate al bestiame. Ciò è dovuto al grande volume di carne bovina scambiata a livello internazionale e all'intensità di emissione dei bovini non da latte, che è sostanzialmente più alta di quella della carne di maiale e di pollo, soprattutto a causa delle maggiori emissioni di gas serra rilasciate durante la fermentazione enterica.

2. Un'alternativa sostenibile: la carne in vitro

Si è visto nei paragrafi precedenti come la richiesta di carne e la erronea considerazione del ruolo che essa dovrebbe svolgere all'interno della dieta di un individuo al fine di raggiungere il fabbisogno proteico minimo per sopravvivere porti alla crescita rapida e esponenziale della domanda di prodotti zootecnici nei mercati mondiali. Tuttavia, è difficile garantire la stabilità dell'offerta globale di carne animale e prodotti derivati durante i periodi di crescita eccezionale della domanda, soprattutto di fronte all'aumento dei vincoli di fornitura nazionali e internazionali. Inoltre, si è visto come gli allevamenti intensivi, cresciuti proprio per soddisfare questo aumento della domanda di prodotti dell'industria zootecnica, abbiano un impatto ambientale non trascurabile, implicante non solo la produzione ma anche il trasporto e il commercio del prodotto.

Alcune imprese con una visione strategica a lungo termine hanno gradualmente spostato la loro attenzione dall'ottimizzazione della fornitura tradizionale di carne a quella della produzione di carne, al fine di ricercare sostituti tradizionali dei derivati animali di sistemi di produzione e fornitura di alimenti sani. Difatti, il mercato globale dei sostituti della carne è stato stimato a 1,9 miliardi di dollari nel 2021 e si prevede che raggiungerà i 4 miliardi di dollari entro il 2027.³² Delle stime più che notevoli.

La carne coltivata a base di cellule staminali (nota anche come carne coltivata, carne cellulare, carne pulita, carne ingegnerizzata, carne coltivata in fabbrica, carne finta, carne in provetta, carne coltivata in laboratorio e carne sintetica) è considerata un'alternativa valida e sostenibile, e la sua comparsa ha stravolto il concetto tradizionale di lavorazione degli alimenti.³³ La carne coltivata è un prodotto incrociato di scienza e tecnologia all'avanguardia, tra cui scienza alimentare, biologia, medicina, ingegneria, scienza dei materiali e scienza alimentare globale innovativa. La produzione di carne coltivata da cellule animali in vitro sta riscuotendo grande attenzione da quando, nel 2013, è stato annunciato il primo

³² Markets and MarketsTM, 2021

³³ Bryant e Barnett, 2019; Ismail et al., 2020

hamburger di carne sintetica. Secondo una ricerca di mercato, le dimensioni del mercato della carne in vitro sono state valutate a 1,64 milioni di dollari nel 2021 e si prevede che raggiungeranno 206,6 milioni di dollari e 2788,1 milioni di dollari rispettivamente nel 2025 e nel 2030, con un tasso di crescita annuale composto del 95,8% dal 2022 al 2030.³⁴ Un rapporto aggiornato di previsioni a 10 e 20 anni sul futuro dell'industria delle carni coltivate prevede che il mercato globale delle carni coltivate avrà un valore di 1,66 miliardi di dollari entro il 2031 e di 11,13 miliardi di dollari entro il 2041.³⁵ Tuttavia, Warner ha sottolineato che il forte sviluppo della carne di origine vegetale potrebbe rendere obsoleto lo sviluppo dei prodotti a base di carne in vitro.

Secondo alcuni autori, la carne coltivata è una tecnologia promettente, ma è ancora agli inizi e la sua produzione industriale deve affrontare diverse sfide. Attualmente, gli studi che descrivono l'impatto sociale della carne coltivata si basano su un'argomentazione troppo semplicistica che inquadra la questione come un problema di accettazione da parte dei consumatori. Il successo dell'industria delle carni coltivate dipenderà anche dalla maturità tecnica, dalle complesse istituzioni sociali e dalle politiche governative. Pertanto, sia i potenziali vantaggi che i problemi legati alla commercializzazione della carne in vitro devono essere sottoposti a un'analisi critica continua per capire meglio chi ne sarà colpito e in che modo. La chiave per un sano sviluppo dell'industria delle carni coltivate è la più ampia diffusione possibile delle conoscenze e delle tecnologie pertinenti, il miglioramento della tecnologia di processo e della qualità del prodotto, la riduzione del costo del prodotto, la garanzia della sicurezza del prodotto, il miglioramento dei sistemi normativi e il perfezionamento dell'accesso al mercato.³⁶

Nei paragrafi che seguono si procede con l'analisi del processo di sviluppo e lo stato dell'arte del nuovo prodotto, il suo arrivo sul mercato e le conseguenze di questa introduzione rivoluzionaria nel commercio nazionale e internazionale.

³⁴ Global Information, Inc., 2021a

³⁵ Global Information, Inc., 2021b

³⁶ Ong, et al., 2021

2.1 Quadro storico: da Churchill al primo cultured meat burger

Il concetto di carne coltivata in laboratorio, o carne in vitro, è stato introdotto per la prima volta all'inizio del XX secolo, con gli esperimenti condotti dal premio Nobel Alexis Carrel. Nel 1912, Carrel coltivò un piccolo pezzo di muscolo cardiaco di pollo in una soluzione e lo mantenne vivo per anni presso il Rockefeller Institute. Questo fu uno dei primi esperimenti che portarono alla possibilità di coltivare tessuti muscolari in laboratorio, aprendo la strada alla produzione di carne in vitro.³⁷ Nel corso degli anni, il concetto di carne coltivata è stato sviluppato da diversi ricercatori in tutto il mondo.

Nel 1931, Winston Churchill scrisse un articolo sul “*The Strand Magazine*” in cui prevedeva che saremmo stati in grado di coltivare parti specifiche di animali separatamente in un ambiente controllato, anziché dover crescere un intero animale per consumare solo alcune parti.³⁸ . All'inizio degli anni '50, Willem van Eelen ha proposto l'idea di utilizzare la coltura di tessuti come substrato per la carne in vitro.³⁹

Nel 1971, il dott. Russel Ross riuscì a riprodurre tessuto muscolare liscio derivato da cellule staminali di maiale, utilizzando il muscolo liscio ottenuto dalla media interna e dall'intima dell'aorta di cavia immatura, dimostrando ulteriormente la fattibilità della carne coltivata in laboratorio.⁴⁰

Il primo brevetto sulla produzione di carne in vitro fu depositato nel 1995 dall'olandese Willem van Eelen. Questo brevetto riguardava la produzione di cellule di tessuto di carne e pesce con completa rassomiglianza esteriore, aspetti organolettici e caratteristiche interne, utilizzando tecniche di laboratorio per la realizzazione del progetto.⁴¹

Nel 1998, Jon F. Vein presentò un brevetto negli Stati Uniti per la produzione di tessuto ingegnerizzato di carne per il consumo umano, in cui le cellule muscolari e

³⁷ Bhat *et al.*, 2015

³⁸ Bhat *et al.*, 2015

³⁹ Bhat *et al.*, 2015

⁴⁰ Carnazzi, 2016

⁴¹ Bhat *et al.*, 2015

adipose crescevano in modo integrato per produrre alimenti come carne, pollame e pesce.⁴²

Anche la NASA ha finanziato la ricerca sulla carne in vitro, ritenendo che fornire proteine e carne possa essere utile per la salute e l'umore dell'equipaggio durante i viaggi nello spazio. Nel 2002, il bioingegnere Morris Benjaminson del Touro College di Bay Shore, a New York, guidò un team che coltivò strisce muscolari prelevate da un pesce rosso in una soluzione nutriente di siero fetale bovino per voli spaziali a lungo termine o per l'habitat della stazione spaziale. Dopo solo una settimana, le dimensioni del tessuto aumentarono del 14%, dimostrando ulteriormente il potenziale della carne coltivata in laboratorio.⁴³

Come si esporrà nel prossimo paragrafo, la produzione di carne coltivata, o carne in vitro, è un processo che consiste nell'utilizzare cellule animale per crescere carne in laboratorio, senza dover allevare e macellare animali. Il primo lavoro scientifico sulla produzione di carne in vitro è stato pubblicato nel 2005 da un team guidato da Jason Matheny dell'Università del Maryland. Il lavoro, pubblicato sulla rivista ‘*Tissue Engineering*’, ha dato il via alla ricerca sulla produzione di carne in vitro e ha portato alla costituzione del "*In Vitro Meat Consortium*" nel 2007.⁴⁴

Successivamente, Catts e Zurr hanno coltivato bistecche di rana semivive (cellule muscolari scheletriche di rana su biopolimero) per il consumo umano. Successivamente, la carne coltivata ha gradualmente attirato l'interesse dei ricercatori di tutto il mondo e gli studi sulla carne coltivata sono proliferati.

Il consorzio, composto da 13 ricercatori provenienti da Europa e Stati Uniti, è stato il primo a studiare la carne in vitro a livello internazionale. Nel 2008, l'associazione ha organizzato il primo simposio internazionale sulla produzione di carne in vitro, presso il "Food Research Institute" in Norvegia. Nel 2009, Mark Post, professore di angiogenesi e specialista in ingegneria dei tessuti all'Università della Tecnologia di Eindhoven in Olanda, ha dichiarato che entro il 2014 sarebbe stato realizzato il primo hamburger cresciuto in laboratorio.⁴⁵

⁴² Carnazzi, 2016

⁴³ Bhat *et al.*, 2015

⁴⁴ Edelman *et al.*, 2005

⁴⁵ Bhat *et al.*, 2015

La prima carne coltivata di successo è stata sviluppata nel 2011 dallo scienziato olandese Mark Post, che ha prodotto una fetta di carne quasi trasparente di 2,5 cm di lunghezza e 1 cm di larghezza.⁴⁶ Il processo ha richiesto tre mesi per ottenere le dimensioni desiderate (20.000 fibre muscolari) ed un investimento di circa 330.000 \$. Nonostante il successo dell'esperimento, il costo di produzione era ancora molto alto.⁴⁷

In una indagine condotta in Francia nel 2015 su oltre 800 tra scienziati e studenti universitari, la maggior parte delle persone considerava la carne artificiale come una possibilità concreta, ma solo il 5-11% dichiarò che l'avrebbe mangiata. In un'altra indagine condotta a livello internazionale dalla Doxa-Coop Lombardia durante l'Expo Milano 2015, meno della metà dei consumatori a livello internazionale sarebbero disposti ad assaggiare carne sintetica.⁴⁸

Nonostante le opinioni contrastanti sulla carne in vitro e l'atteggiamento scettico degli acquirenti, la produzione di carne coltivata avanza notevolmente.

Nel 2016, l'azienda Memphis Meats negli Stati Uniti (USA) ha prodotto la prima polpetta di manzo coltivata e nel marzo 2017 ha annunciato la produzione della prima carne di pollo e anatra coltivata per la possibile commercializzazione del pollame coltivato entro il 2021.⁴⁹ Nel dicembre 2018, un team di ricerca della società Aleph Farms in Israele ha riferito la produzione in laboratorio della prima bistecca simile a un muscolo.⁵⁰ Nel marzo 2019, Nissin FoodsTM, una nota azienda giapponese, ha annunciato una partnership con l'Università di Tokyo per produrre circa 1 cm di tessuto muscolare coltivando cellule staminali muscolari bovine.⁵¹

Nel 2020, la start-up *Mosa Meat* ha annunciato di aver raccolto 55 milioni di dollari per la produzione commerciale di carne in vitro. L'obiettivo è quello di rendere la carne coltivata più economica e accessibile, riducendo il costo di produzione e aumentando la domanda dei consumatori. La produzione di carne in vitro può avere un impatto positivo sull'ambiente e sulla salute degli animali, ma l'attuale stato

⁴⁶ Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

⁴⁷ Bhat *et al.*, 2015

⁴⁸ Carnazzi & Figus, 2015

⁴⁹ BBC, 2017

⁵⁰ Yalcinkaya, 2018

⁵¹ Zhang, et al., 2021

dell'arte e la sua accettazione da parte dei consumatori dipenderà dalla sua capacità di diventare una valida alternativa alla carne tradizionale.

Negli ultimi anni, l'industria alimentare sta vedendo una grande crescita delle start-up che si dedicano alla produzione di carne in laboratorio, utilizzando le cellule staminali degli animali per coltivare la carne su speciali impalcature. Tra queste, quelle di maggior successo in questo campo ci sono *Mosa Meat*, *Finless Food*, *Aleph Farms* e *Memphis Meats*, quest'ultima finanziata da celebri miliardari come Bill Gates e Richard Branson.

Nel 2017, la *Memphis Meats* ha annunciato di essere riuscita a ricreare carne di pollo e di anatra in laboratorio, utilizzando una nuova tecnica che consente di produrre diversi tipi di carne con diverse proprietà di gusto, texture e profilo nutrizionale. Questo è stato uno dei passi più significativi nell'industria della carne sintetica.⁵²

Nel novembre 2018, il Dipartimento per l'Agricoltura Statunitense (USDA) e la *Food and Drug Administration* (FDA) hanno annunciato la libera vendita di carne sintetica ottenuta a partire da colture cellulari. Le due agenzie americane si occuperanno congiuntamente degli aspetti regolatori e di sicurezza di questi prodotti.⁵³

Nel dicembre 2018, la start-up israeliana *Aleph Farms* ha dichiarato di essere riuscita a produrre la prima bistecca coltivata in laboratorio, con uno spessore di 5 mm e un costo di produzione di circa 50 dollari, notevolmente inferiore rispetto al primo hamburger presentato dal professor Post nel 2013. L'amministratore delegato e co-fondatore della *Aleph Farms*, Didier Toubia, ha dichiarato che la sua azienda sta delineando il futuro dell'industria della carne e che il loro è il primo vero pezzo di carne intero cresciuto al di fuori degli animali.⁵⁴

Nel dicembre 2020, la start-up californiana *Eat Just* ha prodotto un prodotto a base di pollo coltivato (70% di cellule di pollo coltivate ibridate con proteine vegetali), che ha ricevuto l'approvazione per il lancio a Singapore come primo prodotto a base di carne coltivata con cellule per il consumo sicuro e la vendita commerciale.⁵⁵ La

⁵² Piva, 2017

⁵³ ANSA, 2018; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁵⁴ Dolgin, 2019; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁵⁵ Waltz, 2021; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

prima bistecca di manzo coltivata è stata stampata con la tecnologia di bioprinting 3D da Aleph Farms nel febbraio 2021.⁵⁶

In generale, la produzione di carne in laboratorio sta diventando sempre più importante per l'industria alimentare, in quanto offre un'alternativa sostenibile alla produzione di carne tradizionale, che è spesso associata a problemi ambientali e di benessere degli animali. Tuttavia, c'è ancora molto lavoro da fare per rendere la carne sintetica competitiva a livello di prezzo e di qualità rispetto alla carne tradizionale.

2.2 Il processo di produzione ed analisi nutrizionale

2.2.1 Il processo di sviluppo

Il processo di sviluppo di un sistema di produzione di carne in coltura prevede la raccolta iniziale di cellule idonee con il potenziale di formare muscoli, per poi espanderne notevolmente il numero in un bioreattore.⁵⁷ È possibile generare strisce di fibra muscolare, ma lo sviluppo di un bioreattore su larga scala adatto alla produzione di carne in coltura di massa deve ancora essere progettato e costruito.

La struttura muscolare richiede qualcosa di simile a un sistema circolatorio per fornire nutrienti e ossigeno vicino alle cellule o alle fibre in crescita e per rimuovere i prodotti di scarto del metabolismo. È possibile generare pezzi molto piccoli di muscolo che acquisiscono un adeguato apporto di nutrienti e ossigeno attraverso la diffusione, ma non sono stati sviluppati muscoli in coltura con vasi sanguigni incorporati per fornire il flusso di ossigeno e nutrienti, anche se le tecnologie biomateriali avanzate potrebbero renderlo possibile e sperimentabile.⁵⁸

Sono state studiate le potenzialità di diversi tipi di cellule per avviare la produzione di carne in coltura: le più promettenti sono le cosiddette cellule miosatelliti, che sono le cellule staminali adulte primarie del muscolo. Queste sono state identificate

⁵⁶ Djisalov et al., 2021; McNulty, 2021; *Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect*

⁵⁷ Post 2012; *"Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect"*

⁵⁸ Skardal et al. 2010; *"Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect"*

per la prima volta come cellule che svolgono un ruolo cruciale nella rigenerazione muscolare dopo una lesione, in quanto si differenziano in modo efficiente in miotubi, che poi si sviluppano in fibre muscolari: un processo chiave per la rigenerazione muscolare in vitro.⁵⁹

Post, scienziato d'interesse per lo studio in questione, ha osservato che l'isolamento, la coltura e il mantenimento di un vivace stato proliferativo delle cellule miosatelliti è possibile, ma è impegnativo. È stato suggerito che le cellule staminali embrionali potrebbero essere una fonte di partenza alternativa per la carne coltivata, data la loro pluripotenza.

Attualmente, non è stato determinato se le cellule staminali embrionali generate da specie animali quali suini, bovini e ovini possano differenziarsi completamente in miofibrille, unità strutturali di base che sono a loro volta costituite da filamenti proteici. L'uso di cellule miosatelliti nella produzione di carne in coltura richiede che esse siano indotte con successo a differenziarsi da uno stato indifferenziato a mioblasti.⁶⁰ Le cellule miosatelliti sono state isolate con successo dal tessuto muscolare scheletrico di diverse specie utilizzate per la produzione di carne, tra cui bovini, polli, pesci, agnelli, suini e tacchini.

Per la produzione di carne in coltura, le cellule iniziali sono state coltivate con successo su una rete di collagene o su perline di collagene come impalcatura.⁶¹ Tuttavia, queste strutture o impalcature di coltura possono produrre solo un sottile strato di miociti dello spessore di 100-200 μm , a causa delle limitazioni di diffusione⁶², anche se diversi strati di coltura cellulare o prodotti possono essere aggiunti insieme per ottenere un muscolo o un prodotto a base di carne di dimensioni accettabili.

Le cellule staminali coltivate su microsferi porose sospese in mezzi di crescita in bioreattori di grandi dimensioni dovrebbero offrire rese cellulari più elevate e potrebbero essere facilmente raccolte e ulteriormente lavorate come un prodotto

⁵⁹ Benjaminson et al. 2002; Le Grand e Rudnicki 2007; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶⁰ van Eelen et al. 1999; Edelman et al. 2005; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶¹ van Eelen et al. 1999; Edelman et al. 2005; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶² Carrier et al. 1999; Powell et al. 2002; Dennis et al. 2009

simile alla carne macinata, ma i componenti dell'impalcatura dovrebbero essere sicuri da consumare e facilmente digeribili. Il vantaggio dell'uso di impalcature tridimensionali (3D) è che consente una diffusione più efficace dei mezzi di coltura, dei nutrienti e dei fattori di crescita e, soprattutto, può essere utilizzato per dettare la forma del prodotto di carne coltivato.⁶³

Nella conversione del muscolo convenzionale in carne, i processi metabolici comprendono la glicolisi anaerobica, l'accumulo di acido lattico, la diminuzione del pH, la denaturazione delle proteine e la proteolisi enzimatica.⁶⁴ Questi cambiamenti influenzano la consistenza, il gusto e l'aspetto della carne, per cui è probabile che sarà necessario garantire che processi analoghi si verifichino nella carne coltivata dopo il raccolto.

L'efficienza della produzione in senso commerciale, così come in relazione all'uso delle risorse e agli effetti sull'ambiente, e il requisito che il prodotto imiti la carne convenzionale sono due chiavi di successo per l'eccellenza di ogni tipo di alternativa ai prodotti zootecnici.

