

I sostituti della carne: **dal mito della sostenibilità alla disinformazione nutrizionale**

Dossier n. 4 - Gennaio 2024



Indice

- 1 **Il contesto italiano e le nuove esigenze alimentari**
 - 1.1 I «sostituti» della carne: un'offerta in espansione?
- 2 **Nuovi prodotti, tanta confusione: facciamo chiarezza sui prodotti plant-based**
 - 2.1 I sostituti vegetali e il paradosso dell'ultra-processazione
 - 2.2 Alla ricerca delle migliori proteine: gli aspetti nutrizionali
 - 2.3 Le proteine non sono tutte uguali
 - 2.4 Muscoli e umore: l'effetto delle proteine animali sul benessere
- 3 **La carne coltivata in laboratorio – Carne artificiale**
- 4 **Cibi artificiali oltre la salute: sono davvero più sostenibili?**

1

Il contesto italiano e le nuove esigenze alimentari



In un momento storico fortemente segnato da numerosi eventi globali come i conflitti internazionali, la crisi energetica e la lenta uscita dalla pandemia, **l'emergenza ambientale e la crisi climatica restano al primo posto tra le preoccupazioni degli italiani⁽¹⁾**. Dall'energia alla mobilità gli italiani chiedono maggiore sostenibilità e sembrano pronti ad assumere comportamenti sempre più responsabili e consapevoli.

Questo atteggiamento si riflette anche sulle scelte alimentari, visto che secondo una recente indagine⁽¹⁾, quasi la metà degli italiani (il 47%) si prefigge **come obiettivo a breve-medio termine, un miglioramento della propria alimentazione o l'adozione di una dieta più sana.**

Ma non tutti sanno da dove iniziare...

Se negli ultimi anni, infatti, abbiamo assistito a un **boom nelle vendite di prodotti «plant-based»**, con un 5,8% della popolazione italiana pronta a dichiararsi vegetariana e un 2,4% vegana nel 2021⁽²⁾, **dal 2022 i consumatori sembrano alla ricerca di un maggiore equilibrio.**

Nell'anno appena trascorso la tendenza si è infatti invertita, non solo con una decisa riduzione percentuale della popolazione vegetariana e vegana (rispettivamente in calo dello 0,4 e dell'1,1%)⁽²⁾ (Fig. 1), ma anche con una sostanziale stabilità nei consumi di carne a volume rispetto al periodo pre-covid⁽³⁾.

% vegetariani e vegani sul totale della popolazione italiana

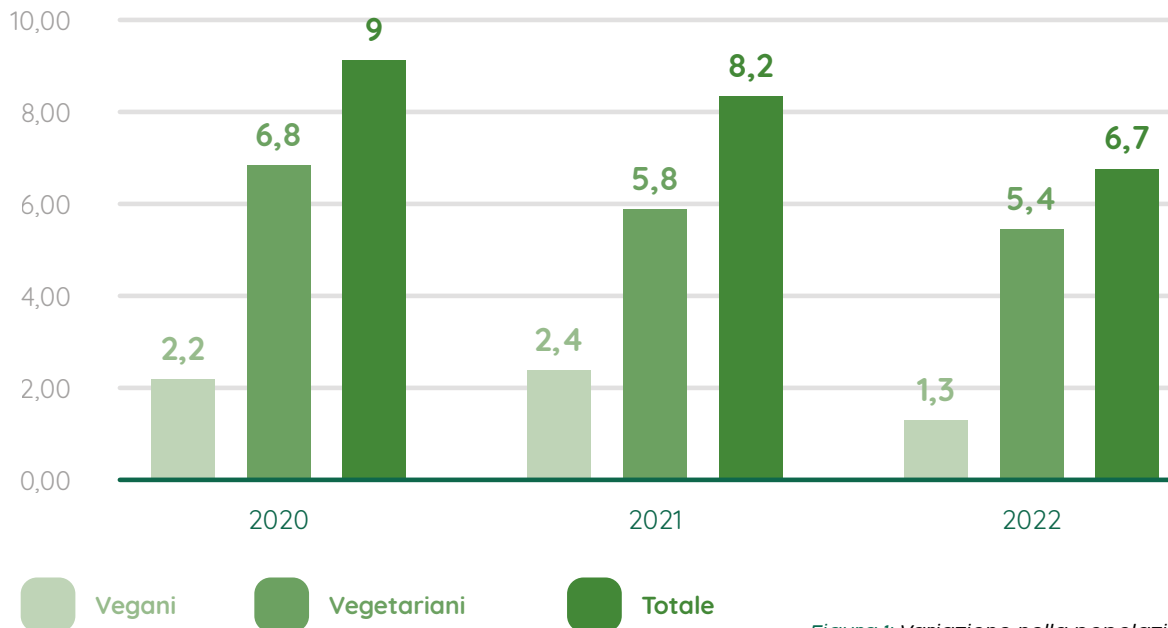


Figura 1: Variazione nella popolazione vegana e vegetariana dal 2020 al 2022. Fonte dati Eurispes, 2022.

1.1

I «sostituti» della carne: un'offerta in espansione?

L'apparizione sui mercati internazionali di un'offerta di prodotti alternativi alle carni è relativamente recente, con investimenti globali in proteine alternative che, da circa 100 milioni di dollari nel 2010, sono cresciuti via via fino



al picco di 5 miliardi di dollari nel 2021, per poi ripiegare, nel 2022, a poco meno di 3 miliardi di dollari. La maggior parte di questi investimenti è stata realizzata negli Stati Uniti, in alcuni paesi europei (ma non in Italia), in Israele e nell'area Asia-Pacifico. Grandi e note multinazionali, attive di norma nei settori alimentari "tradizionali", hanno contribuito alla diffusione di questi prodotti nei supermercati e nella ristorazione a catena.

L'offerta di questi prodotti, pertanto, ha registrato una forte espansione, con l'obiettivo di intercettare le nuove tendenze verso gli alimenti «plant-based» e, più in generale, verso i «sostituti della carne»: solo in Italia, con il 37,9% delle famiglie che dichiara di averli acquistati nel 2021⁽²⁾,

questa categoria di prodotti dimostra un significativo dinamismo commerciale.

Una delle leve del marketing è indubbiamente la promessa di ridurre gli impatti ambientali, offrendo una risposta alle richieste dei consumatori in termini di sostenibilità, oltre che di salubrità dei prodotti.

Ma... ci riescono?

Non tutti sono d'accordo, a partire proprio dai consumatori. Dopo un primo grande clamore infatti, già nel 2021 gli amministratori delegati delle più grandi aziende produttrici americane dichiaravano un rallentamento nelle vendite⁽⁴⁾ dovuto ad una bassa propensione dei consumatori negli acquisti ripetuti di questi prodotti.

