

**29 e 30 Maggio 2019**

Udine - Palazzo Garzolini di Toppo Wasserman, via Gemona 92

**Conferenza dei Rettori delle Università Italiane - CRUI**

# **I MAGNIFICI INCONTRI CRUI 2019**

**“LE UNIVERSITÀ PER LA SOSTENIBILITÀ”**

## **CIBO, SALUTE E BENESSERE**

F. Barbone (Università di Udine), V. Edefonti (Università di Milano),  
S. Moret (Università di Udine), M. Parpinel (Università di Udine),  
N. Pellegrini (Università di Parma)

## TAVOLO 2B CIBO, SALUTE E BENESSERE

F. Barbone (Università di Udine), V. Edefonti (Università di Milano),  
S. Moret (Università di Udine), M. Parpinel (Università di Udine),  
N. Pellegrini (Università di Parma)

### Abstract

Lo studio della relazione tra alimenti e salute parte, tradizionalmente, dalla stima di adeguatezza della dieta in un'ottica di fabbisogni individuali e di popolazione fino all'identificazione del ruolo di alimenti e/o di componenti alimentari quali fattori di rischio o di protezione. Negli ultimi vent'anni si sono fatti numerosi passi avanti nell'individuazione delle componenti alimentari più importanti e spesso critiche presenti nei più diversi stili alimentari, siano essi legati a scelte dettate dalla presenza di intolleranze alimentari (come nel caso della celiachia), di scelte individuali di tipo etico (alimentazione vegana) o religioso, oppure legate a specifiche esigenze (dieta a supporto della pratica sportiva) e numerose e qualificate società scientifiche e organizzazioni internazionali hanno iniziato a stilare linee guida alimentari basate sull'evidenza. Tali linee guida, da quelle del World Cancer Research Fund per la prevenzione dei tumori, alla posizione della Società Italiana di Nutrizione Umana e dell'Academy of Nutrition and Dietetics per quanto riguarda l'alimentazione vegetariana, fino ai Livelli di Assunzione di Riferimento di energia e Nutrienti per la popolazione italiana, importante strumento destinato a supportare la valutazione di adeguatezza delle abitudini alimentari e nella programmazione di regimi alimentari individuali e collettivi. Tutte si basano su dati ottenuti da studi complessi, che combinano le evidenze *in vitro* ed *in vivo* di singoli componenti alimentari (dalla biodisponibilità all'azione allergizzante in soggetti suscettibili) alla valutazione delle abitudini alimentari come fattore di esposizione globale. Notevoli sforzi sono stati altresì indirizzati all'identificazione di metodologie che potessero pesare in modo convincente i diversi aspetti di quella che è una naturale eterogeneità intra ed inter popolazione e nel passaggio alla comprensione delle scelte alimentari come fonte di sostanze in grado di influire da sole o in sinergia (positiva o negativa) sullo stato di salute. I recenti lavori focalizzati allo studio di specifici pattern popolazione-specifici hanno evidenziato come, nonostante ed in virtù della globalizzazione la tradizione alimentare continua ad influenzare le scelte alimentari ma gli alimenti sono gli stessi "di una volta" spesso solo nominalmente. Questo è dovuto *in primis* al profondo cambiamento agricolo che ha caratterizzato la produzione di massa in tutto il mondo negli ultimi decenni e portato a scegliere varietà ad alta resa economica, misurata in termini di componenti energetiche ma non di sostanze

bioattive. Se a questo si associa l'aumentata diffusione di alimenti industrializzati l'effetto finale è di avere a disposizione alimenti energeticamente densi ma nutrizionalmente molto meno efficaci in termini di prevenzione delle malattie, siano esse direttamente o indirettamente correlate all'alimentazione. La complessità e le esigenze di mercato hanno inoltre imposto dei modelli di alimentazione "fast", ad elevato livello di manipolazione tali da rendere gli alimenti facilmente fruibili, che sfruttano appieno questi cambiamenti ma costringono ad una più attenta valutazione degli alimenti in qualità di veicolo di sostanze di origine ambientale e di processo. Le coorti di coppie madre-bambino si stanno rivelando particolarmente efficaci in quanto consentono di valutare i pattern di consumo e l'esposizione ad alimenti (e loro componenti) in soggetti particolarmente suscettibili e per ricavare dati utili per una prevenzione a lungo termine. Dai residui di lavorazioni industriali a quelli legati a scorrette pratiche agronomiche, dalla presenza di molecole derivate da pratiche di trasformazione industriali e casalinghe fino ai contaminanti emergenti quali i residui da cessione derivati dagli imballaggi alimentari, la complessità del sistema sta evidenziando come il controllo della salubrità degli alimenti e della stessa dieta sia un concetto che si è evoluto ed allargato e non può che rientrare in un più ampio concetto di sostenibilità ambientale.