2.2.2 Valori nutrizionali

Oltre ad avere un elevato contenuto proteico con una completa dotazione di aminoacidi essenziali, la carne convenzionale è anche una fonte di numerosi altri nutrienti desiderabili, come vitamine, minerali e composti bioattivi.⁶⁵ È auspicabile che qualsiasi prodotto a base di carne coltivata soddisfi o superi il valore nutrizionale dei prodotti a base di carne convenzionale per essere competitivo sul mercato. I nutrienti presenti nella carne in coltura che non sono sintetizzati dalle cellule muscolari devono essere forniti come integratori nel terreno di coltura. Ad esempio, la vitamina B12, è sintetizzata in modo estemporaneo da alcune specie di batteri che colonizzano l'intestino e si trova quindi esclusivamente nei prodotti alimentari di origine animale. L'integrazione della vitamina B12 prodotta commercialmente mediante fermentazione microbica biosintetica sarebbe

⁶³ Lawrie 1991; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶⁴ Lawrie 1991; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶⁵ Young et al. 2013; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

necessaria per la sua presenza in un prodotto a base di carne coltivato in ambiente asettico. Il ferro nella carne è presente principalmente nella forma eme, altamente biodisponibile, all'interno del gruppo prostetico presente nelle proteine mioglobina ed emoglobina.⁶⁶ Per fornire ferro in forma biodisponibile, ad esempio, sarà probabilmente necessario fornire ioni ferrici legati alla proteina plasmatica transferrina nel terreno di coltura per consentire al ferro di entrare nei mitocondri dei miociti ed essere incorporato nella sintesi dell'eme e nella successiva sintesi della mioglobina.⁶⁷ Tuttavia, i livelli di transferrina dovranno essere attentamente monitorati per ridurre i livelli di ioni ferrici o ferrosi liberi nel terreno di coltura, poiché potrebbero catalizzare la produzione di specie reattive dell'ossigeno dannose in ambienti aerobici.⁶⁸

2.2.3 Attuale stato dell'arte: quadro internazionale sulla produzione

Nel 2016, secondo il database del Good Food Institute (GFI), solo una decina di aziende erano impegnate nella produzione di carne coltivata, ognuna delle quali stava ancora effettuando le prime prove di concetto.⁶⁹ Tuttavia, negli ultimi cinque anni, l'industria della carne di coltura si è proliferata con la costante evoluzione del concetto. In tutto il mondo sono nate molte start-up legate alle carni coltivate, tra cui carni coltivate a base di cellule provenienti da bestiame, pollame e specie acquatiche. Le piccole aziende specializzate in scienze biologiche hanno iniziato a collaborare con le start-up che si occupano di carne coltivata con le cellule per fornire soluzioni personalizzate di terreni di coltura, caratterizzazione di cellule e proteine e linee di cellule staminali più stabili. Alcune aziende di marca ben capitalizzate stanno acquisendo start-up straniere per espandere i loro mercati trasversali della carne coltivata. Questo settore ha iniziato a diversificarsi e il modello business-to-business ha iniziato a emergere, soprattutto a Singapore, dove è nata una catena di valore della carne biocoltivata. Un esempio è la nascita di

⁶⁶ Uzel e Conrad 1998; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶⁷ Aisen et al. 2001; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶⁸ Papanikolaou e Pantopoulos 2005; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁶⁹ <https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/>

aziende specializzate nella produzione di terreni di coltura e fattori di crescita cellulare (Multus Media, Heuros, Luyef, Biftek, Future Fields, Cultured Blood, ecc.) e di aziende che si concentrano sulla fornitura di linee cellulari di semina, come Cell Farm Foods. Inoltre, molte organizzazioni no-profit in tutto il mondo, come GFI e New Harvest, promuovono attivamente lo sviluppo dell'industria della carne coltivata, riflettendo il mercato della carne coltivata globale.



Fig. 3 . Crescita dell'industria delle carni coltivate. Panoramica delle startup rappresentative a livello mondiale e delle imprese che si sono aggiunte al settore dei salumi.

Come mostrato nella Fig. 3, la maggior parte delle 98 aziende di carne di coltura impegnate nella produzione di carne di coltura si trova in Europa (40%), seguita dal Nord America (34%) e dall'Asia (15%). Inoltre, sei aziende sono impegnate nella produzione di carne di coltura in Sud America, tre in Australia e due in Africa.⁷⁰ Delle 59 aziende impegnate nella coltura e nella lavorazione della carne, almeno il 41% si concentra sulla carne bovina, il 19% sul pollame di coltura, come polli e anatre, e un altro 29% sui frutti di mare di coltura, come pesci e gamberi, mentre

⁷⁰ Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

solo il 17% è interessato alla carne suina. Inoltre, una start-up australiana si sta concentrando sulla produzione di carne di canguro e di alpaca, mentre un'azienda russa intende sviluppare prodotti a base di carne di cavallo e un'azienda francese sta studiando il foie gras di coltura. Alcune di queste aziende sono impegnate nello sviluppo di diversi prodotti a base di carne coltivata, come Upside Foods, Appleton Meats, Lab Farm Foods, Orbillion Bio, Quest Meat e DiverseFarm.

Secondo il rapporto Global Cultured Meat Market di IDTechEx⁷¹, il mercato globale delle carni coltivate è suddiviso geograficamente in sei segmenti: Nord America, Sud America, Europa, Asia-Pacifico, Medio Oriente e Africa. In termini di distribuzione geografica, il Nord America e l'Europa guidano lo sviluppo dell'industria delle carni coltivate. I Paesi in via di sviluppo si concentrano principalmente sulla ricerca di laboratorio, ma sono stati fatti passi avanti nella ricerca specifica. Secondo il rapporto, il Nord America dovrebbe dominare il mercato globale della carne artificiale grazie alla presenza di start-up nella Silicon Valley e alla maggiore adozione di tecnologie avanzate da parte dell'industria alimentare in questo settore. Il mercato regionale dell'Asia-Pacifico dovrebbe registrare una crescita significativa nel periodo di previsione grazie all'aumento della domanda di carne, ai progressi tecnologici e agli investimenti in nuove start-up coinvolte nel settore.⁷²

Gli Stati Uniti ospitano un terzo delle start-up mondiali e sono il mercato più attivo per i prodotti a base di carne coltivati con le cellule. I prodotti a base di pollo coltivato a cellule sviluppati da Eat Just sono stati immessi sul mercato a Singapore nel 2020. La start-up Upside Foods (ex Memphis Meats) produce prodotti a base di carne coltivata come polpette, fajitas di manzo, pollo e anatra. Nel 2021, sia Upside Foods che Blue Nalu si aspettano l'approvazione normativa e la produzione industriale dei loro prodotti a base di carne coltivata, suggerendo la transizione della carne coltivata dalla produzione in laboratorio alla produzione industriale su piccola scala e rappresentando un passo avanti nell'applicazione della carne coltivata come prodotto alimentare. Anche un'altra start-up statunitense, Modern Meadow, ha

⁷¹ Global Information, Inc., 2019a

⁷² Global Information, Inc., 2021c.

prodotto "bistecche" dimostrative come prodotti alimentari disidratati, commestibili e ad alto contenuto proteico derivati da muscolo coltivato.⁷³

La start-up Finless Foods ha dichiarato di aver messo in coltura la carne di tonno rosso estraendo le cellule staminali dai corpi dei pesci e ha ricevuto la certificazione di sicurezza dalla US Food and Drug Administration (USFDA). Shiok Meats ha sviluppato gnocchi di gamberi e ha in programma di sviluppare un'ampia gamma di prodotti a base di crostacei, come granchi, aragoste e gamberi. New Age Meats, un'azienda statunitense fondata nel 2018, produce salsicce di maiale e gnocchi di maiale coltivati utilizzando la tecnologia di coltura delle cellule staminali. Una start-up canadese, Appleton Meats, sta esplorando diversi metodi agricoli cellulari per la produzione di croccantini per gatti a base di carne macinata, pollo e carne di topo e prevede di lanciare prodotti commercialmente validi tra il 2022 e il 2024.⁷⁴

Dal 2017 si è registrata un'impennata delle start-up che si occupano di carne coltivata in Europa, che rappresentano l'80% del numero totale di queste.

Le nuove imprese tecnologiche della carne coltivata, come Super Meats e Future Meat in Israele, hanno prodotto con successo crocchette di pollo. Aleph Farms, un'altra start-up biotech israeliana, ha annunciato nel dicembre 2018 di aver prodotto la prima bistecca simile a un muscolo. Da allora questa azienda ha coltivato la carne sulla Stazione Spaziale Internazionale e ha stampato tessuti muscolari in scala ridotta utilizzando la tecnologia di stampa alimentare 3D.⁷⁵ Nel febbraio 2021 Future Meat ha annunciato di voler abbassare il costo di ogni petto di pollo coltivato a meno di 10 dollari e di voler lanciare questo nuovo prodotto nei ristoranti e nei negozi al dettaglio entro i prossimi 18 mesi. Mosa Meat, un'azienda olandese, ha pianificato di produrre in massa la carne di coltura nel 2021 e di diventare la prima azienda a lanciare un prodotto di carne di coltura in Europa entro il 2022.⁷⁶ ArtMeat, la prima start-up di carne coltivata in Russia, è specializzata in carne di cavallo e storione e prevede di introdurre il prodotto di carne coltivata sul mercato nel 2023. Secondo quanto riportato da Sputnik, Ochakovo, una fabbrica

⁷³ Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁷⁴ Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁷⁵ Siegner, 2019; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁷⁶ Crews, 2020; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

russa che produce ingredienti alimentari, ha coltivato con successo carne coltivata per il lancio commerciale in Russia entro il 2023 a un prezzo di 800 rubli al chilogrammo.⁷⁷

La regione dell'Asia-Pacifico e il Sudamerica sono visti come un grande potenziale per i prodotti a base di carne coltivata, se le aziende di queste regioni riusciranno a cambiare il concetto di consumo alimentare. Attualmente, Cina e Singapore hanno cinque produttori di carne coltivata ciascuno e il Giappone ne ha tre. All'inizio del 2019, la start-up Shiok Meats di Singapore ha presentato il suo primo prototipo, otto fagottini di gamberi a un costo di produzione di 5.000 dollari, e prevede di coltivare crostacei, compresi gamberi, granchi e aragoste stampati in 3D, entro il 2023. Ad eccezione della società Avant Meats, con sede a Hong Kong, che si concentra sui prodotti ittici, le altre start-up cinesi che producono carne coltivata, tra cui CellX, SiCell e Joes Future Food, non hanno ancora dichiarato esplicitamente il tipo specifico di carne che produrranno. Clear Meat, una start-up indiana, ha sviluppato un macinato di pollo coltivato a basso costo (10,77-11,44 dollari) rispetto al pollo lavorato (circa 13,46 dollari). Questa azienda fa parte della prima coorte di start-up dell'incubatore ProVeg, uno dei principali incubatori al mondo di start-up di alimenti vegetali e coltivati.⁷⁸ Nel novembre 2021, il più grande produttore di proteine animali al mondo, JBS, ha annunciato un investimento di 138 milioni di dollari australiani (100 milioni di dollari statunitensi) nella produzione di carne coltivata e la creazione di un centro di ricerca e sviluppo sulle proteine coltivate in Brasile entro il 2022. Inoltre, JBS prevede di lanciare la carne di coltura sul mercato europeo già nel 2024, a seguito di un accordo con la start-up BioTech Foods sostenuta dal governo spagnolo.⁷⁹

⁷⁷ The Moscow Times, 2019; Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

⁷⁸ <https://provegincubator.com/>

⁷⁹ Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospect

2.2.4 Overview degli investimenti

Sulla base delle potenziali prospettive di mercato, la carne coltivata a base di cellule ha attirato una notevole attenzione da parte degli investitori. Le aziende legate alle catene alimentari e sensibili all'innovazione stanno facendo importanti investimenti nelle start-up emergenti di carne coltivata, che stanno crescendo rapidamente. Da quando Memphis Meats ha ottenuto un finanziamento di avviamento di 2,75 milioni di dollari nel febbraio 2016, le aziende legate alla carne coltivata a base cellulare hanno ricevuto più di 490 milioni di dollari in investimenti diretti di capitale fino alla fine del 2020.⁸⁰ Ad esempio, nel 2017, Upside Future Foods ha ottenuto un ulteriore finanziamento di 17 milioni di dollari in un round A da 12 agenzie e privati, e ha ricevuto un finanziamento di 186 milioni di dollari in un round B nel 2020.⁸¹ Dal 2015 all'inizio del 2020, le aziende produttrici di carne coltivata hanno reso pubblici circa 320 milioni di dollari di investimenti, di cui circa 242,29 milioni di dollari sono stati investiti nella produzione di bestiame, come carne suina e bovina, seguiti da 49,5 milioni di dollari nella produzione di frutti di mare.⁸²

Dal 2020, i finanziamenti alle aziende produttrici di carne coltivata sono aumentati notevolmente. Nell'agosto 2020, la start-up statunitense New Age Meats ha annunciato un aumento di capitale di avviamento di 2 milioni di dollari prima del round di finanziamento A. Nello stesso anno, la start-up californiana Blue Nalu si è assicurata un finanziamento di 60 milioni di dollari per sviluppare prodotti ittici coltivati utilizzando la tecnologia delle cellule di pesce e ha ottenuto il più grande finanziamento A round (20 milioni di dollari) nel campo dello sviluppo di carne coltivata in acquacoltura. Vow ha raccolto circa 290 milioni di dollari e Memphis Meats si è assicurata 161 milioni di dollari in finanziamenti series B nel 2020. L'azienda olandese di tecnologie alimentari Mosa Meat si è assicurata investimenti

⁸⁰ Global Information, Inc., 2021b; Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

⁸¹ Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

⁸² Choudhury et al., 2020; Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

di serie B per 75 milioni di dollari e 85 milioni di dollari rispettivamente nel 2020 e nel febbraio 2021.⁸³

Sullo sfondo dell'epidemia globale di COVID-19, il mercato dei capitali è più ottimista sulle prospettive di sviluppo dell'industria delle carni coltivate. Nel febbraio 2021, MeaTech ha acquisito la start-up belga Peace of Meat per 17,7 milioni di dollari, suddivisi tra contanti e azioni, e ha spostato la sua attenzione dalla carne bovina ai prodotti a base di carne aviaria. Nel settembre 2021, GOOD Meat ha raccolto altri 97 milioni di dollari in nuovi finanziamenti, portando il finanziamento di 170 milioni di dollari annunciato a maggio a un totale di 267 milioni di dollari. Nell'ottobre 2021, Joes Future Food ha ottenuto 10,9 milioni di dollari per produrre carne di maiale coltivata, a seguito del round di finanziamento di Serie A da 50 milioni di CNY (7,7 milioni di dollari) di metà ottobre. Shiok Meats ha ottenuto 15,6 milioni di dollari in un round di finanziamento di serie A per sviluppare prodotti a base di carne coltivata derivati da gamberi. Future Meat sta pianificando un round di finanziamento da 2 miliardi di dollari per portare la carne coltivata sul mercato statunitense nel 2022. Nel dicembre 2021, ha raccolto ben 347 milioni di dollari, il più grande finanziamento fino ad oggi per la produzione di carne coltivata, in un finanziamento di serie B.⁸⁴

Inoltre, diverse agenzie governative in tutto il mondo stanno investendo nell'industria della carne coltivata a base di cellule staminali. L'Agenzia alimentare di Singapore (SFA) ha annunciato un finanziamento di circa 108 milioni di dollari per la ricerca sulla carne di coltura, mentre il governo indiano ha stanziato 600.000 dollari per la creazione di un Centro di eccellenza nell'agricoltura della carne di coltura e l'Agenzia giapponese per la scienza e la tecnologia ha finanziato Integriculture per condurre studi di ricerca sulla carne di coltura.⁸⁵

La Commissione europea ha investito 3 milioni di dollari in Meatable, una start-up olandese che si occupa di carne coltivata. Il governo belga ha offerto 3,6 milioni di euro agli istituti di ricerca interessati per sviluppare la carne di coltura, di cui 1,2 milioni di euro per l'azienda Peace of Meat. Nel 2020, la National Science

⁸³ Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

⁸⁴ Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

⁸⁵ Global Information, Inc., 2021b

Foundation ha stanziato 3,55 milioni di dollari per sostenere un progetto di ricerca volto a sviluppare una base scientifica e ingegneristica per la produzione sostenibile di carne biocoltivata. Gli studi di ricerca si concentrano sulla creazione di linee cellulari, sull'ottimizzazione del terreno di coltura e sulla produzione, sullo sviluppo di materiali per l'impalcatura per la produzione di carne in blocchi e sull'analisi della tecnologia economica e del ciclo di vita. Anche la Cina sta aumentando gli investimenti nell'industria della carne coltivata. Nel 2021, il Ministero della Scienza e della Tecnologia della Repubblica Popolare Cinese ha istituito un fondo speciale di 600 milioni di CNY (93 milioni di dollari) per sostenere il progetto "Green Biological Manufacturing", che comprende studi sulla produzione di carne coltivata e a base vegetale.⁸⁶

Come si evince dai dati raccolti, gli investimenti sulla produzione della carne coltivata da parte dei privati e degli enti statali e interstatali aumentano rapidamente. L'attenzione rivolta da parte degli investitori su un prodotto innovativo e sostenibile come quello della carne in vitro è interessante: si consideri che le cifre citate investite nella cultura della carne sostenibile fanno riflettere su quanto ci si stia spostando verso un'alimentazione che elimini o riduca al minimo l'impatto ambientale della sua produzione.

Il rischio che potrebbe incorrere è legato alle conseguenze negative di un prodotto come quello posto in analisi, conseguenza che saranno analizzate nelle pagine che seguono.

⁸⁶ Ministero della Scienza e della Tecnologia, RPC, 2021; Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

3. Conseguenze positive e negative della carne coltivata

Si è visto come la produzione di carne in vitro mediante la riproduzione di cellule animali a partire da cellule staminali sia un'alternativa sostenibile e totalmente non derivante dall'industria zootecnica.

Si è inoltre notato che sul processo di produzione, privati e enti pubblici estesi su scala globale hanno deciso di investire fondi per l'ultimazione e perfezionamento della lavorazione della carne coltivata, essendo questa considerata un'alternativa valida ai prodotti di origine animale.

Nel paragrafo che segue si andranno a considerare le conseguenze positive e negative del nuovo prodotto lanciato sul commercio, sia da un punto di vista nutrizionale che da una prospettiva commerciale e sostenibile.

È chiaro come la carne coltivata presenta molteplici vantaggi rispetto ai sistemi tradizionali di produzione di proteine animali, considerata come si è visto l'aumento della domanda di prodotti animali, l'aumento demografico e il cambiamento climatico.

Tuttavia, la natura incipiente e costosa delle procedure, insieme ad altri aspetti socio-economici dei settori produttivi, fanno sì che queste tecniche biotecnologiche alternative non siano ancora praticabili per la produzione su larga scala.

3.1.1. Sicurezza alimentare

La sicurezza alimentare si basa su quattro pilastri fondamentali: approvvigionamento alimentare ottimale, accesso al cibo in quantità fisiologicamente necessarie, utilizzo biologico delle sostanze nutritive e consumo appropriato del cibo secondo una prospettiva religiosa o culturale. L'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO) stima che 843 milioni di persone nel mondo soffrano di fame e malnutrizione

cronica.⁸⁷ Nei prossimi decenni, anche la produzione di proteine animali dovrà aumentare per soddisfare la domanda attuale, raggiungendo 206 milioni di tonnellate all'anno nei prossimi 35 anni.⁸⁸

Se si prende come esempio solo l'America Latina, paese con alto tasso di incertezza alimentare, si stima che nel 2016 circa 43 milioni di persone abbiano sofferto di episodi di insicurezza alimentare. Paradossalmente, il continente americano è uno dei principali protagonisti in termini di produzione di input di origine animale (essenzialmente carne bovina e latticini). Sebbene i valori medi di produzione per Paese superino sia la domanda di cibo che la crescita media della popolazione, vale la pena di chiedersi come mai esista un settore sociale che subisce gli effetti insidiosi della fame e della malnutrizione.

Si stima che il consumo di fonti proteiche animali sia attualmente più elevato nei Paesi in via di sviluppo, dove circa il 70% degli aminoacidi biodisponibili nella dieta proviene da fonti animali. Questo dato si confronta con il 35% dei Paesi in via di sviluppo.⁸⁹

Si consideri alla luce dei dati raccolti che la produzione zootecnica convenzionale può portare a un declino della qualità nutrizionale della carne. Questo è un fattore di vulnerabilità dei settori sociali più esposti all'insicurezza alimentare.

Da questo punto di vista, la carne in vitro potrebbe soddisfare la domanda di fonti proteiche ad alto valore nutrizionale ed essere un importante alleato nella lotta contro la fame e la malnutrizione che colpisce milioni di persone nel mondo, grazie ai suoi vantaggi in termini di sicurezza, sostenibilità ambientale, benessere animale, nutraceutica e lotta alle frodi alimentari.

La ricerca di strategie e meccanismi volti a migliorare la qualità dei prodotti di origine animale è una delle tendenze attuali che ha fatto più breccia nella comunità scientifica. All'interno di questi campi di studio, le biotecnologie incentrate sullo sviluppo e sul potenziamento delle cellule staminali per scopi veterinari e zootecnici sono uno dei campi accademici che possono avere un'applicazione nella

⁸⁷ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe.

⁸⁸ Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria; Andrés Cartín-Rojas, Priscila Ortiz.

⁸⁹ Wu G, Fanzo J, Miller D, Pingali P, Post M, Steiner J, Thalacker-Mercer A. Production and supply of high-quality food protein for human consumption: sustainability, challenges, and innovations.

produzione alimentare.⁹⁰ A questo proposito, la lavorazione della carne e dei prodotti a base di carne sviluppati in ambienti controllati consente di garantirne la sicurezza e l'autenticità; di generare prodotti privi di adulteranti; di fornire alimenti senza la presenza di tracce o metaboliti di farmaci che potrebbero portare all'insorgere di resistenze ai farmaci; e di eliminare il rischio di resistenza ai farmaci.

