



SOCIETÀ' **I**TALIANA DI **S**CIENZE E **T**ECNOLOGIE **A**LIMENTARI

DOCUMENTO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI RELATIVO AI PRODOTTI COSIDDETTI “ULTRAPROCESSATI”

**A cura del
Consiglio Direttivo SISTAL**

**Integrato ed approvato
dall'Assemblea Generale del 26 giugno 2026 a Catania**

INDICE

PREMESSA	<i>Pg. 3</i>
LE SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI	<i>Pg. 4</i>
• Premesse e motivazioni degli interventi tecnologici in campo alimentare	<i>Pg. 4</i>
• Effetti sugli alimenti dei processi delle Tecnologie Alimentari	<i>Pg. 8</i>
• Le funzioni positive dei processi della tecnologia alimentare	<i>Pg. 9</i>
• La tecnologia alimentare per la riduzione degli sprechi e l'utilizzo dei sottoprodotti e degli "scarti" alimentari	<i>Pg. 10</i>
UPF E MODELLI ALIMENTARI SALUTARI E SOSTENIBILI	<i>Pg. 11</i>
• È il livello di trasformazione (processo) o la composizione a determinare l'impatto degli alimenti sulla salute umana?	<i>Pg. 11</i>
• Ruolo degli alimenti UPF all'interno di modelli alimentari salutari e sostenibili come la Dieta Mediterranea (DM)	<i>Pg. 13</i>
SUGGERIMENTI OPERATIVI PER IL SISTEMA AGRO-ALIMENTARE NAZIONALE	<i>Pg. 15</i>
BIBLIOGRAFIA	<i>Pg. 17</i>
ALLEGATI	
• Tabella 1	<i>Pg. 19</i>
• Tabella 2	<i>Pg. 24</i>

LE OPERAZIONI E I PROCESSI DELLA TECNOLOGIA ALIMENTARE E I PRODOTTI “ULTRAPROCESSATI”

PREMESSA

Questo documento prende spunto e ispirazione e rappresenta un aggiornamento del *Position Paper ULTRAPROCESSED FOODS PRO & CONS*, redatto dal Gruppo di Lavoro del CLuster Agrifood Nazionale CL.A.N. coordinato dal Prof. Emanuele Marconi alla cui stesura ha partecipato anche la Società Italiana di Scienze e Tecnologie Alimentari – SISTAL. Attraverso questo documento la nostra Società Scientifica vuole ribadire il ruolo e le funzioni delle operazioni e dei processi della tecnologia alimentare che risultano sempre più spesso screditati da una terminologia che classifica in modo improprio ed errato gli alimenti in base al livello di processo, associando i prodotti alimentari che nella loro produzione necessitano di fasi di lavorazione più o meno intense al concetto di cibo non salutare.

La Dieta Mediterranea (DM) è promossa in tutto il mondo come uno dei modelli alimentari più sani e sostenibili. Uno dei pilastri principali di questo modello alimentare è l'abbondante consumo di alimenti di origine vegetale, ricchi di antiossidanti e di molecole bioattive, tipicamente assunti come crudi o minimamente lavorati (1,2). Anche nei paesi mediterranei, per la mutata situazione socio-economica e per esigenze legate alla sicurezza alimentare (*safety*) i prodotti freschi sono in misura crescente affiancati o sostituiti da alimenti che lungo la filiera produttiva necessitano di uno o più interventi “tecnologici”. Secondo la terminologia NOVA molti di questi alimenti vengono definiti “ultra-processati” (UPF) (3,4,5,6). Alcune evidenze epidemiologiche sembrano suggerire che il consumo di UPF può essere dannoso per la salute umana, ma questo argomento è ampiamente dibattuto nella comunità scientifica soprattutto per la composizione degli interventi dietetici (7,8). La classificazione degli alimenti in base al livello di intervento tecnologico (processo) ha portato alla conseguente associazione fra l'alimento processato (PF)/ultra-processato (UPF) e prodotto non salutare equiparando in definitiva gli alimenti prodotti a livello industriale a “cibo spazzatura”. Questa classificazione sebbene considerata da gran parte della comunità scientifica ambigua e poco chiara, con confini labili tra le categorie di prodotti alimentari, la scarsità di parametri oggettivi e una forzata differenziazione tra processi domestici e processi industriali è riuscita ormai ad imporre il termine “ultra-processato” a livello internazionale.

Successivamente alla classificazione NOVA sono state sviluppate ulteriori catalogazioni (SIGA, FOOD COMPASS) che hanno preso in considerazione non solo il livello di processo ma anche altri aspetti quali, il profilo nutrizionale, la tipologia degli ingredienti utilizzati e/o il contenuto di determinate sostanze (9,10).

L'assioma fra alimento processato/ultra-processato e danni/rischi per la salute non è a nostro avviso adeguatamente supportato scientificamente dal momento che le suddette classificazioni contengono imprecisioni terminologiche ed alcune incongruenze (11):

- Non rispecchiano il grado o intensità del processo dal momento che prodotti sottoposti ad interventi molto impattanti (es. olii raffinati o idrogenati) sono inseriti tra gli alimenti minimamente processati e al

contrario prodotti ottenuti con processi delicati (*mild*) come estrusione, formatura, cottura fermentazione (es. yogurt alla frutta e cereali non zuccherati per la prima colazione) risultano inseriti fra gli UPF;

- All'interno del termine "processo" vengono spesso inseriti interventi che non hanno nulla a che fare con esso come ad esempio "formulazione spinta", "composizione del formulato", "utilizzo di ingredienti non naturali", "utilizzo di composti non nutrienti di sintesi", sono questi tra l'altro gli interventi che possono avere ricadute sulla salute (11);
- Assenza di nesso di causalità fra livello di processo dell'alimento e salute.

L'acritica accettazione di classificazione degli alimenti che assegnano una accezione negativa al processo, piuttosto che riconoscerne anche la capacità di soddisfare le necessità alimentari e nutrizionali della popolazione (in termini di digeribilità, biodisponibilità dei nutrienti, accettabilità sensoriale, consistenza, sicurezza alimentare, sviluppo di nuovi prodotti ad alta valenza dietetico-funzionale, distruzione di sostanze anti-nutrienti), può in prospettiva avere delle ripercussioni negative per la salute ed il benessere dei consumatori per le seguenti motivazioni (12):

- Disattenzione/disaffezione verso la sicurezza d'uso degli alimenti (es. latte crudo verso latte fresco pastorizzato);
- Riduzione della disponibilità e dell'accesso al cibo;
- Omologazione degli alimenti consumati e conseguente impoverimento della dieta con ripercussioni sull'adeguatezza nutrizionale;
- Rallentamento della ricerca, della innovazione e del trasferimento tecnologico nel sistema agro-alimentare.

È perciò importante da parte della nostra Comunità Scientifica ribadire il ruolo e gli obiettivi delle operazioni e dei processi di trasformazione degli alimenti ed evidenziare gli effetti dei trattamenti tecnologici sulle caratteristiche nutrizionali, strutturali e sensoriali degli alimenti e favorire attraverso una informazione con solide basi scientifiche scelte consapevoli da parte dei consumatori. Dobbiamo cercare di rendere le scienze e tecnologie degli alimenti più fruibili anche al di fuori degli stretti confini della nostra comunità scientifica. Dobbiamo tentare di far comprendere anche a chi non si occupa direttamente di scienze degli alimenti cosa accade ad un prodotto alimentare quando si riscalda, quando si raffredda, quando si concentra, quando si aggiunge sale o zucchero quando imbrunisce o si decolora, insomma far capire l'importanza del processo e i suoi eventuali effetti collaterali.

LE SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

Premesse e motivazioni degli interventi tecnologici in campo alimentare

Prima di addentrarci nella trattazione delle scienze e tecnologie alimentari è utile ribadire che esse rappresentano il complesso di operazioni e processi volti ad ottenere alimenti finiti o semilavorati dalle

materie prime alimentari prodotte dall'agricoltura, dall'allevamento e dalla pesca (13, 14). Va inoltre ricordato che:

- le fonti alimentari sono vulnerabili per avversità climatiche, erbe infestanti, microrganismi, virus, insetti, roditori e altri animali;
- gli alimenti sono deperibili per senescenza, attività microbiche, attività enzimatiche, reazioni chimiche e biochimiche, modificazioni fisiche e strutturali;
- le materie prime alimentari possono nascondere delle "insidie" per la salute dell'uomo;
- i prodotti alimentari, così come si presentano in natura, non sempre sono commestibili e digeribili o comunque appetibili e richiedono quindi una qualche forma di "preparazione".

Gli obiettivi originari della tecnologia alimentare sono riconducibili a:

- aumento della conservabilità delle materie prime commestibili per consentirne il trasferimento dai luoghi di produzione a quelli di consumo e per estenderne la disponibilità nel tempo (conservazione);
- produzione di ingredienti e, da questi, prodotti finiti partendo da materie prime che, come tali, non sono commestibili o addirittura contengono fattori tossici (trasformazione).

Nel tempo la scienza e tecnologia degli alimenti si è prefissa ulteriori scopi come ad esempio garantire la sicurezza igienico sanitaria e favorire l'azione *health promoting* del cibo.