## Introduzione

L'alimentazione è uno dei più importanti determinanti della salute: nell'ambito del progetto Global Burden of Diseases è stato stimato che nel 2017 nel mondo i rischi associati ai determinanti della salute più legati a fattori dietetici quali l'iperglicemia ed i valori di Indice di Massa Corporea superiori a 25 kg/m<sup>2</sup> hanno determinato 6.53 e 4.72 milioni di decessi e 171 e 148 milioni di DALYs (disability adjusted life years) rispettivamente, e sono ai primi posti nella graduatoria dei fattori di rischio (GBD 2017 Risk Factor Collaborators, 2018).

L'impulso ad uno studio sistematico delle relazioni tra alimentazione e salute nasce in Italia, a ridosso della conclusione della Seconda guerra mondiale grazie all'intuizione del fisiologo americano Ancel Keys e del cardiologo Paul D. White, medico personale dell'allora comandante in capo delle forze americane generale Eisenhower. Lo stile di vita tipico delle regioni mediterranee, Italia meridionale e Grecia, poteva essere la spiegazione più logica ed immediata di quanto era apparso subito evidente, cioè che qui la frequenza delle malattie coronariche era minore di quella rilevata a Boston ed anche rispetto a quella degli immigrati che si erano trasferiti negli Stati Uniti dalla stessa Italia meridionale.

Da allora si sono succeduti numerosi studi: dal Seven Countries Study, studio su diverse coorti residenti nell'area mediterranea europea, in Nord Europa, in Nord America e in Giappone (Pett *et al*, 2017) agli studi del CNR su campioni randomizzati della popolazione italiana (Farchi *et al*, 1995) fino ai grandi studi degli anni 80 e 90 del secolo scorso sulle relazioni tra dieta e malattie cronico degenerative. Dallo studio caso-controllo sui tumori gastroenterici (Buiatti *et al*, 1989) a quello italiano multicentrico su dieta e tumori (Franceschi *et al*, 1996) fino al grande studio di coorte europeo su alimentazione e tumori EPIC (European Perspective Investigation on Cancer) ([www.epic.fr](http://www.epic.fr)), coordinato dalla Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro di Lione a cui partecipa anche l'Italia (Palli *et al*, 2003).

Oltre agli studi su alimenti e nutrienti resi possibili dalla disponibilità di ampi archivi di dati di composizione ([www.bda-ieo.it](http://www.bda-ieo.it)), negli ultimi anni particolare risalto è stato dato allo studio della relazione tra alimentazione e malattie in virtù degli elevati contenuti di sostanze ad azione tossica, mutagena, cancerogena, presenti negli alimenti in modo consapevole (frodi alimentari) o inconsapevole, cioè causato da inquinamento ambientale specifico (Valent *et al*, 2013) o generalizzato, imputabili a non corrette pratiche agricole e di allevamento (metalli pesanti, diossine, residui di lavorazione industriale, ecc.) o di processo (acrilamide, migrazione dagli imballaggi, additivi, residui di lavorazione, ecc.). I soggetti più esposti sono quelli di più giovane età in quanto queste sostanze agiscono spesso sono tossiche e mutagene e possono agire come interferenti endocrini.

Recentemente è emersa in modo molto evidente la cosiddetta questione IMBALLAGGI, e questo sia in relazione alla pericolosità di alcune sostanze che possono migrare dall'imballaggio all'alimento sia alla vera e propria sostenibilità ambientale degli stessi.

Plastica, carta e cartone, vetro e metalli, rappresentano i principali materiali utilizzati per gli imballaggi alimentari. La plastica, seguita a ruota da carta e il cartone risulta di gran lunga tra i materiali più impiegati: spesso sono utilizzati in combinazione tra loro, associati a inchiostri di stampa, adesivi, rivestimenti e lacche. Gli imballaggi per gli alimenti assolvono a molteplici funzioni: contenimento, protezione dell'alimento da agenti chimici, fisici e biologici, permettono di prolungare la *shelf-life* del prodotto e hanno un ruolo nella presentazione dello stesso e nel fornire informazioni utili al consumatore (attraverso l'etichetta). La sostenibilità è uno dei temi più discussi nel settore del packaging, in particolare quando si parla di imballaggi per alimenti. Il "pacchetto sull'economia circolare", recentemente adottato dalla Commissione Europea ha come obiettivi principali il raggiungimento entro il 2025 di percentuali di riciclo almeno pari a 65% per gli imballaggi (70% entro il 2030), con obiettivi diversificati a seconda del materiale (50% per plastica e 75% per carta e cartone entro il 2025). Le nuove regole riguardano anche le discariche e prevedono un obiettivo vincolante di riduzione dello smaltimento in discarica. Entro il 2035 al massimo il 10% del totale dei rifiuti urbani potrà essere smaltito in discarica.