Anche in Italia, dove i primi sostituti della carne si sono affacciati sul mercato più di recente (si pensi che Beyond Burger è stato servito per la prima volta a fine 2018 presso la catena bolognese WellDone, arrivando nei supermercati alcuni mesi più tardi) i trend di vendita potrebbero evolvere secondo le stesse logiche. Un recente rapporto⁽⁵⁾ già evidenzia che il fatturato al retail dei prodotti plant-based nel nostro paese nel 2022 è stato di 293,2 milioni di euro (+12,7%) contro una crescita a volume del +6,9% (29,7 mln/kg): tassi decisamente inferiori rispetto a quanto registrato nel 2020, quando questi prodotti crescevano del +20,3% a valore e del +18,9% a volume.

Una bolla pronta ad esplodere?

Qualche segnale poco confortante arriva dagli Stati Uniti: mentre Julian Mellentin nel suo report per New Nutrition Business addita questi prodotti come "il più grande fallimento nella storia dell'industria alimentare"⁽⁶⁾, la più grande azienda produttrice americana è stata citata in giudizio dai suoi investitori con l'accusa di aver divulgato informazioni fuorvianti rispetto alle prospettive di crescita e alla capacità produttiva⁽⁷⁾.

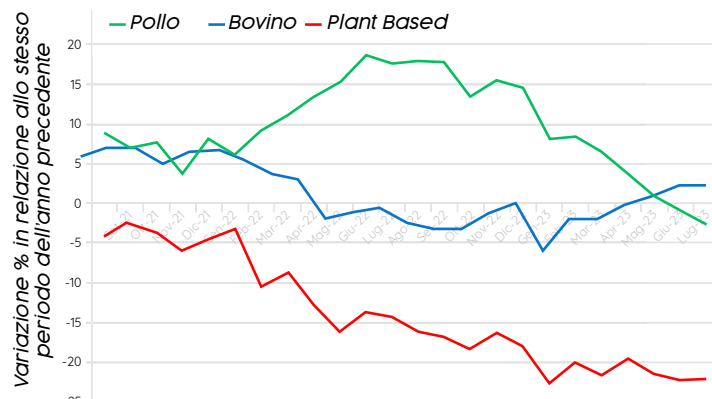


Figura 2: vendite mensili di carne negli Stati Uniti (Fonte dati IRI)

2 Nuovi prodotti, tanta confusione: facciamo chiarezza sui prodotti plant-based

La crescente domanda di fonti proteiche alternative ha portato sul mercato, in tempi relativamente brevi, tantissimi **nuovi prodotti**. Nonostante l'**origine vegetale**, questi prodotti sono stati battezzati con **nomi di preparazioni tipiche a base di carne** (hamburger, salsiccia, ecc.), creando **potenziale confusione nel consumatore** e probabilmente contribuendo a generare un loro inquadramento come valide fonti proteiche alternative alla carne.

Il cosiddetto **«Meat Sounding»**, infatti, è un fenomeno nato con i prodotti a base di soia che, negli ultimi anni, si è diffuso interessando una serie di nuovi prodotti a base vegetale. **Seppur sempre più somiglianti alle preparazioni carnee in termini estetici e sensoriali, questi alimenti hanno un processo produttivo e una formulazione poco paragonabili alla carne, che non riescono a eguagliare sotto il profilo nutrizionale⁽⁸⁾.**

Anche **a livello normativo la situazione rimane controversa**. Il Parlamento Europeo ha recentemente confermato la possibilità di utilizzo di termini come **«bistecca»** o **«salsiccia»** per prodotti di origine vegetale malgrado esista una normativa europea che, al contrario, vieta l'utilizzo di termini come **«latte»** o **«formaggio»** per le loro alternative vegetali. Non tutti gli stati membri, però, sono d'accordo. **La Francia**, ad esempio, ha approvato nel 2020 un disegno di legge con l'obiettivo di **rendere più trasparenti le informazioni** su questo tipo di prodotti alimentari, per evitare che i consumatori potessero essere tratti in inganno da nomi usati in maniera impropria. **Anche in Italia, a novembre 2023, il Parlamento ha approvato la legge che vieta il meat sounding** oltre che la produzione, la vendita, l'importazione e l'immissione sul mercato di alimenti e mangimi artificiali⁽⁹⁾.

Caratteristiche nutrizionali diverse, controversie sul nome... ma quali sono esattamente i cosiddetti «sostituti della carne»?

Le fonti alimentari vegetali, da cui sono costituite la maggior parte delle alternative alla carne oggi in commercio, sono generalmente di qualità inferiore rispetto a quelle animali, in termini di valore proteico, poiché carenti in alcuni aminoacidi essenziali, come anche in diversi micronutrienti quali vitamine A, B12, D, K, minerali come il ferro e lo zinco.

2.1

I sostituti vegetali e il paradosso dell'ultra-processazione

Gli unici sostituti vegetali ad oggi disponibili in Europa sono i cosiddetti «**plant-based**», prodotti **composti da una matrice proteica vegetale** (i più diffusi utilizzano soia o legumi o glutine da cereali) che, in molti casi, **tentano di somigliare il più possibile alla carne** sia in termini estetici che gastronomici.

La provenienza vegetale non deve tuttavia lasciar pensare ad alimenti semplici, salutari e sostenibili: il processo produttivo di questi alimenti risulta infatti particolarmente laborioso e complesso. Si inizia con la trasformazione di vegetali freschi in una pasta di proteine concentrate, da utilizzare come base per la produzione dei vari prodotti 'fake meat' che troviamo sugli scaffali.

Per i prodotti a base di **proteine isolate dal pisello** ad

esempio, il processo per ottenere il semilavorato di partenza comprende generalmente diversi step di natura meccanica (**essiccazione, decorticazione, molitura**, ecc.) nonché due **pastorizzazioni ad alte temperature e due regolazioni del pH con soda caustica**⁽¹⁰⁾ (Fig. 3).

Per ottenere un prodotto il più possibile simile alla carne in termini di texture e gusto, una volta preparato il semilavorato di base, le aziende produttrici ricorrono a **lunghe liste di ingredienti in cui non mancano aromi e additivi**, oltre che a **diversi processi come estrusione, stampaggio, precottura e vari processi ad alte temperature o ad alta pressione**⁽¹¹⁾.

Come è facile aspettarsi, tutti questi processi portano inevitabilmente a dei cambiamenti strutturali nelle proteine inficiandone le proprietà funzionali⁽¹¹⁾.

PROTEINE DI PISELLO: COME SI OTTENGONO?