Nel terzo millennio il sistema agro-alimentare e il settore delle scienze e tecnologie alimentari si trovano ad affrontare sfide significative collegate alla crescita della popolazione mondiale, ai cambiamenti climatici, alle crisi e ai conflitti geopolitici, all'evoluzione delle esigenze dei consumatori anche in relazione al loro stato di salute. È anche necessario ricordare che le scelte e i consumi alimentari condizionano la vita e la sostenibilità dell'intero pianeta. Quando parliamo di sostenibilità dobbiamo considerare la sua dimensione ambientale, collegata alla gestione e conservazione delle risorse naturali, quella sociale, che attiene all'equità e alle pari opportunità tra settori economici, tra gruppi sociali, tra uomini e donne e la dimensione economica che coinvolge l'efficienza e la redditività delle produzioni agroalimentari.

Non vanno inoltre dimenticati i tre paradossi globali legati al cibo: morire per fame o per obesità? Nutrire persone, veicoli o animali da allevamento? Sprecare cibo o nutrire chi ha fame?

Nel mondo le persone malnutrite sono circa 800 milioni, ogni anno 36 milioni di individui muoiono per mancanza di cibo, 1,5 miliardi risultano obesi, 29 milioni muoiono per malattie dovute a un eccesso di cibo, in definitiva per ogni persona malnutrita, due sono in sovrappeso (15).

Attualmente 1/3 dei raccolti è impiegato per produrre mangimi e biocarburanti, nei prossimi anni per far fronte alla crescente domanda di *greenfuel* si stima che dovranno essere riconvertiti ulteriori 40 milioni di ettari di terreni.

Ogni anno vengono sprecati dalla comunità globale 1,3 miliardi di tonnellate di cibo commestibile, pari a 1/3 della produzione totale di alimenti, gli sprechi alimentari sono pari a quattro volte la quantità necessaria a nutrire le persone sottoalimentate.

Le produzioni alimentari del futuro non potranno inoltre prescindere da nuove sfide quali: la capacità di innovare, la qualità e la salubrità della vita dei consumatori e l'eliminazione di comportamenti insostenibili legati alla dieta e agli aspetti nutrizionali come consumo eccessivo, malattie dismetaboliche dovute ad una alimentazione non-corretta, "quantità" piuttosto che "qualità", presenza sbilanciata di nutrienti, scarsa attenzione alla sicurezza alimentare. Insostenibili possono essere anche le tecnologie adottate per approcci empirici, alto consumo di energia e di acqua, "danni" indotti al prodotto dal trattamento tecnologico, quantità eccessive di scarti di produzione e sottoprodotti non valorizzati. Infine sono da considerare le problematiche connesse alla produzione di alimenti "ultra-formulati", termine più calzante rispetto al più diffuso "ultra-processati", in quanto, come ricordato in precedenza, non è tanto la tecnologia a rendere insostenibile e poco salubre un prodotto alimentare quanto l'eccessivo uso di ingredienti ad alto impatto ambientale e basso valore nutrizionale e salutistico e l'uso eccessivo di additivi sintetici.

La necessità di conservare gli alimenti e di trasformare materie prime in alimenti ha contraddistinto l'attività dell'uomo già dalla preistoria. Con il progredire delle conoscenze, l'uomo ha iniziato ad applicare tecniche di trasformazione per migliorare gli apporti nutritivi e la conservazione degli alimenti (cottura, macinazione, essiccamento, fermentazione) e per aggiungere anche una valenza edonistica al cibo consumato.

È solo nel XIX secolo che si assiste all'applicazione a livello industriale di alcune tecnologie come la produzione di conserve alimentari a base di carne, pesce e vegetali in contenitori ermetici, grazie al fondamentale contributo di Nicolas Appert e Louis Pasteur (16).

Di fatto tutti i metodi che oggi si utilizzano per conservare e trasformare le materie prime, cioè i prodotti dell'agricoltura, dell'allevamento e della pesca, in alimenti e bevande, costituiscono nel loro insieme le tecnologie alimentari. Ogni alimento si ottiene con una specifica sequenza di "operazioni unitarie" (il processo), applicato ad una o più materie prime. Le materie prime sono sottoposte ad una serie di operazioni e controlli e tutti i passaggi all'interno della filiera produttiva vengono garantiti attraverso un approccio di "assicurazione della qualità" (HACCP) che ha sostituito il controllo finale a campione (controllo qualità) al fine di ottenere alimenti sicuri con il minor impatto tecnologico sulle materie prime stesse.

Alimenti e bevande adatti al consumo umano, sicuri, accessibili e nutrienti si ottengono mediante l'applicazione di tecnologie di trasformazione e/o conservazione (17).

La conservazione degli alimenti ha lo scopo di inibire la degradazione dell'alimento con l'intento di non modificare, o modificando di poco, le caratteristiche del prodotto (sono ad esempio prodotti conservati: il latte pastorizzato, microfiltrato e il latte UHT, ma anche gli ortaggi e le verdure surgelate, i fagioli in scatola, la carne e il pesce essiccati).

Quando invece abbiamo a che fare con la necessità di "trasformare" (ottenimento di un derivato completamente diverso dalla materia prima) ovviamente le caratteristiche strutturali, sensoriali, nutrizionali del prodotto cambiano in modo significativo (dalle olive all'olio mediante trattamenti di frangitura e separazione/frazionamento; dalle cariossidi dei cereali ai prodotti di prima trasformazione come sfarinati

ottenuti per macinazione e frazionamento) e da questi a prodotti di seconda trasformazione (pane, pasta ecc. mediante impastamento, lievitazione, formatura, estrusione, cottura, essiccamento).

Da questi esempi appare evidente come l'intervento tecnologico sia indispensabile per poter disporre di cibo sicuro, accessibile e adeguato dal punto di vista nutrizionale e che l'attuale produzione di alimenti deriva in gran parte da un processo "evolutivo" delle lavorazioni tradizionali e tipiche di carattere domestico-artigianale successivamente adottate anche a livello "industriale".

L'intervento tecnologico sugli alimenti non ha limitazione di scala, vale per la grande industria ma anche per le attività domestiche. Infatti anche l'utilizzo di un comune robot da cucina per produrre gelati, biscotti, passata di pomodoro e numerosi altri prodotti è di fatto un'applicazione tecnologica. Praticamente gran parte di ciò di cui l'uomo si nutre è un alimento processato, anche quando identifichiamo l'alimento come prodotto "fresco" questo, molto spesso, è stato sottoposto a refrigerazione, pulitura, cernita, selezione, taglio, confezionamento. Il processo permette di consumare un alimento sicuro e di poterne disporre nel tempo e nello spazio. Il latte fresco pastorizzato, ad esempio, non contiene microrganismi patogeni, che potrebbero causare tossinfezioni all'uomo, e poiché va conservato in frigorifero, a basse temperature, dura circa una settimana. Questo prodotto dal punto di vista nutrizionale e sensoriale è il più vicino al latte appena munto. Il latte crudo, dopo la necessaria sanificazione per riscaldamento a livello domestico, risulta più danneggiato termicamente del latte fresco pastorizzato. A questo proposito va ricordato che Negli Stati Uniti torna a far discutere il consumo di latte crudo dopo un nuovo aumento di infezioni registrato in *Idaho*. Le autorità sanitarie locali stanno indagando su decine di casi di malattia riconducibili al consumo di latte non pastorizzato. Secondo il Dipartimento per la *Salute e il Welfare* dello Stato, in poche settimane sono state individuate quasi 60 persone che si sono ammalate dopo aver consumato latte crudo. Almeno 45 di loro sono risultati positivi al *Campylobacter*. L'episodio si inserisce in un contesto più ampio che vede la crescita del fenomeno *raw milk* in diverse aree degli Stati Uniti associata alla fobia per gli alimenti "ultraprocessati". A favorire questa tendenza contribuisce anche il sostegno espresso dal segretario alla Salute Robert F. Kennedy Jr., che ha rilanciato una campagna favorevole al consumo di prodotti non pastorizzati, attribuendo loro presunti benefici per la salute. Questa posizione è ovviamente in netto contrasto con le indicazioni della comunità scientifica, che mette costantemente in guardia dai rischi microbiologici associati al consumo di latte non sottoposto a pastorizzazione.

Soprattutto negli ultimi anni, i tecnologi alimentari hanno studiato e messo a punto metodi di conservazione e trasformazione degli alimenti selezionando le tecnologie più adatte e sostenibili per ottenere prodotti adeguati dal punto di vista nutrizionale e sensoriale, sicuri e conservabili cercando di minimizzare il cosiddetto "danno tecnologico". Questi interventi sono indicati come: tecnologie *mild/delicate*, dedicate, selettive o combinate.

Uno dei più importanti obiettivi della ricerca attuale e dell'innovazione tecnologica nel settore alimentare è il miglioramento della sicurezza e della qualità dei prodotti attraverso la riduzione degli effetti negativi connessi alle varie operazioni e processi (18) che si esplica in particolare nella:

- riduzione del danno termico, in tutte le operazioni che comportano l'uso di alte temperature;
- riduzione del danno meccanico, nelle operazioni di compressione e taglio;
- riduzione delle contaminazioni chimiche e biologiche, dirette e indirette, attraverso il controllo delle formulazioni e delle condizioni ambientali in cui si svolgono i processi;
- riduzione della formazione di composti indesiderabili che possono essere indotti da parametri di processo troppo spinti durante la trasformazione degli alimenti;
- riduzione di mezzi chimici di conservazione e di additivi/coadiuvanti di sintesi attraverso il crescente impiego e diffusione di estratti naturali e di tecniche esclusivamente fisiche.