Il rischio di migrazione di sostanze nocive alla salute del consumatore aumenta nel caso di prodotti riciclati. Il trattamento di riciclo espone infatti gli imballaggi a diverse fonti di contaminazione, in particolare sostanze non intenzionalmente aggiunte (NIAS), ovvero impurità, oligomeri, prodotti di degradazione che possono originarsi durante la fabbricazione e lo stoccaggio del prodotto che spesso sono difficili da identificare e per questo rappresentano un rischio spesso non stimato per la salute del consumatore.

Attualmente a livello europeo, i materiali e oggetti a contatto con gli alimenti (MOCA) sono normati dal regolamento quadro CE 1935/2004, che pone i requisiti generali di sicurezza per la loro fabbricazione e distribuzione e per la tracciabilità dei materiali a tutela della sicurezza del consumatore. Secondo l'articolo 3 di tale regolamento, i MOCA devono essere prodotti in conformità con le buone pratiche di fabbricazione (GMP), riportate nel regolamento CE 2023/2006, in modo che, in condizioni d'uso normali e prevedibili, "non trasferiscano componenti negli alimenti, a livelli che potrebbero: a) essere pericolosi per la salute umana; b) portare a un cambiamento inaccettabile della composizione dell'alimento; c) o comportare un deterioramento delle loro caratteristiche organolettiche".

Negli ultimi anni, la letteratura scientifica si è occupata molto della presenza di NIAS. Il principio di sicurezza richiede la conformità anche per la presenza di queste sostanze, che devono essere valutate secondo i principi scientifici riconosciuti a livello internazionale. L'analisi e la valutazione del rischio dei NIAS deve essere eseguita in ogni fase della catena di produzione. Pertanto, la responsabilità va condivisa a partire dalle prime fasi della catena di produzione.

Tra i migranti degli imballaggi plastici più studiati ricordiamo il bisfenolo A (BAP), un monomero utilizzato per la produzione di policarbonato e resine epossidiche, e gli ftalati, additivi utilizzati per rendere il materiale plastico più flessibile e modellabile. Si tratta, in entrambe i casi di interferenti endocrini, che hanno importanti ripercussioni sulla salute del consumatore.

Gli ftalati (esteri dell'acido ftalico) sono una classe di sostanze con un ampio intervallo di proprietà chimico-fisiche in funzione della lunghezza delle catene alchiliche, e sono tra i plastificanti più impiegati. In Europa, circa il 90% della produzione annuale di ftalati viene utilizzata per la produzione del PVC. Di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), diisodecylphthalate (DIDP) e di-isononylphthalate (DINP) rappresentano circa l'85% degli ftalati utilizzati nella produzione del PVC. Oltre ad essere impiegati come additivi nelle plastiche, gli ftalati entrano anche nella composizione degli inchiostri di stampa e di alcuni adesivi. Gli ftalati sono persistenti nell'ambiente (aria, acqua, suolo), danno origine a fenomeni di bioaccumulo lungo la catena alimentare (specialmente negli alimenti ad elevato contenuto di lipidi), e hanno effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente. (<https://www.efsa.europa.eu>)

Per quanto riguarda le scelte alimentari individuali volte al perseguimento del benessere (vero o percepito), in Italia sono in aumento quelle che prediligono gli alimenti di origine vegetale. Agenzie governative ed organizzazioni di salute e nutrizione enfatizzano sempre di più come il consumo regolare di alimenti di origine vegetale apporti benefici alla salute e aiuti a prevenire lo sviluppo di alcune malattie (Agnoli *et al*, 2017; <https://www.wcrf.org/>).

Nella dieta vegetariana è escluso il consumo di tutti i tipi di carne e prodotti a base di carne, il pesce, i molluschi ed i crostacei. In base all'inclusione o meno di latticini, uova e miele, possiamo distinguere due tipi fondamentali di dieta vegetariana:

1. Latto-ovo-vegetarianesimo (LOV). Esclude la carne ma include latticini, uova e miele, insieme a un'ampia gamma di alimenti di origine vegetale. Le sottocategorie sono il latte-vegetarianesimo (LV), che esclude le uova, e l'ovo-vegetarianesimo (OV), che esclude i latticini.
2. Veganesimo (VEG). Esclude la carne, i latticini, le uova e il miele ed è basato su un'ampia gamma di alimenti di origine vegetale.

I profili nutrizionali delle diete LOV e VEG variano molto in relazione a tipo, quantità e grado di lavorazione degli alimenti vegetali consumati; per le diete LOV la variabilità è maggiore, dato che includono anche prodotti di origine animale. Il consumo di tutti i cibi appartenenti ai vari gruppi alimentari previsti dai due pattern dietetici, senza limitazioni di categorie di alimenti né di modalità di preparazione e cottura, unitamente all'attenzione nei confronti dei nutrienti critici, è la principale caratteristica di una dieta vegetariana ben pianificata. Inoltre, diversi documenti (Melina *et al*, 2016; Agnoli *et al*, 2017) hanno evidenziato come diete vegetariane ben pianificate, che includano un'ampia varietà di alimenti vegetali e una affidabile fonte di vitamina B12, risultano adeguate in tutte le fasce di età.

