

Carne coltivata: speranza, benessere e futuro del nostro pianeta

«Sfuggiremo all'assurdità di far crescere un pollo intero, solo per mangiarne il petto o l'ala, facendo crescere queste parti separatamente in un ambiente adatto». Sono le parole di Winston Churchill (1931) che immaginava un futuro pieno di progresso e possibilità. Ebbene, oggi possiamo dire che Churchill ha previsto il futuro

di Gerardo Cioffi

Dopo tanti anni di studio, duro lavoro, sacrificio e spese finanziarie abbastanza elevate, finalmente i ricercatori hanno realizzato la visione del grande statista, producendo con successo carne in coltura, senza la necessità di allevare un intero animale per poi sacrificarlo.

CHE COS'È LA CARNE COLTIVATA?

La carne coltivata o pulita (o anche carne cresciuta in laboratorio) è quella prodotta dalla coltura cellulare di cellule prelevate da animali vivi. È una tecnologia emergente che opera nell'ambito di un più ampio campo di agricoltura cellulare e in una relazione

di concorrenza e collaborazione con innovazioni nelle proteine vegetali. Viene prodotta utilizzando molte delle stesse tecniche di ingegneria dei tessuti tradizionalmente utilizzati nella medicina rigenerativa. La coltivazione in vitro delle fibre muscolari è stata effettuata per la prima volta nel 1971 da Russell Ross ottenendo



Dott. Gerardo Cioffi

un tessuto muscolare liscio derivato dal maiale. La stessa tecnica viene applicata alla carne coltiva-



Carne coltivata in laboratorio (Mosa Meat)