Un altro approccio per minimizzare il danno tecnologico contestualmente al miglioramento della qualità del prodotto finito è la combinazione in sequenza di diverse operazioni unitarie (processo). La combinazione di più operazioni applicate in modo “leggero” consente di esaltare, per azione sinergica, gli effetti positivi, minimizzando i danni collegati ad un singolo intervento più intenso (19).

Effetti sugli alimenti dei processi della Tecnologie Alimentare

Come ampiamente riportato negli studi dei proff. Bruno Zanoni (18) e Claudio Peri i processi della tecnologia alimentare possono essere classificati in funzione della loro intensità, suddividendoli in tre categorie principali basate sulla severità dell'azione fisica o chimica applicata:

- processi a blanda intensità: comportano modificazioni minime delle proprietà chimico-fisiche e organolettiche della materia prima (es. refrigerazione, lavaggio, mondatura).
- processi a moderata intensità: alterano in modo mirato alcune caratteristiche del prodotto per migliorarne la conservabilità o la digeribilità (es. pastorizzazione, fermentazione, concentrazione).
- processi ad alta intensità: modificano drasticamente la struttura molecolare, le proprietà chimico-fisiche e nutrizionali dell'alimento (es. sterilizzazione, disidratazione spinta, liofilizzazione)

Molti dei prodotti alimentari derivanti dagli approcci sopra descritti, pur essendo di elevata qualità, secondo le attuali classificazioni, risultano ultra-processati con le relative accezioni negative, ma dal punto di vista nutrizionale, sensoriale e salutistico sono particolarmente validi (Tab. 1 – modificata ed integrata da 20). La Tabella 2 (modificata e integrata da 12) illustra i più importanti effetti dell'evoluzione della tecnologia sulle caratteristiche dei prodotti alimentari ed evidenzia anche l'impegno volto a minimizzazione il “danno” tecnologico, con effetti positivi sugli aspetti nutrizionali e sensoriali. Va comunque ricordato che le suddette tecnologie innovative sono molto più esigenti di quelle tradizionali in termini di precisione e di controllo e richiedono il coinvolgimento di figure professionali con un adeguato livello di preparazione come i laureati in Scienze e Tecnologie Alimentari.

Le funzioni positive dei processi della tecnologia alimentare

Da quanto illustrato in precedenza emerge che i processi tecnologici permettono di disporre di alimenti più sicuri e facilmente reperibili in ogni momento e in ogni luogo, ma offrono ulteriori vantaggi ai consumatori, all'ambiente e al sistema economico (modello *One-Health*). Pertanto conservare e trasformare gli alimenti è essenziale per la transizione verso sistemi agro-alimentari più sani e sostenibili (21,22,23,24).

Il sistema agro-alimentare italiano produce alimenti e bevande, in gran parte ascrivibili al modello della dieta mediterranea, che rendono possibile adottare uno stile di vita e un regime alimentare sulla base di preferenze individuali, condizione di salute, età e motivazioni etiche e religiose.

Le innovazioni nella formulazione e nei processi produttivi degli alimenti possono fornire ai consumatori prodotti che concorrono ad una dieta sana, varia e adeguata in nutrienti. Inoltre, i prodotti possono essere arricchiti in micronutrienti e composti bioattivi. È il caso, ad esempio, del latte fortificato con vitamina D, con acidi grassi Omega-3 e Omega-6 e iodio, anche attraverso integrazioni nell'alimentazione del bestiame, del sale iodato e dei cereali con folati, oltre a vitamine e minerali o di alimenti funzionali ricchi di β -glucani, pre/probiotici, etc.

La lavorazione degli alimenti può anche aumentare la biodisponibilità di alcuni nutrienti come lo zinco nei cereali, il licopene nei pomodori o il β -carotene nelle carote. Infine, alcuni processi, come la surgelazione di ortaggi e vegetali in foglia, permettono di mantenere il patrimonio in micronutrienti della materia prima fresca: le verdure surgelate subito dopo la raccolta conservano il loro patrimonio vitaminico meglio dei prodotti freschi, non derivanti da filiere corte, consumati dopo diversi giorni necessari per i trasporti, l'organizzazione della catena distributiva e la conservazione domestica.

Le tecnologie alimentari hanno altresì consentito a persone vulnerabili con esigenze nutrizionali specifiche, l'accesso a prodotti più adatti per loro:

- alimenti per persone con allergie o intolleranti al lattosio e al glutine;
- latte per neonati che non possono essere allattati al seno o per bambini con particolari patologie;
- prodotti nutrizionali specializzati ed elaborati a fini medici per soddisfare le esigenze specifiche di alcuni pazienti.

Definire e classificare i prodotti alimentari in base all'intervento tecnologico come proposto dalla terminologia NOVA è alquanto forviante perché la lavorazione degli alimenti svolge una serie di ruoli fondamentali nell'attuale sistema agroalimentare, tra cui:

- rendere fruibili materie prime alimentari che altrimenti non sarebbero commestibili (es.: macinazione e cottura dei cereali);
- rendere gli alimenti sicuri eliminando gli agenti patogeni (es.: pastorizzazione, uso di antimicrobici, *hurdle technology*);

- preservare e mantenere la qualità dei nutrienti prolungando la durata di conservazione (es.: congelamento, inscatolamento);
- modificare la composizione dei nutrienti o la biodisponibilità per migliorare l'apporto nutrizionale e gli effetti positivi sulla salute (es.: riformulazione per ridurre il sodio o i grassi saturi, o arricchimento con micronutrienti);
- implementare le caratteristiche sensoriali e l'accettazione da parte dei consumatori attraverso il miglioramento del gusto e della consistenza;
- aumentare la praticità, l'accessibilità e l'economicità dei prodotti alimentari;
- ridurre al minimo gli sprechi massimizzando l'uso di più parti di piante e animali e prolungando la shelf-life;
- garantire la sicurezza alimentare formulando alimenti sicuri, di elevato livello nutrizionale e stabili che possano essere accessibili quando i prodotti freschi o le infrastrutture per conservarli e distribuirli non sono disponibili (es.: in caso di calamità naturali, conflitti, ecc.).

L'intervento tecnologico o "processo" è pertanto volto a garantire: la sicurezza alimentare intesa come assenza di elementi dannosi per l'uomo (microrganismi patogeni e alteranti, contaminanti, sostanze estranee), la disponibilità e l'accessibilità al cibo a livello globale, l'accettabilità sensoriale e l'appetibilità. Nel conseguire questi obiettivi, le tecnologie alimentari sono state ottimizzate per ottenere la più elevata sicurezza con il minor impatto possibile sulle caratteristiche sensoriali e nutrizionali del prodotto, riducendo la formazione di sostanze indesiderate e al contempo gli sprechi alimentari.

La tecnologia alimentare per la riduzione degli sprechi e l'utilizzo dei sottoprodotti e degli "scarti" alimentari

La capacità di trasformare e rendere stabili e sicuri per tempi lunghi gli alimenti permette di evitare gli sprechi e consumare gli stessi in periodi più dilatati nel tempo. A questo vantaggio ha contribuito in modo importante lo sviluppo delle tecnologie di *packaging*, capaci di preservare al meglio le caratteristiche igienico-sanitarie, nutrizionali e sensoriali degli alimenti. Il continuo sviluppo degli imballaggi e delle tecnologie di stabilizzazione e di confezionamento ha permesso di allungare la vita dei prodotti preservandone le qualità nutrizionali. Citiamo ad esempio gli imballaggi barriera all'ossigeno, le confezioni in atmosfera protettiva, il classico ma molto efficace vetro, le tecnologie di pastorizzazione/sterilizzazione abbinate al confezionamento asettico (25).

Gli alimenti interessati dall'allungamento della *shelf-life* sono molteplici come di seguito riportato:

- il latte fresco pastorizzato, microfiltrato o sterilizzato, che grazie alle tecnologie e materiali di confezionamento può essere conservato per tempi molto più lunghi rispetto al latte non trattato, con vantaggi in termini di sicurezza alimentare e di stabilità;

- le conserve vegetali (pomodoro, verdure, frutta), che raccolte al miglior stadio di maturazione vengono trasformate e stabilizzate per poter essere consumate tutto l'anno;
- le conserve animali (carne, pesce) che garantiscono un importante apporto nutrizionale, sono facili da usare e consumare, riducendo il rischio di sprechi e favorendo il trasporto a temperatura ambiente.

Il settore agro-alimentare è sempre più attento ai temi dell'economia circolare impegnandosi nella produzione di energia elettrica, gas, metano, *packaging*, *pet food*, fertilizzanti, aumentando in tal senso la sostenibilità dell'intero sistema e riducendo l'impatto ambientale delle produzioni.

Chi produce alimenti con particolare riferimento alle produzioni aziendali come: derivati di frutta e vegetali (succhi, nettari, puree di frutta "al cucchiaino", marmellate e confetture, vegetali lavati, preparati e refrigerati); latticini (formaggi, ricotta, yogurt); derivati carnei (salumi crudi o cotti a breve media o lunga stagionatura, prosciutti); ha l'obiettivo di valorizzare i sottoprodotti dei processi alimentari, tradizionalmente considerati "scarti", puntando anche al loro riutilizzo diretto in azienda.