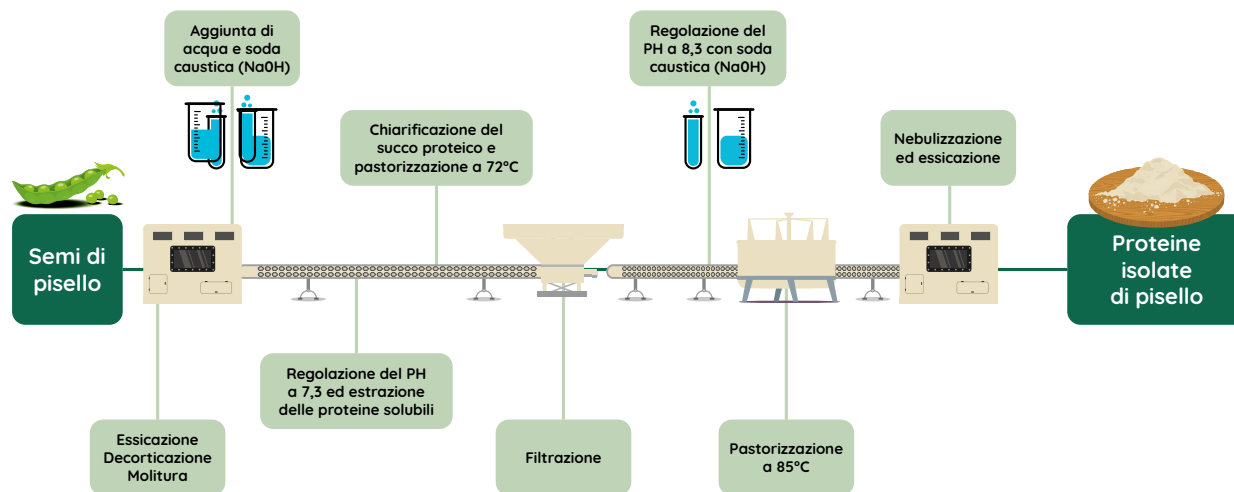


Figura 3: Il processo industriale per la produzione di proteine isolate di pisello (10).

INGREDIENTI

Proteine di pisello reidratate 73%, olio di colza, farina di pisello, fibra di bamboo, aromi naturali, concentrato di pomodoro, stabilizzante: metilcellulosa, estratto di malto d'ORZO, sale, aglio in polvere, fibra di pisello, farina di AVENA integrale, cipolla in polvere, basilico, amido di patata, antiossidante: estratto di rosmarino, pepe nero, pomodoro in polvere, funghi in polvere, cumino, origano.

Figura 4: Tipica lista ingredienti di un prodotto plant-based presente sul mercato italiano.

Tra i prodotti «plant-based» leader di mercato, ad esempio, si arriva a **una lista contenente oltre 20 ingredienti tra i quali spiccano diversi conservanti, antiossidanti e stabilizzanti** (Fig. 4).

Di questi tentativi di somigliare alla carne è emblematico il caso di un noto brand americano che ha introdotto nei suoi hamburger vegetali a base di proteine di soia la **leghemoglobina, una proteina sintetizzata a partire da lieviti geneticamente modificati capace di far «sanguinare» il loro hamburger** e di dare, insieme agli altri 13 ingredienti di cui è composto, un aspetto simile alla carne.

Queste lunghissime liste di ingredienti e i complessi e laboriosi processi produttivi, oltre a sollevare dubbi sulla sostenibilità dell'intera filiera, fanno rientrare a pieno titolo questi alimenti nella **categoria degli alimenti ultra-processati** secondo la classificazione NOVA⁽¹²⁾ (Fig. 5), il cui aumentato consumo, come evidenziato da numerosi studi, non è solo correlato a **una maggiore incidenza di sovrappeso e obesità⁽⁵⁾** ma, nel caso di un superamento delle 4 porzioni giornaliere, anche all'**aumento del 62% della mortalità per tutte le cause**, con un ulteriore aumento del 18% per ogni porzione aggiuntiva consumata⁽¹³⁾.

Questa associazione osservata tra consumo di alimenti ultra-processati e aumento del rischio di alcune patologie, tra cui il cancro, è sempre più evidente. Lo confermano i risultati di un recente studio internazionale⁽¹⁴⁾ che ha analizzato dati provenienti da più di 450 mila individui su una finestra temporale ampia più di 10 anni. La ricerca evidenzia una significativa riduzione del rischio di sviluppare genericamente il cancro nonché diversi tipi specifici di cancro (del colon, del retto, del seno ecc.) a fronte di una riduzione del 10% nel consumo di alimenti processati (classe NOVA 3) ed ultra-processati (classe NOVA 4).

Alimenti più processati

GRUPPO 1

Alimenti non processati
o minimamente processati



Carne, pesce, uova, latte, frutta,
verdura, cereali, legumi, ecc.

GRUPPO 2

Ingredienti culinari processati



Derivati di processo da Gruppo 1, Miele,
oli vegetali, sale, burro, ecc.

GRUPPO 4

Alimenti ultra-processati



Formulazione da serie di alimenti processati,
includono quantità limitate
di alimenti del gruppo 1 infatti.

GRUPPO 3

Alimenti trasformati



Derivati di processo da Gruppo 2,
pane, vino, birra, conserve, ecc.

Alimenti più processati

2.2

Alla ricerca delle migliori proteine: gli aspetti nutrizionali

A fine 2021 Oplà, start-up italiana creatrice di una app in grado di analizzare i prodotti alimentari dal punto di vista nutrizionale, ha confrontato i nutrienti contenuti in un hamburger di pura carne bovina con la media dei nutrienti contenuti in 10 diversi hamburger plant-based scelti tra i leader di mercato⁽¹⁵⁾.

Dal confronto risulta chiaro come la composizione nutrizionale delle due categorie sia profondamente diversa (Tab. 1). Se l'**hamburger di bovino** infatti **apporta principalmente proteine (20,5 g/100 g)** dalle quali proviene più di metà dell'apporto di energia totale (57%), **i prodotti plant-based contengono quantità simili di proteine, grassi e carboidrati** (rispettivamente una media di 14,7 g, 13,3 g e 9 g su 100 grammi di prodotto) **con la maggior parte dell'energia proveniente dai grassi**. Inoltre, confrontando alcuni nutrienti critici, **i prodotti plant-based contengono maggiori quantità di sale** (1,4 g/100 g contro gli 0,11 g/100 g della carne bovina) **e di zuccheri** (2 g/100 g contro una totale assenza di zuccheri nella carne bovina).

Rispetto alla presenza di grassi saturi, invece, l'analisi di Oplà ci mostra un sostanziale pareggio: 2,5 g/100 g nell'hamburger di bovino e 2,5 g/100 g nei plant-based. Bisogna ricordare, però, che nel caso dei prodotti plant-based, questo dato è costruito su una media e che quindi **alcuni dei prodotti** presi in esame **possono contenere addirittura quantità di grassi saturi più elevate rispetto alla carne bovina**^(15,16).

Anche rispetto ai grassi trans, nuove evidenze promuovono la carne rossa rispetto ai sostituti vegetali, i quali possono apportare grassi trans notoriamente nocivi derivanti dalla de-idrogenazione dei polinsaturi (PUFA): un recente studio pubblicato sulla prestigiosa rivista scientifica *Nature*⁽¹⁷⁾ ha infatti evidenziato che la carne rossa rappresenta la fonte alimentare principale, insieme ai latticini, di **acido trans-vaccenico (TVA)**. Si tratta di un acido grasso a catena lunga in grado di promuovere significativamente la funzionalità delle cellule T killer, capaci di contrastare le infezioni da virus e le cellule tumorali, portando a una maggiore immunità antitumorale *in vivo* e **proteggendoci di fatto dal cancro**.

Da un punto di vista nutrizionale, **quindi, questi prodotti non rappresentano necessariamente un'alternativa più salutare**, considerando proprio che optare per **prodotti più ricchi in grassi saturi** è in antitesi con le raccomandazioni di nutrizionisti, dietisti e Linee Guida governative a livello globale⁽¹⁸⁾.