Inoltre la carne coltivata potrebbe eliminare la presenza di organismi patogeni che permettono la comparsa di ATE. Ciò non solo ridurrebbe significativamente i tassi di morbilità e mortalità epidemiologica per alcune zoonosi di origine alimentare, ma ridurrebbe anche il rischio di contaminazione incrociata fornendo un maggiore controllo sul processo di produzione.⁹¹

La possibilità di creare ambienti controllati più sicuri e salubri in cui produrre alimenti con determinati standard igienici è di vitale importanza, non solo perché controlla la diffusione delle zoonosi alimentari, ma anche perché i consumatori sono sempre più consapevoli di ciò che mangiano, per cui le tendenze del mercato nel settore agroindustriale dovrebbero essere orientate al rispetto di questi requisiti. Il tessuto muscolare e i suoi derivati forniscono percentuali significative di nutrienti essenziali. Gli aminoacidi presenti nel muscolo scheletrico animale hanno un tasso di biodigeribilità più elevato rispetto alle proteine ottenute da fonti non animali. Si stima che la percentuale media di proteine nella carne cruda prodotta con metodi tradizionali sia di circa il 20% e che 100 g di porzione di carne cotta forniscano il 50% del fabbisogno nutrizionale giornaliero.⁹²

Le biotecnologie sono uno strumento estremamente utile per migliorare le caratteristiche qualitative degli alimenti, compreso il loro valore nutrizionale. Dal punto di vista della sana alimentazione, l'ingegneria tissutale, e in particolare la coltura in vitro della carne, consente di controllare le percentuali di composizione degli acidi grassi, il contenuto di grassi saturi, la percentuale di acidi grassi polinsaturi, le proteine e i micronutrienti essenziali come il ferro, contribuendo a

⁹⁰ Pérez-Serrano R, Ramírez-Espinoza J, Shimada A, Antaramian A, Piña E, Mora O. Células troncales mesenquimales: biología, caracterización y futuras aplicaciones en salud y producción de especies domésticas y pecuarias

⁹¹ Ford J. Impact of cultured meat on global agriculture. *World Agricult.*

⁹² Boler D, Woerner D. What is meat? A perspective from the American Meat Science Association. *Anim Front.*

standardizzare le percentuali di questi elementi nei tessuti di carne venduti ai consumatori. Questo punto è particolarmente importante perché le morti per malattie cardiovascolari associate a un'alimentazione inadeguata e all'assunzione di elevate quantità di grassi saturi di origine animale sono una delle principali cause di morte nei Paesi a basso e medio reddito. Di conseguenza, il controllo dei valori nutrizionali e il miglioramento del prodotto dal momento della sua creazione porterebbero alla diminuzione della inefficienza nutrizionale dei paesi più poveri e al controllo della salute alimentare nel resto del globo.

3.1.2 Un prodotto sostenibile per l'ambiente

Oggi si stima che circa il 30% della superficie mondiale sia utilizzata per l'agricoltura. Di questi, il 70% è utilizzato per l'allevamento estensivo. Inoltre, si stima che il settore zootecnico consumi circa l'8% dell'acqua dolce disponibile per l'irrigazione o altre attività simili; attualmente occupa circa un terzo della superficie totale e contribuisce a circa il 18% del totale dei gas serra generati annualmente.⁹³ Inoltre, la qualità e la quantità di muscolo prodotto dagli animali destinati al consumo dipende da fattori quali la gestione, l'età, la razza, ecc. Ciò rende la produzione di carne con gli standard produttivi tradizionali altamente inefficiente, nel senso che per produrre 1 kg di carne sono necessarie grandi quantità di terra, risorse naturali (acqua, foraggio, ecc.) e mangimi. Una versatilità di questa tecnica biotecnologica è il tempo relativamente breve necessario per la produzione di tessuto muscolare rispetto agli schemi di produzione tradizionali.

Dal punto di vista ambientale, l'uso della biotecnologia consente di ridurre il numero di capi di bestiame a seguito della produzione di tessuto muscolare.

Inoltre, la carne in vitro ridurrebbe drasticamente la percentuale di terra utilizzata per scopi zootecnici, il che consentirebbe una migliore gestione e controllo delle aree protette, minimizzando la pressione del bestiame su di esse e riducendo le emissioni di gas serra associate all'allevamento.

⁹³ Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria; Andrés Cartín-Rojas, Priscila Ortiz.

I dati di vari studi stimano che la coltivazione artificiale di tessuto di carne, su scala industriale, genererebbe una riduzione del 99% di terra, del 95% di acqua, del 96% di gas serra e del 45% dell'energia totale attualmente utilizzata negli allevamenti convenzionali.⁹⁴ C'è anche il vantaggio di poter produrre artificialmente la carne di animali esotici e in via di estinzione per la vendita gratuita, come contromisura per prevenire il bracconaggio di queste specie, che ne garantirebbe la conservazione e la sopravvivenza.⁹⁵

Anche la quantità di terra attualmente utilizzata per le colture alimentari destinate all'allevamento e la quantità di acqua utilizzata per l'allevamento sono abbondanti e hanno un profondo impatto negativo sull'ambiente. Ciò comporta, tra l'altro, una diminuzione dei volumi delle risorse idriche, l'erosione del suolo e la perdita di biodiversità. Pertanto, l'implementazione di sistemi emergenti per produrre proteine animali in modo più efficiente e sostenibile avrà un impatto sostanziale sul rispetto delle politiche pubbliche per la sicurezza alimentare, la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'adattamento negli anni futuri in diversi Paesi.

3.1.3 Svantaggi della carne coltivata

Dal punto di vista del meccanismo di coltura della carne in vitro, l'uso diffuso delle biotecnologie tissutali per scopi palliativi nella sicurezza alimentare è ancora rudimentale e incipiente, perché l'industria della carne in coltura richiede attualmente un elevato livello di conoscenze tecniche e scientifiche nel campo delle biotecnologie animali, attualmente insufficienti o inesistenti in molti Paesi in via di sviluppo.⁹⁶

⁹⁴ Van der Weele C, Clemens D. Emerging profiles for cultured meat; ethics through and as design. *Ani- mals*.

⁹⁵ Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria; Andrés Cartín-Rojas, Priscila Ortiz.

⁹⁶ Post M. Cultured meat from term cells: challenges and prospects.

Un altro svantaggio è la percezione da parte del consumatore di un metodo di produzione eticamente e culturalmente scorretto.⁹⁷ Questo perché l'introduzione di sistemi biotecnologici di produzione di massa avrebbe, in primo luogo, un forte impatto economico e sociale su quelle popolazioni o settori che dipendono dall'allevamento tradizionale e dalle industrie ad esso collegate (alimentazione animale, medicina veterinaria e vari segmenti commerciali che compongono la catena del valore), sostituendoli con metodi di produzione più complessi. A ciò si aggiunge l'inserimento e l'adozione di una nuova abitudine sociale di consumo da parte della popolazione. Si tratta indubbiamente di vincoli che la carne coltivata dovrà superare in futuro per conquistare i consumatori e farsi strada in mercati agroalimentari sempre più complessi.

C'è anche l'accettabilità del prodotto da parte dei consumatori. Diversi studi indicano che la maggioranza degli intervistati sarebbe disposta a provare la carne coltivata in prima istanza. Secondo questi studi, il consumo di questi prodotti dipende da una serie di fattori. Tuttavia, l'ottenimento di un prodotto ottenuto in laboratorio che possa imitare in modo affidabile le caratteristiche nutrizionali, fisico-chimiche e organolettiche della sua controparte prodotta naturalmente rimane un ostacolo importante per l'accettazione da parte dei consumatori.

In questo senso, è importante notare che le caratteristiche organolettiche e fisico-chimiche che si vogliono replicare (gusto, colore, odore, consistenza, ecc.), ricreare artificialmente tutta la struttura microscopica (fibroblasti, miociti, tessuto connettivo, adipociti, vasi sanguigni e linfatici, ecc.), nonché mantenere i livelli minimi richiesti di nutrienti essenziali sono forse i passaggi più difficili da ottenere nel prodotto finale. Indubbiamente, sono necessari ulteriori studi scientifici (e finanziamenti) per sviluppare un prodotto adeguato dal punto di vista qualitativo, che contenga percentuali ottimali di micronutrienti e una distribuzione cellulare uniforme, per fornire colore, sapore e valore nutrizionale identici alla carne ottenuta con processi tradizionali.⁹⁸

⁹⁷ Verbeke W, Marcu A, Rutsaert P, Gaspar R, Seibt B, Fletcher D, Barnett J. A. 'Would you eat cultured meat?': Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom.

⁹⁸ Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects

Tra gli attuali ostacoli alla produzione di carne in vitro c'è il fatto che l'ingegneria tissutale è attualmente molto costosa. Il costo di produzione di un grammo di carne coltivata è stato stimato in 50.000 dollari.⁹⁹ Indubbiamente, una delle sfide principali di questa moderna tecnica biotecnologica è quella di ottimizzare la produzione di carne in vitro su larga scala, ma a un costo di produzione basso per l'industria della carne e a un valore di acquisto accessibile per i consumatori.

Negli ultimi anni sono nati consorzi tra l'industria della carne e il settore scientifico in Paesi come Cina, Israele, Paesi Bassi e Stati Uniti per finanziare la ricerca e commercializzare la carne in coltura. Si prevede che nel medio termine (10 anni) sarà possibile produrre artificialmente fibre muscolari a un costo simile a quello della controparte prodotta con metodo biologico (circa 12 dollari al kg).¹⁰⁰

3.1.4. Comparazione tra l'impatto ambientale della carne tradizionale e carne in vitro

La figura 4 illustra l'entità del riscaldamento che risulterebbe dalla produzione di carne su larga scala a partire dagli attuali bovini da carne o dai sistemi di carne coltivata ipotizzati, dimostrando anche i diversi impatti climatici di ciascun gas. Come illustrato, per il riscaldamento derivante da ciascun gas nel sistema di pascolo brasiliano (Figura 1A), si verifica un riscaldamento immediato e significativo da parte del CH₄, ma in presenza di tassi di emissione sostenuti questo fenomeno cessa in larga misura di aumentare dopo alcuni decenni (a questo punto la concentrazione atmosferica di CH₄ ha raggiunto un equilibrio, e quindi la forzante che ne deriva rimane la stessa, ma c'è ancora un leggero aumento del riscaldamento a lungo termine a causa del significativo ritardo nella risposta della temperatura dell'oceano profondo).

⁹⁹ Bartholet J. Inside the meat lab. Sci Am. 2011

¹⁰⁰ Heffernan O. Sustainability: a meat issue. Nature. 2017

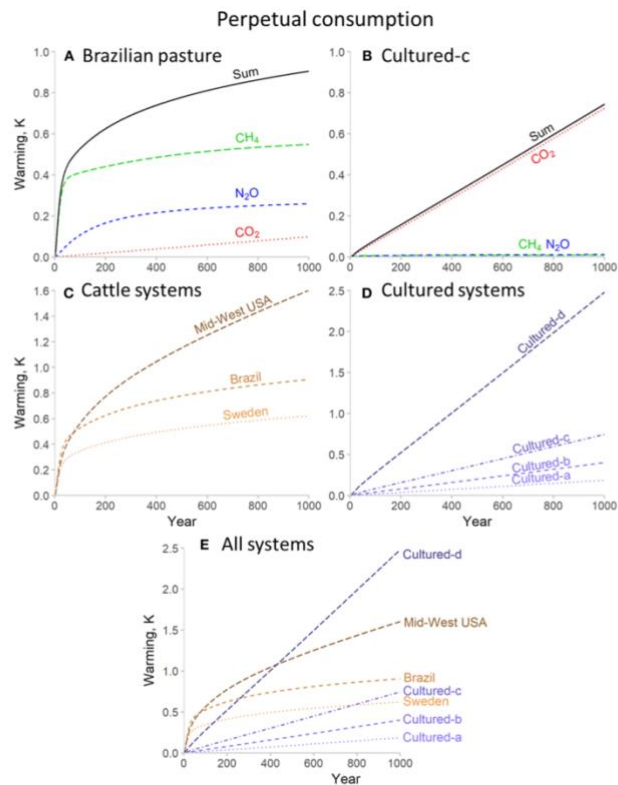


Fig. 4. Impatto del riscaldamento per un consumo perpetuo a tassi molto elevati (250 Mt all'anno) per i sistemi di produzione di carne bovina e di allevamento per 1.000 anni. (A,B) illustrano l'impatto di riscaldamento individuale e combinato dei singoli gas serra per i sistemi rappresentativi di bovini da carne (A) e di allevamento (B). (C-E) mostrano l'impatto totale del riscaldamento per tutti i sistemi.

Questa dinamica di equilibrio si osserva anche per l' N_2O , ma su una scala di alcuni secoli anziché di alcuni decenni.¹⁰¹

Al contrario, poiché una percentuale significativa di emissioni di CO_2 persiste all'infinito, non si raggiunge una forzatura di equilibrio per questo gas e quindi il riscaldamento continua ad aumentare finché le emissioni sono sostenute. Queste dinamiche sono fortemente illustrate dal confronto tra i bovini e un sistema di produzione di carne di allevamento (Figura 1B). Le emissioni di CH_4 e N_2O della carne d'allevamento sono relativamente ridotte e quindi non contribuiscono in modo significativo alle dinamiche complessive del riscaldamento; si assiste invece a un aumento perpetuo del riscaldamento a lungo termine, guidato in gran parte dal tasso di emissioni di CO_2 in corso.¹⁰²

¹⁰¹ Lynch J and Pierrehumbert R (2019) Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle. *Front. Sustain. Food Syst.*

¹⁰² Lynch J and Pierrehumbert R (2019) Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle. *Front. Sustain. Food Syst.*

I confronti tra sistemi più ampi forniscono ulteriori dimostrazioni di queste dinamiche. Tra i sistemi di produzione di bestiame da carne (Figura 1C), il sistema di pascolo degli Stati Uniti centro-occidentali mostra un grado di riscaldamento a lungo termine molto maggiore rispetto al sistema brasiliano, nonostante l'impronta di anidride carbonica equivalente sia solo marginalmente più alta, a causa della maggiore proporzione di CO₂. Il sistema di allevamento svedese si confronta favorevolmente con entrambi, in quanto la componente di CO₂ è bassa e quindi si assiste a un limitato aumento del riscaldamento a lungo termine, ma grazie alla maggiore efficienza produttiva rispetto al sistema brasiliano, anche le emissioni di CH₄ (e N₂O) sono inferiori e quindi la forzatura che ne deriva una volta che le concentrazioni atmosferiche raggiungono l'equilibrio è minore. Tra i sistemi di produzione di carne coltivata (Figura 1D), il riscaldamento è guidato in gran parte dalle emissioni di CO₂, e quindi c'è un riscaldamento in continuo aumento, la cui pendenza dipende dal tasso di emissioni annuali di CO₂. Nonostante le preoccupazioni per la potenziale omissione di alcune emissioni di CH₄ e N₂O nelle impronte delle colture -a e -b, l'impatto marginale di questi gas per le colture -c, dove questi dati erano disponibili, suggerisce che le tendenze generali sarebbero simili.¹⁰³

Riunendo tutti i tipi di sistema (Figura 1E), si nota come le due impronte più ottimistiche dei sistemi di carne coltivata, coltivata -a e coltivata -b, sono sufficientemente ridotte da far pensare che questi sistemi abbiano effettivamente un impatto climatico minore rispetto ai sistemi bovini.

Questi due sistemi di carne coltivata rimangono superiori anche al migliore b e risultano migliori secondo l'analisi condotta anche al miglior sistema di produzione di carne bovina nel lunghissimo termine (1.000 anni), anche se il loro vantaggio relativo diminuisce nel tempo e, alla fine del periodo preso a modello, è significativamente inferiore a quello che potrebbe essere implicito nel confronto tra le impronte di anidride carbonica equivalente. L'esempio più eclatante di queste dinamiche è fornito dalla carne coltivata -d. Nonostante l'impronta di anidride carbonica equivalente sia inferiore a quella di tutti i sistemi di allevamento bovino,

¹⁰³ Lynch J and Pierrehumbert R (2019) Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle. *Front. Sustain. Food Syst.*

entro 200 anni di produzione continua, il sistema svedese è superiore e, entro 450 anni, è superato anche dal peggior sistema di allevamento di questo genere (nonostante abbia solo il 57% della sua impronta di anidride carbonica equivalente). Questo sistema viene poi superato da tutti i sistemi bovini in misura crescente quanto più a lungo viene mantenuta la produzione.¹⁰⁴

Nonostante sia ancora difficile da definire se una sostituzione su larga scala dei prodotti dell'industria zootecnica con alimenti come la carne coltivata sia effettivamente una scelta più sostenibile rispetto alla situazione attuale, si può affermare che nel breve e lungo periodo risulta estremamente non conforme con i parametri di sostenibilità ambientale un'alimentazione basata su beni di derivazione animale, e che l'adottare prodotti come la carne coltivata può decisamente rallentare il processo di riscaldamento globale, data la sua limitata quantità di emissioni rispetto alla produzione di carne e derivati.

3.2. Un prodotto nuovo sul mercato: minaccia o innovazione

L'arrivo sul mercato della carne coltivata, oltre a innescare un atteggiamento particolare che sarà oggetto di analisi nel prossimo capitolo negli acquirenti, muove la preoccupazione di chi si impegna nella lavorazione dei prodotti del settore primario, in particolar modo si fa riferimento ad allevatori e agricoltori, i quali vedono nel nuovo prodotto una possibile minaccia per il loro settore d'interesse.

Le previsioni sulla scomparsa dell'agricoltura convenzionale fanno parte del discorso scientifico e industriale da quando, nell'Ottocento, i rapidi progressi della chimica organica hanno portato alla consapevolezza che i prodotti di piante e animali potevano essere ottenuti sinteticamente da fonti organiche alternative.¹⁰⁵

Nel 1894 il professor Berthelot, all'epoca definito "uno dei più grandi uomini di scienza viventi", predisse un futuro alimentare che avrebbe "*superato i limiti dell'umana credenza*", con l'abbandono dell'agricoltura animale e la possibilità di

¹⁰⁴ Lynch J and Pierrehumbert R (2019) Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle. *Front. Sustain. Food Syst.*

¹⁰⁵ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"? Rob J.F. Burton

mangiare carne "*prodotta direttamente dai suoi elementi*" e latte che "*si avvicinerà al latte naturale per soddisfare le richieste e i desideri del pubblico*".¹⁰⁶

Dam suggerisce che:

"la chiara evidenza del presente porta abbastanza logicamente alla conclusione che in un futuro più o meno lontano, la chimica sintetica distruggerà tutte le grandi industrie agricole e metterà a nuovo uso i campi di grano e gli allevamenti di bestiame di oggi".¹⁰⁷

Mentre altri all'epoca concordavano con questa previsione, in seguito, con l'evolversi delle conoscenze scientifiche sulla biologia e sulla chimica organica, ci si rese conto dei suoi limiti e si suggerì un nuovo processo sintetico: l'uso di microrganismi come fabbriche in miniatura per la produzione di proteine.

Nell'era "produttivista" del secondo dopoguerra sembrava che i progressi tecnologici e strutturali dell'agricoltura convenzionale sarebbero stati sufficienti a soddisfare le esigenze di consumo future, ma con l'indebolimento dei progressi e l'aumento delle capacità dell'ingegneria genetica (GE) iniziò a emergere una visione del futuro radicalmente diversa, in cui il mondo passava "dall'agricoltura alla biotecnologia".¹⁰⁸ L'avvento dell'ingegneria genetica prometteva di estendere senza limiti la capacità dell'agricoltura convenzionale, alterando il codice genetico di piante e animali in modo tale che i vincoli ambientali non avrebbero più rappresentato un ostacolo alla produzione agricola.

Tuttavia, i progressi della rivoluzione biotecnologica sono stati discontinui. Sebbene a livello globale la produzione di piante geneticamente modificate sia aumentata costantemente e oggi la produzione di alimenti geneticamente modificati copre 190 milioni di ettari¹⁰⁹, ma le preoccupazioni per l'ambiente e la salute hanno fatto sì che, sebbene molti Paesi accettino e producano varietà di alimenti geneticamente modificati, l'opinione pubblica rimanga scettica sulla loro sicurezza e desiderabilità. All'interno dell'Unione Europea l'accesso al mercato per i prodotti

¹⁰⁶ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"? Rob J.F. Burton

¹⁰⁷ Dam, Henry JW. "Foods in the Year 2000. Professor Berthelot's Theory That Chemistry Will Displace Agriculture." McClure's Magazine 3 (1894): 303-12.

¹⁰⁸ Goodman, David, Bernardo Sorj, and John Wilkinson. *From farming to biotechnology: A theory of agro-industrial development*. Basil Blackwell, 1987.

¹⁰⁹ Briefs, I. S. A. A. A. "Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017: Biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years." ISAAA brief 53 (2017)

geneticamente modificati rimane fortemente limitato, mentre il sentimento dei consumatori contro l'uso delle biotecnologie nella produzione alimentare è elevato. In queste situazioni, i ricercatori si sono spesso rivolti alle analisi storiche. Ad esempio, Goodman et al. hanno esplorato la possibile transizione verso una bioeconomia basando la loro analisi sia sugli sviluppi tecnologici della GE sia sulle valutazioni delle transizioni storiche per esplorare il sostituzionismo e l'appropriazionismo nel settore agricolo.¹¹⁰

Per comprendere le problematiche legate alla transizione di una proteina biosintetica, sono state analizzate tre transizioni di sostituzione in cui la sintesi chimica ha sostituito con successo un prodotto naturale coltivato. Si tratta dell'alizarina e dell'industria della robbia, dell'indigotina e dell'industria dell'indaco e della vanillina e dell'industria della vaniglia.