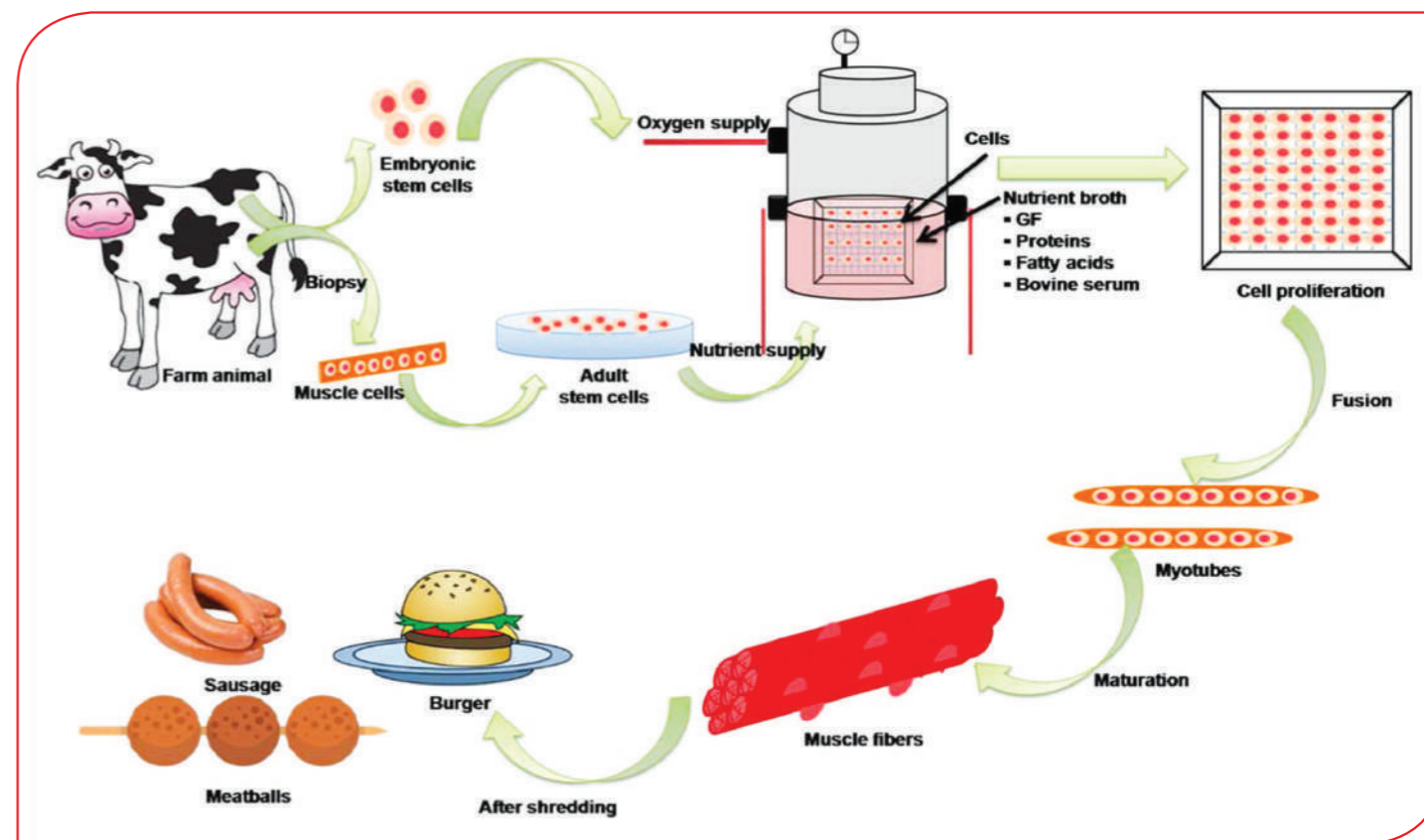


Figura 1. Nell'infografica sono illustrati tutti i passaggi del processo di produzione della carne coltivata

ta facendo crescere cellule staminali del muscolo dell'animale fino a ottenere fibre indistinguibili da quelle della carne tradizionale. Quindi possiamo affermare che la carne coltivata è la stessa della carne convenzionale e non un'alternativa vegetale, ed è altrettanto sicura e salutare, anzi lo è molto di più.

TECNICA DI PRODUZIONE

La produzione della carne coltivata avviene attraverso tre fasi di seguito esposte.

• **Prima Fase:** "Starter cells" (Cellule di Avviamento). Il primo passo consiste nel prelevare alcune cellule staminali, che hanno un rapido tasso di prolifera-

zione, dal tessuto muscolare dell'animale vivo eseguendo una innocua biopsia che può essere fatta con o senza anestesia. Una volta ottenuto un campione di tessuto muscolare, bisogna isolare le cellule staminali dal resto del campione, separando in seguito le cellule muscolari dalle cellule adipose attraverso una procedura meccanica o enzimatica. Tra le varie cellule staminali (cellule staminali embrionali, cellule staminali adulte, cellule miosatelliti o mioblasti) quelle che vengono prelevate e utilizzate maggiormente oggi dai ricercatori per produrre carne coltivata sono le cellule miosatelliti localizzate tra la membrana basale e il sarcolemma delle fibre muscolari. La

loro funzione all'interno dell'animale è quella di creare un nuovo tessuto muscolare quando il muscolo è ferito.

• **Seconda Fase:** "Scaffold" (Impalcatura) e "Growth Medium" (Mezzo di Crescita). Prelevate queste cellule, esse vengono immediatamente posizionate in vitro su una impalcatura. Mantenere la struttura 3D di una cellula è una sfida chiave nella coltura cellulare per questo l'impalcatura è considerata una componente necessaria per il fissaggio delle cellule, al fine di ottenere una forma tridimensionale. L'impalcatura ideale è commestibile e/o biodegradabile. Dovrebbe consentire la vascolarizzazio-

ne e avere una certa flessibilità in modo tale da non staccarsi dalle prime fibre muscolari (miotubi), simulando così il corpo dell'animale durante lo sviluppo. In seguito le cellule vengono trattate applicando una soluzione che favorisce la crescita dei tessuti, nota come mezzo di crescita. Questo contiene tutti i nutrienti necessari (proteine, acidi grassi etc) e la quantità adeguata di fattori di crescita presenti in natura. Nel mezzo di coltura cellulare gli scienziati usano il siero bovino fetale (FBS), elemento fondamentale per l'apport

ché la carne in vitro mira a essere priva di maltrattamenti e sofferenza degli animali. Molti scienziati stanno lavorando per rimuovere completamente questo siero dall'intero processo. Infatti, JUST sostiene di aver sviluppato una ricetta nutritiva a base vegetale per nutrire le cellule.

- **Terza Fase:** "Bioreactor" (Bioreattore).

Successivamente il tutto (cellule, impalcatura e mezzo di crescita) viene collocato in un bio-reattore in grado di fornire alle cellule i re-



Figura 2. Hamburger assaggiato da Hanni Ruetzler a Londra (BBC video screenshot)

to di fattori di crescita, chelanti, ormoni e sostanze detossificanti che inducono la sopravvivenza e la proliferazione delle cellule in coltura. Purtroppo questo siero è anche il problema principale in quanto viene raccolto dal feto di bovini gravide (oppure dal feto di altri animali) durante la macellazione e sicuramente non accettabile per vegani e vegetariani, poi-

quisiti energetici (ossigeno e calore oltre a controllare i livelli di pH) di cui hanno bisogno consentendole di proliferare proprio come farebbero all'interno di un animale. Da una singola cellula muscolare possono crescere più di un trilione di cellule. Queste cellule si fondono naturalmente per formare i cosiddetti miotubi che non sono più lunghi di 0,3 millimetri. For-

mati i miotubi, essi vengono posti in un anello attorno a un mozzo centrale di gel. La tendenza innata a contrarsi delle cellule muscolari fa sì che inizino a ingrossarsi crescendo in un piccolo filamento di tessuto muscolare. Questa tecnica pionieristica può produrre più di un trilione di fili. Quando tutti questi filamenti sono stratificati insieme, abbiamo la carne (Vedi Figura 1).