Pubblicazioni più recenti mostrano tuttavia come il legame tra il consumo di grassi saturi da fonti di origine animale e l'aumento di HDL potrebbe non essere così forte come considerato fino ad ora^(19,20,21). E se le evidenze accumulate negli ultimi anni confutano un'associazione diretta anche tra grassi alimentari e adiposità, **i carboidrati** - a cui si è fatto ricorso per sopperire alle carenze energetiche di diete troppo povere di grassi - **sono sempre più sotto osservazione rispetto alla patogenesi dell'obesità**, secondo quello che viene definito il modello carboidrati-insulina^(22, 23). Occorre tenerne conto considerando che gli ultra-processati plant-based apportano generalmente **più calorie da carboidrati e grassi** rispetto alla carne, oltre che **conservanti e maggiori quantità di sale**, tipiche degli ultra-processati e ampiamente correlate all'insorgenza di ipertensione, con conseguente aumento dei fattori di rischio di malattie cardiovascolari^(24,25).

Nutrienti	Burger di Bovino g/100g	Plant-based g/100g
Proteine	20,5	14,7
Carboidrati	0	9
Zuccheri	0	2
Grassi	7	13,3
di cui saturi	2,6	2,5
Sale	0,11	1,4
kcal da proteine	57%	27,4%

Tabella 1: Confronto nutrizionale tra hamburger bovino e plant based

Fonte: Dati confronto Oplà (41)

2.3 Le proteine non sono tutte uguali

Gli ingredienti proteici utilizzati nella produzione dei sostituti della carne sono sicuramente uno dei fattori più importanti nella differenziazione e nell'identificazione di questi prodotti.

I **prodotti di origine animale**, infatti, **costituiscono una fonte proteica completa, definita come una porzione adeguata di ognuno dei 9 aminoacidi essenziali per la dieta umana, prontamente biodisponibili**; lo stesso non si può dire per le proteine vegetali⁽²⁷⁾. Nonostante alcune fonti vegetali abbiano una buona quantità e qualità proteica, **la digeribilità delle proteine di origine vegetale è spesso compromessa da numerosi fattori**, tra cui diversi composti chelanti, cosa che generalmente non si verifica nel caso delle proteine di origine animale⁽²⁸⁾.

Le **proteine della soia**, ad esempio, che sono utilizzate spesso per la formulazione di alimenti sostitutivi, contengono

generalmente **concentrazioni inferiori di molti aminoacidi**, se comparate con le proteine animali, soprattutto rispetto a due degli aminoacidi essenziali: **lisina e metionina**^(29,30). Le **proteine dei legumi**, più in generale, hanno un **basso contenuto di metionina** e sono comunemente associate a **problemi di digeribilità** (principalmente per fattori anti-nutrizionali)⁽²¹⁾.

Anche i processi produttivi e di trasformazione possono influenzare il valore nutrizionale delle proteine. Malgrado siano sicuramente necessari ulteriori studi al riguardo, un articolo presentato da Meade et al. (2005), sottolinea che alcune condizioni di lavorazione, come il trattamento termico, l'alta pressione, il cambiamento di pH, il frazionamento delle proteine, la reazione enzimatica, la macinazione e la fermentazione, provochino significativi impatti sulla qualità proteica e, più specificamente, sulla disponibilità nutrizionale degli aminoacidi⁽³²⁾.

Prodotto	Tasso di efficienza della proteina	Valore biologico	Utilizzo di proteine nette (NTU)
Manzo	2,9	80	73
Soia	2,2	74	61

Tabella 2: Proteine di manzo VS proteine di soia: caratteristiche chiave a confronto (26)

2.4 Muscoli e umore: l'effetto delle proteine animali sul benessere

L'esercizio fisico, in particolare di resistenza, può influenzare positivamente la **sintesi proteica muscolare** e il bilancio proteico⁽³³⁾. Tuttavia, per ottenere un bilancio proteico positivo, è necessario fornire aminoacidi esogeni⁽³⁴⁾.

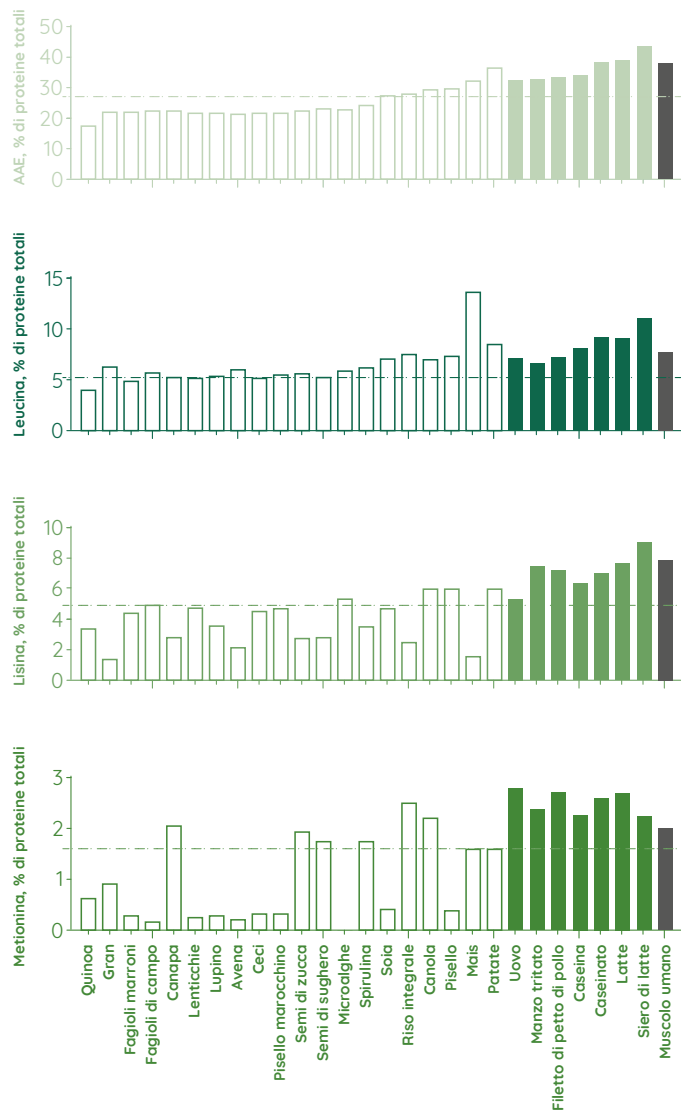
Oltre alla **quantità di proteine** assunte con l'alimentazione, ai fini della sintesi proteica muscolare, sono altrettanto determinanti fattori come la **digeribilità**, la **cinetica di assorbimento** e la **composizione aminoacidica**⁽³⁵⁾, ma soprattutto i **livelli di concentrazione raggiunti dagli aminoacidi essenziali nel sangue dopo il pasto**, con particolare attenzione alla lisina⁽³⁶⁴⁾.