3.2.1 Verso una transizione interna al sistema alimentare: prime teorie

Attualmente il quadro di riferimento più utilizzato per esaminare le transizioni all'interno dell'agricoltura o dei sistemi alimentari è il MLP sul cambiamento di regime sviluppato da Geels.¹¹¹ Questo approccio è stato molto influente nella comprensione di come i regimi di pratica consolidati vengono stravolti e riconfigurati. Ciò nonostante, in questa istanza si andrà a prendere in considerazione la teoria ipotizzata da Goodman et al., la quale rende conto sia dei tipi di transizione osservati da Geels, sia la totale sostituzione di un sistema con un altro.

Scrivendo all'interno dell'approccio di economia politica delle teorie del cambiamento agricolo di derivazione neo-marxista, Goodman et al. hanno rotto con l'ortodossia prevalente rifiutando l'idea che i grandi cambiamenti nei sistemi agricoli potessero essere interamente spiegati da argomenti causali derivati dalle caratteristiche strutturali del capitalismo.¹¹² Al contrario, hanno cercato di

¹¹⁰ Goodman, David, Bernardo Sorj, and John Wilkinson. *From farming to biotechnology: A theory of agro-industrial development*. Basil Blackwell, 1987.

¹¹¹ *From sectoral systems of innovation to socio-technical systems Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory*

¹¹² *From Farming to Biotechnology: A Theory of Agro-Industrial Development*; D. Goodman, B. Sorj and J. Wilkinson; Basil Blackwell, Oxford (1987)

comprendere casi storici specifici di cambiamento nell'agricoltura bilanciando le principali cause economiche strutturali con altre causalità derivanti dalla materialità e dalle proprietà biofisiche dei prodotti alimentari e delle fibre, nonché dalle nuove e drammatiche innovazioni tecnologiche derivanti dalle nuove biotecnologie. In questo modo, hanno identificato due ampie categorie di transizione.¹¹³

La prima - l'appropriazionismo - riguardava il cambiamento delle dinamiche, delle relazioni e delle tecnologie che hanno preso elementi specifici della produzione agricola e dei sistemi agricoli e li hanno sostituiti con sistemi, input o pratiche industriali. Sebbene questi cambiamenti potessero essere piuttosto significativi, mantenevano comunque il quadro generale dei sistemi agricoli.¹¹⁴ L'idea dell'appropriazionismo prefigurava da vicino le successive intuizioni di Geels sul cambiamento dei regimi agricoli. La differenza fondamentale era la nozione parallela di sostituzionismo, in cui si ipotizzava il potenziale delle nuove applicazioni industriali e scientifiche per creare piattaforme di produzione industriale completamente nuove che avrebbero semplicemente eliminato la necessità dei sistemi agricoli esistenti in particolari settori merceologici. I loro studi di caso sul sostituzionismo dipingevano immagini drammatiche di cambiamenti massicci e dirompenti attraverso la creazione di intere nuove bioeconomie che minacciavano l'esistenza di interi settori della produzione agro-culturale.

Tuttavia, la loro tesi secondo cui la biotecnologia avrebbe rivoluzionato l'agricoltura ha ricevuto forti critiche all'epoca. In particolare, Buttel, pur osservando che molti scienziati sociali dell'epoca ritenevano che le nuove tecnologie avrebbero "*cambiato enormemente l'organizzazione sociale di tutte le società del mondo nei prossimi due decenni circa*", riteneva che "*l'immagine della biotecnologia come forza causale epocale di primo ordine nel cambiamento sociale può essere fuorviante*".¹¹⁵ Buttel concorda con l'argomentazione di Goodman secondo cui l'applicazione principale della biotecnologia sarebbe quella di ridurre i costi o migliorare i prodotti esistenti, ma sostiene che l'impatto sarebbe evolutivo

¹¹³ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"?; Rob J.F. Burton

¹¹⁴ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"?; Rob J.F. Burton

¹¹⁵ How epoch making are high technologies? The Case of Biotechnology; F.H. Buttel

piuttosto che rivoluzionario. La sostituzione delle biotecnologie in agricoltura, ha sostenuto, avviene principalmente con la sostituzione di nuovi processi e materiali ai metodi convenzionali, mentre le applicazioni appropriazioniste riflettono semplicemente la continuità con il passato. Per essere veramente rivoluzionaria, riteneva, una tecnologia dovrebbe soddisfare tre criteri: dovrebbe avere un'ampia accettazione pubblica, dovrebbe essere applicabile a un'ampia sfera di produzione e quindi "*creare nuove grandi categorie di beni di consumo e di produzione*", e dovrebbe applicarsi a settori economici in ascesa o che probabilmente lo saranno in futuro.¹¹⁶

Mentre il pensiero di Goodman et al. è stato molto influente nella discussione del potenziale delle nuove tecnologie e pratiche genetiche in agricoltura, l'attenzione degli studiosi per il loro quadro di riferimento è andata scemando man mano che la discussione si spostava altrove. Ora, nel contesto dei sostituti proteici, il loro quadro assume un nuovo significato.

3.2.2 Transizione delle proteine animali: verso il fallimento?

Negli ultimi decenni è emersa una tendenza crescente a ridurre il consumo di carne nelle diete europee e americane, come risultato della preoccupazione per la salute umana, il benessere degli animali e l'ambiente. Allo stesso tempo, le tecnologie per la produzione di prodotti simili alla carne sono migliorate. In particolare, lo sviluppo di tecnologie di cottura ad alta umidità all'inizio degli anni '90 ha permesso alle proteine vegetali di sviluppare strutture fibrose distintive simili alla carne, aumentando la somiglianza testuale con i derivati animali. Il 2010 ha visto l'introduzione di hamburger che "sanguinano" per imitare la sensazione del consumo di carne vera aumentando la succulenza del prodotto. Questi miglioramenti, insieme ai cambiamenti nelle preferenze alimentari, hanno contribuito a una notevole crescita del mercato. Si prevede che i sostituti della carne a base vegetale raggiungano un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del

¹¹⁶ How epoch making are high technologies? The Case of Biotechnology; F.H. Buttel

7,7% dal 2018 al 2025.¹¹⁷ Al contrario, mentre la produzione di proteine animali è ancora superiore ai sostituti in termini di valore totale del mercato, l'OCSE/FAO prevede che il consumo annuale globale di carne pro capite nel prossimo decennio (2018-2027) aumenterà dell'1,15%, rispetto all'1,89% del decennio precedente.¹¹⁸ È in questo contesto di sviluppo tecnologico combinato e di prospettive di mercato positive per i sostituti proteici di origine vegetale che è emersa la possibilità di compiere il passo successivo, ovvero il passaggio alle proteine animali biosintetizzate.

Per comprendere il potenziale impatto delle proteine animali sintetizzate sui sistemi agricoli contemporanei, si vanno a ricordare tre transizioni istituzionali di particolare importanza storica: l'alizarina, l'indigotina e la vanillina. L'alizarina rappresenta un caso in cui la produzione sintetica di un farmaco identico ha portato alla rapida decimazione di un settore agricolo un tempo fiorente (la produzione di robbia); l'indigotina rappresenta un caso simile, ma segue un percorso diverso a causa di problemi legati allo sviluppo di un processo produttivo commercialmente valido e all'aumento della produzione; e infine, la vanillina rappresenta un tentativo di sintetizzare un prodotto alimentare in cui era richiesta una sostituzione complessa, ovvero la sintesi di un gusto naturale piuttosto che di un semplice colore.¹¹⁹

In questa sezione si mira non a ricordare storicamente i passaggi della transizione dei tre prodotti citati, ma si mira all'analisi delle possibili conseguenze sul mercato dopo l'ingresso di un prodotto sostitutivo come la carne sintetica.

In primo luogo, la probabilità di sostituzione di un prodotto sembra dipendere dalla sua complessità. Un anonimo collaboratore del Journal of Science divise i prodotti organici in due classi: la classe 1 - coloranti, farmaci, profumi etc. con "composti chimici definiti" che potevano essere sostituiti da un "prodotto strettamente analogo", e la classe 2 - composti complessi di acidi, grassi, gliceridi, zuccheri e

¹¹⁷ Meat Substitute Market by Product Type, Source, Category - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018-2025 Allied Analytics LLP Allied Analytics LLP (2018)

¹¹⁸ OECD/FAO, 2018; OECD/FAO; OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027, vol. 107, OECD; Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2018)

¹¹⁹ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"?; Rob J.F. Burton

etc.¹²⁰ Mentre la prima classe era considerata un'opportunità per i chimici organici, per la seconda egli sosteneva che "*la produzione artificiale è difficilmente concepibile*", facendo l'esempio di un pezzo di carne. Nei casi più semplici citati precedentemente, quelli dei coloranti, lo sviluppo dei sostituti porta in ultima analisi alla completa ricollocazione del prodotto naturale e all'estinzione delle industrie che lo producevano. Quando si tratta di un colorante, la sostituzione riguarda solo due qualità che interessano il consumatore - il colore e la permanenza – divenendo difficile distinguere il prodotto artificiale dal prodotto naturale. Quando i prodotti sono complessi, come nel caso della vaniglia (o di altri prodotti alimentari complessi come la carne), l'incapacità del sostituto di eguagliare la complessità del prodotto naturale divide il mercato in almeno due categorie di prodotti. Nel caso della vaniglia, il prodotto naturale ha continuato ad essere coltivato grazie al prezzo di favore che attirava, anche se all'epoca si pensava che la crescita del mercato fosse seriamente compromessa dall'arrivo del prodotto artificiale. Con i sostituti della vaniglia biosintetizzati, ora in grado di produrre una complessa gamma di composti aromatici, resta da vedere se questo aggiungerà semplicemente un'altra categoria di prodotti e trincererà il mercato o se porterà alla scomparsa della vaniglia prodotta in agricoltura. In secondo luogo, i tempi di transizione variano a seconda delle difficoltà di sviluppo di un processo di sintesi economicamente vantaggioso e, di conseguenza, il mancato sviluppo di un prodotto commerciale a breve termine non deve essere visto come un fallimento generale. Nel caso delle sotto-istituzioni storiche c'è un modello di preoccupazione iniziale quando la scoperta viene annunciata per la prima volta, ma una volta iniziato il processo di raffinazione e scalabilità la risposta è spesso quella di liquidare il prodotto come incapace di sostituirlo e si instaura un periodo di compiacimento. Nel frattempo, lo sviluppo tecnologico continua fino a quando il prodotto non viene perfezionato e diventa economicamente competitivo: a quel punto può verificarsi una rapida sostituzione.¹²¹ La lezione principale per il settore zootecnico

¹²⁰ The war against agriculture; Anon, J. Sci., 4 (1882)

¹²¹ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"?; Rob J.F. Burton

contemporaneo è che, indipendentemente dal successo delle attuali start-up, occorre prepararsi all'arrivo sul mercato di prodotti proteici sintetici.

In terzo luogo, il successo del prodotto non dipende solo dalle qualità legate al consumo (colore, sapore, consistenza, ecc.), ma anche dalla sua compatibilità con il processo di produzione industriale.

I produttori di cioccolato e dolci adottarono la vanillina artificiale negli anni Novanta del XIX secolo, una volta che i costi di produzione erano stati sufficientemente ridotti, nonostante il prodotto rimanesse inferiore alla vaniglia naturale.¹²² È probabile che un problema simile emerga con le proteine animali artificiali. Se il prodotto si presenta in una forma conveniente per la produzione (ad esempio, allo stato tritato per hamburger o piccoli prodotti), è di qualità più costante, è immune da costosi rischi alimentari e/o è più economico del prodotto naturale, allora può essere adottato come ingrediente dall'industria quasi anche se non assomiglia esattamente al prodotto naturale.

In quarto luogo, l'adulterazione del prodotto naturale può creare un'opportunità di sostituzione con un prodotto non naturale. Nel caso della vaniglia, la frequente adulterazione dell'essenza di vaniglia con altri composti ha portato ad avvelenamenti che hanno creato preoccupazioni per la qualità del prodotto¹²³, mentre, allo stesso tempo, le drammatiche fluttuazioni di prezzo hanno indotto i coltivatori ad affrettare il processo di lavorazione e a creare un prodotto inferiore.¹²⁴ Sebbene le normative attuali rendano improbabile la vendita di prodotti pericolosi, negli ultimi decenni si sono verificati regolarmente allarmi alimentari nell'industria delle proteine animali, ad esempio, la crisi della BSE nel Regno Unito a metà degli anni '90, l'epidemia di afta epizootica nel Regno Unito all'inizio degli anni 2000, lo scandalo della melamina nel latte in Cina a fine degli anni 2000, la sostituzione della carne di cavallo in tutta l'UE all'inizio degli anni 2010 e la contaminazione dei prodotti lattiero-caseari con diciandiammide (DCD) in Nuova Zelanda.¹²⁵ Eventi come questi probabilmente aumenteranno le opportunità di mercato per le

¹²² The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"?; Rob J.F. Burton

¹²³ Vanillin and vanilla; Anon; Montreal Pharmaceutical Journal, 7 (1896)

¹²⁴ Vanillin and vanilla; Anon; Montreal Pharmaceutical Journal, 7 (1896)

¹²⁵ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"?; Rob J.F. Burton

proteine alternative in futuro, il che significa che un'immagine pulita per l'industria è essenziale.

Alcuni alimenti sostituiti nel mercato con altri sintetici (che non verranno presi in analisi in questa sede) mostrano come le sostituzioni non seguono sempre le vie previste. Mentre alla fine del XIX secolo gli scienziati pensavano di poter sviluppare un mezzo per sintetizzare e sostituire lo zucchero, il risultato è stato invece lo sviluppo di sostituti con proprietà aggiuntive variabili che hanno portato a una biforcazione del mercato. Anche il passaggio alle proteine artificiali potrebbe non prendere la strada prevista. Gli scienziati coinvolti nelle start-up di proteine sintetiche oggi prevedono un futuro positivo con lo stesso livello di certezza apparente che è stato mostrato nella transizione del saccarosio, una transizione che non è mai avvenuta. Tuttavia, ogni transizione è diversa e, nel caso delle proteine biosintetiche, ci sono tre caratteristiche chiave che suggeriscono che una transizione parziale o addirittura completa è semplicemente una questione di tempo.¹²⁶

3.2.3. La sostenibilità come motore di innovazione

Bisogna considerare che una transizione verso le proteine biosintetiche è molto plausibile se si guarda all'urgente necessità di affrontare i problemi di sostenibilità nel settore zootecnico. Le start-up hanno creato un notevole clamore intorno ai potenziali ambientali dell'agricoltura cellulare, contribuendo alla nascita di una letteratura accademica sul suo potenziale ambientale. Una prima valutazione del ciclo di vita effettuata da Tuomisto e de Mattos ha suggerito che, rispetto alla carne prodotta in modo convenzionale in Europa, la carne biosintetizzata comporta un utilizzo di energia inferiore del 7-45%, emissioni di gas serra (GhG) inferiori del 78-96%, utilizzo di suolo inferiore del 99% e utilizzo di acqua inferiore dell'82-96%.¹²⁷ Analogamente, uno studio preliminare sul processo di produzione delle proteine del latte per Perfect Day sostiene che il latte derivato dal lievito utilizzerebbe il 24-84% in meno di energia, il 77-91% in meno di terra, il 98% in

¹²⁶ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new “war against agriculture”?; Rob J.F. Burton

¹²⁷ Environmental impact of cultured meat production; H.L. Tuomisto and M.J. de Mattos; Environ. Sci. Technol., 45 (2011)

meno di acqua e produrrebbe il 35-65% in meno di emissioni di gas serra, rispetto al latte convenzionale.¹²⁸ Nonostante gli ampi margini di errore legati ai processi di produzione in via di perfezionamento, i dati suggeriscono che l'agricoltura cellulare potrebbe svolgere un ruolo importante nell'affrontare questioni globali chiave come la perdita di terreno a causa della salinizzazione o dell'innalzamento del livello del mare, la crescita della popolazione e, in modo critico, il cambiamento climatico. Come si evince dai casi storici, la sostituzione diretta dei prodotti dell'industria zootecnica può avere un impatto immediato e drammatico sui sistemi di produzione convenzionali. C'è da considerare però che l'effetto mitigante di uno sviluppo commerciale di successo di albumi d'uovo, pollame o potrebbe invece essere sostanzialmente inferiore rispetto a quello relativo alle emissioni negative per l'ambiente.

3.2.4. Considerazioni

Le analisi storiche delle sostituzioni passate condotte in questo capitolo suggeriscono che l'industria potrebbe attraversare una serie di fasi di reazione, che iniziano inizialmente con lo shock per l'ingresso del nuovo prodotto, quando i settori agricoli si trovano ad affrontare l'idea di aver perso il monopolio della produzione di proteine animali. Successivamente, come nel caso della vaniglia, si è assistito a un periodo di compiacimento in cui, a causa dell'incapacità dell'industria di sviluppare immediatamente un processo di produzione commercialmente redditizio, il settore agricolo ha respinto l'idea che la sintesi fosse possibile. L'analisi degli eventi di allora suggerisce che l'industria avrebbe dovuto sfruttare il ritardo nello sviluppo per migliorare il processo di produzione naturale. In tutti i casi, il punto critico per l'agricoltura si è verificato quando il prezzo della produzione sintetica è sceso al di sotto di quello della produzione del prodotto naturale che, in combinazione con l'ulteriore consistenza del prodotto e la sicurezza

¹²⁸ Environmental impact of cultured meat production; H.L. Tuomisto and M.J. de Mattos; Environ. Sci. Technol., 45 (2011)

dell'approvvigionamento, ha portato a un'adozione diffusa e rapida da parte delle principali industrie.¹²⁹

Una delle questioni chiave che gli allevatori dovranno affrontare in futuro è come mantenere il proprio vantaggio di "naturalità". All'inizio dell'era della sintesi chimica, il pubblico aveva già espresso una preferenza per il "naturale" rispetto al sintetico e questo è ancora prevalente tra i consumatori di oggi.¹³⁰ Sebbene il concetto di naturalità sia complesso, ci sono pochi dubbi sul fatto che le proteine biosintetiche saranno percepite, nella maggior parte dei casi, come molto meno naturali rispetto alle proteine di allevamento. La produzione di proteine attraverso animali vivi dovrebbe quindi avere un vantaggio significativo, potenzialmente inattaccabile, rispetto alle alternative sintetiche.

Tuttavia, i sistemi di allevamento basati sugli animali mostrano una forte variabilità. Pratiche come l'allevamento degli animali in condizioni chiuse e controllate, l'uso preventivo di antibiotici, lo sviluppo di alimenti ultra-lavorati la meccanizzazione avanzata, la proteomica nel benessere animale, il riutilizzo di proteine animali in mangimi concentrati etc., stanno spingendo sempre più la produzione zootecnica industriale verso l'estremità "non naturale" dello spettro della naturalità.¹³¹

Rispondere alla minaccia di prodotti proteici animali sintetici a basso costo con un'ulteriore appropriazione e sostituzione indebolirebbe il vantaggio chiave delle proteine animali naturali e, allo stesso tempo, normalizzerebbe o addirittura "naturalizzerebbe" i processi utilizzati nella produzione sintetica. Se il processo di ulteriore intensificazione porta anche a un aumento delle conseguenze ambientali o a una diminuzione del benessere degli animali, il risultato potrebbe favorire ulteriormente la posizione dei produttori di proteine biosintetiche.

Se il mercato delle proteine animali si sviluppa nello stesso modo in cui si sono sviluppate altre transizioni di sostituzioni complesse, potremmo assistere alla transizione verso un mercato biforcuto come quello della vanillina, con le proteine

¹²⁹ The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new "war against agriculture"?; Rob J.F. Burton

¹³⁰ Román et al., 2017; The importance of food naturalness for consumers: results of a systematic review; S. Román, L.M. Sánchez-Siles and M. Siegrist; Trends Food Sci. Technol., 67 (2017).

¹³¹ Evans et al., 2010; Consumers' ratings of the natural and unnatural qualities of foods; G. Evans, B. de Challemaison and D.N. Cox; Appetite, 54 (2010)

sintetiche che riforniscono il mercato di massa, mentre la produzione di alta gamma di vere proteine animali sopravvive, o addirittura prospera, producendo prodotti naturali di alta qualità ad un prezzo maggiorato. In alternativa, dato che il mercato delle proteine animali è già biforcuto sulla base della naturalità, il risultato potrebbe essere un mercato triforcuto, con le proteine animali industriali che forniscono un'esperienza di carne "vera" a coloro che non possono permettersi prodotti naturali di alta gamma.¹³²

Molti altri fattori potrebbero influenzare - o addirittura impedire del tutto - la transizione alle proteine animali sintetiche. Tra i potenziali fattori che facilitano la transizione verso le proteine sintetiche vi sono la maggiore volontà politica di affrontare il problema del riscaldamento globale e l'aumento della gravità degli eventi meteorologici che colpiscono l'approvvigionamento alimentare convenzionale, mentre fattori di disturbo come nuovi ostacoli normativi, controversie legali da parte degli allevatori convenzionali o crisi finanziarie potrebbero influire negativamente su qualsiasi transizione.