A fianco di questi due modelli alimentari esistono altri tipi di diete a base vegetale che limitano i tipi di alimenti consumati e che devono essere chiaramente distinte dalle diete LOV e VEG. Tra queste troviamo:

- Dieta crudista: costituita esclusivamente da alimenti vegetali consumati prevalentemente crudi, quali cereali e legumi germogliati, frutta fresca e secca e semi, ma anche uova e latte.

- Dieta fruttariana: costituita esclusivamente da frutta fresca e secca, semi e alcune verdure.
- Dieta macrobiotica: la versione strettamente vegetariana di questa dieta comprende cereali, legumi, frutta, verdure, alghe e prodotti a base di soia; i latticini, le uova, alcune verdure e alcuni frutti vengono esclusi. Alcuni macrobiotici consumano anche il pesce.

L'adeguatezza nutrizionale delle diete crudiste, fruttariane e macrobiotiche è stata valutata da un numero esiguo di studi in letteratura. Questi studi suggeriscono che i benefici per la salute ipotizzati per queste diete non sono supportati dalle evidenze scientifiche finora disponibili e in molti casi potrebbero essere nutrizionalmente non adeguate.

Soggetti che seguono diete LOV e VEG hanno un ridotto rischio di sviluppare alcune malattie non trasmissibili come le malattie cardiovascolari, il diabete di tipo 2, e certi tipi di cancro quali quelli gastrointestinali (Melina *et al*, 2016). In diverse coorti (Adventist Health Study-2; EPIC-Oxford Study) utilizzate per studiare l'effetto delle diete vegetariane su fattori di rischio ricollegabili all'insorgenza dell'obesità come l'indice di massa corporea (IMC), è stato dimostrato che soggetti che seguono regimi alimentari a base vegetale hanno un più basso IMC rispetto a soggetti onnivori (Spencer *et al*, 2003). Le diete vegetariane, caratterizzate da ridotte introduzione di grassi saturi ed alte introduzione di alimenti vegetali quali verdura, frutta, cereali integrali, legumi, frutta oleosa e semi, contribuiscono a mantenere bassi valori di colesterolo totale e lipoproteine a bassa densità (LDL), fattori di rischio di patologie cardiovascolari, e ad avere un maggior controllo della glicemia (Melina *et al*, 2016). Le diete vegetariane sono efficaci nel migliorare il controllo glicemico anche in soggetti diabetici di tipo 2, come dimostrato da diversi studi di intervento randomizzati controllati (Yokoyama *et al*, 2014).

Seguire un regime vegetariano oltre ad avere un effetto positivo sulla salute ha anche un minore impatto ambientale rispetto a regimi alimentari che includono prodotti animali (Melina *et al*, 2016). Da diversi anni oltre alla adeguatezza nutrizionale della dieta è emersa l'importanza di seguire anche regimi alimentari sostenibili ovvero diete che abbiano un basso impatto ambientale che contribuisce alla sicurezza alimentare e nutrizionale e a una vita sana per le generazioni presenti e future. Nel 2010 la FAO ha definito le diete sostenibili rispettose della biodiversità e degli ecosistemi, culturalmente accettabili, accessibili, economicamente eque e convenienti; nutrizionalmente adeguate, sicure e salutari. Queste diete favoriscono l'ottimizzazione delle risorse naturali e umane (Biodiversity and Sustainable Diets United Against Hunger, FAO - Rome, 3-5 November 2010).

Proprio allo scopo di valutare in modo adeguato gli stili alimentari si è da tempo iniziato a stimare per le diverse diete l'"impronta ambientale"; si tratta di alcuni indicatori di consumo ambientale per chilogrammo di cibo consumato (come sua parte edibile) quali la quantità di anidride carbonica (carbon footprint = kg CO<sup>2</sup>eq/kg), il livello di acidificazione (acidification = kg SO<sup>2</sup>eq/kg di alimento-parte edibile), il consumo di suolo (land use = m<sup>2</sup>\*year/kg), eutrofizzazione dell'acqua sia dolce (fresh water eutrophication kg Peq/kg) sia marina (marine eutrophication kg Neq/kg), il consumo di acqua (water use = m<sup>3</sup>/kg) (van de Kamp ME *et al*, 2018). Si tratta di metodi che valutano l'impatto

dell'emissione dei gas serra e possono essere utilizzati per valutare se una modifica delle scelte alimentari individuali e di popolazione (onnivoro vs vegetariana vs vegana) possono essere in grado di modificare l'impatto delle sostanze inquinanti presenti in atmosfera e di conseguenza nei nostri alimenti, il tutto in un'ottica di sostenibilità delle risorse e a fronte della necessità di assicurare la copertura dei fabbisogni alimentari (LARN 2014)