Nonostante le fonti proteiche vegetali siano svariate e con composizioni aminoacidiche diverse, la maggior parte di esse contiene basse concentrazioni di aminoacidi essenziali e spesso risulta carente di uno o più aminoacidi, come lisina, leucina o metionina.

Alcuni studi hanno evidenziato come **l'ingestione di proteine di origine vegetale** produca una **risposta meno marcata sulla sintesi proteica muscolare**, rispetto all'ingestione di proteine di origine animale, per via delle differenze nella composizione aminoacidica e nella cinetica di assorbimento^(37,38,39).

In ultimo, anche rispetto alla composizione muscolare, **l'ingestione di proteine animali favorisce maggiormente lo sviluppo di massa magra** (sia in termini percentuali che assoluti) rispetto agli equivalenti vegetali, **soprattutto nei giovani adulti**⁽³⁹⁾.

Figura 6: Presenza e concentrazione di aminoacidi essenziali (AAE), leucina, lisina e metionina contenute in diverse fonti proteiche alimentari. Valori espressi come percentuale della proteina totale in diverse fonti proteiche alimentari (barre bianche: origine vegetale; barre verdi: origine animale) e nella proteina muscolare scheletrica umana (barra grigia). La linea tratteggiata rappresenta i requisiti di aminoacidi per gli adulti (WHO/FAO/UNU Expert Consultation 2007)⁽³⁸⁾



Il legame tra **cibo e salute mentale**, invece, è ben noto per alcuni alimenti, come la cioccolata, che hanno visto da tempo riconosciuta la loro capacità di influenzare l'umore. Più recentemente uno studio internazionale⁽⁴⁰⁾ ha incluso la **carne di manzo** tra i «**cibi del buonumore**», mostrandone l'effetto protettivo rispetto al disturbo depressivo maggiore.

Particolarmente interessante, a riguardo, anche una recente review sistematica⁽⁴¹⁾ che ha preso in esame ben 18 studi, con un campione totale di oltre 160 mila individui di età compresa tra gli 11 e 96 anni, provenienti da Europa, Asia, Nord America e Oceania, con l'obiettivo di valutare l'effetto del consumo di carne sul benessere psicologico. I risultati dello studio hanno evidenziato che **eliminare totalmente la carne dalla propria dieta può determinare un rischio significativamente maggiore di depressione, ansia e comportamenti autolesionistici per la mancanza di nutrienti essenziali** (come zinco, ferro, magnesio e vitamina B12) e di sostanze bioattive che la carne fornisce in maniera più efficiente rispetto ad altri alimenti.



3

La carne coltivata in laboratorio - Carne artificiale

L'altro prodotto che si affaccia sul mercato globale come alternativa alla carne naturale è la **carne artificiale**.

In questo caso, si tratta di **tessuto muscolare ottenuto da cellule staminali mantenute su specifici terreni di coltura e con l'utilizzo di sostanze di varia composizione** in grado di indurire prima la moltiplicazione e poi la differenziazione in diversi tipi di tessuto maturo (fibre muscolari, tessuto adiposo, ecc.).

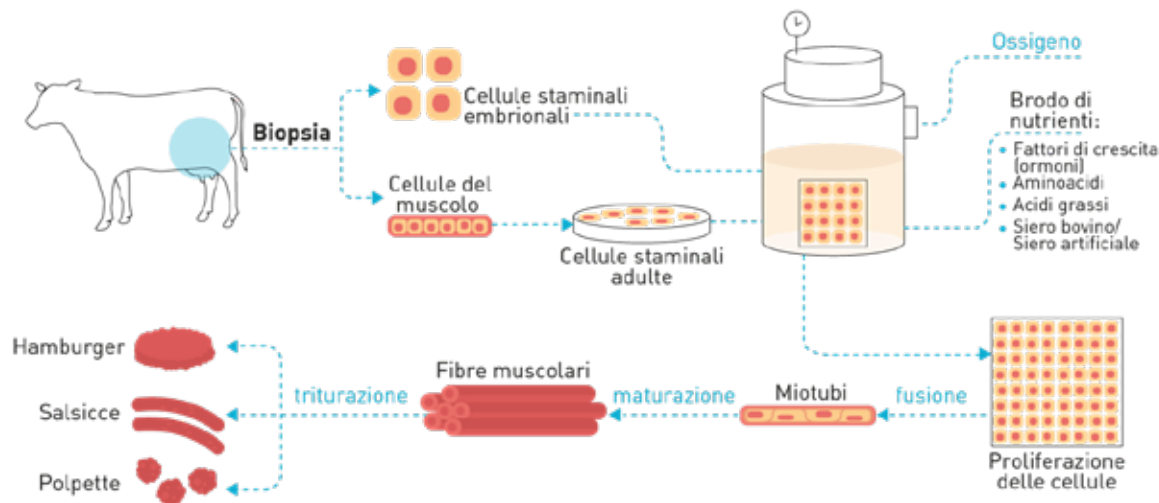
Malgrado le prime pubblicazioni accademiche su questa metodologia di produzione risalgano ai primi anni 2000, il primo hamburger di manzo coltivato è stato presentato al grande pubblico nel 2013, e solo nel dicembre 2020 Singapore ha approvato per la prima volta la commercializzazione di un prodotto a base di carne artificiale⁽⁴²⁾. Il paese asiatico è, pertanto, il primo (e, fino a poco tempo fa, unico) paese al mondo ad aver approvato la vendita e il consumo di carne artificiale - normando anche la terminologia da utilizzare nell'etichettatura dei prodotti - e dove è comunque possibile consumarla presso un unico ristorante e solo un giorno a settimana. A giugno 2023,

anche le autorità statunitensi hanno approvato la vendita di carne di pollo ottenuta in laboratorio da cellule animali.

Il caso probabilmente più emblematico è però quello di Israele: malgrado il paese sia un vero e proprio incubatore di start-up operanti nel settore della carne artificiale (se ne contano ben 13) con investimenti per più di 500 milioni di dollari nel 2021⁽⁴²⁾, nessun prodotto ha ancora ottenuto le autorizzazioni necessarie per la commercializzazione.

Di fatto, anche dal punto di vista normativo, quasi tutti i paesi del mondo stanno applicando il "principio di precauzione". In Italia, a novembre 2023, **il Parlamento ha approvato la legge sugli alimenti e i mangimi artificiali**⁽⁹⁾ per vietarne la produzione, la vendita, l'importazione e l'immissione sul mercato nonché il divieto della denominazione di carne per prodotti trasformati contenenti proteine vegetali (meat sounding).

IL PROCESSO DI PRODUZIONE DELLA CARNE ARTIFICIALE⁽⁴³⁾



Nonostante questo tipo di prodotti prometta «vera carne», esistono diverse criticità...

La produzione di carne artificiale infatti necessita di materiali e tecnologie non comunemente usate nella produzione di cibo convenzionale e i cui potenziali rischi andrebbero correttamente mappati e identificati⁽⁴²⁾.