Di conseguenza, mentre è relativamente sicuro supporre che i prodotti saranno sul mercato entro il prossimo decennio, la natura esatta e i tempi di qualsiasi transizione sono impossibili da accertare.

¹³² The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new “war against agriculture”?; Rob J.F. Burton

4. Quadro socio-politico: dall'Italia alla visione europea

4.1. L'atteggiamento e la reazione dell'acquirente al nuovo prodotto

L'interesse per la carne coltivata si inserisce nel quadro della crescente domanda di nutrienti sostenibili e di una maggiore consapevolezza della salute e del benessere che porta alla necessità di sviluppare nuovi alimenti.¹³³ Dal punto di vista della scienza dei consumi, diversi studi hanno esplorato la percezione dei consumatori. Queste indagini includono, ad esempio, l'esplorazione delle barriere e delle motivazioni al consumo di carne coltivata,¹³⁴ le preferenze in base alle diverse opzioni di prezzo¹³⁵ e il modo di categorizzare la carne in vitro in relazione alla carne tradizionale e ai sostituti della carne.¹³⁶ Inoltre, la maggior parte delle ricerche si è concentrata sulla disponibilità a provare o sulla disponibilità a pagare.

Recentemente alcuni studi hanno esplorato l'impatto delle informazioni sulla percezione della carne in vitro da parte dei consumatori, concentrandosi su diversi aspetti. In generale, è noto che le informazioni possono influenzare positivamente l'atteggiamento dei consumatori nei confronti sia degli alimenti in generale sia dei nuovi prodotti, tra cui la carne in vitro. Uno studio precedente che ha confrontato

¹³³ Tuorila & Hartmann, 2020; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹³⁴ Hocquette, 2016; Siegrist, Sütterlin & Hartmann, 2018

¹³⁵ Loo, Caputo & Lusk, 2020; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹³⁵ Hocquette, 2016; Siegrist, Sütterlin & Hartmann, 2018

¹³⁶ Bekker, Fischer, Tobi & van Trijp, 2021; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹³⁶ Hocquette, 2016; Siegrist, Sütterlin & Hartmann, 2018

gli atteggiamenti espliciti e impliciti verso il nuovo prodotto ha concluso che l'atteggiamento esplicito verso la carne sintetica può essere influenzato dalle informazioni sulla sua sostenibilità e su un prodotto sostenibile percepito positivamente.¹³⁷ Una ricerca recente ha dimostrato che il nome utilizzato per etichettare questo nuovo alimento influisce significativamente sulla sua accettazione da parte dei consumatori. Inoltre, un'analisi che si sofferma sull'efficacia di diversi messaggi ha dimostrato che sostenere che la carne in vitro è naturale è meno persuasivo e determina una minore accettazione dichiarata rispetto a non affrontare il tema della naturalità. Un altro studio recente ha esplorato l'effetto del contenuto informativo sull'accettazione della cultured meat in un contesto di degustazione, dimostrando che i partecipanti che hanno assaggiato un hamburger "coltivato" (etichettato come tale ma in realtà un hamburger convenzionale) hanno valutato il suo gusto migliore di quello convenzionale nonostante l'assenza di una differenza oggettiva.¹³⁸ Un recente lavoro sulla categorizzazione dei prodotti derivanti la coltura della carne ha mostrato che questi ultimi si sovrappongono sostanzialmente alle categorie "carne" e "sostituti della carne" e ha suggerito che i partecipanti hanno difficoltà a categorizzare coerentemente i suddetti alimenti.

Gli studi citati in precedenza hanno fornito indicazioni rilevanti sull'effetto delle informazioni sulla percezione della carne coltivata da parte dei consumatori; tuttavia, l'effetto delle informazioni rimane ancora poco studiato e in alcuni casi i risultati sono contraddittori. Inoltre, nessuno studio ha confrontato direttamente l'effetto di affermazioni specifiche (come la disponibilità dell'alimento nel prossimo futuro) sulle principali variabili di risposta utilizzate per valutare gli atteggiamenti verso la carne in vitro. In questo contesto, gli obiettivi del presente capitolo mirano a confrontare l'effetto dei principali tipi di indicazioni relative a tre domini (sicurezza umana, benessere animale e impatto ambientale) riguardanti gli alimenti che potrebbero essere disponibili per l'acquisto in futuro; verificare come i principali fattori precedentemente identificati come rilevanti nell'influenzare

¹³⁷ Bekker, Fischer, Tobi & van Trijp, 2017; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹³⁷ Hocquette, 2016; Siegrist, Sütterlin & Hartmann, 2018

¹³⁸ Rolland, Markus, Post, & Sakai, 2020

significativamente la propensione alla carne coltivata influenzino gli atteggiamenti verso le variabili di risposta maggiormente misurate; esplorare la relazione tra le variabili di risposta maggiormente utilizzate per valutare gli atteggiamenti verso la carne sintetica utilizzando metodi espliciti. Si procederà, infine, all'analisi delle politiche economiche a livello europeo per la gestione del nuovo prodotto sul mercato.

4.1.1. Sondaggi sugli acquirenti: analisi e risultati

È stato sviluppato un sondaggio online in lingua italiana utilizzando il software QuatricsXM¹³⁹ e inviato via e-mail al personale, agli studenti e ai contatti dell'Università di Scienze Gastronomiche di Bra. L'indagine comprendeva domande su dati socio-demografici, abitudini relative al consumo di carne (frequenza di consumo di carne, motivi per non consumare carne tradizionale, grado di conoscenza della carne coltivata), tratti di personalità (scala di neofobia alimentare, FNS)¹⁴⁰; scala di disgusto e atteggiamento verso la carne coltivata¹⁴¹ (favore = F, disponibilità a provare = WT, disponibilità all'acquisto = WP, disponibilità a sostituire la carne tradizionale = WS). Poiché il termine utilizzato per descrivere la carne in vitro influisce sull'atteggiamento dei consumatori,¹⁴² all'inizio del questionario sono stati indicati diversi termini per il prodotto in questione, in accordo con altri ricercatori che suggeriscono di fornirne più di una definizione. È stata presentata la seguente nomenclatura di base di carne coltivata: "Carne coltivata in vitro", chiamata anche "carne pulita" o "carne in vitro" o "carne basata su cellule" (di seguito "carne coltivata") è definita come "carne" cresciuta in laboratorio da una coltura cellulare, senza la necessità di allevare l'animale. La consistenza e il sapore del prodotto sono indistinguibili da quelli della carne prodotta con l'allevamento intensivo tradizionale; il prezzo finale del prodotto è paragonabile a quello della carne prodotta con l'allevamento intensivo

¹³⁹ Provo, UT, USA

¹⁴⁰ Pliner & Hobden, 1992

¹⁴¹ Hartmann & Siegrist, 2018

¹⁴² Bryant & Barnett, 2019

tradizionale".¹⁴³ La descrizione è stata adattata dalla letteratura precedente e dalla formazione commerciale disponibile e inserita nel sondaggio subito prima di ogni blocco di informazioni. Tuttavia, sia nel sondaggio che nel presente lavoro, il termine "carne coltivata" è stato principalmente utilizzato e preferito sulla base e secondo le ragioni indicate da Tomiyama et al.

Accedendo al sondaggio online, gli intervistati sono stati assegnati in modo casuale ed equo a quattro diversi blocchi, ognuno dei quali corrispondeva a un tipo di informazione aggiuntiva rispetto alla definizione di base di carne in vitro: controllo (nessuna informazione aggiuntiva), sicurezza umana (HS), benessere animale (AW) e impatto ambientale (E). I blocchi sono stati scelti in base alle principali dimensioni identificate in letteratura.¹⁴⁴

Oltre al gruppo di controllo, per ogni blocco di informazioni sono state valutate le simili separatamente in base alla letteratura. Le affermazioni erano: "Non contiene antibiotici, riducendo il rischio di resistenza agli antibiotici" (Antibiotic-free) e "Non contiene agenti patogeni, riducendo il rischio di zoonosi (malattie trasmesse dagli animali all'uomo)" (Pathogen- and zoonosis-free) per HS¹⁴⁵; "Non prevede l'allevamento di animali in condizioni di scarso benessere animale" (No animal breeding) e "Non prevede la macellazione di animali" (No animal slaughtering) per AW; "Consente una riduzione dell'82-96% del consumo di acqua, rispetto all'allevamento intensivo convenzionale" (82-96% di riduzione del consumo di acqua) e "Consente una riduzione del 99% del consumo di suolo, rispetto all'allevamento intensivo convenzionale" (99% di riduzione del consumo di suolo) per E.¹⁴⁶

Dopo aver presentato le informazioni aggiuntive, indipendentemente dal blocco, sono state poste quattro domande a tutti gli intervistati: 1) "Sei favorevole?"; 2) "Saresti disposto a provarla?"; 3) "Saresti disposto ad acquistarla?"; 4) "Saresti

¹⁴³ Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁴⁴ Rolland, Markus, Post, & Sakai, 2020; Weinrich, Strack, & Neugebauer, 2020

¹⁴⁵ Bhat, Fayaz & Kumar, 2015; Datar & Betti, 2010

¹⁴⁶ Tuomisto & Teixeira De Mattos, 2011

disposto a sostituire la carne tradizionale con questa?". Le variabili di risposta sono state selezionate in base alle risposte più comuni precedentemente richieste per la carne coltivata e sono state raccolte su scale a 5 punti (1 = decisamente no; 5 = decisamente sì). Per i blocchi di intervistati con informazioni aggiuntive (HS, AW, E), prima delle variabili di risposta è stata aggiunta la seguente frase ("Sapendo che..., quanto...?") seguita dalle affermazioni specifiche per ogni blocco. Ad esempio, gli intervistati del blocco HS hanno valutato le quattro variabili di risposta prima per l'affermazione "Senza antibiotici" ("Sapendo che la carne di coltura è priva di antibiotici, quanto saresti favorevole/ecc.....?") e poi per la seconda affermazione, "Senza patogeni e zoonosi" ("Sapendo che la carne di coltura è priva di patogeni e zoonosi, ...?"). La compilazione del sondaggio ha richiesto 5-7 minuti ed è stato lasciato attivo online per 14 giorni (dal 3 marzo 2021 al 17 marzo 2021).¹⁴⁷

In totale hanno partecipato all'indagine 717 persone. Considerando i soggetti che hanno completato il questionario, alla fine sono stati in totale 603 intervistati (femmine = 61%, età compresa tra 15 e 80 anni, media = 28 anni; il 75% aveva meno di 30 anni). Il fatto che il campione fosse composto per lo più da giovani era atteso (a causa del sistema di raccolta dati scelto: sondaggio online) e non è stato considerato un limite dello studio. Infatti, i giovani saranno i futuri consumatori e, anche se attualmente potrebbero non essere i principali "decisori" per quanto riguarda i prodotti da acquistare a casa, dato che ci vorranno alcuni anni prima che la carne coltivata sia commercialmente accessibile sul mercato¹⁴⁸, i minori di 30 anni sono il target più plausibile per i futuri consumatori. L'intera procedura sperimentale è stata approvata dal Comitato Etico dell'Università di Scienze Gastronomiche; il lavoro è stato svolto in conformità con le linee guida etiche internazionali per la ricerca che coinvolge gli esseri umani stabilite nella Dichiarazione di Helsinki; e, infine, tutti i soggetti hanno fornito il loro consenso informato prima di rispondere al questionario.

¹⁴⁷ Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁴⁸ Bhat et al., 2015; Guan et al., 2021

I valori sono espressi come media ed errore standard della media. Per escludere l'effetto del blocco (fattore fisso) nella composizione delle variabili esplicative (variabili socio-demografiche e legate alla carne), sono stati applicati test del chi-quadro e modelli di analisi della varianza (ANOVA) a una via, applicati separatamente alle diverse variabili (FNS e DS).¹⁴⁹ Le correlazioni tra le variabili sono state valutate con il coefficiente di Pearson (r , $p \leq 0,05$). I modelli ANOVA a una via sono stati applicati separatamente per stimare l'effetto del blocco informativo (nessuna informazione, HS, AW, E) sulle quattro variabili di risposta (F, WT, WP, WS), inserendo il blocco come fattore fisso. I modelli ANOVA a una via sono stati applicati separatamente per stimare l'effetto dei sette diversi claim (nessuna formazione aggiuntiva; assenza di antibiotici; assenza di agenti patogeni e zoonosi; non è necessario l'allevamento; non è necessaria la macellazione degli animali; riduzione dell'82-96% del consumo di acqua; riduzione del 99% dell'utilizzo del suolo) sulle quattro variabili di risposta, considerando il claim come fattore fisso. I modelli ANOVA a due vie sono stati condotti separatamente per valutare l'effetto delle principali variabili esplicative (sesso, classe di età, livello di istruzione, frequenza di consumo di carne tradizionale, conoscenza pregressa della carne in vitro) sull'atteggiamento verso la carne coltivata e delle potenziali interazioni con i diversi blocchi di informazioni (fattori fissi: blocco di informazioni, variabile esplicative, modello con interazioni). Tutte le analisi sono state condotte con il software XLSTAT versione 3.1.¹⁵⁰

L'atteggiamento verso la carne coltivata è stato stimato con quattro variabili di risposta (F, WT, WP, WS). WT aveva il valore più alto e WS quello più basso. I valori medi nella popolazione per le variabili di risposta erano, rispettivamente:

¹⁴⁹ Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁵⁰ Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

Variables	F	WT	WP	WS
Favour (F)	1.000	0.515	0.716	0.679
Willingness to try (WT)	0.515	1.000	0.718	0.379
Willingness to purchase (WP)	0.716	0.718	1.000	0.595
Willingness to substitute (WS)	0.679	0.379	0.595	1.000

4,0 ± 0,04 (F), 4,3 ± 0,04 (WT), 3,8 ± 0,05 (WP) e 3,2 ± 0,05 (WS)

Tab. 2. Matrice di correlazione delle variabili di risposta che rappresenta il coefficiente r di Pearson (n = 603).

La Tabella 2 mostra la relazione tra queste variabili di risposta stimata con il coefficiente di Pearson. Le variabili sono risultate significativamente correlate ($p < 0,001$), con valori modesti/alti ($r \geq 0,4$). Il coefficiente r positivo più alto (0,72) è stato osservato tra WP e F e WT. Invece, pur essendo significativa, la correlazione tra WS e WT è stata modesta ($r = 0,38$), suggerendo che la curiosità di provare il nuovo alimento (WT) non implica necessariamente la disponibilità automatica a sostituire la carne tradizionale con una nuova versione. Come previsto, tutte e quattro le variabili di risposta che descrivono l'atteggiamento verso la carne coltivata (F, WT, WP, WS) sono risultate significativamente e negativamente correlate all'FNS, pur avendo valori di r modesti/bassi. La correlazione negativa più forte è stata trovata tra FNS e WT ($r = - 0,260$), mentre i coefficienti di Pearson erano più bassi per F ($r = - 0,142$), WP ($r = - 0,210$) e WS ($r = - 0,135$). Le variabili di risposta, invece, non sono risultate significativamente correlate con DS ($p > 0,05$), suggerendo che questo tratto di personalità non influisce sull'atteggiamento verso la carne sintetica.¹⁵¹

Prima di valutare l'effetto delle informazioni sull'atteggiamento verso la carne coltivata, è stato controllato se i blocchi di partecipanti fossero omogenei per quanto riguarda i fattori socio-demografici, le informazioni sulla carne e i tratti di

¹⁵¹ Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

personalità. Dai test del chi-quadro non sono emersi effetti significativi tra i blocchi ($p > 0,05$) per il sesso, la classe di età, la frequenza del consumo di carne tradizionale o la precedente conoscenza della carne coltivata. I modelli ANOVA non hanno mostrato alcun effetto significativo del blocco su FNS e DS. Poiché i blocchi erano uniformi nella loro composizione, l'effetto delle informazioni è stato considerato privo di pregiudizi dovuti alle caratteristiche dei partecipanti dei blocchi.

4.1.2. Fattori che influenzano l'atteggiamento verso la carne coltivata

Gli effetti delle principali variabili esplicative sull'atteggiamento verso la carne coltivata sono stati analizzati separatamente e sono riportati di seguito.

È stato riscontrato un effetto significativo ($p < 0,001$) del sesso per WT e WS. I maschi hanno dichiarato un WT più alta, ma le femmine hanno mostrato una WS significativamente più elevata rispetto ai maschi. Le valutazioni per E non erano diverse tra femmine e maschi per nessuna variabile di risposta. Invece, le femmine hanno mostrato un WS significativamente più alto dei maschi quando sono state aggiunte le informazioni relative all'HS e tendevano a mostrare lo stesso anche per F e WP. Inoltre, le femmine tendevano a dare valutazioni più elevate se ricevevano informazioni relative all'AW rispetto ai maschi per F, WT e WS.¹⁵² La classe di età più anziana (≥ 31 anni) ha fornito le valutazioni medie significativamente più basse per tutte le variabili, suggerendo un atteggiamento più negativo nei confronti della carne coltivata. Inoltre, è stata riscontrata una significativa interazione positiva tra classe di età e blocco per F ($F = 2,82$, $p = 0,01$), indicando che i partecipanti di età superiore ai 30 anni erano significativamente meno sensibili alle informazioni relative all'AW rispetto a quelli delle altre due classi di età. Inoltre, per le informazioni relative all'HS, gli intervistati di età superiore ai 30 anni hanno dato valutazioni significativamente inferiori rispetto alla classe più giovane (sotto i 20 anni). Le valutazioni per E non differiscono tra le varie classi, indicando che l'impatto di questo tipo di informazioni è uguale indipendentemente dall'età. Il

¹⁵² Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

livello di istruzione non ha mostrato alcun effetto significativo sull'atteggiamento verso la carne coltivata, né l'interazione livello di istruzione × blocco. La frequenza del consumo di carne tradizionale ha influenzato in modo significativo ($p < 0,01$) tutte le risposte, tranne F: gli intervistati con un'alta frequenza di consumo di carne tradizionale avevano un WT e un WP più alti rispetto a quelli con una bassa frequenza. Invece, i soggetti con bassa frequenza avevano il WS più basso. Le conoscenze pregresse hanno influenzato in modo significativo il WT, con i soggetti che non avevano mai sentito parlare di carne coltivata che presentavano un WT significativamente inferiore rispetto agli altri. Nell'attuale popolazione di intervistati, è stato riscontrato un atteggiamento generale positivo nei confronti del nuovo prodotto per tutte e quattro le variabili di risposta considerate (valori medi $\geq 3,2$). Ciò concorda con studi recenti condotti in Italia, come uno studio che mostra che più della metà degli intervistati (54%) si è dichiarata disposta a provare la carne in vitro e un lavoro che riporta che il 78% degli intervistati è propenso ad assaggiare la carne coltivata.¹⁵³ Analogamente, in uno studio condotto negli Stati Uniti, il 66% dei partecipanti ha dichiarato di essere disposto a provare la carne sintetica.¹⁵⁴ Inoltre, mentre nel 2015 uno studio condotto in Belgio mostrava che solo il 13% degli intervistati aveva sentito parlare di carne sintetica¹⁵⁵, nello studio attuale condotto su territorio italiano, la percentuale di coloro che dichiarano di averne sentito parlare almeno una volta è salita al 65%. Probabilmente, il boom osservato a livello commerciale nelle aziende appena nate che sviluppano carne in vitro ha indirettamente aumentato la probabilità che i consumatori abbiano sentito parlare di questo nuovo alimento. Nello studio attuale, il WT è stata la variabile di risposta con il valore più alto, indicando una forte curiosità generale per la carne coltivata tra i consumatori rispondenti. Poiché il sondaggio è stato inizialmente distribuito tra il personale e gli studenti dell'Università di Scienze Gastronomiche di Bra, è

¹⁵³ Palmieri, Perito & Lupi, 2021; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁵⁴ Bryant et al., 2019; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁵⁵ Verbeke et al., 2015; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

possibile che il campione includa molti intervistati (soprattutto studenti) che sono frequentemente esposti a diversi argomenti legati al cibo (compresa l'innovazione alimentare) e che quindi erano particolarmente interessati a questo nuovo alimento.¹⁵⁶ Tuttavia, la curiosità positiva verso questo prodotto è in accordo con il fatto che i nuovi alimenti possono generare curiosità.