UPF E MODELLI ALIMENTARI SALUTARI E SOSTENIBILI

È il livello di trasformazione (processo) o la composizione a determinare l'impatto degli alimenti sulla salute umana?

Come noto gli UPF sono definiti all'interno del sistema di classificazione NOVA come "formulazioni di ingredienti, per lo più per uso industriale, derivati da una serie di processi industriali", come i cereali per la colazione con aggiunta di zuccheri, gli snack salati, i prodotti a base di carne ricostituita e i piatti surgelati preconfezionati. Questa classificazione, introdotta nel 2009 (3), ha subito delle variazioni che hanno inserito elementi aggiuntivi quali l'utilizzo di additivi, il livello di praticità e palatabilità (*food addiction*), il numero di ingredienti utilizzati (26). La classificazione NOVA riunisce gli alimenti in 4 gruppi in funzione del grado di lavorazione e prevede un primo gruppo composto da *alimenti non o minimamente processati* (alimenti freschi o sottoposti a semplici lavorazioni preliminari di tipo fisico come taglio ed essiccamento), passando poi agli *ingredienti culinari processati* (come olio e zucchero), secondo gruppo, per arrivare agli ultimi due gruppi che vengono definiti alimenti processati (PF) e ultra-processati (UPF) in funzione dell'entità e della tipologia di lavorazione industriale subita (6).

Diversi studi hanno riportato che l'energia fornita dagli UPF può rappresentare fino al 50-60% della dieta totale nei consumatori statunitensi, canadesi e britannici (27). Vale la pena notare che l'Italia ha attualmente un apporto energetico da UPF notevolmente inferiore rispetto ad altri paesi (circa 13%), anche se variabile in base al sesso, all'età e all'indice di massa corporea, con soggetti in sovrappeso/obesi che generalmente consumano più UPF (28). Un elevato consumo di UPF è stato associato a diete ricche di calorie, zuccheri liberi e grassi saturi e povere di fibre alimentari (29). Inoltre, è stato riportato un aumento del rischio di malattie cardiovascolari, malattie cerebrovascolari, depressione e mortalità nelle persone che consumano elevate quantità di UPF (30).

Le possibili spiegazioni che collegano l'UPF agli effetti nocivi sulla salute sono ancora dibattute e sono state formulate diverse ipotesi. Tra queste, gli UPF sembrano essere, di fatto, indicatori di scarsa qualità degli alimenti, contenenti quantità più elevate di grassi saturi, zuccheri aggiunti e sodio, livelli più bassi di vitamine e fibre e una maggiore densità energetica (31), rispetto agli alimenti non trasformati o minimamente trasformati. È stato inoltre suggerito che alcuni effetti dannosi degli UPF potrebbero essere ricondotti a:

- presenza di composti avversi formati durante la lavorazione industriale degli alimenti (32);
- aumento dell'esposizione a sostanze chimiche che alterano il sistema endocrino e ftalati utilizzati negli imballaggi industriali in plastica (33);
- eccessiva sapidità che porta ad un ritardo nella percezione del livello di sazietà con conseguente aumento dell'assunzione calorica (34).

Recentemente, è stato anche ipotizzato che gli UPF possano influire negativamente sulla salute modificando il microbiota intestinale: lo squilibrio energetico e nutrizionale sembra aumentare la selezione dei microorganismi che promuovono malattie legate all'infiammazione, come quelle cardiovascolari e metaboliche (34).

In uno studio dell'inizio 2026 (35) si propone che gli UPF dovrebbero essere valutati non solo da un punto di vista nutrizionale, ma trattati come prodotti "ingegnerizzati a livello industriale" in grado di generare dipendenza. I ricercatori per limitare l'uso di questi alimenti prospettano approcci simili a quelli utilizzati per diminuire l'uso del tabacco.

Ricercatori della *European Society of Cardiology*, del Consiglio per la Pratica Cardiologica e dell'*European Association of Preventive Cardiology della European Society of Cardiology* in una "dichiarazione di consenso clinico" (36) ritengono che gli alimenti altamente processati che contengono additivi possono avere effetti dannosi sulla salute. In quanto, sebbene le linee guida alimentari tradizionali sottolineino da tempo l'importanza di limitare i grassi di origine animale e promuovere l'assunzione di frutta, verdura e grassi insaturi, evidenze recenti suggerirebbero che l'entità e la natura della "trasformazione alimentare" siano la chiave del rapporto tra dieta e salute con particolare riferimento al rischio cardiovascolare. Ovviamente anche in questa pubblicazione si parla di effetti della trasformazione alimentare in termini assolutamente generici senza indicare quali operazioni o processi della tecnologia alimentare sarebbero collegati a detti rischi.

Nonostante queste ipotesi e le prove epidemiologiche che suggeriscono che il consumo di UPF può essere dannoso per la salute umana, finora esiste, a nostra conoscenza, un solo studio clinico pubblicato su questo argomento (37). Gli autori hanno condotto un controllo randomizzato su 20 adulti che hanno ricevuto UPF o diete ad libitum contenenti prodotti non trasformati per 2 settimane. Alla fine dello studio, è stato riportato un aumento significativo del peso corporeo insieme a un aumento complessivo dell'apporto energetico collegati alla dieta ricca di UPF. Tuttavia, sono state evidenziate limitazioni connesse alla breve durata dello studio e alla composizione degli interventi dietetici, che potrebbero aver influenzato i risultati della ricerca (7). Inoltre, questo studio si è concentrato specificamente sull'assunzione di energia, senza considerare altri

possibili meccanismi che possono spiegare la relazione tra il consumo di UPF e la salute umana, compresi quelli probabilmente legati alla modulazione del microbiota.

Dalla letteratura esaminata emerge in ogni caso che non è l'impatto del processo e la combinazione di diversi processi/operazioni unitarie ad essere correlata con la salute dei consumatori, ma sono altri aspetti maggiormente coinvolti, quali le porzioni assunte, le frequenze di consumo e la composizione/profilazione nutrizionale (zucchero, sale, acidi grassi saturi, densità energetica), aspetti evidenziati anche dal CREA nelle Linee Guida per una Sana Alimentazione (38).

Ribadiamo pertanto che può essere forviante considerare la sola trasformazione degli alimenti come causa di caratteristiche nutrizionali peggiori (accezione negativa del processo). I processi alimentari su larga scala non possono essere considerati *a priori* peggiori rispetto alle lavorazioni a livello domestico. Parametri come le temperature di cottura, fondamentali per l'innescare di reazioni che portano alla formazione di sostanze tossiche come la sintesi dell'acrilammide (39), sono spesso meno controllabili a livello domestico o in piccole realtà produttive a livello artigianale. Inoltre, gli alimenti "freschi" o minimamente processati, considerati in generale intrinsecamente sicuri, potrebbero contenere pattern molecolari associati a patogeni e/o micotossine, in grado di aumentare il rischio associato all'insorgenza di malattie cardio-metaboliche e degenerative (40). Come ampiamente dimostrato dalla moderna Scienza e Tecnologia Alimentare l'inserimento all'interno del "processo" di strategie di formulazione come numero e tipo di ingredienti, uso di coloranti, addensanti e aromi è inesatto sia dal punto di vista concettuale che sostanziale. Tali combinazioni non sono suffragate da basi scientifiche e possono essere causa di confusione indiretta per i consumatori, rendendo loro difficile comprendere quali siano i reali fattori responsabili delle potenziali conseguenze negative sulla salute connessi con il consumo del cibo (20).

Ruolo degli alimenti UPF all'interno di modelli alimentari salutari e sostenibili come la Dieta Mediterranea (DM)

Il *Global Burden of Disease, Injuries, and Risk Factors Study (GBD)* ha evidenziato in uno studio condotto in 195 nazioni e aree geografiche per un periodo compreso tra il 1990 e il 2017 che oltre 11 milioni di decessi e 255 milioni di anni di malattia sono attribuibili a fattori di rischio dietetico (11). Da questo studio emerge che il numero di fattori di rischio legati al consumo eccessivo di alimenti o nutrienti (in particolare il sodio), è inferiore a quello relativo al consumo di alimenti in quantitativi più bassi rispetto a quanto raccomandato. È il caso dell'insufficiente consumo di frutta, verdura, legumi e prodotti ittici ricchi di acidi grassi omega-3. Negli ultimi anni è stato elaborato il concetto di *Positive Nutrition* (41) che sottolinea la maggiore importanza del consumo di gruppi di alimenti con un impatto positivo sulla salute rispetto alla moderata assunzione di alimenti con potenziale effetto negativo.

La *Positive Nutrition* evidenzia inoltre che nessun alimento (ad esclusione di quelli che contengono composti tossici) sia di per sé positivo o negativo, ma che ciò che conta è il modello alimentare nel suo complesso.

L'approccio *Positive Nutrition* sollecita inoltre: la combinazione di alimenti diversi, l'uso di quantità (porzione) adeguate, una corretta frequenza di consumo, che generano il corretto bilanciamento, in termini di energia e nutrienti, rispetto ai fabbisogni (38).

Uno studio recentemente condotto negli Stati Uniti ha inoltre evidenziato che non è il livello di trasformazione che impatta sulla qualità nutrizionale ma il profilo compositivo dei prodotti consumati (42). Se l'impatto dell'alimentazione sulla salute dell'uomo è ormai ben definito, solo più recentemente sta aumentando l'interesse e la consapevolezza verso la ricaduta che il sistema agro-alimentare ha sulla salute del pianeta, oltre che sul sistema economico e sociale (approccio *One-Health*).