Un autorevole report su questo argomento si deve alla FAO⁽⁴⁴⁾ che, a novembre 2022, ha riunito a Singapore un panel di 23 esperti provenienti da tutto il mondo, con l'obiettivo di identificare **i possibili pericoli correlati al consumo di carne artificiale**. I potenziali pericoli identificati sono stati ben **53** (tabella 3): contaminazioni microbiche, presenza di tossine, di sostanze bioattive potenzialmente tossiche, residui di metaboliti o composti chimici nocivi, ecc... Secondo gli esperti interpellati dalla FAO, persino la

terminologia utilizzata nel settore andrebbe armonizzata e perfezionata perché, ad oggi, rischia di essere fuorviante. Anche il presupposto etico secondo cui la carne artificiale sarebbe "cruelty free" è da riconsiderare.

La materia prima per la produzione di carne artificiale infatti viene ottenuta, nella maggior parte dei casi, con biopsia su animali vivi, e i substrati per la proliferazione cellulare, che consentono il miglior rendimento⁽⁴⁵⁾, contengono siero fetale prelevato dopo la macellazione di vacche e cavalle gravide⁽⁴⁶⁾. In alternativa, possono essere utilizzati mezzi di proliferazione artificiali, come l'Essential8 o il Beefly-9, contenenti fattori di crescita derivanti da batteri, lieviti o alghe geneticamente modificati. Il processo produttivo di questi substrati, però, risulta particolarmente complesso ed energivoro⁽⁴⁴⁾.

Step di produzione	Trasmissione di zoonosi infettive	Residui e sottoprodotti	Contaminazione biologica	Nuovi input*
1. Selezione cellulare	X	X	X	
2. Produzione	X	X	X	X
3. Raccolta		X	X	X
4. Trasformazione in cibo		X	X	X

Tabella 3: Mappa generica semplificata dei potenziali pericoli nella produzione di alimenti "coltivati"⁽⁴⁴⁾.

*Passaggio, materiale, tecnologia o tecnica aggiunta il cui utilizzo non è comune nella produzione alimentare convenzionale (ad esempio, strutture o proprietà cellulari modificate).

Cibi artificiali oltre la salute: sono davvero più sostenibili?

Anche sotto l'aspetto ambientale **la carne artificiale non è necessariamente più sostenibile di quella derivante dagli allevamenti.**

In **assenza di valutazioni Life Cycle Assessment trasparenti sui reali sistemi di produzione**, l'impatto ambientale della carne artificiale risulta essere strettamente legato alla disponibilità di energia proveniente da fonti rinnovabili e dagli specifici sistemi di produzione che vengono realizzati⁽⁴⁷⁾.

Nonostante le prime analisi del ciclo di vita (LCA) effettuate sulla carne artificiale sembrassero evidenziare un suo minore impatto sull'ambiente⁽⁴⁸⁾, pubblicazioni successive da parte degli **stessi autori rettificavano i primi dati⁽⁴⁹⁾, evidenziando un elevato livello di incertezza** e sottolineando la necessità di ulteriori studi.

Uno studio successivo di LCA⁽⁵⁰⁾ ha infatti mostrato un potenziale di riscaldamento globale maggiore nella produzione di carne artificiale rispetto alle filiere tradizionali delle carni.

Questi risultati sono stati confermati anche da una recentissima pubblicazione⁽⁵²⁾ che ha stimato, per vari metodi di produzione della **carne artificiale, un potenziale di riscaldamento globale dalle 4 alle 25 volte maggiore rispetto alla carne tradizionale.** Lo studio evidenzia come la produzione di **un kg di carne in laboratorio possa produrre fino a 1.508 kg di CO₂e contro il minimo di 9,6 della carne tradizionale.** Secondo gli autori, vista la complessità di alcune fasi del processo produttivo, come la produzione dei substrati necessari alla proliferazione cellulare o la fase di rimozione delle endotossine dal medium di crescita, per la produzione di carne in laboratorio sono necessarie più risorse, tanto che anche il tasso di esaurimento di combustibili fossili (altra metrica chiave per caratterizzare l'impronta carbonica di un prodotto) risulta essere dalle 3 alle 17 volte maggiore rispetto al dato più alto riportato per la carne⁽⁵⁰⁾.

Nella costruzione di bilanci ambientali, infatti, il modello di calcolo e le variabili da tenere in considerazione risultano fondamentali per ottenere stime realistiche.

Le emissioni non sono tutte uguali

Recentemente, un gruppo di fisici dell'atmosfera dell'Università di Oxford⁽⁵²⁾ ha proposto un modello di calcolo più accurato dei potenziali di riscaldamento globale (o GWP, cioè il contributo di un gas all'effetto serra relativamente all'effetto della CO₂) tenendo conto della differenza tra inquinanti climatici a vita breve, quale il metano che si decompone in atmosfera in 9-12 anni e scompare dopo 50 anni, e quelli a vita lunga quale l'anidride carbonica derivante dai combustibili fossili (gas, petrolio e carbone) che invece si accumula e permane per oltre un millennio⁽⁴⁶⁾.

Applicando questo modello di calcolo a tutte le filiere zootecniche italiane e tenendo in considerazione metano e protossido di azoto, una recente pubblicazione ha evidenziato non solo una **significativa riduzione nella stima dell'impatto delle emissioni**, ma addirittura una **negativizzazione dell'impronta ambientale, stimabile in un risparmio di 49 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente in 10 anni**⁽⁵³⁾.

È necessario anche **considerare come gli studi di LCA** tengano conto, nei loro bilanci, degli impatti generati dagli animali, ma **non dell'impatto che l'abbandono dell'allevamento avrebbe su aree inconvertibili ad altri scopi**, sia in termini socio-economici (i pascoli non produrrebbero più latte, carne e formaggi) sia in termini ecologici⁽⁵⁴⁾.

UnnuovostudiodeiricercatoridellaJohnsHopkinsUniversity⁽⁵⁵⁾ ha infatti provato a dare una visione d'insieme cercando di capire quanto la letteratura scientifica abbia indagato in profondità i **vari possibili impatti derivanti dalla produzione e dal consumo di sostituti della carne**. La pubblicazione mostra come **molti studi** relativi ai vari impatti **riportano o analizzano dati "di seconda mano"** e che **gran parte dei dati relativi all'impatto ambientale** dei sostituti della carne provengano da quella che viene definita come **"letteratura grigia"** e quindi non necessariamente affidabile.

AMBITO DI RICERCA	ARGOMENTO	SOSTITUTI VEGETALI	CARNE ARTIFICIALE
Salute pubblica	Nutrienti	Moderato	Nessuno
	Rischio patologie croniche	Limitato	Nessuno
	Sicurezza alimentare	Limitato	Nessuno
	Salute sul lavoro	Nessuno	Nessuno
	Salute delle comunità	Nessuno	Nessuno
Ambiente	Emissioni GHG	Moderato	Limitato
	Utilizzo di acqua	Limitato	Limitato
	Utilizzo di suolo	Moderato	Limitato
	Perdita di nutrienti	Limitato	Limitato
	Uso di pesticidi	Limitato	Nessuno
	Biodiversità	Limitato	Nessuno
Benessere animale		Limitato	Limitato

Tabella 4: Quanto sono stati studiati gli effetti delle alternative alla carne sulla salute pubblica, l'ambiente e il benessere animale? La tabella mostra un livello di caratterizzazione in letteratura scarso per i sostituti vegetali, e nullo per la carne artificiale⁽⁵⁵⁾.