Nel presente studio si prendono in considerazione due tratti di personalità (neofobia alimentare e sensibilità al disgusto alimentare), in quanto sono stati precedentemente identificati come in grado di influenzare indirettamente e direttamente l'accettazione della carne coltivata, secondo uno studio pertinente che considera notevolmente dieci Paesi.¹⁵⁷ La neofobia alimentare è la riluttanza a mangiare o l'evitare nuovi alimenti¹⁵⁸ ed è stato confermato che il disturbo è uno dei più potenti perditori in termini di atteggiamenti e intenzioni negative anche per la carne in vitro.¹⁵⁹ Il disgusto, insieme alla neofobia alimentare e ai tratti correlati, è stato precedentemente identificato come una delle principali barriere all'accettazione di nuove alterazioni alimentari.¹⁶⁰

Poiché l'idea di carne coltivata evoca diversi livelli di disgusto nei vari Paesi, la discrepanza tra i risultati ottenuti e quelli di altri studi potrebbe essere stata influenzata dalla diversità culturale. Inoltre, non si è riscontrata un'influenza significativa del disgusto alimentare sulla disponibilità a consumare hamburger di carne sintetica in una regressione multipla gerarchica dopo l'inserimento di variabili nutrizionali e psicologiche nel modello, suggerendo che altri fattori possono avere

¹⁵⁶ Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁵⁷ Siegrist & Hartmann, 2020; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁵⁸ Cooke, 2018; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁵⁹ Wilks, Phillips, Fielding & Hornsey, 2019; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁶⁰ Tuorila & Hartmann, 2020; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

un'influenza maggiore sulla disponibilità a consumare il nuovo prodotto, riducendo l'influenza del disgusto alimentare. È noto che le informazioni su un nuovo alimento influenzano la risposta dei consumatori.¹⁶¹ Nel presente studio, si è riscontrato un effetto positivo delle informazioni (indicazioni aggiuntive) su F e WS, che non era specificamente legato a nessuna indicazione. L'effetto positivo dell'informazione riscontrato in questo caso concorda con un precedente studio italiano in cui fornire ai consumatori ulteriori informazioni positive sul nuovo prodotto alimentare ne ha aumentato l'accettazione, anche di WP, ma non di WT.¹⁶² In quello studio, i partecipanti hanno mostrato una migliore percezione generale degli attributi estrinseci (AW, sostenibilità) rispetto a quelli intrinseci (sicurezza). Gruppi specifici (donne e partecipanti di età inferiore ai 20 anni) tendevano ad avere un atteggiamento migliore nei confronti della carne in vitro quando venivano presentati i blocchi di informazioni su AW e HS rispetto a quando il prodotto sintetico era associato al blocco di informazioni E o quando non era associato ad altre informazioni (blocco di controllo). È stato precedentemente osservato che l'atteggiamento esplicito verso la cultured meat può essere influenzato da informazioni sulla sua sostenibilità e da informazioni su un prodotto sostenibile percepito positivamente.¹⁶³ Ciò è in linea con i risultati sopra citati, che dimostrano che le informazioni relative all'impatto ambientale (E) della carne coltivata migliorano in generale l'atteggiamento verso questa (aumentando significativamente F e WS).

Un recente studio che ha applicato un esperimento di scelta alla carne allevata in azienda, alla carne allevata in laboratorio e alle alternative di carne a base vegetale ha mostrato che l'aggiunta dei nomi dei marchi (Certified Angus Beef, Beyond Meat, Impossible Foods e Memphis Meats) ha aumentato la percentuale di scelta

¹⁶¹ Tuorila, Andersson, Martikainen & Salovaara, 1998; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁶² Mancini & Antonioli, 2020; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

¹⁶³ Bekker et al., 2021; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

della carne allevata in azienda fino all'80% (non per la carne allevata in laboratorio), indicando che, rispetto ad altre categorie, esiste ancora un'elevata preferenza dei consumatori verso la carne tradizionale, in particolare per la carne allevata in azienda (non per gli allevamenti intensivi).¹⁶⁴ Si deduce che, per avere successo, la carne coltivata dovrebbe essere proposta come alternativa/integrazione alla carne allevata in modo intensivo (non a quella di allevamento).

Nel complesso, i risultati presentati rafforzano l'effetto positivo generale delle informazioni nel migliorare l'atteggiamento nei confronti della carne sintetica e indicano originariamente la comparabilità di alcune indicazioni potenzialmente utili per futuri reclami o informazioni commerciali (tramite pubblicità, sito web, volantini o insegne nei negozi, volantini nei ristoranti, etichette, ecc.). In base alla letteratura, nel presente studio sono stati presi in considerazione i principali fattori precedentemente noti per influenzare l'atteggiamento verso il nuovo prodotto: sesso, età, livello di istruzione, frequenza di consumo di carne tradizionale e conoscenza pregressa della carne coltivata.

4.2. Il caso italiano: awareness gap degli italiani e un possibile proibizionismo

4.2.1 Awareness gap degli italiani nel rapporto consumo-cambiamento climatico

Alla luce delle premesse e dei dati esposti possiamo affermare che l'industria zootecnica è uno dei principali fattori causanti il cambiamento climatico. Il riscaldamento globale che come si è appena visto sta aumentando in maniera significativa è oramai uno dei temi al centro del dibattito della comunità internazionale. Ciò nonostante, sembra essere questo un tema non particolarmente sentito dal popolo italiano, percepito come lontano o fuori dal controllo e dall'azione antropologica.

¹⁶⁴ Loo et al., 2020; Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach. Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri

In questa sezione si mira ad esporre l'atteggiamento della popolazione italiana in relazione alle tematiche ambientali, con particolare riferimento al mutamento climatico in relazione all'industria zootecnica.

4.2.2. La sensibilità ambientale degli italiani

La sensibilità ambientale è una conseguenza diretta dell'efficacia con cui vengono veicolate le informazioni riguardanti il cambiamento climatico e la crisi ambientale. Si tratta dunque di comunicazione ambientale, o meglio, come la definisce Robert Cox, "comunicazione ambientale costruttiva". In un discorso del 2006, Cox definisce la comunicazione ambientale come il pragmatico veicolo costitutivo della nostra comprensione dell'ambiente, così come delle nostre relazioni con il mondo naturale; il mezzo che usiamo per costruire problemi ambientali e negoziare di conseguenza le diverse risposte della società. Secondo quest'analisi, la comunicazione ambientale è fondamentale per due aspetti principali: prima di tutto quello pragmatico; la comunicazione ambientale serve in primis, appunto, a comunicare ed informare gli individui sullo stato dell'ambiente, esprimere l'urgenza del cambiamento e denunciare la situazione attuale. In secondo luogo, la comunicazione ambientale ha un aspetto costitutivo, ossia che forma la percezione della natura e permette lo sviluppo di una coscienza ambientale globale, altrimenti assente.¹⁶⁵

Alla luce di questa premessa è possibile calcolare la sensibilità ambientale in una determinata popolazione. Secondo uno studio condotto da M. Sorice e E. De Blasio, nello spretto comunicativo dei partiti politici italiani nel 2013, in Italia il dibattito sul cambiamento climatico al fine di creare una sensibilità ambientale era praticamente assente, con qualche piccolo accenno nel Partito Democratico. Con l'aumentare dell'importanza attribuita al tema dalla comunità internazionale, i nuovi obiettivi dell'agenda 2030 e una maggiore diffusione e considerazione delle

¹⁶⁵ Emiliana De Blasio, Michele Sorice; *The Framing of Climate Change in Italian Politics and its Impact on Public Opinion*; LUISS University, 2013

informazioni sul cambiamento climatico, ad oggi quasi tutti i partiti politici nello scenario italiano trattano le tematiche ambientali.

Andando ad analizzare la questione più nello specifico, si andrà a mettere in evidenza la posizione degli italiani davanti al tema del cambiamento climatico, con un riferimento particolare ai giovani, la responsabilizzazione sociale della popolazione e la relazione con l'industria zootecnica.

Il filo conduttore di questa analisi saranno i risultati dei vari sondaggi condotti da Ipsos - società multinazionale di consulenza e ricerche di mercato con sede a Parigi - sul tema della sostenibilità in Italia.

Ipsos ha individuato cinque segmenti che si esprimono sulla scia di due dimensioni chiave, quali il livello complessivo di preoccupazioni per l'ambiente e il numero/tipo di azioni messe in atto per ridurre l'impatto sul pianeta.¹⁶⁶ Sostiene il sondaggio che *'due terzi della popolazione mondiale afferma di assistere a questa trasformazione in prima persona, notando i cambiamenti nella propria regione'*.

¹⁶⁷ Nonostante ciò, il livello di consapevolezza non è omogeneo e questa caratteristica deriva in primi dall'informazione fornita da entità quali governi, brand e gruppi d'influenza, che possono guidare il comportamento degli individui verso scelte sostenibili. Seguendo i cinque segmenti individuati da Ipsos appena citati possiamo dividere la popolazione in sostenitori entusiasti, dei quali in Italia corrispondono al 17% della popolazione e un 17% su scala mondiale, i quali mirano a correggere il proprio stile di vita per il bene dell'ambiente e per ridurre le conseguenze negative delle proprie azioni. In termini proiettivi, questo gruppo appoggia comunicazioni, iniziative e brand disruptive come Patagonia, brand leader nel settore dell'abbigliamento sportivo, il cui fondatore ha recentemente deciso di donare la proprietà dell'azienda a un'organizzazione no-profit.¹⁶⁸ Una seconda categoria è rappresentata dai sostenitori pragmatici, i quali rappresentano il 31% della popolazione italiana e il 29% della popolazione globale, i quali sono di età più avanzata rispetto agli attivisti del primo gruppo e differiscono dai primi in quanto cercano soluzioni sostenibili che possano rientrare facilmente nella loro

¹⁶⁶ Ipsos, Sostenibilità e preoccupazione per l'ambiente: chi importa veramente?, 12 aprile 2023

¹⁶⁷ Ipsos, Sostenibilità e preoccupazione per l'ambiente: chi importa veramente?, 12 aprile 2023

¹⁶⁸ Ipsos, Sostenibilità e preoccupazione per l'ambiente: chi importa veramente?, 12 aprile 2023

vita quotidiana. Un'azienda/un brand che li potrebbe rappresentare è Davines, azienda beauty italiana certificata B Corp. Davines punta a soddisfare i più alti standard di sostenibilità incoraggiando un modello di business in grado di generare non solo profitto ma anche impatto positivo sulle persone, sull'ambiente e sulle comunità in cui opera.¹⁶⁹

La terza categoria è composta da individui soprannominati contributori incerti, la quale presenza sale al 17% del popolo italiano e 18% a livello globale che sono preoccupati per il cambiamento climatico ma con una sensibilità non trascurabile per la propria condizione finanziaria che ha la precedenza sulla crisi ambientale. Quarta categoria sono gli spettatori apatici, 17% del popolo italiano e 16% della popolazione mondiale i quali riconoscono l'esistenza del problema ma l'impegno e il cambiamento delle proprie abitudini in favore di altre sostenibili viene ritenuto come esagerato e non rilevante ai fini della risoluzione del problema.¹⁷⁰

Quinta ed ultima categoria ritrovata da Ipsos sono gli scettici disimpegnati, che ricoprono il 17% restante dei consumatori in Italia e il 19% a livello globale per i quali l'ambiente non è una preoccupazione prioritaria e si arrendono al fatto che oramai la situazione è troppo avanzata per poter rimediare al collasso ambientale che sta per avvenire. Di conseguenza la loro azione per ridurre il loro impatto sulla situazione ambientale è nulla.¹⁷¹

Questo spaccato della popolazione è comunque da considerare che rappresentano un hic et nunc all'interno del contesto socio-economico, di conseguenza c'è la possibilità che atteggiamenti di sensibilizzazione sulle tematiche ambientali si evolveranno nel tempo.

Alla luce di questa analisi condotta, si evince come nella popolazione italiana non sia comunque assente l'attenzione per le tematiche ambientali, se considerate in senso ampio; che il 70% degli italiani attribuisce peso all'azione individuale al fine di ridurre l'impatto sull'ambiente dei propri atteggiamenti¹⁷² ma che comunque una buona percentuale non percepisce la crisi ambientale come un fenomeno in

¹⁶⁹ Ipsos, Sostenibilità e preoccupazione per l'ambiente: chi importa veramente?, 12 aprile 2023

¹⁷⁰ Ipsos, Sostenibilità e preoccupazione per l'ambiente: chi importa veramente?, 12 aprile 2023

¹⁷¹ Ipsos, Sostenibilità e preoccupazione per l'ambiente: chi importa veramente?, 12 aprile 2023

¹⁷² Ipsos, 22 aprile, Giornata della Terra 2023: la preoccupazione per il cambiamento climatico sta diminuendo?, 22 aprile 2023

crescente aumento. È interessante notare come nella popolazione italiana, la categoria maggiormente attiva e consapevole in materia di sostenibilità siano i giovani, in particolar modo inferiori a 25 anni, per l'83% dei quali, stando ai dati raccolti da Ipsos, l'affermarsi di un'economia green e di industrie eco-sostenibili è giusto o, addirittura, indispensabile; mentre per il 40% dei giovani, tuttavia, i costi per avere prodotti ecosostenibili devono essere a carico delle imprese.¹⁷³

4.2.3. La sostenibilità legata all'industria zootecnica: informazione e consapevolezza

Guardando ai risultati dei dati raccolti, si nota come il popolo italiano sia in parte attivo e consapevole sulle tematiche ambientali. In questa sezione si cercherà di mettere in evidenza la presenza e l'eventuale qualità dell'informazione sulle conseguenze negative dell'industria zootecnica e le sue ripercussioni sull'ambiente e il suo stato di crisi.

Rifacendosi sempre ai risultati dei sondaggi Ipsos, si mette in luce cosa il popolo italiano di fatto intende per prodotto alimentare sostenibile. I dati sono interessanti. Il 67,7% degli italiani identifica la sostenibilità alimentare con il rispetto dell'ambiente: agricoltura e industria alimentare, quindi, risultano sostenibili se operano con criteri di tutela della natura e delle sue caratteristiche di biodiversità. Il 50,1% degli intervistati identifica la sostenibilità alimentare con la prevenzione degli sprechi e il 43,7% con packaging sostenibili, quindi alimenti non confezionati in imballaggi in plastica. Il 37,1% con prodotti a km0 e il 36,7% con la stagionalità della loro produzione e fruizione. Un terzo degli italiani, il 33,9%, dichiara che un alimento è sostenibile se la sua produzione è compatibile e rispettosa della biodiversità.¹⁷⁴

Dal sondaggio si evince come la maggior parte gli individui intervistati, ad esclusione dell'ultima categoria citata, si siano soffermati sulla sostenibilità del

¹⁷³ Ipsos, Generazione Z, chi sono i giovani di oggi? Sostenibilità, inclusione e parità di genere tra le loro principali priorità, 15 giugno 2022

¹⁷⁴ Ipsos, sondaggio, sostenibilità alimentare: per gli italiani corrisponde al rispetto dell'ambiente, 21 maggio 2021

prodotto al momento del suo acquisto, senza considerare l'impatto ambientale che di fatto l'articolo ha durante il suo ciclo di produzione.

Possiamo affermare quindi che permane una significativa carenza di consapevolezza da parte dell'opinione pubblica sull'impatto ambientale dell'industria zootecnica, derivante una mancata educazione e informazione sull'altra faccia della moneta nell'acquisto di prodotti di origine animale. Un'indagine multinazionale online condotta da Bailey et al. (2014) per esaminare i livelli di consapevolezza e di comprensione del cambiamento climatico e delle sue cause ha rilevato che i partecipanti in tutto il mondo hanno il doppio delle probabilità di identificare il settore dei trasporti come un importante contributore al cambiamento climatico rispetto alla produzione di carne, nonostante le due fonti siano responsabili di una quota approssimativamente uguale delle emissioni globali di gas serra di origine antropica.¹⁷⁵

Sempre Bailey et al. (2014) rilevano che la mancanza di consapevolezza contribuisce all'indifferenza e all'inerzia, e che la scarsa conoscenza dell'impatto climatico di un determinato comportamento si traduce in una mancanza di volontà di prendere in considerazione la possibilità di cambiare quel comportamento. Bailey et al. (2014) rilevano inoltre che colmare il divario di consapevolezza è probabilmente un prerequisito sia per un cambiamento volontario del comportamento sia per una risposta positiva da parte del pubblico agli interventi guidati dal governo che incoraggiano cambiamenti nella dieta.¹⁷⁶

La figura 3 rappresenta quanti consumatori di carne sono stati intervistati nei paesi campione del sondaggio effettuato. È interessante notare come il 92% degli intervistati italiani nello studio di Bailey et al. si considera "consumatore di carne": una quantità decisamente eccessiva se si considerano i risultati dei sondaggi precedentemente esposti in cui si legge l'attenzione degli italiani alle tematiche ambientali e la loro volontà, specialmente nei giovani, ad assumere atteggiamenti che vadano a limitare o eliminare le conseguenze negative per il pianeta Terra e l'ecosistema.

¹⁷⁵ Meat consumption, behaviour and the media environment: a focus group analysis across four count, Catherine Happer and Laura Wellesley, 21 December 2016

¹⁷⁶ Meat consumption, behaviour and the media environment: a focus group analysis across four count, Catherine Happer and Laura Wellesley, 21 December 2016

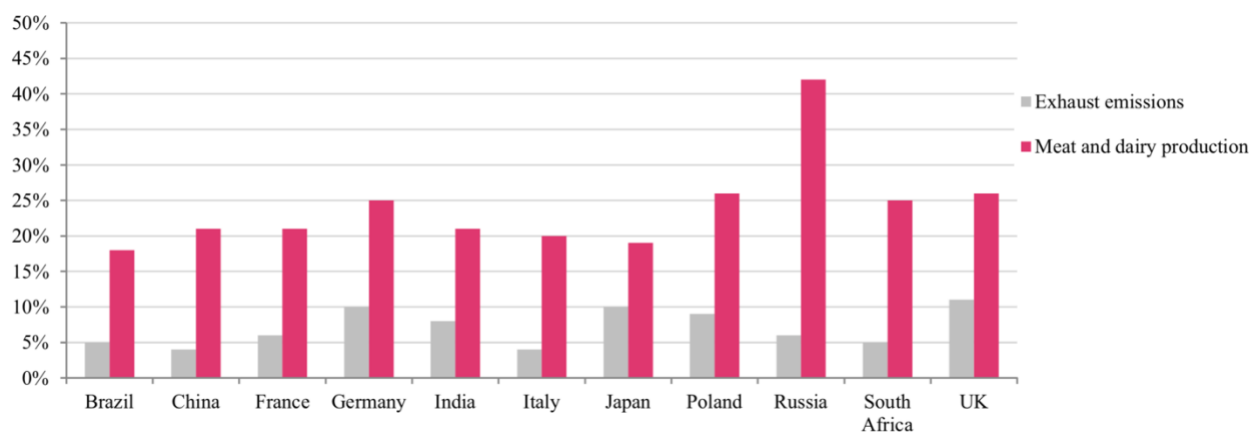


Fig. 3 Confronto tra il contributo effettivo di vari fattori al cambiamento rispetto a quello percepito¹⁷⁷

In relazione alla sensibilità ambientale che hanno dichiarato di avere gli italiani, bisogna ora interrogarsi sul perché persiste un così alto tasso di consumatori di prodotti animali, derivante quindi da una mancata informazione o educazione sull'impatto ambientale dell'industria zootecnica.

4.2.4. Le motivazioni della non-consapevolezza degli italiani sull'industria zootecnica

Alla base della mancata consapevolezza degli italiani sull'impatto sulla Terra degli allevamenti intensivi c'è sicuramente il pensiero e la sicurezza che la dieta italiana sia perfetta, sia da un punto di vista nutrizionale sia da un punto di vista qualitativo del prodotto, in quanto alla base della dieta mediterranea stanno alimenti procurabili sul territorio nazionale.

Seguendo la definizione fornita dalla enciclopedia Treccani, la dieta mediterranea è un 'regime alimentare praticato, con sensibili varianti, nei paesi che si affacciano

¹⁷⁷ Meat consumption, behaviour and the media environment: a focus group analysis across four count, Catherine Happer and Laura Wellesley, 21 December 2016

sul bacino del Mediterraneo. Comporta un consumo significativo di prodotti cerealicoli (pane, pasta) e di prodotti ortofrutticoli, affiancato da un consumo moderato di legumi e pesce e di vino rosso; il condimento di base è l'olio d'oliva. A tale prassi alimentare, poiché si basa sul consumo bilanciato di alimenti ricchi di fibre, antiossidanti e grassi insaturi e sulla riduzione di grassi alimentari e colesterolo, è stato riconosciuto un ruolo rilevante nella prevenzione delle malattie croniche e nella determinazione della salute dei soggetti durante tutta la vita¹⁷⁸. L'importanza della dieta mediterranea, che l'ha portata ad essere inserita nella List of the Intangible cultural heritage of humanity dell'UNESCO, sta oltre che nella sua struttura, anche nel legame con la cultura del nostro paese. La considerazione positiva della comunità internazionale sui prodotti alla base della dieta italiana porta la popolazione ad essere fiera del proprio modo di mangiare, creando di conseguenza una difficoltà non trascurabile nel cambiamento di abitudini alimentari e nella considerazione dei propri prodotti come non sostenibili per l'ambiente. Nonostante l'internazionalizzazione e l'importanza attribuita al cibo Made in Italy renda il prodotto italiano un prodotto buono per la salute e buono per l'ambiente, bisogna comunque fare delle considerazioni.