In questo contesto, la FAO e l'Organizzazione Mondiale della Sanità hanno prodotto il documento "*Sustainable Healthy Diets*" (43) nel quale si definiscono come modelli alimentari salutari e sostenibili "le diete a basso impatto ambientale che contribuiscono alla sicurezza alimentare e nutrizionale nonché a una vita sana per le generazioni presenti e future". Le diete sostenibili concorrono pertanto alla protezione e al rispetto della biodiversità e degli ecosistemi, sono accettabili culturalmente, economicamente eque e accessibili, adeguate, sicure e sane sotto il profilo nutrizionale e, contemporaneamente, ottimizzano le risorse naturali e umane". Sicuramente la dieta mediterranea rappresenta un modello che coniuga gli aspetti relativi alla salute dell'uomo con gli aspetti ambientali, sociali ed economici (44). Diversi studi hanno evidenziato il ruolo che la dieta mediterranea ha nella prevenzione primaria e secondaria di molte patologie correlate all'alimentazione, tra le quali le malattie cronico degenerative (45). Una maggiore aderenza alla dieta mediterranea è associata infatti ad un minore rischio di malattia e di mortalità (46,47).

Una ricerca recentemente condotta (48) ha evidenziato un'associazione inversa tra il consumo di UPF e l'aderenza alla dieta mediterranea, supportando ulteriormente l'ipotesi che parte degli effetti avversi attribuiti agli UPF negli studi epidemiologici siano in realtà dovuti ad una peggiore qualità della dieta e in generale ad uno stile di vita meno salutare. Restano comunque numerosi i limiti di questi studi, sia in termini di classificazione sia di metodologia, che non permettono di definire una chiara relazione causa-effetto (49).

Come ricordato in precedenza la dieta mediterranea (DM) è un modello alimentare basato sugli alimenti tradizionali dei paesi che si affacciano sul Mar Mediterraneo, caratterizzato da un ampio consumo di alimenti di origine vegetale e da un moderato apporto di prodotti di origine animale. Negli ultimi decenni, la DM è stata promossa come uno dei modelli dietetici più sani. L'aumento dell'aderenza alla DM è stato fortemente associato a un miglioramento del profilo di rischio cardiometabolico, a una riduzione del rischio di gravi malattie croniche come le malattie cardiovascolari, il diabete e il cancro e a una significativa riduzione della mortalità complessiva (1). Inoltre, la DM è caratterizzata da un basso impatto ambientale (2), ricchezza di biodiversità, alti valori alimentari socioculturali e ritorni economici locali positivi (3). Pertanto, la DM è stata promossa come una delle diete più sostenibili, e questo è un aspetto rilevante data l'urgente necessità di favorire il passaggio verso sistemi e modelli alimentari più sostenibili, come evidenziato anche nella "*Farm to Fork Strategy*" (50).

Nonostante tutte le prove a sostegno della DM, il cambiamento dello stile di vita e del tempo disponibile per l'approvvigionamento e la preparazione del cibo sta influenzando l'aderenza alla DM. In questo contesto, i pasti e i piatti preparati al momento, che sono alla base di modelli alimentari tradizionali riconosciuti per promuovere una vita lunga e sana, sono sempre più sostituiti da PF e UPF.

Per questo motivo, c'è la necessità di portare avanti studi randomizzati controllati volti a indagare meglio i fattori effettivamente coinvolti nell'associazione tra il consumo di UPF e i marcatori della salute umana e a chiarire meglio i potenziali meccanismi alla base di queste associazioni. Inoltre, sarebbe utile studiare l'effetto reale degli UPF quando introdotti all'interno di modelli dietetici complessivamente sani ed equilibrati. Sarebbe pertanto vantaggioso promuovere studi specifici per esplorare se l'inclusione di UPF all'interno della dieta mediterranea abbia un impatto sugli effetti di questo modello alimentare sulla salute umana e sui marcatori ambientali in un gruppo di soggetti italiani con un profilo di rischio cardiovascolare da basso a moderato.

Negli studi inerenti i prodotti ultraprocesati dovrebbe essere inoltre imprescindibile il rispetto delle competenze e delle conoscenze proprie del settore delle Scienze e Tecnologie Alimentari e l'ovvia attenzione al rigore scientifico.

SUGGERIMENTI OPERATIVI PER IL SISTEMA AGRO-ALIMENTARE NAZIONALE

Sarebbe auspicabile che, sempre di più, il sistema agro-alimentare nazionale si orientasse a:

- rafforzare l'impegno per soddisfare il fabbisogno alimentare non solo da un punto di vista quantitativo, ma anche e soprattutto qualitativo;
- promuovere sempre di più un uso appropriato degli agrofarmaci in funzione delle reali esigenze della pianta e delle condizioni pedo-climatiche;
- sviluppare e rafforzare l'introduzione di nuove tecniche di produzione come l'agricoltura di precisione e la gestione sostenibile delle produzioni e degli allevamenti;
- promuovere ulteriori studi sui meccanismi di rilascio degli inquinanti nel terreno e dal terreno;
- intraprendere ulteriori azioni per limitare lo spreco alimentare;
- superare la distinzione tra "prodotti" e "sottoprodotti" per una maggiore utilizzazione dei residui e degli "scarti" dell'intera filiera agro-alimentare;
- promuovere ulteriormente l'innovazione dei processi di trasformazione e di packaging alimentari, privilegiando la via fisica rispetto a quella chimica e il rispetto dell'ambiente;
- evitare di associare il termine "processo" ad interventi che non hanno nulla a che fare con esso come ad esempio "formulazione spinta", "composizione del formulato", "utilizzo di ingredienti non naturali", "utilizzo di composti non nutrienti di sintesi";
- promuovere un percorso volto al superamento del termine "ultra processato" indirizzando l'attenzione verso la composizione e la qualità in generale dei prodotti alimentari (51);