Il caso Tesco

A causa della mancanza di dati e della non completa conoscenza del ciclo di vita dei suoi prodotti della linea Plant Chef a giugno 2022, anche la nota catena di supermercati inglese Tesco si è vista costretta ad interrompere un'ingente campagna di comunicazione su radio, TV e online.

Secondo la Advertising Standard Authority, infatti, il claim «better for the planet» non era sufficientemente supportato da evidenze scientifiche e poteva trarre in inganno i consumatori. Secondo l'autorità di controllo, anche se una riduzione dell'impatto ambientale a fronte di una maggiore presenza di alimenti di origine vegetale nella dieta sia un fatto generalmente concordato, alcuni prodotti plant-based contengono ingredienti o necessitano di processi di produzione talmente complessi da generare un impatto ambientale negativo, spesso maggiore rispetto a materie prime vegetali o a prodotti di origine animale.

Riferimenti bibliografici

- (1) Rapporto Coop 2022, Economia, consumi e stili di vita degli italiani di oggi e di domani.
- (2) Documento di sintesi, 34° rapporto Italia, Eurispes 2022.
- (3) Ismea, Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare. Novembre 2022. Tendenze e dinamiche recenti, Bovino da carne.
- (4) Why are consumers buying fewer plant-based meat alternatives? Why Are Consumers Buying Fewer Plant-based Meat Alternatives? | Food Business News. <https://www.foodbusinessnews.net/articles/20067-why-are-consumers-buying-fewer-plant-based-meat-alternatives>
- (5) Plant based annual report 2023, FOOD.
- (6) J. Mellentin (2022, September). Failures-and what you can learn from them. <https://www.new-nutrition.com/nnbReport/display/253>
- (7) Poinski, M. (2023, May 15). Beyond Meat sued by investors who claim they were misled. Food Dive. <https://www.fooddive.com/news/beyond-meat-sued-by-investors/650243/>
- (8) Plant-based diets and their impact on health, sustainability and the environment: a review of the evidence: WHO European Office for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- (9) Camera dei Deputati. (2023). ATTO CAMERA n. 1324 S. 651: "Disposizioni in materia di divieto di produzione e di immissione sul mercato di alimenti e mangimi costituiti, isolati o prodotti a partire da colture cellulari o di tessuti derivanti da animali vertebrati nonché di divieto della denominazione di carne per prodotti trasformati contenenti proteine vegetali" (approvato dal Senato).
- (10) Fredrikson, M., Biot, P., Alminger, M. L., Carlsson, N. G., & Sandberg, A. S. (2001, January 31). Production Process for High-Quality Pea-Protein Isolate with Low Content of Oligosaccharides and Phytate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1208–1212. <https://doi.org/10.1021/jf000708x>
- (11) Neji, C., Semwal, J., Kamani, M. H., Máthé, E., & Sipos, P. (2022, December 4). Legume Protein Extracts: The Relevance of Physical Processing in the Context of Structural, Techno-Functional and Nutritional Aspects of Food Development. *Processes*, 10(12), 2586. <https://doi.org/10.3390/pr10122586>
- (12) Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Monteiro, C.A., Cannon, G., Lawrence, M., Costa Louzada, M.L. and Pereira Machado, P. 2019. Rome, FAO
- (13) Rico-Campà, A., Martínez-González, M. A., Alvarez-Alvarez, I., Mendonça, R. D. D., de la Fuente-Arrillaga, C., Gómez-Donoso, C., & Bes-Rastrollo, M. (2019, May 29). Association between consumption of ultra-processed foods and all cause mortality: SUN prospective cohort study. *BMJ*, 11949. <https://doi.org/10.1136/bmj.11949>
- (14) Kliemann, N., Rauber, F., Bertazzi Levy, R., Viallon, V., Vamos, E. P., Cordova, R., Freisling, H., Casagrande, C., Nicolas, G., Aune, D., Tsilidis, K. K., Heath, A., Schulze, M. B., Jannasch, F., Srour, B., Kaaks, R., Rodriguez-Barranco, M., Tagliabue, G., Agudo, A., . . . Huybrechts, I. (2023, March). Food processing and cancer risk in Europe: results from the prospective EPIC cohort study. *The Lancet Planetary Health*, 7(3), e219–e232. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(23\)00021-9](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(23)00021-9)
- (15) Oplà, Burger di carne VS Veg: la sfida definitiva. <https://vimeo.com/617697404/fb9785c8ae>.
- (16) Costa-Catala J, Toro-Funes N, Comas-Basté O, Hernández-Macias S, Sánchez-Pérez S, Latorre-Moratalla ML, Veciana-Nogués MT, Castell-Garralda V, Vidal-Carou MC. Comparative Assessment of the Nutritional Profile of Meat Products and Their Plant-Based Analogues. *Nutrients*. 2023 Jun 19;15(12):2807. doi: 10.3390/nu15122807. PMID: 37375711; PMCID: PMC10305646.
- (17) Fan, H., Xia, S., Xiang, J., Li, Y., Ross, M. O., Lim, S. A., ... & Chen, J. (2023). Trans-vaccenic acid reprograms CD8+ T cells and anti-tumour immunity. *Nature*, 1-10.
- (18) &NA; (1997, January). The Dietary Guidelines for Healthy American Adults: A Statement for Health Professionals from the Nutrition Committee, American Heart Association. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 17(1), 52. <https://doi.org/10.1097/00008483-199701000-00015>
- (19) Forouhi, N. G., Krauss, R. M., Taubes, G., & Willett, W. (2018, June 13). Dietary fat and cardiometabolic health: evidence, controversies, and consensus for guidance. *BMJ*, k2139. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2139>
- (20) Ludwig, D. S., Willett, W. C., Volek, J. S., & Neuhaus, M. L. (2018, November 16). Dietary fat: From foe to friend? *Science*, 362(6416), 764–770. <https://doi.org/10.1126/science.aau2096>
- (21) Field, C. J., & Robinson, L. (2019, July). Dietary Fats. *Advances in Nutrition*, 10(4), 722–724. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz052>
- (22) Ludwig, D. S., Apovian, C. M., Aronne, L. J., Astrup, A., Cantley, L. C., Ebbeling, C. B., ... & Friedman, M. I. (2022). Competing paradigms of obesity pathogenesis: energy balance versus carbohydrate-insulin models. *European journal of clinical nutrition*, 76(9), 1209-1221. <https://doi.org/10.1038/s41430-022-01179-2>
- (23) Ludwig, D. S., Hu, F. B., Lichtenstein, A. H., & Willett, W. C. (2023). Low-fat diet Redux at WHO. *The American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.09.006>
- (24) He, F. J., Tan, M., Ma, Y., & MacGregor, G. A. (2020, February). Salt Reduction to Prevent Hypertension and Cardiovascular Disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 75(6), 632–647. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.11.055>
- (25) Hunter, R. W., Dhaun, N., & Bailey, M. A. (2022, January 20). The impact of excessive salt intake on human health. *Nature Reviews Nephrology*, 18(5), 321-335. <https://doi.org/10.1038/s41581-021-00533-0>
- (26) Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004, September 1). Protein – Which is Best? *PubMed Central (PMC)*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3905294/>
- (27) Meade, S. J., Reid, E. A., & Gerrard, J. A. (2005, May 1). The Impact of Processing on the Nutritional Quality of Food Proteins. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 88(3), 904–922. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.3.904>
- (28) Young, V., & Pellett, P. (1994, May). Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 59(5), 1203S-1212S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/59.5.1203s>