PRIMA DIMOSTRAZIONE PUBBLICA

Il primo hamburger coltivato in laboratorio è stato cucinato e mangiato in una conferenza stampa a Londra il 5 agosto 2013. Con un finanziamento di 330.000 dollari (circa 250.000 euro) donato da Sergey Brin (co-fondatore di Google), gli scienziati dell'Università di Maastricht nei Paesi Bassi, guidati dal professor Mark Post, hanno prelevato le cellule staminali da una mucca facendole crescere in strisce di muscoli (utilizzando circa 20.000 strisce) che poi hanno combinato per fare un hamburger. La carne è stata assaggiata dal critico culinario Hanni Ruetzler, una studiosa di alimentazione del Future Food Studio dicendo: "Per me è carne, è qualcosa che posso masticare e credo che l'aspetto sia decisamente simile" (Vedi Figura 2).

INIZIA LA COMPETIZIONE

Mark Post ha mostrato al mondo intero che la carne coltivata non è più un qualcosa d'irrealizzabile, che può esistere solo in un film di



Figura 3. Memphis Meats, filetto di pollo

fantascienza, ma un qualcosa che può rivoluzionare il nostro modo di pensare. Dopo il successo del primo hamburger coltivato al mondo, Mark Post e il tecnologo alimentare Peter Verstrate, nell'ottobre 2015, hanno annunciato il lancio della loro nuova azienda Mosa Meat cercando di portare sul mercato carne coltivata per il 2020. A partire dal 2019, sono state fondate oltre due dozzine di startup. Da allora, il campo della carne coltivata è cresciuto rapidamente poiché le startup in tutto il mondo competono per essere la prima azienda a portare un prodotto a base di carne coltivata sul mercato; aziende come Memphis Meats, JUST e Aleph Farms che dimostrano prodotti prototipo.

Memphis Meats, una delle prime startup, ha lanciato un video nel febbraio 2016 che mostrava la sua polpetta di manzo coltivata. Nel marzo 2017 ha presentato filetti di pollo (di gran lunga la carne più diffusa in America insieme alla carne bovina) e anatra all'arancia,

i primi alimenti coltivati a base di pollame mostrati al pubblico. Uma Valeti, direttore di Memphis Meats ha affermato: "Il nostro obiettivo è preparare una carne deliziosa e pulita che sia migliore per te, l'ambiente e gli animali ma soprattutto migliore per le tue ricette preferite" (Vedi Figura 3). Finless Foods, fondata nel giugno del 2016, è la prima startup che

si è concentrata sulla coltivazione di carne di pesce offrendo una soluzione sostenibile per soddisfare l'aumento di richiesta senza impoverire ulteriormente la popolazione ittica globale. Il direttore e fondatore Michael Selden ha dichiarato, nel luglio 2017, di aspettarsi di portare sul mercato prodotti ittici coltivati per il 2019 dicendo: "inizialmente le quantità saranno limitate e lavoreremo con chef nei ristoranti di fascia alta facendo cose davvero interessanti solo per innescare una conversazione e far capire al pubblico chi siamo prima di andare nei negozi di alimentari e in altri posti. Ma il nostro obiettivo finale è abbassare il prezzo in modo che i consumatori possano scegliere tra tonno bianco o tonnetto striato a buon mercato oppure scegliere il nostro tonno blufin di alta qualità senza contaminanti allo stesso prezzo".

Figura 4. Mangiando lan (JUST)