## **Inquadramento Agenda 2030**

Il 25 settembre 2015, le Nazioni Unite hanno approvato l'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile e i relativi 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals – SDGs), articolati in 169 Target da raggiungere entro il 2030. In tale occasione è stata ribadita l'insostenibilità dell'attuale modello di sviluppo, non solo sul piano ambientale ma anche su quello economico e sociale. Le principali cause di morte nel mondo sono infatti ascrivibili a cause ambientali, e cioè non genetiche, che derivano dalla presenza in aria, acqua e suolo di concentrazioni elevate di sostanze tossiche che, anche e soprattutto grazie alla catena alimentare, sono in grado di influire pesantemente nello stato di salute di popolazioni anche non direttamente esposte. L'esposizione a sostanze tossiche non appare più strettamente confinato nei luoghi di lavoro tra i lavoratori di questa o quella industria ma influisce pesantemente nello stato di salute degli abitanti dei territori in cui insiste in quanto esposti, attraverso anche la catena alimentare. Il ciclo dei rifiuti, l'emissione in atmosfera e lo sversamento di residui di lavorazione nel terreno e nelle falde acquifere sono le principali fonti di sostanze inquinanti che raggiungono individui anche a centinaia di chilometri di distanza grazie all'apertura dei mercati. Se a questo si associa la pericolosità di alcune pratiche agricole (residui di fitofarmaci e loro metaboliti, ecc.) e di allevamento (residui di trattamenti sanitari, uso di sostanze proibite per l'aumento della resa, ecc.), le tecnologie di trasformazione (residui di lavorazione, presenza di contaminanti di processo, eccessivo uso di additivi alimentari, ecc.) fino al più recente allarme sugli imballaggi a contatto con gli alimenti, appare chiaro come la sostenibilità non può più dipendere solo ed unicamente da questioni ambientali ma si afferma come una visione integrata delle diverse dimensioni dello sviluppo. Per questo, accanto alle complesse tematiche presenti in Agenda 2030, l'ecosostenibilità e lo spreco alimentare sono tra i temi più importanti ed attualmente al centro di dibattiti accademici, iniziative della società civile e agende politiche.



## Best practice: lo studio dei Dietary Pattern

L'evoluzione nell'analisi epidemiologica ha portato allo studio ed alla definizione di profili nutrizionali multifattoriali o *dietary patterns (DPs)*, e l'attribuzione di un corrispondente potenziale rischio di malattia, dovuto a consumi elevati degli alimenti descritti dal profilo. Perché i *DPs* ci sono utili? Perché noi non mangiamo singoli cibi o singoli nutrienti, ma combinazione di nutrienti/cibi in cibi/ricette/pasti. Occorre un approccio di indagine all'epidemiologia nutrizionale che affianchi le analisi tradizionali condotte su singoli cibi e nutrienti con analisi più complesse, ma potenzialmente più aderenti alla realtà.

Nell'analisi dell'associazione tra *DPs* e malattie, è possibile procedere tramite tecniche di statistica multivariata (es: analisi in componenti principali, analisi dei fattori, analisi dei gruppi) per la definizione di tali profili, anche indicati come profili 'a posteriori'. Parallelamente, si è sviluppato il filone dei profili nutrizionali 'a priori', in cui si veicola l'informazione esistente in letteratura nella creazione di indici di una dieta (potenzialmente) sana, come, ad esempio, la ben nota Dieta Mediterranea.

Nel caso dei *DPs* 'a posteriori', la loro definizione riassume in modo quantitativo quanto si osserva come abitudini alimentari aggregate all'interno di una popolazione; i consumi individuali di un numero cospicuo di cibi o nutrienti vengono trasformati in punteggi di aderenza a ciascuno dei pattern aggregati identificati dell'analisi statistica. È, ad esempio, frequente identificare in vari studi presenti in letteratura pattern 'a posteriori' che rappresentano varianti di un *Western pattern* che comprende al suo interno carni rosse e raffinate, snack o cibi da fast-food, spesso accompagnati da bassi consumi di frutta e verdura; di segno opposto e di opposta potenziale associazione con il rischio di malattia ci sono i cosiddetti *Prudent* o *Healthy patterns*, caratterizzati da consumi di carni bianche, pesce, latticini a basso contenuto di grassi ed, in particolare, di vari tipi di frutta e verdura. L'analisi statistica tende poi a identificare con una certa regolarità profili alimentari detti *Traditional*, che fotografano una dieta 'tipica' delle varie popolazioni prese in esame. Ricorre, infine, con una certa frequenza un pattern *Alcohol-based* o *Drinker* che rappresenta i consumi di alcolici.

Nel caso dei *DPs* "a priori", si definisce una dieta "ideale" secondo alcuni criteri, ad esempio l'aderenza a linee guida nazionali ed internazionali o a definizioni di dieta "sana" date da ricercatori esperti del settore, e si valuta quanto la popolazione in esame sia attenta a seguire le indicazioni. Sono nati così indici come il World Cancer Research Fund (WCRF) Index, che misura l'aderenza alle linee guida fornite dallo stesso WCRF, o l'indice DASH pensato per contenere il rischio di eventi cardiovascolari, oltre alle varianti della Dieta Mediterranea.