Partendo dal fatto che, basandoci sulla definizione già citata della dieta mediterranea, questa si basa su piatti estremamente semplici, maggiormente legati al mondo vegetale, senza riferimenti a latticini e carni, e considera come unica fonte proteica di origine animale il pesce. Infatti, ciò rende il consumo di carni rosse in Italia uno tra i più bassi dello scenario internazionale, pari a 77kg all'anno. Se si vanno però a considerare i prodotti di origine animale oltre la carne rossa, quali prodotti caseari, carni processate e carni bianche, la cifra aumenta.¹⁷⁹ Il prodotto "100% italiano" porta l'acquirente a deviare da quella che è di fatto la dieta mediterranea, adottando un regime alimentare non ottimale né per la propria nutrizione e tanto meno per l'ambiente.

In ogni caso, l'importanza attribuita alla scelta della dieta mediterranea non è l'unico motivo per il quale il popolo italiano si trova a definirsi in parte

¹⁷⁸ Dieta Mediterranea, Treccani, 2012

¹⁷⁹ Carne Rossa; Consumo in Italia è la Metà di quello USA; Redazione Ansa; 2019

ambientalista ma a presentare quasi la totalità dei suoi componenti come mangiatori di carne e derivati.

Si tenga in considerazione che i media e le istituzioni che lanciavano messaggi sociali riguardanti le tematiche ambientali non menzionavano minimamente l'industria zootecnica. Di conseguenza, il popolo italiano ha subito un'educazione alla sostenibilità e all'ecologia che prescinde totalmente dalle scelte alimentari, ma si concentra su mezzi di trasporto, riciclaggio dei rifiuti e, legato al settore primario, la proposta di prodotti a km 0 e lotta agli sprechi alimentari.

Il terzo motivo per cui gli italiani presentano un significativo awareness gap relativo all'impatto ambientale legato all'alimentazione riguarda l'assenza totale di considerazione dell'allevamento nel dibattito sulle questioni ambientali. Di conseguenza, rifacendosi alla definizione di comunicazione ambientale fornita da Cox., lo scenario italiano pecca di mancanza sia dell'aspetto pragmatico che lascia conoscere il tema e le informazioni ad esso relative, sia di dimensione costitutiva, che mira alla creazione di incentivi al cambiamento di un'abitudine molto sentita al popolo in questione. La comunicazione mediatica e gli ultimi governi non hanno avviato un'educazione adeguata al tema: anche nel diffondere notizie sul maltrattamento animale, si sono sempre omesse le informazioni relative all'impatto derivante gli allevamenti e la produzione di beni di origine animali.

Inoltre, se si considera che la maggior parte dell'informazione relative al tema in discussione deriva dalla nuova tipologia di media, quali social media, giornali digitali e blog, e che, come afferma lo studio di Bailey et al., il popolo italiano risulta particolarmente diffidente alle notizie divulgate dai social media, ultimi preceduti da fonti quali governo, gruppi ambientalisti, compagnie e branding, esperti e media tradizionali, risulta chiaro il perché in Italia si assiste a una tale disinformazione e di conseguenza incoerenza per quanto riguarda la sostenibilità, la dieta e l'industria zootecnica.

Nelle pagine che seguono si andrà ad analizzare una nuova proposta alimentare sostenibile in sostituzione della carne che limita al massimo le conseguenze negative sull'ambiente, con la relativa opinione pubblica dei cittadini italiani in un governo che, come verrà esposto, potrebbe avere tratti proibizionisti davanti al nuovo prodotto sul mercato alimentare.

4.2.4. Un possibile proibizionismo di governo

Il 28 marzo 2023, il Consiglio dei Ministri italiano ha approvato in modo urgente un disegno di legge che proibisce la vendita, la commercializzazione, la produzione e l'importazione di alimenti artificiali. Il Ministro dell'Agricoltura e della Sovranità Alimentare, Francesco Lollobrigida, ha dichiarato durante una conferenza stampa che l'Italia è la prima nazione a dire "no" alla carne sintetica in modo formale e ufficiale. Come si è visto, la ricerca sulla carne coltivata, nonostante sia abbastanza avanzata nel corso degli anni, non permette comunque di produrre e vendere il prodotto su larga scala. Nonostante lo stato attuale dell'arte del nuovo prodotto, sembra che il governo italiano abbia approvato con urgenza un disegno di legge per bloccare lo sviluppo di un settore promettente.

Si deve comunque considerare che un atteggiamento diffidente e contrario verso possibili innovazioni nel campo alimentare in Italia non è una tendenza nuova. Questa visione di contrarietà è emersa anche in passato con l'introduzione del Nutriscore, un sistema sviluppato in Francia che classifica i prodotti alimentari in base alle loro caratteristiche nutrizionali e talvolta assegna valutazioni negative a prodotti italiani di eccellenza come il prosciutto di Parma e l'olio extravergine di oliva. A causa di ciò, il Nutriscore viene periodicamente criticato da molti esponenti politici che hanno partecipato allo scenario politico italiano. Più recentemente, l'attenzione politica si è concentrata sull'uso degli insetti come alimento, dopo l'approvazione da parte della Commissione Europea della commercializzazione di vari prodotti derivati da insetti. Questo argomento ha generato un dibattito acceso in Italia.

Come già accennato, Francesco Lollobrigida, attuale Ministro dell'Agricoltura e della sovranità Alimentare, ha portato alla seduta del Consiglio dei ministri di martedì 28 marzo, una disposizione di Legge relativa alla tutela della salute e ai controlli alimentari. In particolare, facendo riferimento al fatto che il nuovo prodotto presenta uno stato della ricerca non sufficientemente avanzato da garantire l'assenza di rischio per la salute dell'acquirente e consumatore e appellandosi alle

controversie sull'impatto ambientale della produzione della carne coltivata, sostiene che *'si è ritenuto di intervenire precauzionalmente a livello nazionale per tutelare interessi che sono legati alla salute e al patrimonio culturale'*.¹⁸⁰

L'articolo 1 indica al comma 1 le finalità della proposta normativa e al comma 2 chiarisce le definizioni utilizzate. In particolare si cerca di tutelare interessi di vario tipo e precisamente la salute umana e il patrimonio agroalimentare, quale insieme di prodotti espressione del processo di evoluzione socio-economica e culturale dell'Italia; tale seconda finalità viene qualificata come di rilevanza strategica per l'interesse nazionale.¹⁸¹

L'articolo 2 stabilisce il divieto di produzione e commercializzazione di alimenti sintetici nel rispetto del principio di precauzione di cui all'articolo 7 del regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 28 gennaio 2002. La portata del divieto comprende sia gli alimenti destinati al consumo umano che i mangimi destinati al consumo animale e i destinatari cui si rivolge sono tutti gli operatori del settore alimentare. Dopo aver declinato le condotte oggetto del divieto (impiegare nella preparazione di alimenti bevande e mangimi, vendere, detenere per vendere, importare, produrre per esportare, somministrare o comunque distribuire per il consumo alimentare) l'articolo definisce cosa, ai fini della presente norma, si intenda per cibo sintetico indicando come tale gli alimenti o i mangimi costituiti, isolati o prodotti a partire da colture cellulari o di tessuti derivanti da animali vertebrati.¹⁸²

Mentre l'articolo 3 si sofferma sull'accertamento delle violazioni, l'articolo 4 si riferisce alle sanzioni. Il comma 1 prevede che gli operatori del settore alimentare e gli operatori del settore dei mangimi che violino le disposizioni di cui all'articolo 2 sono soggetti alla sanzione amministrativa pecuniaria da un minimo di euro 10.000 fino a un massimo di euro 60.000 o del 10 per cento del fatturato totale

¹⁸⁰ Senato della Repubblica XIX Legislatura; Fascicolo Iter; DDL S. 651; Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici.

¹⁸¹ Senato della Repubblica XIX Legislatura; Fascicolo Iter; DDL S. 651; Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici.

¹⁸² Senato della Repubblica XIX Legislatura; Fascicolo Iter; DDL S. 651; Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici.

annuo realizzato nell'ultimo esercizio chiuso anteriormente all'accertamento della violazione, quando tale importo è superiore a euro 60.000. La sanzione massima non può eccedere comunque euro 150.000. Vengono, inoltre, previste la confisca del prodotto illecito e ulteriori sanzioni amministrative che si ritengono particolarmente efficaci per scoraggiare condotte illecite in quanto intervengono sulla generale possibilità di svolgere attività di impresa, inibendo l'accesso a contributi, finanziamenti o agevolazioni o altre erogazioni dello stesso tipo, comunque denominate, concessi o erogati da parte dello Stato, da altri enti pubblici o dall'Unione europea per lo svolgimento di attività imprenditoriali, per un periodo minimo di un anno e fino a un massimo di tre anni, nonché la chiusura dello stabilimento di produzione per un periodo minimo di un anno e fino al massimo di tre anni. Il comma 2 estende l'applicazione delle sanzioni a chiunque abbia finanziato, promosso, agevolato in qualunque modo le condotte illecite. Il comma 3 indica i criteri cui deve attenersi l'autorità competente per la graduazione delle sanzioni pecuniarie individuati in gravità del fatto, durata della violazione, opera svolta dall'agente per l'eliminazione o attenuazione delle conseguenze della violazione, nonché condizioni economiche dell'autore della violazione.¹⁸³

Alla luce di ciò, emerge come, nonostante la mancata informazione sul nuovo prodotto, sui vantaggi sia da un punto di vista nutrizionale sia da una prospettiva più legata all'ambiente, l'Italia sia un paese tendente a una politica di proibizionismo che porta a ostacolare l'ingresso nel mercato di un prodotto innovativo e sostenibile. Alla base di un tale atteggiamento, rientrano le motivazioni sopra elencate strettamente correlate alla mancata consapevolezza dell'impatto ambientale che l'allevamento intensivo e l'industria zootecnica apportano al pianeta, nonché la forte e errata considerazione della dieta mediterranea come un piano alimentare basato sui prodotti di origine animale, i quali vengono inseriti e posti al centro della nutrizione di una nazione che fa fulcro della sua cultura l'alimentazione.

¹⁸³ Senato della Repubblica XIX Legislatura; Fascicolo Iter; DDL S. 651; Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi sintetici.

Nel seguente paragrafo si analizzerà la prospettiva europea in merito alla produzione e commercializzazione della carne coltivata, in un contesto multilivello come quello europeo di collaborazione interstatale.

4.3. Prospettiva europea: dal Green Deal agli accordi sulla sicurezza alimentare

È noto come il sistema agroalimentare sia stato a partire dagli anni Novanta del secolo scorso al centro di un processo di internazionalizzazione non trascurabile. Con l'aumento demografico, aumenta la richiesta di prodotti alimentari, in particolar modo con riferimento ai prodotti dell'industria zootecnica, che porta gli stati e le organizzazioni interstatali a attivarsi per la legiferazione di atti per tutelare l'ambiente e i settori di interesse nella catena di produzione. La sicurezza alimentare diventa quindi sempre più una questione globale che risene delle dinamiche interne a singoli paesi o aree economiche.¹⁸⁴

4.3.1 Il quadro europeo per le politiche relative alla sostenibilità alimentare

Si è visto come, nonostante i paesi in via di sviluppo presentino una crisi alimentare dettata dalla scarsità di risorse, ad oggi i paesi sviluppati rischiano la cosiddetta "insicurezza alimentare", derivante il cambiamento climatico e la crisi ambientale in corso. Tra le organizzazioni governative che hanno adottato misure per garantire la sicurezza alimentare e che si sono attivati per tutelare il pianeta non possiamo non citare l'Unione Europea.

Nell'European Green Deal (EGD), si rafforza innanzitutto l'impegno per la riduzione dei livelli di inquinamento e il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050, introducendo target più stringenti rispetto ai tre obiettivi cardine della politica energetica e climatica europea: abbattimento delle emissioni effetto serra, aumento del livello di efficienza energetica e sostegno alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Si aggiungono poi diverse azioni ancor più strettamente collegate al tema della sicurezza alimentare, che si declinano in politiche e misure

¹⁸⁴ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

che hanno l'obiettivo di promuovere l'accesso a cibi sani e sostenibili, e l'agricoltura biologica, di tutelare l'ambiente e la biodiversità, e di garantire un'equa remunerazione a tutti i soggetti che operano nella catena alimentare.¹⁸⁵ Tra le principali aree di intervento, la strategia "From Farm to Fork" mira a rendere il sistema agroalimentare più sano, sostenibile e resiliente ai cambiamenti climatici e, in un'ottica di economia circolare, prevede delle azioni lungo tutte le fasi della filiera agroalimentare.¹⁸⁶ Inoltre, è previsto un ulteriore obiettivo a sostegno dello sviluppo dell'agricoltura biologica, cosicché i terreni destinati a colture bio raggiungano almeno il 25% del totale entro il 2030. A sostegno di questi obiettivi e ambiti di intervento, è anche previsto un investimento di 10 miliardi di euro nel programma Orizzonte Europa per sostenere le attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico in alcune aree individuate come strategiche (i.e., produzioni alimentari, bioeconomia, risorse naturali e ambiente, agricoltura, pesca e acquacoltura).¹⁸⁷

Come seconda principale area di intervento, la Politica Agricola Comune (PAC) si pone a sostegno dell'European Green Deal per promuovere lo sviluppo delle aree rurali e sostenere gli agricoltori nella lotta contro la crisi ambientale. La Politica Agricola Comune (PAC) dell'Unione Europea prevede effettivamente un meccanismo di sostegno al reddito degli agricoltori. Tuttavia, a partire dal 2023, questo sostegno sarà condizionato all'adozione di pratiche agricole e standard compatibili con gli obiettivi di protezione ambientale e climatica. Ciò significa che gli agricoltori dovranno adottare metodi di produzione sostenibili che contribuiscano alla protezione dell'ambiente e alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Un aspetto chiave di questa nuova direzione della PAC è l'introduzione degli "eco-schemes" o regimi ecologici. Gli "eco-schemes" sono strumenti volti ad incentivare gli agricoltori ad adottare pratiche di coltivazione eco-sostenibili. Questi schemi prevedono un sostegno finanziario supplementare per gli agricoltori

¹⁸⁵ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

¹⁸⁶ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

¹⁸⁷ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

che scelgono di impegnarsi in azioni specifiche volte a migliorare la sostenibilità delle loro attività agricole. Ad esempio, potrebbero essere incoraggiati a promuovere la biodiversità, adottare pratiche di gestione delle risorse idriche, ridurre l'uso di pesticidi o fertilizzanti, o implementare pratiche di agricoltura biologica.

Un aspetto cruciale da sottolineare riguarda la dimensione globale dei legami tra sicurezza alimentare e cambiamento climatico, nonché le ripercussioni degli interventi previsti dall'Unione Europea (UE) in questo contesto. Da un lato, è importante considerare il rischio che le intense relazioni internazionali che caratterizzano il sistema agroalimentare possano accentuare criticità specifiche, portando a problematiche globali (un esempio significativo di questo fenomeno è rappresentato dalla crisi dei prezzi alimentari del 2008, in cui l'aumento dei prezzi dei generi alimentari ha causato instabilità e disagi in molte parti del mondo); dall'altro, è importante riconoscere che una fitta rete di collaborazioni internazionali e rapporti commerciali, soprattutto se supportati da politiche adeguate e azioni coordinate tra i paesi, potrebbe contribuire al trasferimento di conoscenze e competenze. Questo può avere un impatto indiretto sulla sicurezza e la sostenibilità dei sistemi agroalimentari anche al di fuori dell'Europa. Attraverso lo scambio di buone pratiche, la cooperazione tecnica e la condivisione di esperienze, è possibile promuovere una maggiore consapevolezza e capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, non solo all'interno dell'UE ma anche a livello globale. L'UE ha un ruolo importante nel promuovere politiche e azioni volte a mitigare gli impatti negativi del cambiamento climatico sul sistema agroalimentare e a migliorare la sicurezza alimentare. Tuttavia, è fondamentale che tali sforzi siano affiancati da una cooperazione internazionale attiva e una governance globale efficace. Solo attraverso una collaborazione transnazionale, che coinvolge tutti gli attori interessati, si può sperare di affrontare in modo efficace le sfide legate alla sicurezza alimentare e al cambiamento climatico su scala globale.

4.3.2. Sicurezza alimentare nell'Unione Europea

All'inizio degli anni 60, l'Unione Europea ha iniziato a occuparsi della tutela del consumatore, anche se un punto di svolta è stato raggiunto con il disastro della centrale nucleare di Chernobyl, al quale è succeduta l'epidemia causata dal morbo della mucca pazza, che hanno portato all'ingresso nell'agenda europea di molti aspetti sanitari della sicurezza del cibo. Si dovrà però attendere il 1997, dopo una lunga serie di consultazioni di esperti e stakeholders, per arrivare all'adozione, con la pubblicazione da parte della Commissione Europea del "Libro verde sulla sicurezza alimentare", di un approccio comprensivo al problema della sicurezza del consumo di alimenti.¹⁸⁸ L'idea alla base è quella di garantire la sicurezza alimentare in tutti i passaggi della filiera di ogni prodotto e di essere pronti per intervenire immediatamente in caso di emergenza o di minaccia alla salubrità dei prodotti. La Commissione non solo si impegna a coinvolgere i consumatori e a tenerli aggiornati sulle informazioni che dovranno pervenire dalla rete della autorità di sorveglianza, ma si riferisce ad un diritto dei consumatori a ricevere informazioni sulla qualità dei cibi e dei suoi ingredienti al fine di poter esprimere una scelta consapevole.¹⁸⁹

Nel 1999 la Commissione Europea approva il "Libro Bianco sulla sicurezza alimentare" che include le innovazioni istituzionali ritenute necessarie per far funzionare il sistema della tutela e della salute del consumatore auspicato nella comunicazione del 1997. La Commissione ritiene che la carenza dei sistemi nazionali di garanzia della sicurezza alimentare sia dovuta alla mancanza di un approccio comune nella costruzione di un sistema di controllo efficace.¹⁹⁰ A questo proposito, nel nuovo documento si sostiene che la Commissione europea rileva l'interdipendenza e la transnazionalità delle filiere agroalimentari, specialmente nelle industrie di trasformazione. Questa situazione comporta una distribuzione delle diverse fasi del processo produttivo tra aziende, regioni e Stati membri diversi. Di conseguenza, la Commissione sostiene che l'Unione Europea (UE) non possa

¹⁸⁸ Commissione Europea Principi generali della legislazione in materia alimentare nell'Unione Europea. COM(97) 176, Bruxelles 30/04/1997.

¹⁸⁹ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

¹⁹⁰ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

essere responsabile di tutti gli aspetti della sicurezza alimentare, ma debba essere richiesto un indirizzo comune a livello europeo. Nel nuovo documento di evince come la responsabilità dell'attuazione delle politiche di sicurezza alimentare è affidata agli Stati membri e alle autorità regionali e locali. Tuttavia, ogni Stato membro deve essere consapevole della propria responsabilità nel garantire la sicurezza alimentare non solo per i propri cittadini, ma anche per i cittadini degli altri Stati membri che consumano ingredienti o prodotti finiti provenienti dal suo territorio. Questo approccio riflette la consapevolezza che la sicurezza alimentare è una questione che richiede una cooperazione e una condivisione di responsabilità tra gli Stati membri dell'UE. Mentre la Commissione europea svolge un ruolo fondamentale nell'elaborazione di politiche e normative comuni, la messa in atto e l'applicazione di tali politiche spettano principalmente agli Stati membri, alle autorità regionali e locali. La necessità di un indirizzo comune dell'UE si basa sulla comprensione che i prodotti alimentari circolano liberamente all'interno del mercato unico europeo. Pertanto, è essenziale che gli Stati membri garantiscano standard elevati di sicurezza alimentare per proteggere la salute dei consumatori, non solo all'interno del proprio territorio, ma anche a beneficio dei cittadini di altri Stati membri che consumano prodotti provenienti dal loro paese. Una seconda funzione che la Commissione intende affidare all'autorità è quella di fornire ai consumatori le informazioni riguardanti i possibili rischi derivanti dal consumo di sostanze o prodotti. Si tratta quindi di un'attività di divulgazione scientifica che è opportuno che provenga da una fonte esclusivamente tecnica.¹⁹¹

Nasce nel 2002 con sede a Parma l'Autorità Europea per la sicurezza Alimentare, con l'obiettivo di dare vita a reti di supporto alle quali fa riferimento alla legge di istituzione attivando consultazioni di stakeholders e comitati per raccogliere i pareri degli esperti tra i paesi membri.

In conclusione, non può non essere citato “l'International Panel of Experts on Sustainable Food System (IPES)”, un comitato di esperti incaricato dalla Commissione Europea di redigere un rapporto riguardante la sicurezza alimentare,

¹⁹¹ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

la sostenibilità economica e ambientale nella produzione agroalimentare. Il Comitato europeo suggerisce dunque cinque direzioni, citate di seguito, lungo le quali indirizzare le linee guida delle politiche alimentari del futuro in Europa.