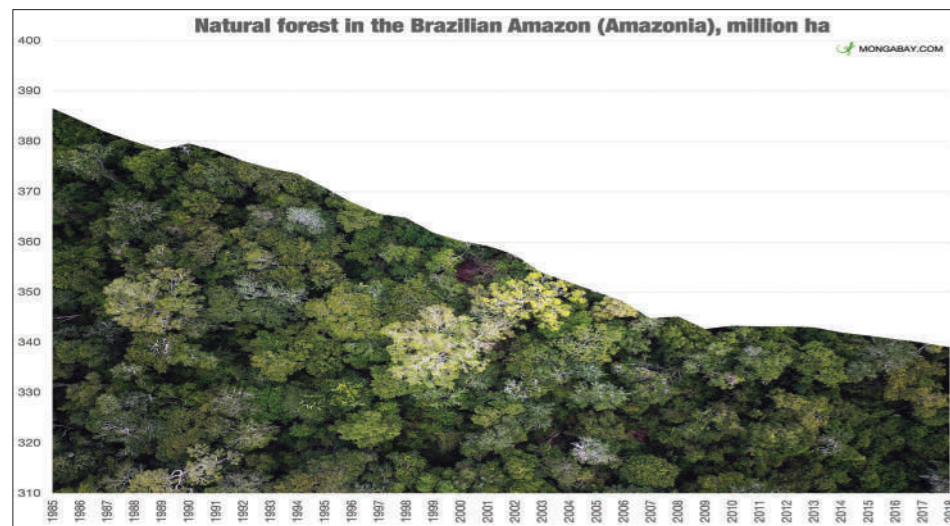


Figura 5. Perdita della foresta amazzonica dal 1985 al 2018

JUST, una startup della Silicon Valley fondata nel dicembre 2011 da Josh Balk e dal direttore Josh Tetrick, sta producendo carne coltivata in laboratorio (con le piante che forniscono nutrienti per la crescita delle cellule animali anziché il FBS) partendo da una semplice piuma di pollo per ottenere delle crocchette di pollo. Just ha deciso di utilizzare “una piuma del miglior pollo che è riuscita a trovare”. Ha optato per un pollo di nome Ian che aveva “piume bianche pulite davvero belle, un pettine sano e un bel bargiglio”. Le cellule sono state coltivate da una delle piume di Ian e dopo due giorni queste cellule sono diventate il pollo iniziale. Josh Tetrick ha affermato: “è stata un’esperienza extracorporea sedersi lì e mangiare il pollo, ma avere il pollo che stai mangiando correndo davanti a te”. Su twitter ha scritto: “400.000 anni fa, la carne divenne parte della dieta umana e, nel corso del tempo, gli esseri umani hanno dovuto uc-

cidere l’animale per godersi la loro carne. Prima, con le lance. Poi, con macchine industriali.” Preparati al cambiamento di quel paradigma. #justpollo (Vedi Figura 4). Nell’agosto 2019, alcune startup “Just, BlueNalu, Fork & Goode, Artemys Foods, New Age Meats, Finless Foods e Memphis Meat hanno annunciato la formazione dell’Alliance for Meat, Poultry & Seafood Innovation (AMPS Innovation), una coalizione che cerca di promuovere nuovi metodi di produzione di carne, pollame e frutti di mare reali, di alta qualità e sicuri, direttamente da cellule animali collaborando con la più ampia comunità agricola per soddi-

sfare le esigenze nutrizionali di una popolazione globale in crescita.

LA CARNE COLTIVATA PUÒ RISOLVERE TANTI PROBLEMI

L’attuale popolazione mondiale di 7,6 miliardi dovrebbe raggiungere i 9,8 miliardi nel 2050 e gli 11,2 miliardi nel 2100 secondo un rapporto delle Nazioni Unite “World Population Prospects”. Quindi, entro il 2050 bisogna nutrire due miliardi di persone in più ma purtroppo l’agricoltura convenzionale sta esaurendo le opzioni. Si prevede che il consumo globale di carne sarà del 76% maggiore nel 2050 rispetto agli ultimi anni secondo l’Organizzazione delle Nazioni Unite per l’alimentazione e l’agricoltura (FAO). La maggior parte di tale crescita provverrà dall’India e dalla Cina, dove la crescente prosperità ha portato a un aumento della richiesta di carne. La carne coltivata potrebbe essere la soluzione più efficien-

Figura 6. Quantità di acqua necessaria per un panino con hamburger



te ed ecologica per nutrire la crescente popolazione mondiale.

Ambiente

La produzione di carne è una delle principali cause di emissioni di gas serra e di disboscamento. Un rapporto del 2006 della FAO afferma che il bestiame è responsabile del 20% delle emissioni globali. Invece in un articolo del 2009 del Worldwatch Institute, un’organizzazione di ricerca ambientale a livello globale con sede a Washington, D.C., ha riferito che il bestiame rappresenta effettivamente il 51% delle emissioni globali e che la FAO sottostima e trascura alcune emissioni di anidride carbonica dovute alla respirazione del bestiame, le emissioni di metano e quelle provocate dal disboscamento del terreno per pascolare e per coltivare mangime per il bestiame. In entrambi i casi sappiamo che la carne è responsabile della quantità maggiore di emissioni globali superando anche lo scarico combinato di tutti i mezzi di trasporto. Invece la deforestazione oltre a diminuire l’ossigeno e aumentare l’anidride carbonica, distrugge gli habitat degli animali, la biodiversità delle piante e provoca l’estinzione delle specie. Fino a 150 specie si estinguono ogni giorno secondo gli scienziati della Convenzione delle Nazioni Unite sulla diversità biologica. Nessuno però sa se tali stime sono vere in quanto si basano su modelli computerizzati e le perdite documentate sono minime al confronto. Sono state

documentate circa 800 estinzioni negli ultimi 400 anni secondo i dati dell’Unione internazionale per la conservazione della natura (IUCN). Più di 50.000 acri di foreste incontaminate vengono abbattuti ogni giorno in tutto il mondo con una quantità significativa delle foreste pluviali, che ospitano oltre il 50% di animali e piante del pianeta. La terra viene tagliata

metano (il quale ha 20 volte più potere di cambiamento climatico rispetto all’anidride carbonica) per chilogrammo di carne che producono, contribuendo all’aumento di emissioni di gas serra. Inoltre, la scarsità d’acqua è un problema crescente a cui il bestiame contribuisce in modo significativo; infatti, una piccola quantità di carne di mucca per