Entrambi gli approcci di definizione dei *DPs* hanno portato negli ultimi vent'anni a risultati promettenti in termini di associazioni statisticamente significative con il rischio di varie patologie croniche, in particolare sul fronte cardiovascolare. Sebbene ci siano ancora vari aspetti metodologici degni di approfondimento, la descrizione del comportamento alimentare di un insieme di soggetti

e l'associazione tra dieta e malattia non possono a tutt'oggi prescindere da un approccio multidimensionale. (Edefonti *et al*, 2009)

## Caso Studio - Cessione Da Imballaggi: Oli Minerali

Carta e cartone sono imballaggi totalmente porosi che non oppongono alcuna resistenza al passaggio di sostanze a basso peso molecolare che possono migrare dalla matrice cellulosica, dalla superficie esterna stampata o incollata, o anche dall'ambiente esterno. Sebbene la carta riciclata possa veicolare diversi contaminanti, in questi anni, dopo che un'indagine condotta dal laboratorio Cantonale di Zurigo aveva evidenziato elevati livelli di contaminazione in prodotti alimentari confezionati a diretto contatto con cartoncino riciclato, le autorità di controllo, l'industria alimentare e i consumatori hanno preso coscienza del problema ed attualmente viene data particolare enfasi alla **contaminazione da oli minerali**, soprattutto in seguito alla pubblicazione della Raccomandazione (UE) 2017/84 che pone le basi per avviare un monitoraggio nei prodotti alimentari e nei materiali e negli oggetti destinati a venire a contatto con prodotti alimentari.

Chimicamente gli oli minerali sono miscele complesse di idrocarburi di origine petrogenica, che comprendono idrocarburi saturi (MOSH) e aromatici (MOAH) di diversa rilevanza tossicologica. I MOSH si bio-accumulano in diversi organi e tessuti mentre i MOAH comprendono potenziali genotossici cancerogeni, per cui la loro presenza negli alimenti dovrebbe essere evitata. Al momento non esistono limiti di legge per gli oli minerali, ma si fa comunemente riferimento ai limiti suggeriti dalle autorità tedesche che hanno più volte rivisto i limiti proposti, che per alcune classi di alimenti che presentano livelli di fondo elevati, risultano particolarmente restrittivi.

Anche se gli imballaggi in cartone riciclato rappresentano una fonte di contaminazione importante, le fonti di contaminazioni sono molteplici e possono agire lungo tutta la filiera, dalla produzione in campo al trasporto e stoccaggio dei prodotti. La contaminazione ambientale, dovuta principalmente all'impiego di oli combustibili fossili e oli lubrificanti, è responsabile di una contaminazione di fondo osservata in molti prodotti (specialmente oli vegetali). Tra le altre fonti citiamo l'uso di pesticidi a base di olio minerale, le operazioni di raccolta meccanizzata, trasporto e stoccaggio di materie prime. Gli alimenti trasformati possono essere contaminati con oli minerali *food grade* (trattati per rimuovere i MOAH), ampiamente utilizzati nell'industria alimentare come lubrificanti, agenti di distacco, agenti antipolvere, rivestimenti protettivi per frutta e verdura, formaggio, o come additivi e ingredienti (ad es. cere microcristalline).

Carte e cartoni riciclati sono gli imballaggi più contaminati in quanto veicolano residui di inchiostri provenienti principalmente dai quotidiani che entrano nel processo di riciclaggio. Negli ultimi anni, gli inchiostri da stampa a base di olio minerale, fino a qualche anno ampiamente utilizzati per la stampa di imballaggi per alimenti, sono stati gradualmente sostituiti con inchiostri "*mineral oil free*" o a bassa migrazione. Le fibre di riciclo contengono inoltre, adesivi e solventi utilizzati come vettori

di leganti e additivi, nonché cere paraffiniche aggiunte per migliorare la resistenza all'acqua (EFSA, 2012).

Negli ultimi anni sono state proposte diverse strategie per limitare la migrazione di MOSH e MOAH dagli imballaggi agli alimenti. Tra queste l'impiego di imballaggi primari in PET, PP/EVOH, con proprietà barriera, imballaggi in cartone modificato con uno strato barriera integrato o incorporante un materiale adsorbente (come carbone attivo) (Linee guida AIDEPI-Uniud).

Quando si parla di oli minerali si fa riferimento a migliaia di componenti. Di qui la peculiarità della tecnica di quantificazione gas cromatografica, che non prevede la separazione e la quantificazione dei singoli composti (impossibile da raggiungere), ma la quantificazione dell'intera classe identificata in un intervallo definito dai tempi di ritenzione di n-alcane di riferimento. L'analisi degli oli minerali in matrici alimentari è particolarmente complessa e dovrebbe seguire un approccio *step-by-step*. Il metodo di analisi di riferimento è un metodo LC-GC-FID on-line, che richiede strumentazione dedicata ed esperienza nell'interpretazione dei tracciati. In caso di dubbio si procede con un'analisi di conferma realizzata con gas-cromatografia bidimensionale (Purcaro *et al.*, 2016).