- ribadire che non esiste competizione tra prodotto fresco e prodotto conservato/trasformato: il fresco è preferibile se spazio, tempo e caratteristiche igienico-sanitarie ne consentono l'approvvigionamento e il consumo veloce (filiera corta);
- favorire la trasformazione diretta in azienda gestita con conoscenze e competenze adeguate;
- promuovere ulteriormente le caratteristiche e la qualità degli alimenti derivanti da “filieri corte”;
- promuovere materie prime di qualità ottenute da attività agro-zootecniche con filiere certificate;
- considerare le “Linee guida per una sana e corretta alimentazione” la strada maestra per orientare i consumi alimentari proponendo un approccio più critico verso classificazioni alimentari nate in paesi e contesti lontani, anche culturalmente, dalla dieta mediterranea;
- promuovere stili di vita e modelli alimentari aderenti alla dieta mediterranea;
- promuovere ulteriori studi epidemiologici per verificare se l'inclusione di prodotti attualmente definiti UPF all'interno del modello alimentare mediterraneo possa avere un impatto significativo sulla salute umana e sui marcatori ambientali;
- rivendicare la presenza di esperti in *Food Science and Technology* nel Comitato dell'OMS per la definizione delle linee guida sugli UPF e di tutti gli organismi nazionali e internazionali chiamati ad esprimere pareri sull'impatto sulla salute e sulla qualità degli alimenti del *Food Processing*;
- rafforzare le capacità e le modalità comunicative delle Società Scientifiche del settore Agro-Alimentare.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Dinu M., et al., **2020**. *Effects of Popular Diets on Anthropometric and Cardiometabolic Parameters: An Umbrella Review of Meta-Analyses of Randomized Controlled Trials*. Adv Nutr 11:815–833. Monteiro CA., et al., **2009** *Nutrition and health. The issue is not food, nor nutrients, so much as processing*. Public Health Nutr.; 12(5):729–731.
- 2) Acquafredda A., et al. **2023**. *La dieta Mediterranea – I riflessi Economici, Sociali e Ambientali di Stili Nutrizionali Sani*. rapporto 01 - ALETHEIA DIVULGA.
- 3) Monteiro CA, et al., **2010**. *A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing*. Cad Saude Publica.; 26 (11): 2039–2049.
- 4) Monteiro C.A., et al., **2018**. *The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing*. Public Health Nutr. 21, 5–17. <https://doi.org/10.1017/S1368980017000234>
- 5) Monteiro CA, et al., **2019**. *Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classificazion system*. Rome, FAO
- 6) Monteiro CA, et al. **2019**. *Ultra-processed foods: What they are and how to identify them*. Public Health Nutr.; 22(5):936–941.
- 7) Ludwig S.D., et al., **2019**. *Ultra-Processed Food and Obesity: The Pitfalls of Extrapolation from Short Studies*, Cell Metab, Jul 2;30(1):3-4. doi: 10.1016/j.cmet.2019.06.004.
- 8) Dinu M., et al., **2021**. *Reproducibility and validity of a food-frequency questionnaire (NFFQ) to assess food consumption based on the NOVA classification in adults*. Int J Food Sci Nutr. Sep;72(6):861-869.
- 9) Davidou S, et al., **2020**. *The holistico-reductionist Siga classification according to the degree of processing: an evaluation of ultra-processed foods in French supermarkets*. Food Funct.; 11:2026.
- 10) Mozaffarian D., et al., **2021**. *Food Compass is a nutrient profiling system using expanded characteristics for assessing healthfulness of foods*. Nat. Food 2, 809–818.
- 11) The Global Burden of Disease Diet Collaborators, **2019**, *Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017*. Lancet 393, 1958-1972
- 12) Cluster Agrifood, **2023**. *Ultraprocessed Food Pro & Cons*. Position paper. https://clusteragrifood.it/wp-content/uploads/2023/12/POSITION-PAPER-CLAN_ULTRA-PROCESSED-FOOD.pdf.
- 13) Cambridge Dictionary (<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/processing>)
- 14) Mastrocola D., **2025**. *Il futuro delle tecnologie alimentari*. Georgofili Info. <https://www.georgofili.info/contenuti/il-futuro-delle-scienze-e-tecnologie-alimentari/31029>.
- 15) Adinolfi F. et al., **2023**. *Spreco e Fame – I costi Economici, Sociali e Ambientali dello Spreco Alimentare*. Paper 01 - ALETHEIA Divulga.
- 16) Appert N., **1811**. *The Art of Preserving All Kinds of Animal and Vegetable Substances for Several Years*. A Work Pub. by Order of the French Minister of the Interior on the report of the Board of Arts and Manufactures. London: Black, Parry and Kingsbury. [Google Scholar](#).
- 17) Fellows P.J., **2000**. *Food Processing Principles and Practice*. CRC Press LLC, Boca Raton USA.
- 18) Zanoni B., **2006**. *Tecnologia Alimentare*. Firenze University Press.
- 19) Leistner L., **2000**. *Basic aspects of food preservation by hurdle technology*. International journal of food microbiology, 55, 1–3, 10, Pg. 181-18.
- 20) Visioli F., et al., **2022**, *The ultra-processed foods hypothesis: a product processed well beyond the basic ingredients in the package*. Nutrition Research Reviews <https://doi.org/10.1017/S0954422422000117>.
- 21) EUFIC - The European Food Information Council. **2019**. *Processed food: What is the purpose of food processing?*, <https://www.eufic.org/en/food-production/article/processed-food-qa> Accessed: 2020-09-07.
- 22) Fellows, P.J., Food and Agriculture Organization of the United Nations, & Food and Agriculture Organization of the United Nations Agricultural Support Systems Division. **2004**. *Processed foods for improved livelihoods. In Diversification booklet*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/y5113e/y5113e00.htm#Contents> Accessed: 2020-09-07. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00085>. Article 85.
- 23) Knorr D., & Watzke, H. **2019**. *Food processing at a crossroad*. Frontiers in Nutrition, 6.
- 24) Lazarides H. N., **2012**. *Challenges and opportunities for the community of food sciences to contribute towards a society of healthier consumers and a better world*. International Journal of Food Studies, 1, 101–108. <https://doi.org/10.7455/ijfs/1.1.2012.a10>
- 25) Dalla Rosa M., **2023**. *Le Scienze e Tecnologie Alimentari nella Bioeconomia*. In: I quaderni di AISSA, Atti del XX Convegno AISSA, Vol. 5, pg. 82-95.
- 26) Gibney M.J., **2019**, *Ultra-Processed Foods: Definitions and Policy Issues*, Curr Dev Nutr . 2018 Sep 14;3(2):nzy077. doi: 10.1093/cdn/nzy077. E Collection Feb.
- 27) Hall K.D., et al., **2019**, *Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake*, Cell Metabolism 30, 67–77, <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.008>.
- 28) Marino et al., **2021**. *A Systematic Review of Worldwide Consumption of Ultra-Processed Foods: Findings and Criticisms*. Nutrients. 13:2778.
- 29) Martini et al., **2021**. *Ultra-Processed Foods and Nutritional Dietary Profile: A Meta-Analysis of Nationally Representative Samples*. Nutrients 13:3390.
- 30) Pagliai et al., **2021**. *Consumption of ultra-processed foods and health status: a systematic review and meta-analysis*. Br J Nutr 125:308–318.

- 31) Poti et al., **2015**. Is the degree of food processing and convenience linked with the nutritional quality of foods purchased by US households. *Am J Clin Nutr* 101:1251–1262.
- 32) Gloria M.B.A., et al., **2021**. Generation of process-induced toxicants. In: *Chemical Changes During Processing and Storage of Foods*. 10:453-535.
- 33) Buckley et al., **2019**. Ultra-processed food consumption and exposure to phthalates and bisphenols in the US National Health and Nutrition Examination Survey, 2013-2014. *Environ Int* 131:105057.
- 34) Witkowski et al., **2020**. Gut Microbiota and Cardiovascular Disease. *Circ Res* 127:553–570. 13.
- 35) Gearhardt A. N. et al. **2026**. From Tobacco to Ultraprocessed Food: How Industry Engineering Fuels the Epidemic of Preventable Disease. *Milbank Quarterly* 00; 1-40.
- 36) Guasti L. et al. **2026**. Ultra-processed foods, lifestyle management, and cardiovascular diseases. *European Heart Journal* **00**; 1–18.
- 37) Hall K.D., et al., **2019**. Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. *Cell Metab.* 2019 Jul 2; 30 (1): 67-77.e3. doi: 10.1016/j. cmet.2019.05.008. Epub 2019 May 16. Erratum in: *Cell Metab.* 2019 Jul 2; 30 (1): 226. Erratum in: *Cell Metab.* 2020 Oct 6; 32 (4): 690. PMID: 31105044; PMCID: PMC7946062.
- 38) CREA **2020**. *Linee guida per una sana alimentazione italiana*. Revisione.
- 39) D'ascenzo F., **2018**. *Prevenzione della formazione di acrilammide durante la cottura dei prodotti da forno*. <https://hdl.handle.net/11573/1104217>.
- 40) Cordova R., et al., **2023**, *Consumption of ultra-processed foods and risk of multimorbidity of cancer and cardiometabolic diseases: a multinational cohort study*, *The Lancet Regional Health – Europe* <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2023.100771>.
- 41) Martini D., et al., **2023**, *Positive nutrition: shifting the focus from nutrients to diet for a healthy lifestyle*, Vol.:(0112 33456789) *Eating and Weight Disorders – Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* 28:51 <https://doi.org/10.1007/s40519-023-01580-1>.
- 42) Hess J.M., et al., **2023**, *Dietary Guidelines Meet NOVA: Developing a Menu for A Healthy Dietary Pattern Using Ultra-Processed Foods*, *J Nutr* . Aug;153(8):2472-2481. Doi: 10.1016/j.tjnut.2023.06.028. Epub 2023 Jun 24.
- 43) FAO and WHO. 2019. Sustainable healthy diets – Guiding principles. Rome. (<https://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>), <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516648>).
- 44) Fargione R. et al., **2023**. *Malattie Cibo e Salute – I rischi di modelli alimentari errati e i benefici della Dieta Mediterranea*. Rapporto 2 - ALETHEIA Divulga.
- 45) Dinu M., et al., **2018**. *Mediterranean diet and multiple health outcomes: an umbrella review of meta-analyses of observational studies and randomized trials*, *Eur J Clin Nutr* . Jan;72(1):30-43. Doi: 10.1038/ejcn.2017.58. Epub 2017 May 10.
- 46) Guasch-Ferrè M. et al., **2021**. *The Mediterranean diet and health: a comprehensive overview*, *J. Intern Med*, 290; 549-566.
- 47) Soltani S. et al., **2019**. *Adherence to the Mediterranean Diet in Relation to All-Cause Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies*, *Adv Nutr.* Nov; 10(6): 1029–1039. doi: 10.1093/advances/nmz041.
- 48) de Deus Mendonça Rl. et al., **2017**. *Ultra-Processed Food Consumption and the Incidence of Hypertension in a Mediterranean Cohort: The Seguimiento Universidad de Navarra Project*, *American Journal of Hypertension*, Volume 30, Issue 4, 1 April, Pages 358–366.
- 49) Dinu M. et al., **2022**. *Consumption of Ultra-Processed Foods Is Inversely Associated with Adherence to the Mediterranean Diet: A Cross-Sectional Study*. *Nutrients*. May 15;14(10):2073. doi: 10.3390/nu14102073. PMID: 35631214; PMCID: PMC9147239.
- 50) European Union, **2020**. *Farm to Fork Strategy*. https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_it.
- 51) Adinolfi F., Fargione R., 2025. *Cibi Ultra Formulati*. ALETHEIA

Tab. 1: EFFETTI DEI TRATTAMENTI TECNOLOGICI SULLE CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI STRUTTURALI E SENSORIALI DEGLI ALIMENTI