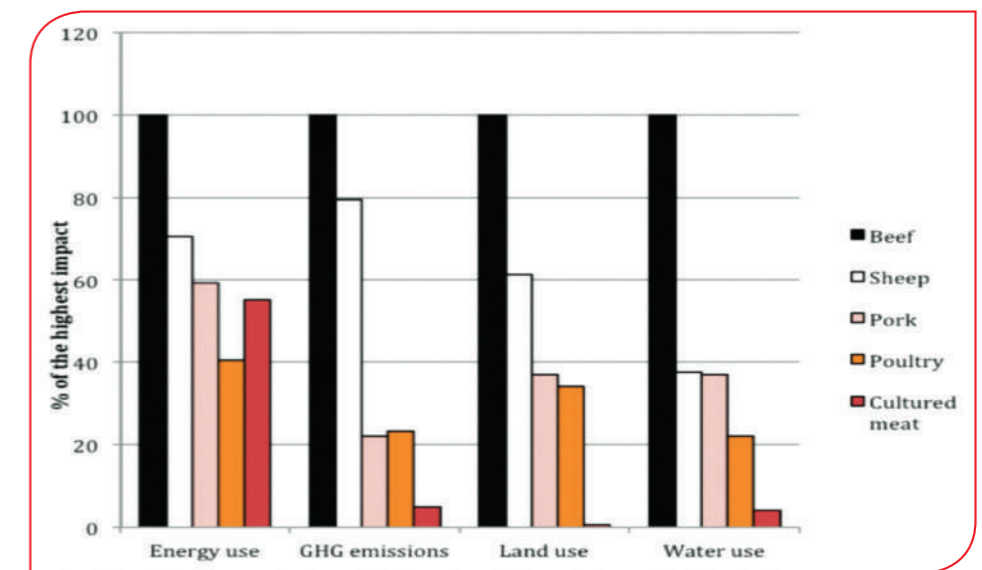


Figura 7. Confronto tra input di energia primaria, emissioni di gas a effetto serra (GHG), uso del suolo e uso di acqua della produzione di carne coltivata con carne bovina, ovina, suina e pollame europea prodotta convenzionalmente per 1000 kg di carne commestibile come percentuale degli impatti del prodotto con l’impatto più elevato in ciascuna categoria (NEW HARVEST)

o bruciata per fare spazio alle attività di allevamento che occupano il 45% della superficie globale e un ulteriore 10% è dedicato alla coltivazione di colture foraggere per il bestiame tipo mais e semi di soia (Vedi Figura 5). I bovini nutriti con erba (secondo natura) ingrassano più lentamente dei bovini alimentati con mais e soia in una mangiatoia (contro natura) e quindi rilasciano più

un hamburger richiede 2500 litri di acqua per essere prodotta (Vedi Figura 6). Gli animali richiedono sempre più calorie rispetto a quelle che producono per essere mangiati. Pertanto l’agricoltura animale è sempre più distruttiva dell’agricoltura che produce cibo a base vegetale direttamente per l’uomo. Si prevede che la produzione di carne coltivata porterà ad una riduzione

Conventional Meat

- MRSA
- Salmonella
- Campylobacter
- Botulism
- Swine Flu (H1N1)
- Mad Cow Disease
- Avian Influenza (H7N9)
- Foot-and-mouth Disease
- Avian Chlamydiosis
- Trichinosis
- Histoplasmosis
- Giardia
- Newcastle Disease
- West Nile Virus
- Avian mycobacteria
- Antibiotics
- Fecal contamination

Clean Meat

None

Figura 8. Sicurezza alimentare: confronto tra carne convenzionale e carne coltivata (JUST)

del 78-98% delle emissioni di gas serra, del 99% dell'uso del suolo, del 82-96% dell'uso dell'acqua e del 45% dell'uso di energia (Vedi **Figura 7**).

Questa maggiore efficienza consentirà di fornire alla crescente popolazione mondiale carne vera in modo sostenibile. Mark Post "Un vegetariano con un'auto è effettivamente meglio per l'ambiente che un mangiatore di carne con una bicicletta".