1) L'accessibilità a terra e acqua salutare è stata minacciata dagli incentivi ai combustibili biologici, dalla cementificazione e dall'accaparramento delle terre. La UE dovrebbe sorvegliare questo fenomeno e ribaltare questi processi introducendo un insieme di vincoli, nuovi diritti per i giovani coltivatori e incentivi alle produzioni sostenibili.

2) La UE dovrebbe ricostruire sistemi agroalimentari salutarie in modo da renderli resilienti al cambiamento climatico. Ciò significa uscire da un'economia di allevamenti e coltivazioni puramente orientate alla quantità e promuovere coltivazioni e modalità di produrre meno impattanti e che consumano meno prodotti chimici e meno acqua.

3) Occorre prendere atto che le calorie a basso costo non possono essere un sostituto delle politiche sociali e promuovere stili di vita e di alimentazione più sani. Le diete ricche di calorie, grassi insaturi e idrogenati, zuccheri e sale, devono essere scoraggiate da un mix di disincentivi, limiti alla produzione e campagne di informazione a tutti i livelli.

4) È opportuno ricostruire filiere di produzione più corte, più eque, più incentivanti per i piccoli produttori e per il consumo consapevole e di prossimità.

5) Bisogna ripensare gli accordi commerciali con i paesi extra-EU. Le politiche agricole commerciali della UE continuano a promuovere gli interessi delle potenti industrie alimentari, comprese quelle ad alte emissioni della carne e lattiero caseari. Facendo leva sulle disparità di potere commerciale la UE ha fatto pressione perché i paesi in via di sviluppo si legassero alla produzione di beni dannosi socialmente e ambientalmente, demolendo la loro capacità di intraprendere vie di sviluppo sostenibile. Sono pertanto necessari e urgenti interventi per rimuovere gli incentivi distorsivi della Politica Agricola Comune, per rafforzare le clausole di sostenibilità negli accordi commerciali, per responsabilizzare gli importatori di cibo riguardo i

possibili impatti delle loro catene di approvvigionamento rispetto alla deforestazione, ai diritti dei produttori e all'accaparramento delle terre, per rimuovere le protezioni degli investitori e per permettere la rappresentazione dei diritti dei produttori e della società civile. Infine, gli attuali accordi commerciali devono essere sostituiti da nuovi accordi improntati alla sostenibilità in un nuovo modello nel quale la liberalizzazione del commercio non è più il valore principale.

192

4.3.3. Legislazione Europea per i nuovi alimenti

Ai sensi della normativa dell'Unione Europea, la definizione di "nuovi alimenti" comprende tutti quei cibi che non sono stati consumati in modo significativo nell'Unione Europea prima di maggio 1997. Questa categoria comprende una vasta gamma di alimenti e tecnologie alimentari che sono emersi dopo quella data. Ciò include nuovi alimenti provenienti da fonti non convenzionali, nuove sostanze utilizzate nei prodotti alimentari e nuove modalità e tecnologie di produzione alimentare. Alcuni esempi di nuovi alimenti sono gli oli ricchi di acidi grassi omega-3 derivati dal krill, che rappresentano una nuova fonte alimentare rispetto agli oli tradizionali. Gli insetti commestibili sono un altro esempio di nuovi alimenti, poiché il loro consumo non era diffuso nella tradizione europea prima del 1997. Inoltre, gli steroli vegetali utilizzati come additivi alimentari sono considerati nuove sostanze ai sensi della normativa UE. Anche le nanotecnologie applicate alla produzione alimentare rientrano nella categoria dei nuovi modi di produrre alimenti.

Gli "alimenti tradizionali" sono un sottoinsieme dei nuovi alimenti. Questo termine si riferisce a quei cibi che sono parte integrante delle tradizioni alimentari di una determinata regione o cultura, ma che non erano diffusi nell'Unione Europea prima del 1997. Gli alimenti tradizionali sono considerati nuovi alimenti perché la loro introduzione nell'UE è avvenuta dopo la data di riferimento. Questi alimenti possono provenire da culture e tradizioni culinarie di tutto il mondo, al di fuori dell'Europa. Alla luce di ciò, possiamo considerare la carne in vitro come 'novel

¹⁹² International Panel of Experts on Sustainable Food System (IPES); 2019

food’’, e di conseguenza, sottoposto alla legislazione in merito a questa categoria di prodotti.

L'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) svolge la valutazione della sicurezza dei nuovi alimenti basandosi sui fascicoli documentali presentati dai richiedenti. Questi fascicoli devono contenere una serie di informazioni fondamentali riguardanti il nuovo alimento. In particolare, i fascicoli devono includere dati sulla composizione e sulle caratteristiche nutrizionali dell'alimento in questione. Questi dati consentono di valutare l'apporto nutrizionale dell'alimento e la sua compatibilità con una dieta equilibrata. Inoltre, sono richieste informazioni sulla presenza di eventuali sostanze tossiche o potenzialmente allergeniche, al fine di valutare il rischio per la salute dei consumatori. I richiedenti devono fornire anche dettagli sui processi produttivi utilizzati per ottenere il nuovo alimento, compresi eventuali trattamenti o modifiche apportate agli ingredienti o alle materie prime. Queste informazioni sono fondamentali per comprendere come l'alimento viene prodotto e per identificare eventuali rischi associati ai processi di produzione. Oltre a ciò, i fascicoli devono includere informazioni sugli usi proposti per il nuovo alimento e sui livelli di utilizzo previsti. Questi dati consentono di valutare l'esposizione dei consumatori all'alimento e di verificare che il suo consumo sia sicuro nei livelli previsti. Complessivamente, la valutazione della sicurezza condotta dall'EFSA si basa su un'analisi approfondita dei fascicoli documentali presentati dai richiedenti. Questi fascicoli devono contenere dati completi e accurati sulla composizione, sulle caratteristiche nutrizionali, sulla tossicità potenziale e sugli usi proposti del nuovo alimento. Tale valutazione è finalizzata a garantire che l'introduzione di nuovi alimenti sul mercato europeo sia sicura per i consumatori.

4.3.4. Considerazioni

Le organizzazioni internazionali che regolano il commercio mondiale si trovano attualmente in una fase di particolare delicatezza. La crisi finanziaria del 2007, che ha avuto segnali di ripresa incerti e discontinui, è stata aggravata dalla pandemia, causando una congiuntura economica negativa. In questo contesto, gli Stati

nazionali stanno cercando di giocare un ruolo centrale nel definire il futuro della globalizzazione post Covid.

Nell'Unione Europea, la tutela della sicurezza alimentare dei consumatori è evoluta da norme specifiche, interpretate e controllate dalle diverse autorità nazionali, a un modello che si basa sull'indagine, la valutazione del rischio, la comunicazione delle raccomandazioni e la determinazione degli standard da parte di un'autorità scientifica di livello comunitario, con un ruolo attivo della Commissione nell'adottare provvedimenti basati su queste valutazioni scientifiche. Tuttavia, resta ancora una notevole eterogeneità nell'implementazione nazionale delle normative, influenzata dalle condizioni istituzionali e politiche dei singoli paesi e dalla volontà di accettare il predominio del modello proposto a livello centrale.¹⁹³ A partire dal Libro Verde sulla sicurezza alimentare, l'Unione Europea ha da tempo perseguito una via che cerca di conciliare la sicurezza alimentare e la tutela dei consumatori. Questo percorso non è privo di ostacoli a causa delle diverse tradizioni politiche e sensibilità pubblica presenti nei paesi membri. Tuttavia, rappresenta una sfida fondamentale per misurare il grado di cooperazione tra gli Stati dell'Unione, che devono collaborare per creare una massa critica in grado di modificare un modello di globalizzazione privo di regole. Questo obiettivo è innovativo e ambizioso. Inoltre, al fine di rilanciare l'economia globale, la lotta al cambiamento climatico ha assunto un ruolo cruciale nel ridefinire le strategie tradizionali di sviluppo. Le politiche volte a mitigare le emissioni di gas climalteranti hanno un impatto sulla sostenibilità complessiva dei paesi europei dal punto di vista ambientale, economico e sociale. Questo impatto si riflette anche sulla resilienza della filiera agricola e sulla qualità della sicurezza alimentare. La riflessione sulla sicurezza alimentare parte dalla consapevolezza degli effetti gravi del riscaldamento climatico e delle azioni necessarie per contrastarlo. L'Unione Europea si impegna a perseguire la sostenibilità nel suo modello di sviluppo, attraverso il Green Deal elaborato dalla Commissione europea, che prevede un'aggiornata Politica Agricola Comune e strategie "From Farm to Fork". L'UE confida che questo approccio possa

¹⁹³ Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali; Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato

coinvolgere sempre più paesi, al fine di modificare radicalmente la produzione e il commercio delle merci, con particolare attenzione ai prodotti agricoli, per garantire la tutela dell'ambiente, la sicurezza alimentare e la protezione della salute dei consumatori.

Alla luce di ciò, l'Unione Europea mira all'introduzione di nuove categorie di prodotti nel mercato che siano sostenibili e validi da un punto di vista nutrizionale affinché, in accordo con ciò che è stato appena analizzato, si vada verso una produzione dell'industria agroalimentare che riduca al minimo l'impatto ambientale e la diminuzione dei gas serra nella filiera di produzione.

Davanti a queste premesse, la carne in vitro potrebbe essere un *novel food* promettente per concretizzare gli obiettivi che la Commissione si è posta come raggiungibili entro il 2030.

Conclusion

Analizzando la questione ambientale nel suo momento di crisi attuale, si evince come le cause alla base del cambiamento climatico siano molteplici e interconnesse. Una sovra richiesta di beni e servizi porta all'aumentare della ricerca e utilizzo di risorse che sono sempre meno che inesauribili e rinnovabili: si pensi alla questione idrica e alla crisi delle acque in corso.

L'aumento demografico, la domanda di beni primari derivanti l'industria zootecnica, la consapevolezza errata di una dieta basata su proteine e nutrienti di origine animale, sta portando alla distruzione di un ecosistema e equilibrio naturale che non andrà a garantire un futuro per le prossime generazioni.

In momenti di crisi come quello odierno, si attiva l'ingegno e l'istinto di resistenza per evitare una catastrofe naturale che potrebbe incorrere prima di quanto si pensi. La creazione di prodotti alimentari alternativi, come la carne in vitro, è, alla luce dell'analisi condotta, una possibile chiave risolutiva che potrebbe andare a rallentare e diminuire le conseguenze negative dell'azione dell'uomo sul pianeta. Nonostante l'attuale stato dell'arte del prodotto non può confermare un'emissione nulla di gas serra o che elimini totalmente residui di scarto che potrebbero intaccare il pianeta Terra, alla luce degli studi condotti, andando a confrontare i dati relativi alle conseguenze negative delle due modalità di produzione di prodotti proteici come la carne, è chiaro come un prodotto che presenti gli stessi valori nutrizionali ma che sia prodotto in laboratorio, elimina quelli che sono i passaggi nella filiera della produzione della carne che creano problemi da un punto di vista ambientale. In particolare con la creazione della carne sintetica si vanno a eliminare le problematiche relative agli allevamenti intensivi, quali eccessivo utilizzo di acqua, disboscamento per allocazione del bestiame, CO2 prodotta dagli scarti naturali degli animali etc.

In un contesto come quello odierno, in particolare come quello italiano e europeo, dove la cultura locale si basa principalmente sul settore gastronomico, il cibo e l'alimentazione sono diventati una bandiera del popolo mediterraneo,

l'introduzione di un prodotto creato in laboratorio potrebbe creare problemi per il suo ingresso, oltre che nel mercato, anche nella dieta degli acquirenti.

Un'informazione (che ad oggi risulta praticamente assente) errata o non sufficiente porterà a far perdere di valore un prodotto alimentare che, come si è visto dalla ricerca condotta, presenta del potenziale valido per entrare nella quotidianità e ridurre i rischi di arrivare a un punto di non ritorno per risolvere i problemi legati al cambiamento climatico.

Coerentemente con le ricerche condotte riguardo la policy agroalimentare europea e italiana, si può affermare che di fatto la legislazione in vigore presenta organi e leggi che tutelano i cittadini europei dal consumo di alimenti che potrebbero nuocere alla loro salute e integrità fisica. Alla luce di ciò, un ipotetico proibizionismo di governo, che più che motivato da ragioni valide e fondate su dati abbastanza validi o sufficienti da confutare gli studi a favore della carne sintetica, sembrano basarsi su un'ideologia che vede nell'introduzione di questo prodotto nel mercato italiano una minaccia all'identità nazionale, va a corrompere l'acquirente e lo blocca dall'accesso a un prodotto sostitutivo che porterà a dei vantaggi non indifferenti. La richiesta che viene avanzata con l'introduzione della carne in vitro non è la totale sostituzione degli alimenti della zootecnia, rischiando di eliminare un settore commerciale notevolmente ampio, specialmente in sud Europa. Ma, alla luce della sovra richiesta dei prodotti di origine animale, si cerca di andare a trovare soluzioni alternative che presentano lo stesso valore nutrizionale ma con conseguenze meno impattanti derivanti la loro produzione.

Date tutte queste premesse, alla luce dei dati raccolti con la ricerca, ci si aspetta di conseguenza una maggiore attenzione da parte dei governi e delle fonti mediatiche al fine di valorizzare al meglio un prodotto vantaggioso come la carne sintetica, con l'interesse di base e la sensibilità di fermare un processo di deterioramento del pianeta in cui si vive, cercando di andare a raggiungere gli obiettivi ratificati dalle Nazioni Unite nell'agenda 2030, al fine di garantire alle future generazioni un pianeta in cui vivere e di concretizzare il diritto alla vita in un ambiente salubre.

Bibliografia e sitografia

Afrodita Marcu, Rui Gaspar, Pieter Rutsaert, Beate Seibt, David Fletcher, Wim Verbeke, Julie Barnett (2015); *‘Analogies, metaphors, and wondering about the future: Lay sense-making around synthetic meat’*

Alessandro Vercelli (2 agosto 2003); *‘Globalizzazione e sostenibilità dello sviluppo’*

Alice Munz Fernandes, Odilene de Souza Teixeira, Jean Philippe Palma, Revillion, Angela Rozane Leal de Souza (14 Novembre 2019); *‘Conceptual evolution and scientific approaches about synthetic meat’*

Andrés Cartín-Rojas Priscila Ortiz; *‘Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria’*

Balasubramanian, B.; Liu, W.; Pushparaj, K.; Park, S.; *‘The Epic of In Vitro Meat Production—A Fiction into Reality’*. Foods 2021, 10, 1395

Brian O'Neill del Centro statunitense per la ricerca sull'atmosfera, Commissione Europea

Briefs, I. S. A. A. A. (2017); *"Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017: Biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years."* ISAAA brief 53

Catherine Happer¹ & Laura Wellesley (19 Gennaio 2019); *‘Meat consumption, behaviour and the media environment: a focus group analysis across four countries’*

Christopher J. Bryanta, Joanna E. Andersonb, Kathryn E. Asherc, Che Greenb, Kristopher Gasteratos (2019); *‘Strategies for overcoming aversion to unnaturalness: The case of clean meat’*

D. Goodman, B. Sorj and J. Wilkinson; Basil Blackwell, Oxford (1987); *'From Farming to Biotechnology: A Theory of AgroIndustrial Development*

Dam, Henry JW. "Foods in the Year 2000. Professor Berthelot's Theory That Chemistry Will Displace Agriculture." McClure's Magazine

Dario Caro et al (2014;) Environ. Res. Lett. 9 114005

FAO. World Livestock 2011 – Livestock in food security. Rome: FAO, 2011.

G. Evans, B. de Challemaison and D.N. Cox (2010); *'Consumers' ratings of the natural and unnatural qualities of foods'*; Appetite, 54

Gruppo Intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) 2006.

H. Buttel; *'How epoch making are high technologies? The Case of Biotechnology'*

Hanna L. Tuomisto and M. Joost Teixeira de Mattos; *'Environmental impacts of cultured meat production'*; University of Oxford, Wildlife Conservation Research Unit, The Recanati-Kaplan Centre, Tubney House, Abingdon Road, Tubney, Oxon UK; University of Amsterdam, Swammerdam Institute for Life Sciences, Molecular Microbial Physiology Group, Amsterdam, Netherlands

HOLLANDER, J. M. (2003). CAN THE EARTH FEED EVERYONE? In *'The Real Environmental Crisis': Why Poverty, Not Affluence, Is the Environment's Number One Enemy* (1st ed., pp. 38–54). University of California Press.

<https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/>

<https://provegincubator.com/>

Irene Antoni-Komar and Christine Lenz (2021); *'Transformative communities in Germany, Working towards a sustainable food supply through creative doing and collaboration'*

Isam T Kadim, Osman Mahgoub, Senan Baqir, Bernard Faye, Roger Purchas;
“Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects”

Jane N. O'Sullivan; *“The social and environmental influences of population growth rate and demographic pressure deserve greater attention in ecological economics”*; School of Agriculture and Food Sciences, University of Queensland, St Lucia, Australia

John Lynch and Raymond Pierrehumbert (19 Febbraio 2019); *“Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle”*

Jonathan Safran Foer (Maggio 2020); *“Se Niente Importa”*

Kjetil Rommetveit; Roger Strand; Krístrún Gunnarsdóttir; Neil Stephens; Brian Wynne; Aristeia Fotopoulou; Kate O'Riordan; Mario Giampietro; Zora Kovacic;; Louis Lemkow Zetterling; Marina Di Masso Tarditti (2015); *“Case Study on In-Vitro Meat WP5 Policy Report”*

Margherita Hack, intervento prof.ssa Margherita Hack alla terza giornata di *“La coscienza degli animali”*

Maria Piochi, Matteo Micheloni, Luisa Torri 2020; *“Effect of informative claims on the attitude of Italian consumers towards cultured meat and relationship among variables used in an explicit approach”*

Mark J. Post, Shulamit Levenberg, David L. Kaplan, Nicholas Genovese, Jianan Fu, Christopher J. Bryant, Nicole Negowetti, Karin Verzijden and Panagiota Moutsatsou (Luglio 2020); *“Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat”*

Meat Substitute Market by Product Type, Source, Category; Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018-2025 Allied Analytics LLP Allied Analytics LLP (2018)

Mengistie D (2020); *“Lab-Growing Meat Production from Stem Cell”*

Ministero della Scienza e della Tecnologia, RPC, 2021; *“Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects”*

Nicola Giannelli, Elena Paglialunga e Fabio Turato; *“Le politiche per la sicurezza alimentare e la sostenibilità nel contesto europeo e degli accordi commerciali internazionali”*

OECD/FAO, 2018; OECD/FAO; OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027, vol. 107, OECD; Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2018); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe.

Paola Michelozzi, Enrica Lapucci, Sara Farchi (19 Aprile 2023); *“Politiche di riduzione del consumo di carne in Italia: contrasto ai cambiamenti climatici e benefici per la salute”*

Pavan Kumar, Neelesh Sharma, Shubham Sharma, Nitin Mehta, Akhilesh Kumar Verma, Chemmalar and Awis Qurni Sazil (22 Giugno 2022); *“In-vitro meat: a promising solution for sustainability of meat sector”*

Pérez-Serrano R, Ramírez-Espinoza J, Shimada A, Antaramian A, Piña E, Mora O.; *“Células troncales mesenquimales: biología, caracterización y futuras aplicaciones en salud y producción de especies domésticas y pecuarias”*

Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), Commissione Europea

Ramajanaki Doraiswamy Iyer and Gayatri Krishnan Iyer (Giugno 2020); *“Is Cultured Meat a Viable Alternative to Conventional Meat?”*; Journal of Management & Public Policy Vol. 11, No. 2, Pp. 19- 27

Ramona Weinrich, Micha Strack, Felix Neugebauer (2020); *“Consumer acceptance of cultured meat in Germany”*

Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation

Rob J.F. Burton (2019); *“The potential impact of synthetic animal protein on livestock production: The new “war against agriculture”?* ‘ ‘

Robertson, G A. (1975); *“Synthetic meat : is it a threat to our livestock industries?”*; Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 4: Vol. 16: No. 4, Article 4.

S. Román, L.M. Sánchez-Siles and M. Siegrist; 2017; *“The importance of food naturalness for consumers: results of a systematic review”*; Trends Food Sci. Technol., 67 (2017).

United Nations: data portal population division

Verbeke W, Marcu A, Rutsaert P, Gaspar R, Seibt B, Fletcher D, Barnett J. A. *“Would you eat cultured meat?’: Consumers’ reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom”*.

Wu G, Fanzo J, Miller D, Pingali P, Post M, Steiner J, Thalacker-Mercer A; *“Production and supply of high- quality food protein for human consumption: sustainability, challenges, and innovations”*.

Yongli Yea, Jingwen Zhoub, Xin Guanb, Xiulan Sun (2022); *“Commercialization of cultured meat products: Current status, challenges, and strategic prospects “*