L'università di Udine lavora da anni su questa tematica in particolare ha contribuito a sviluppare protocolli di preparazione del campione e determinazione analitica, a condurre monitoraggi e studi di migrazione, collaborando attivamente con aziende alimentari, produttori di packaging e associazioni di categoria. Ha collaborato con AIDEPI per la realizzazione di un monitoraggio e la redazione di "Linee guida per la minimizzazione degli oli minerali" pubblicate nell'Aprile 2018. Sta collaborando con l'Istituto Italiano di Imballaggio per la redazione di un documento sugli oli minerali. Inoltre come membro del comitato di organizzazione del Workshop promosso da ILSI Europe "Mineral Oil Risk Assessment: Knowledge Gaps and Roadmap" sta collaborando alla redazione di un "Position paper" sull'argomento.

## Caso Studio: le diete vegetariane

Nel 2013 all'Università di Parma, nell'ambito del progetto PRIN 2010–2011 (codice 2010WZ2NJJN), è stato effettuato uno studio volto alla determinazione dell'impatto ambientale di diverse diete. Utilizzando i dati derivanti dai reali consumi di 153 soggetti (51 onnivori, 51 vegetariani e 51 vegani) registrati in un diario di 7 giorni, i ricercatori dell'Università di Parma hanno stimato la sostenibilità ambientale delle 3 diete (Rosi et al., 2017). L'impatto ambientale di quanto introdotto da ciascuno soggetto è calcolato sfruttando il database reso disponibile dal Barilla Centre for Food and Nutrition, che raccoglie gli studi già pubblicati sui cicli vitali completi (Life Cycle Assessment (LCA)) di ogni singolo alimento, considerando quindi produzione, trasporto, trasformazione, confezionamento, distribuzione, cottura e quantità di scarto, e li analizza in base a tre indicatori cioè le emissioni di gas serra, il consumo d'acqua e il consumo di suolo.

Come atteso, il regime alimentare onnivoro presentava valori d'impronta ambientale significativamente più elevati per tutti e tre gli indicatori ambientali rispetto al gruppo a dieta vegetariana e vegana. In modo sorprendente, e in contraddizione con altri studi (Baroni et al., 2007), l'impatto ambientale delle diete vegane non differiva però in modo significativo da quello delle diete vegetariane. Nel caso dei soggetti onnivori, carne, pesce e i prodotti derivati, quali uova, latte e prodotti lattiero-caseari, determinavano il maggior impatto ambientale per tutti gli indicatori (valori compresi tra 37-44% dell'impatto totale della dieta). Nel caso di VEG e LOV, la maggior parte dell'impatto ambientale era dovuto ad alimenti vegetali quali cereali e derivati, frutta, verdura, legumi, tuberi, frutta oleosa e semi e prodotti sostituti della carne e dei latticini. È importante sottolineare che in media i 3 gruppi di soggetti consumavano una quantità di energia giornaliera equivalente che non può quindi spiegare le differenze osservate in termine di impatto ambientale delle 3 diete. Tuttavia, l'aver analizzati i reali consumi alimentari ci ha permesso anche di far emergere quanto, al di là della tipologia di dieta, contino le singole scelte personali. Nel gruppo dei vegani erano presenti due fruttariani che nella valutazione dell'impatto ambientale si sono distaccati dal gruppo degli altri vegani, riuscendo ad avere valori più alti di molti onnivori perché, per soddisfare il bisogno energetico, mangiavano grandi quantità di frutta, scegliendo anche frutti esotici sui quali il trasporto incide molto nel calcolo del LCA. Anche al di là di questi due singoli casi, abbiamo trovato vegani con impatti ambientali vicini agli onnivori e onnivori con impatti più bassi di alcuni vegani poiché introducevano solo saltuariamente prodotti di origine animali e preferivano il pollo, che ha un minor impatto ambientale rispetto ad altri prodotti carnei come i salumi (Corrado et al, 2019). L'errore che si fa spesso è di pensare che un onnivoro automaticamente abbia un'impronta ambientale alta, mentre un vegano bassa, ma è molto pericoloso operare questa generalizzazione. Bisogna essere consapevoli di quello che si consuma perché all'interno di ogni singola tipologia di alimentazione ogni individuo può essere più o meno sostenibile, a seconda del fatto che, ad esempio, si preferiscano o meno alimenti locali, stagionali, ottenuti con tecniche non eccessivamente ecocompatibili e con poco imballo. Anche nell'ambito dell'impatto ambientale della nostra dieta una scelta individuale consapevole può fare la differenza.