Salute

Per anni i ricercatori hanno dimostrato che mangiare carne (convenzionale) può portare a un rischio più elevato di diverse malattie come il diabete, malattie cardiache e alcuni tipi di cancro. Ma studi recenti hanno dimostrato che questi non sono gli unici problemi di salute causati dalla

carne. Uno dei maggiori punti di confronto tra carne convenzionale e carne coltivata è la sicurezza alimentare. La differenza è sbalorditiva. La carne convenzionale può provocare diverse malattie tra cui infezioni da virus e batteri pericolosi per l'uomo, ciò che invece nella carne coltivata non esiste (Vedi **Figura 8**).

Antibiotici: uno dei problemi principali è la resistenza agli antibiotici. Gli antibiotici sono farmaci indispensabili sia per gli umani che per gli animali in grado di rallentare o fermare la proliferazione dei batteri. Purtroppo nella produzione di carne convenzionale, gli antibiotici vengono somministrati quasi sempre (anche quando il bestiame non ne ha bisogno) per mantenere gli animali sani, promuovere la crescita e ridurre la quantità di mangime richiesta au-

mentando la possibilità di formare ceppi di batteri resistenti. L'uso di antibiotici può aumentare il rischio di trasmettere all'uomo batteri resistenti ai farmaci tramite infezione diretta o trasferendo geni di resistenza dall'agricoltura ai patogeni umani. Questa resistenza rappresenta una seria minaccia per la salute globale. Secondo i Centers for Disease Control and Prevention (CDC), la resistenza agli antibiotici è responsabile di 25.000 decessi annuali nell'Unione europea e 23.000 decessi annuali negli Stati Uniti e milioni di persone nel mondo sviluppano un'infezione resistente ai farmaci ogni anno. Alcuni ricercatori prevedono che per il 2050 la resistenza agli antibiotici causerà 10 milioni di morti ogni anno superando il cancro come principale causa di mortalità a livello mondiale (Vedi **Figura 9**).

Sarebbe terrificante l'idea di vivere in un mondo senza antibiotici efficaci in quanto significherebbe che molte infezioni innocue potrebbero diventare infezione pericolosissime a distanza di alcuni anni facendo morire milioni di individui. Tutto ciò non succede con la carne coltivata visto che viene cresciuta in ambienti altamente sterili senza l'uso di antibiotici.

Ormoni: tutti gli animali hanno ormoni naturali proprio come gli esseri umani. Con la crescente domanda di prodotti animali, in particolare carne, gli ormoni naturali semplicemente non sono sufficienti. Per questo al bestiame vengono somministrati ormoni

esterni. Gli ormoni che vengono utilizzati nelle mucche ad esempio sono:

- l'ormone ricombinante della crescita bovino (rBGH) detto anche somatotropina bovina (BST), vietato in tutta Europa e in gran parte del mondo ma approvato dalla FDA degli Stati Uniti ancora oggi utilizzato. È la copia geneticamente modificata della somatotropina naturalmente prodotta dall'organismo animale per aumentare la produzione di latte nelle vacche.

- steroidi come estrogeni, testosterone e progesterone per accelerare la crescita e la produzione del bestiame (Vedi **Figura 10**).

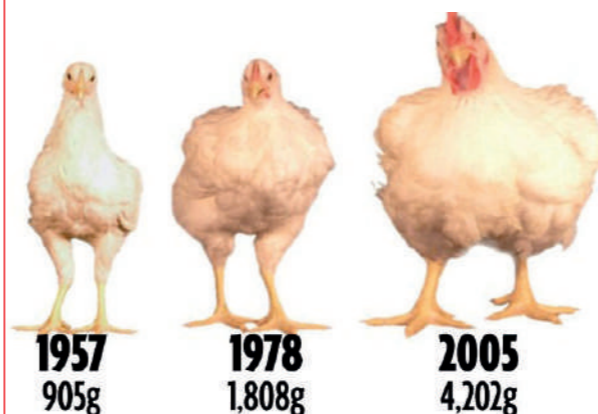
Negli Stati Uniti e Canada la somministrazione di ormoni è tuttora consentita, invece l'Europa non ne fa più uso dal 1981 (sempre se effettivamente gli allevatori di bestiame rispettano le regole), vietando nel



Figura 9. Schema di resistenza agli antibiotici, diffusione, esposizione e impatto

QUANTO SONO GRANDI I POLLI DI OGGI?

Peso medio delle razze di pollo a 56 giorni di età



1988 anche l'importazione di carni bovine trattate con ormoni dal Nord America. La FDA afferma che i livelli di ormoni nei prodotti animali sono sicuri da mangiare, ma

Figura 10. Differenza di peso tra un pollo del 1957, 1978 e 2005

non tutti sono d'accordo. Molti ricercatori sostengono che la carne più ormoni aggiuntivi ha più può causare vari problemi alla salute sia dell'animale ma soprattutto dell'uomo, tra cui diversi tipi di tumore.