TRATTAMENTO	SCOPO	EFFETTI NUTRIZIONALI	EFFETTI STRUTTURALI E SENSORIALI
Mondatura, selezione, cernita	Separazione ed eliminazione parti non eduli e prodotti non idonei.	Per unità in peso di prodotto, caratteristiche nutrizionali migliorano	Struttura tissutale e cellulare non modificata. Caratteristiche sensoriali migliorate
Riduzione delle dimensioni (Taglio, affettatura, cubettatura, triturazione)	Aumento superficie specifica per favorire scambi di materia e di calore	Nulli se esposizione all'aria non prolungata	Ovvia riduzione delle dimensioni del prodotto.
Blanching (pretrattamento di scottatura al congelamento/surgelazione)	Inattivazione enzimatica	Leggere perdite per lisciviazione di composti idrosolubili nel caso di scottatura in acqua. Perdite pressoché nulle con uso vapore	Perdita di turgore nei vegetali in foglia (non avvertita dal consumatore finale nel caso di prodotti surgelati e/o cotti). Miglioramento di colore e aroma dei vegetali.
Pastorizzazione (trattamenti termici a T inferiori a 100°C)	Conservazione (da combinare con confezionamento - distruzione di forme vegetative microorganismi ed enzimi termolabili)	Perdite molto limitate di alcuni composti termolabili.	Le strutture cellulari e tissutali non subiscono danni apprezzabili e non si rilevano alterazioni sensoriali.
Sterilizzazione (trattamenti termici a T superiori a 100°C)	Conservazione (da combinare con confezionamento - distruzione di microorganismi, anche spore, ed enzimi)	Dipendentemente dalle combinazioni tempo/temperatura si può avere una degradazione più o meno accentuata dei composti termolabili.	Utilizzando in modo appropriato tecniche UHT e HTST le strutture cellulari e tissutali non subiscono danni apprezzabili e non si rilevano alterazioni sensoriali.
Appertizzazione (Trattamenti termici stabilizzanti effettuati su prodotti pre-confezionati in confezioni ermetiche – metallo, vetro)	Conservazione (distruzione microorganismi ed enzimi)	Dipendentemente dalle combinazioni tempo/temperatura e dalle dimensioni e forma del contenitore si può avere una degradazione più o meno accentuata dei composti termolabili (meglio contenitori cilindrici inferiori a 750 cc).	Dipendentemente dalle combinazioni tempo/temperatura si può avere una degradazione più o meno accentuata delle strutture cellulari e tissutali (effetto cottura) in genere lievi alterazioni sensoriali
Confezionamento asettico (Trattamenti separati di contenuto e contenitore, raffreddamento e confezionamento in ambiente asettico)	Conservazione (distruzione microorganismi ed enzimi)	Perdite molto limitate di alcuni composti termolabili.	Le strutture cellulari e tissutali non subiscono danni apprezzabili e non si rilevano alterazioni sensoriali.
Trattamenti termici (riscaldamenti intensi e prolungati che utilizzano acqua e/o aria come fluidi riscaldanti).	Cottura e Conservazione in combinazione con confezionamento (distruzione microorganismi e enzimi, aumento palatabilità e digeribilità)	Il carico termico (cioè la combinazione tempo-temperatura) e la quantità di acqua sono i fattori chiave che determinano la degradazione dei micronutrienti, la denaturazione delle proteine e la gelatinizzazione dell'amido. Solitamente i	Dipendentemente dalle condizioni operative possono verificarsi gravi danni al tessuto originale in funzione della velocità di perdita di acqua. Nella maggior parte dei casi la struttura degli alimenti cambia in modo rilevante, diventando più “morbida” negli alimenti ad alta umidità e croccante in quelli a minor contenuto in acqua. Migliori caratteristiche sensoriali.

		trattamenti termici negli alimenti migliorano la digeribilità e la biodisponibilità.	
Frittura convenzionale in olio (immersione degli alimenti in olio bollente)	Cottura (rendere prodotti più appetibili e digeribili)	La frittura convenzionale in olio è un severo trattamento termico che provoca un forte cambiamento nei macronutrienti quali denaturazione proteica, acroleina se si supera il punto di fumo e un aumento del contenuto in grassi del prodotto.	La frittura di solito preserva l'identità e forma del cibo, ma causa rotture tissutali. Genera indurimento e croccantezza. Caratteristiche sensoriali specifiche.
Frittura sotto vuoto in olio, oliocottura, “frittura” ad aria (immersione degli alimenti in olio a temperature medio/basse o utilizzo di flussi di aria calda)	Cottura (rendere prodotti più appetibili e digeribili)	Recentemente sono stati proposti questi trattamenti alterativi più “delicati”, come la frittura sottovuoto e oliocottura (temperatura più bassa) o la frittura ad aria (molto meno olio) che limitano notevolmente la perdita di nutrienti e l’imbibizione di olio.	Stessi effetti della Frittura convenzionale ma molto meno accentuati.
Refrigerazione (abbassamento T a 2-4°C)	Conservazione (abbassamento della temperatura)	Limitati in funzione della durata	Limitati in funzione della durata e del tipo di prodotto
Congelamento / Surgelazione (abbassamento T da -30 a -18°C)	Conservazione (abbassamento della temperatura e alta percentuale di Acqua di costituzione immobilizzata come ghiaccio)	Nessun effetto sui macronutrienti. Nessuno o limitati effetti su vitamine e micronutrienti	Usando accurate procedure di Congelamento/scongelo le strutture cellulari rimangono inalterate. Il congelamento lento o lo scongelamento veloce possono danneggiare la struttura dei tessuti sia vegetali che animali. Non apprezzabili cambiamenti di gusto e aroma.
Abbassamento tensione di ossigeno nello spazio di testa (sotto vuoto, atmosfere modificate, sott’olio)	Conservazione (evita proliferazione muffe e microorganismi aerobi – in ambienti non acidi favorisce sviluppo patogeni – es. clostridi)	Nulli o limitati	Limitati
Aggiunta di acidi o ingredienti acidi (acidificazione, sott’aceto)	Conservazione (Abbassamento pH - sotto pH 4,5 no sviluppo patogeni)	limitate perdite di nutrienti.	Strutture cellulari e tissutali non subiscono danni rilevabili. Ovvio cambiamento delle caratteristiche sensoriali del prodotto (maggiore acidità)
Concentrazione (evaporazione sotto vuoto; Crioconcentrazione; Osmosi Inversa e Ultrafiltrazione)	Conservazione (eliminazione di parte dell’acqua di costituzione)	limitate perdite di nutrienti.	Tecniche applicate ad alimenti liquidi. Nulli o limitati cambiamenti sensoriali.
Essiccamento per convezione e conduzione (uso di flussi di aria riscaldata o contatto con superfici calde)	Conservazione (eliminazione di un’alta percentuale di acqua di costituzione sotto forma di vapore)	Dipendentemente dalla temperatura delle superfici di contatto e del fluido riscaldante si può avere una degradazione più o meno accentuata dei composti termolabili.	Buone tecniche di essiccamento non alterano la struttura e consentono di mantenere la forma dei prodotti trattati eccezion fatta per un marcato “raggrinzimento”. Modalità di essiccamento inappropriate possono generare “bruciature” e frammentazione dei prodotti e elevate alterazioni sensoriali.

Spray drying (essiccamento di liquidi per “atomizzazione” – riduzione in microparticelle)	Conservazione (eliminazione di un’alta percentuale di acqua di costituzione sotto forma di vapore)	È un metodo di disidratazione utilizzabile solo per alimenti liquidi (es. latte) prevede l’uso di alte temperature per tempi molto brevi. Sono state evidenziate limitate perdite di nutrienti.	Il processo implica il passaggio di una soluzione o sospensione omogeneizzata attraverso sistemi di nebulizzazione (ugelli, turbine) il prodotto finale è una polvere pertanto non è possibile paragonare la struttura a quella del prodotto iniziale. Caratteristiche sensoriali simili al prodotto non trattato.
Liofilizzazione (eliminazione di un’alta percentuale di acqua di costituzione sotto forma di vapore attraverso la sublimazione -passaggio diretto ghiaccio /vapore)	Conservazione per disidratazione	È il metodo di disidratazione più rispettoso del prodotto. Non sono mai stati evidenziate perdite di nutrienti.	In molti casi il prodotto finale è una polvere pertanto non è possibile paragonare la struttura finale a quella del prodotto iniziale. Nel caso di trattamento di prodotti interi o in pezzi questi conservano la forma originaria. Dopo eventuale reidratazione mostrano caratteristiche strutturali e sensoriali simili a prodotti congelati/scongelati.
Distillazione (separazione da soluzioni o miscele liquide di componenti con maggiore tensione di vapore)	Estrazione, separazione di composti volatili	Applicata in substrati molto diversi e utilizzabile sia la parte separata che il residuo. Impossibile una valutazione nutrizionale univoca	Impossibile una valutazione strutturale e sensoriale univoca.
Aggiunta di sale e zucchero (salagione; confetture, marmellate, canditi e semi-canditi,)	Conservazione (parziale allontanamento di acqua per osmosi acqua di costituzione residua resa indisponibile per azione “umettante” di questi composti)	Salagione e zuccheraggio sono metodi di conservazione ancestrali e causano limitate perdite di nutrienti. L’aumento del contenuto in sale e zucchero non è positivo dal punto di vista nutrizionale.	In tutti i casi questi metodi preservano l’identità dei prodotti alimentari trattati che rimangono ben identificabili. Le strutture cellulari possono essere danneggiate dallo “stress osmotico”. Caratteristiche sensoriali influenzate da elevata presenza di sale o zucchero.
Fermentazione (acida, lattica, alcolica, butirrica, ...)	Conservazione e nuovi prodotti (abbassamento pH e formazione di composti “stabilizzanti”)	La fermentazione di solito migliora le caratteristiche nutrizionali del materiale originale. Migliora la digeribilità delle proteine e dei lipidi, genera metaboliti bioattivi e riduce il contenuto di zucchero.	Nella maggior parte dei casi, la fermentazione genera nuovi prodotti e l’identificazione del materiale originale si basa solo sulla conoscenza e sull’esperienza acquisite. Spesso si verifica un massiccio cambiamento nella struttura degli alimenti (in genere prodotti più morbidi e “lisci”). In funzione del tipo di fermentazione (lattica, alcolica,) caratteristiche sensoriali specifiche.
Alte pressioni (utilizzo di pressioni da 3000 a 9000 bar)	Conservazione (distruzione microorganismi ed enzimi)	Questa tecnica non termica ha lo scopo di evitare la degradazione dei micronutrienti e può indurre un cambiamento significativo nella struttura delle proteine. Sono stati osservati effetti contrastanti sulla digeribilità delle proteine a seconda dei prodotti alimentari trattati.	Nella maggior parte dei casi la struttura dell’alimento viene preservata durante il trattamento. Le alte pressioni vengono utilizzate principalmente per succhi e puree, quindi questo effetto non è riscontrabile. Non apprezzabili cambiamenti sensoriali.
Campi elettrici e magnetici pulsati.	Conservazione (rottura membrane cellule microbiche).	Evitano la degradazione dei micronutrienti dipendentemente dal tipo di impianto e dal settaggio in funzione del prodotto trattato.	Provocano piccole modifiche alla struttura dell’alimento che conserva la sua identità. A livello cellulare la membrana diventa