- (29) Huang, S., Wang, L. M., Sivendiran, T., & Bohrer, B. M. (2017, December 4). Review: Amino acid concentration of high protein food products and an overview of the current methods used to determine protein quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(15), 2673–2678. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1396202>
- (30) Friedman, M., & Brandon, D. L. (2001, February 17). Nutritional and Health Benefits of Soy Proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1069–1086. <https://doi.org/10.1021/jf0009246>
- (31) Nosworthy, M. G., & House, J. D. (2017, January). Factors Influencing the Quality of Dietary Proteins: Implications for Pulses. *Cereal Chemistry Journal*, 94(1), 49–57. <https://doi.org/10.1094/cchem-04-16-0104-fi>
- (32) Meade, S. J., Reid, E. A., & Gerrard, J. A. (2005). The impact of processing on the nutritional quality of food proteins. *Journal of AOAC International*, 88(3), 904–922. C
- (33) Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E., & Wolfe, R. R. (1997, July 1). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 273(1), E99–E107. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.e99>
- (34) Biolo, G., Tipton, K. D., Klein, S., & Wolfe, R. R. (1997, July 1). An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 273(1), E122–E129. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.e122>
- (35) Pinckaers, P. J. M., Trommelen, J., Snijders, T., & van Loon, L. J. C. (2021, September). The Anabolic Response to Plant-Based Protein Ingestion. *Sports Medicine*, 51(S1), 59–74. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01540-8>
- (36) Rieu, I., Balage, M., Sornet, C., Giraudet, C., Pujos, E., Grizard, J., Mosoni, L., & Dardevet, D. (2006, August 8). Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *The Journal of Physiology*, 575(1), 305–315. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.110742>
- (37) Yang, Y., Churchward-Venne, T. A., Burd, N. A., Breen, L., Tarnopolsky, M. A., & Phillips, S. M. (2012, June 14). Myofibrillar protein synthesis following ingestion of soy protein isolate at rest and after resistance exercise in elderly men. *Nutrition & Metabolism*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-57>
- (38) Gorissen, S. H., Horstman, A. M., Franssen, R., Crombag, J. J., Langer, H., Bierau, J., Respondek, F., & van Loon, L. J. (2016, September). Ingestion of Wheat Protein Increases In Vivo Muscle Protein Synthesis Rates in Healthy Older Men in a Randomized Trial. *The Journal of Nutrition*, 146(9), 1651–1659. <https://doi.org/10.3945/jn.116.231340>
- (39) Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., MacDonald, M. J., MacDonald, J. R., Armstrong, D., & Phillips, S. M. (2007, April). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(4), 1031–1040. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.4.1031>
- (40) Chen, T. T., Chen, C. Y., Fang, C. P., Cheng, Y. C., & Lin, Y. F. (2022, December). Causal influence of dietary habits on the risk of major depressive disorder: A diet-wide Mendelian randomization analysis. *Journal of Affective Disorders*, 319, 482–489. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.09.109>
- (41) Dobersek, U., Wy, G., Adkins, J., Altmeyer, S., Krout, K., Lavie, C. J., & Archer, E. (2020, April 20). Meat and mental health: a systematic review of meat abstinence and depression, anxiety, and related phenomena. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(4), 622–635. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1741505>
- (42) FAO & WHO. 2023. Food safety aspects of cell-based food. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4855en>
- (43) CARNI E SALUMI: LE NUOVE FRONTIERE DELLA SOSTENIBILITÀ (1st ed., Vol. 1). (2023). Franco Angeli.
- (44) FAO. 2022. Thinking about the future of food safety - A foresight report. Rome. <https://www.fao.org/3/cb8667en/cb8667en.pdf>
- (45) Post, M. J., Levenberg, S., Kaplan, D. L., Genovese, N., Fu, J., Bryant, C. J., Negowetti, N., Verzijden, K., & Moutsatsou, P. (2020, July 16). Scientific, sustainability and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*, 1(7), 403–415. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0112-z>
- (46) G. Pulina. (2023). Carne artificiale, salute e ambiente: cosa sappiamo e cosa non sappiamo. Relazione alla 9° e 10° commissione del Senato esaminanti il DDL n. 651.
- (47) Lynch, J., & Pierrehumbert, R. (2019, February 19). Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00005>
- (48) Tuomisto, H. L., & Teixeira de Mattos, M. J. (2011, June 17). Environmental Impacts of Cultured Meat Production. *Environmental Science & Technology*, 45(14), 6117–6123. <https://doi.org/10.1021/es200130u>
- (49) Tuomisto, H. L., & Teixeira de Mattos, M. J. (8-10 October 2014). Environmental Impacts of Cultured Meat Production. Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector San Francisco, USA.
- (50) Mattick, C. S., Landis, A. E., Allenby, B. R., & Genovese, N. J. (2015, September 18). Anticipatory Life Cycle Analysis of In Vitro Biomass Cultivation for Cultured Meat Production in the United States. *Environmental Science & Technology*, 49(19), 11941–11949. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01614>
- (51) Risner, D., Kim, Y., Nguyen, C., Siegel, J. B., & Spang, E. S. (2023, April 21). Environmental impacts of cultured meat: A cradle-to-gate life cycle assessment. <https://doi.org/10.1101/2023.04.21.537778>
- (52) Allen, M. R., Shine, K. P., Fuglestedt, J. S., Millar, R. J., Cain, M., Frame, D. J., & Macey, A. H. (2018, June 4). A solution to the misrepresentations of CO2-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation. *Npj Climate and Atmospheric Science*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/s41612-018-0026-8>
- (53) Correddu, F., Lunesu, M. F., Caratzu, M. F., & Pulina, G. (2023, January 27). Recalculating the global warming impact of italian livestock methane emissions with new metrics. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1), 125–135. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2023.2167616>
- (54) Entine, J. (2019, January 7). Viewpoint: Lab-grown meat isn't as "clean" as you might think. Genetic Literacy Project. <https://geneticliteracyproject.org/2019/01/07/viewpoint-lab-grown-meat-isnt-as-clean-as-you-might-think/>
- (55) Santo, R. E., Kim, B. F., Goldman, S. E., Dutkiewicz, J., Biehl, E. M. B., Bloem, M. W., Neff, R. A., & Nachman, K. E. (2020, August 31). Considering Plant-Based Meat Substitutes and Cell-Based Meats: A Public Health and Food Systems Perspective. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00134>



Nutri*mi*
LA NUTRIZIONE IN PRATICA

Con il contributo non condizionante di

COW
IS VEG

LA STORIA DI UN ERBIVORO