Salmonella: l'infezione da Salmonella (salmonellosi) è una comune malattia batterica che colpisce il tratto intestinale. Questi batteri vivono tipicamente nel tratto intestinale di vari animali come pol-



Figura 11. Allevamento industriale di galline

lame e bovini. Gli animali presentano una gran quantità di questi batteri nelle loro feci (soprattutto se l'animale è sotto stress, come nel caso di allevamenti intensivi di bestiame). La maggior parte delle persone contrae questa malattia mangiando cibi contaminati come carne cruda, infettata durante il processo di macellazione, uova, latte fresco, frutta e verdura idratati in campo o lavati durante la lavorazione con acqua contaminata da salmonella. Per questo la carne coltivata viene definita anche carne pulita proprio per sottolineare che non può essere mai contaminata da batteri come la salmonella in quanto prodotta in un laboratorio sterile lontano dalle feci degli animali.

Malattie Zoonotiche: sono quelle malattie che vengono trasferite dagli animali all'uomo. Il 75% delle malattie infettive emergenti nell'uomo proviene dagli animali tra cui COVID-19 (si sospetta che i pipistrelli siano l'originale

fonte evolutiva del coronavirus che ha causato COVID-19 negli esseri umani), Ebola, influenza suina, SARS, MERS, influenza aviaria e malattia della "mucca pazza". Mercati umidi, macelli insanguinati e sporche mega fattorie di allevamento di bestiame sono terreno fertile per tutte queste malattie.

Etica

Il destino degli animali d'allevamento industriale è una delle questioni

etiche più urgenti del nostro tempo. L'Unione Europea (EU) li riconosce come esseri senzienti, ciascuno con sensazioni ed emozioni complesse, ma nonostante questo, miliardi di loro soffrono e vengono macellati ogni anno solo

Figura 12. Allevamento industriale di mucche da latte



per essere mangiati dagli esseri umani. La maggior parte di questi animali sono chiusi in recinti, gabbie o casse impedendo i loro movimenti e i comportamenti abituali come la nidificazione o il foraggiamento. Non vedono mai un'aria, un campo fiorito e nemmeno il sole. La stalla non è un rifugio temporaneo dal clima invernale, ma una prigione da cui c'è una sola uscita, la morte (Vedi **Figure 11 - 12**).

Questo spesso fa sì che gli animali si feriscano l'un l'altro per frustrazione o per stress. Gli allevatori di bestiame per ridurre queste lesioni ricorrono alla mutilazione, oramai diventata una pratica comune, con rimozione dei denti, code e becco tagliato eseguito senza anestesia al dolore. L'autorità Europea per l'alimentazione e la sicurezza ha riferito che in oltre il 90% dei suini europei avviene la rimozione della coda. L'allevamento intensivo può anche provocare diversi problemi fisiologici spesso anche dolorosi come ossa indebolite o rotte oppure infezione e insufficienza d'organo per il bestiame. Questi sono solo alcuni dei tanti maltrattamenti che devono subire gli animali per mano dell'uomo. Con la carne coltivata tutto ciò può scomparire. Tyson Food e Cargill, due dei più grandi produttori di carne al mondo, stanno investendo in aziende che cercano di produrre carne coltivata. Justin Whitmore, vicepresidente esecutivo di Tyson, ha dichiarato: "Non vogliamo es-

sere interrotti. Vogliamo essere parte dell'interruzione". Questa è una posizione coraggiosa per un'azienda che ha fatto fortuna uccidendo miliardi di animali. La carne coltivata potrebbe essere il più grande passo etico nella storia della nostra specie, salvando il pianeta ed eliminando la sofferenza e l'uccisione degli animali. Dio ci ha dato gli animali per essere nostri amici, per proteg-

serra, deforestazione, estinzione delle specie, resistenza agli antibiotici, tumori, emergenti malattie infettive e la sofferenza e l'uccisione degli animali. La carne coltivata potrebbe risolvere la maggior parte se non tutti questi problemi. Fornirebbe cibo sano, nutriente e sostenibile per le generazioni future con una popolazione globale in rapida crescita. La produzione di carne coltivata



gerli e prenderci cura di loro, per amarli e non per stabilire il nostro dominio. Richard Brandson finanziatore di Memphis Meats ha suggerito che tra trent'anni guarderemo indietro all'era precedente e saremo scioccati dal fatto che abbiamo ucciso animali in massa per il cibo.