	Facilitano estrazione succhi di frutta		più permeabile, favorendo l'estrazione e la biodisponibilità dei micronutrienti. Non apprezzabili cambiamenti sensoriali.
Riscaldamento ohmico (sfruttano l'effetto joule della corrente elettrica)	Conservazione (riduzione carica microbica)	Stesso effetto di un trattamento termico blando.	Stesso effetto di un trattamento termico blando.
Estrusione di materiali a basso contenuto in acqua (miscelazione, impastamento, compressione e passaggio attraverso una trafilatura)	Ha lo scopo di modificare forma e struttura di impasti per produrre snack	Si tratta di un intenso trattamento termico con conseguente degradazione dei micronutrienti, denaturazione delle proteine e ossidazione dei lipidi, combinato con una elevata forza di taglio che altera la struttura fibrosa.	Cambia completamente l'identità degli alimenti, ma può essere utilizzata per produrre snack e nuovi prodotti a base di cereali soffiati o verdure. Caratteristiche sensoriali specifiche.
Estrusione di materiali ad alto contenuto in acqua (impastamento, compressione e passaggio attraverso una trafilatura)	Ha lo scopo di modificare forma e struttura di impasti per produrre snack	Il carico termico è inferiore grazie alla presenza di acqua. La degradazione dei micronutrienti dipende dal tempo/temperatura del processo. Provoca in ogni caso denaturazione proteica e alterazioni strutturali	Cambia completamente l'identità degli alimenti generando una struttura simil-fibrosa nel caso di utilizzo di proteine vegetali e idrocolloidi. Caratteristiche sensoriali specifiche.
Omogeneizzazione (meccanica o barica)	Migliora la dispersione di solidi in liquidi evitando affioramenti o depositi (es. latte)	Non provoca alcuna degradazione dei micronutrienti. Facilita la digestione di proteine e grassi, scomponendo la struttura degli alimenti e aumentandone l'esposizione agli enzimi digestivi.	Le sospensioni trattate vengono trasformate in liquidi omogenei. Cambia ovviamente l'identità degli alimenti solidi, mentre i prodotti liquidi non mostrano affioramenti o precipitati durante la conservazione anche prolungata. Maggiore omogeneità nella percezione sensoriale.
Idrogenazione (utilizzo di ioni H ⁺ per rompere e saturare i doppi legami tra atomi di C con parziale solidificazione)	Cambia la struttura e la funzionalità degli oli	Viene eseguito su oli vegetali. L'intervento se non completo o eseguito in modo impreciso, può anche generare acidi grassi insaturi "trans". Si noti che l'uso di questa tecnica è diminuito considerevolmente nel corso degli anni.	Cambia la natura dei grassi liquidi (oli), modificandone la funzionalità e consentendo la produzione di margarina o creme spalmabili. Caratteristiche sensoriali specifiche.
Frazionamento e raffinazione (scomposizione di materie prime alimentari e successiva separazione)	Modifica della funzionalità degli ingredienti	Questo processo ha lo scopo di separare il materiale alimentare originale in diversi componenti. Durante il processo, molti preziosi composti nutrizionali vengono degradati.	Per definizione il frazionamento e la raffinazione portano alla perdita dell'identità alimentare e delle proprietà funzionali originarie. Caratteristiche sensoriali specifiche.
Idrolisi acida (utilizzo di acidi forti per scomporre macromolecole/polimeri in monomeri)	“demolizione” di proteine e fibre	Viene eseguito di solito su sottoprodotti alimentari per degradare le proteine e si ottengono amminoacidi e peptidi. Migliora la digeribilità, ma può produrre composti tossici come il 2- e 3-MPCD.	L'idrolisi delle proteine in ambiente acido provoca la completa perdita della struttura e dell'identità del prodotto. Caratteristiche sensoriali specifiche.
Idrolisi enzimatica (utilizzo di enzimi specifici per scomporre)	“demolizione” di proteine, fibre e lattosio	Si effettua per diversi scopi nutrizionali: assorbimento più rapido dei nutrienti, generazione di oligosaccaridi prebiotici,	Nella maggior parte dei casi con un trattamento enzimatico blando, l'identità alimentare viene preservata (latticini, carne, prodotti da forno) mentre le proprietà sensoriali/meccaniche (es. consistenza) vengono modificate.

macromolecole/polimeri in monomeri)		degradazione degli allergeni, idrolisi del lattosio.	
Irradiazione (trattamento con raggi gamma)	Agisce su DNA prolungando la conservazione (abbattimento carica microbica, inattivazione enzimi, inibizione germogliamento – In Italia permessa solo per prevenzione germogliazione di patate e <u>liliacee</u> e trattamento di erbe e spezie aromatiche)	Nessun effetto nutrizionale rilevato	Nella carne avicola (non trattabile in Italia) favorisce ossidazione lipidica con relative conseguenze sensoriali. Nessun effetto rilevabile su consistenza e caratteristiche sensoriali di patate, cipolle, aglio e spezie.
Confezionamento (tecnologie e materiali molto diversificati)	Conservazione; Veicolo “informazioni”	Un confezionamento adatto alle specifiche di ogni singola categoria di alimenti può prevenire la proliferazione microbica e la perdita di nutrienti durante di conservazione.	Il confezionamento non può modificare la struttura o l'identità degli alimenti sebbene influenzi fortemente la percezione dei consumatori. Mantenimento delle caratteristiche sensoriali originarie.

Tab. 2: MAGGIORI EFFETTI DELL'EVOLUZIONE TECNOLOGICA SULLE CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI ALIMENTARI		
TRATTAMENTI	EVOLUZIONE DELLE TECNOLOGIE	EFFETTO DELL'EVOLUZIONE TECNOLOGICA SULLE CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI
Uso di alte temperature	Trattamenti termici su prodotto sfuso seguito da confezionamento asettico; uso di temperature elevate (fino a 150 °C) per tempi molto brevi (da 20 a 3 s); uso di impianti che migliorano il trasferimento di calore anche per prodotti appertizzati; riscaldamento a microonde.	MIGLIORAMENTO DELLE CARATTERISTICHE -Sensoriali (minori perdite aromatiche; contenimento della formazione di sapori/odori anomali; mantenimento della <i>texture</i>) -Nutrizionali (minore perdita di vitamine; aumento della biodisponibilità di alcuni macro e micronutrienti) -Tecnologico-funzionali (mantenimento/miglioramento delle proprietà di alcuni ingredienti, come capacità schiumogena) AUMENTO DELLA SHELF-LIFE E RIDUZIONE DEGLI SPRECHI
Uso di basse temperature	Combinazione della refrigerazione con altre tecnologie (trattamenti termici e non) e confezionamento in atmosfere protettive; <i>superchilling</i> ; aumento della velocità di congelamento, mediante impianti in grado di migliorare lo scambio termico tra mezzo raffreddante e prodotto; uso di fluidi criogenici innovativi ed atossici; trattamenti pre-congelamento (riduzione delle dimensioni e inattivazione enzimatica).	
Riduzione della carica microbica e dell'attività enzimatica	Impiego di alte pressioni; riscaldamento Ohmico; campi elettrici pulsati. Uso di tecnologie di microfiltrazione in abbinamento a pastorizzazione meno intensa. Impiego di tecniche combinate: pastorizzazione, refrigerazione, atmosfere protettive e <i>packaging</i> .	
Riduzione del contenuto in acqua	Uso del vuoto per ridurre la temperatura di evaporazione dell'acqua contenuta nel prodotto; uso di concentratori in cui il prodotto fluisce in strato sottile; uso di essiccatori <i>spray</i> e a letto fluido; osmodisidratazione; deidrocongelamento; osmosi inversa; liofilizzazione.	
PACKAGING	Materiali barriera e accoppiati; confezionamento asettico; atmosfere protettive; uso di sensori per il monitoraggio della <i>shelf-life</i> ; uso di assorbitori di ossigeno; di <i>coatings</i> antibatterici; di <i>coatings</i> barriera. Disegno ecologico del <i>packaging</i> .	