CONCLUSIONE

Il nostro pianeta sta affrontando simultaneamente una serie di sfide difficili: aumento di gas

è ancora nella sua fase sperimentale finora limitata ad un piccolo numero di articoli in ambiente di laboratorio a scopo dimostrativo. Bisogna però trasmettere il messaggio correttamente attraverso canali di comunicazione accreditati e attraverso dibattiti tra scienziati su questa nuova tecnologia lavorando anche su linee guida internazionali che permettano di favorire l'accettazione di carne coltivata mantenendo un controllo sulla qualità

di questi prodotti.

“Tra la sofferenza di questi animali e gli impatti devastanti dell'allevamento animale sul nostro clima e sulla sostenibilità del sistema alimentare, questa è una catastrofe morale che non possiamo più permetterci di trascurare” (Kelly Witwicki).

Bibliografia consigliata

- Stephens N, Di silvio L, Ellise M et al. *Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture*. Trends in Food Science & Technology 78 (2018) 155–166
- Tuomisto HI. *The eco-friendly burger. Could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products?* EMBO Rep. 2019; 20 (1): e47395.
- Verbruggen S, Luining D. van Essen A. Post MJ. *Bovine myoblast cell production in a micro-carriers-based system*. Cytotechnology (2018) 70:503–512
- Post MJ. *Cultured meat from stem cells: challenges and prospects*. Meat Sci 2012; 92(3): 297-301
- Rolland NCM, Markus CR, Post MJ. *The effect of information content on acceptance of cultured meat in a tasting context*. PLoS One 2020;15(4): e0231176
- Melzener L, Verzijden KE, Bu-ijls AJ, et al. *Cultured beef: from small biopsy to substantial quantity*. J Sci Food Agric 2020 Jul 13
- Knuppel A, Papier K, Fensom GK, et al. *Meat intake and cancer*

risk: prospective analyses in UK Biobank. Int J Epidemiol 2020; dyaa142

- Cordero J, Alonso-Calleja C, García-Fernández C, and Capita R. *Microbial Load and Antibiotic Resistance Patterns of Escherichia coli and Enterococcus faecalis Isolates from the Meat of Wild and Domestic Pigeons*. Foods 2019, 8, 536
- Bryant C, van Nek L, Rolland NCM. *European Markets for Cultured Meat: A Comparison of Germany and France*. Foods 2020, 9, 1152
- Gaydhane MK, Mahanta U, Sharma CS. *Cultured meat: state of the art and future*. Biomanufacturing Reviews (2018) 3:1
- Suthar TR, Sanghvi RV, Nair TK, et al. *Review and Future Prospects for Lab-Grown Meat*. Research Review International Journal of Multidisciplinary 2018;4 (4): 1-8
- Sergelidis D. *Lab Grown Meat: The Future Sustainable Alternative to Meat or a Novel Functional Food?*. Biomed J Sci & Tech Res| BJSTR. MS.ID.002930
- Stephens N, Sexton AE, Driesen C. *Making Sense of Making Meat: Key Moments in the First 20 Years of Tissue engineering Muscle to Make Food*. Front. Sustain. Food Syst. 3:45.
- Hocquette JF. *Is in vitro meat the solution for the future?* Meat Sci 2016; 120: 167-176
- <https://www.airc.it/cancro/informazioni-tumori/corretta-informazione/le-carni-rosse-fanno-male-alla-salute>

- Rubin HR, Rasmussen NF, Petersen I, et al. *Intake of dietary fibre, red and processed meat and risk of late-onset Chronic Inflammatory Diseases: A prospective Danish study on the “diet, cancer and health” cohort*. Int J Med Sci 2020; 17(16): 2487-2495
- Sheehy S, Palmer JR, Rosemberg L. *High Consumption of Red Meat Is Associated with Excess Mortality Among African-American Women*. J Nutr 2020 Oct 6; nxaa282
- Monte DFM, Andrigheto C, Ribeiro VB, et al. *Highly clonal relationship among Salmonella Enteritidis isolates in a commercial chicken production chain, Brazil*. Braz J Microbiol 2020 Sep 8
- Nhung NT, Chansiripornchai N, Carrique-Mas JJ. *Antimicrobial Resistance in Bacterial Poultry Pathogens: A Review*. Front Vet Sci 2017; 4: 126
- Abigail L Manson AI, Van Tyne D, Straub TJ, et al. *Chicken Meat-Associated Enterococci: Influence of Agricultural Antibiotic Use and Connection to the Clinic*. Appl Environ Microbiol 2019;85(22): e01559-19
- Bortolaia V, Espinosa-Gongora C, Guardabassi L. *Human health risks associated with antimicrobial-resistant enterococci and Staphylococcus aureus on poultry meat* Clin Microbiol Infect 2016; 22(2): 130-140
- Chan DEM, Lau R, Aune D, et al. *Red and processed meat and colorectal cancer incidence: meta-analysis of prospective studies*. PLoS One 2011; 6(6): e20456