## Descrizione della situazione italiana con particolare riferimento all'Università

Un forte contributo alla diffusione di questi temi è dato dalle società scientifiche che raggruppano i professionisti della sanità ed i ricercatori universitari impegnati sul fronte della nutrizione (Società Italiana di Nutrizione Umana, Associazione Nazionale Dietisti, Associazione Scientifica Alimentazione Nutrizione e Dietetica, Associazione Italiana di Dietetica e nutrizione clinica) e sul controllo e l'igiene degli alimenti (Società Italiana di Igiene). Accanto a loro le molteplici competenze di tipo chimico e tecnologico completano un quadro di professionalità variegata.

Se gli obiettivi ambientali individuati dall'Unione Europea in tema di produzione e consumo sostenibili sono chiari, è evidente che nel campo alimentare le strategie che appaiono più adatte sono diverse e presuppongono una forte interazione tra Università, sistema produttivo e Sanità e le principali sono:

- aumento della diffusione di strumenti di analisi e informazione sulle prestazioni ambientali di beni e servizi nell'intero ciclo di vita dell'alimento;
- miglioramento delle metodologie idonee ad analizzare i pattern di consumo;
- sviluppo di tecnologie innovative tali da favorire la diffusione di processi produttivi in grado di ridurre progressivamente il consumo energetico e l'emissione nell'ambiente di sostanze inquinanti;
- miglioramento delle metodiche di controllo destinate alla valutazione della sicurezza materie provenienti dal riciclo.

In tempi più recenti si è evidenziata l'esigenza di mettere in atto misure volte a garantire la sicurezza alimentare sia per quanto riguarda il controllo e l'eliminazione di sostanze dannose sia per quanto riguarda la qualità nutrizionale degli alimenti. A questo proposito, accanto allo sviluppo della metodologia HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Point) (Regolamento CE 178/2002 e Regolamento CE 852/2004), sempre più consensi trova la metodologia NACCP (Nutrient and hazard Analysis of Critical Control Point) (Di Renzo *et al*, 2015). Tale approccio considera anche i punti critici legati alla carenza o all'eccesso di nutrienti in un'ottica di limitazione dei fattori di rischio tipici delle patologie cronico-degenerative. È basato su quattro principi generali: garantire il mantenimento in buona salute, valutare ed assicurare la qualità nutrizionale degli alimenti e dei processi di mantenimento della qualità globale nella produzione, informare il consumatore e lavorare per un profitto etico.

A metà del 2018 il Ministero della Salute ha pubblicato (16/04/2018) le Linee di Indirizzo per la gestione dello spreco alimentare (LL-Ind) destinate alla ristorazione. È dunque venuto il momento in cui lo spreco alimentare e la qualità nutrizionale del pasto devono essere particolarmente considerate. Le LL-Ind prevedono tre diversi decaloghi, destinati alla ristorazione ospedaliera, scolastica ed aziendale. Un aiuto per supportare le istituzioni e le stazioni appaltanti nella diffusione ed utilizzo delle LL-Ind viene dalla modifica (2017) del Nuovo Codice degli Appalti (art 95 comma 10bis), che ora consente di inserire tra i criteri di aggiudicazione mediante punteggio di qualità la lotta allo spreco alimentare. Infine, è possibile prevedere, anche sulla base di esperienze già

consolidate, che l'applicazione delle LL-Ind sarà tanto più efficace quanto potrà contare sul supporto di idonei ed efficaci programmi di riciclo/compostaggio.

## **Ruolo delle Università e prospettive di sviluppo di questa tematica e prossime sfide**

Il contributo della ricerca universitaria in questo campo si è focalizzato fino ad ora nell'individuazione dei fattori di rischio attraverso ampi ed articolati studi epidemiologici su abitudini alimentari e malattie, nell'identificazione e caratterizzazione delle diverse sostanze tossiche provenienti dagli ambiti e dagli ambienti di produzione, trasformazione e conservazione degli alimenti. L'identificazione di uno scenario sempre più interconnesso evidenzia le criticità di questo approccio settoriale, e non solo perché la scarsità di risorse per la ricerca costringono a lavorare sempre più in sinergia e non in competizione su specifiche tematiche, ma proprio perché la complessità del sistema lo esige. Se i gruppi di ricerca in Italia non mancano, è molto spesso difficile costruire network efficaci e durevoli nel tempo. In ambito epidemiologico l'esperienza di EPIC e dello studio caso controllo multicentrico italiano sono tra gli esempi più significativi ed hanno visto la partecipazione di Università e ricerca sanitaria in stretta sinergia. Un altro esempio virtuoso è dato dalla Joint Research Unit nazionale creata per la partecipazione alla roadmap europea ESFRI con PROMETROFOOD dapprima (<http://www.prometrofood.it/>) e METROFOOD-RI dopo (<https://www.metrofood.eu>), che vedono insieme anche i rappresentanti delle Università di Udine, Napoli, Parma e Brescia.

La formazione universitaria dovrà diventare sempre più allargata alle sinergie tra diversi campi per trasferire quella visione d'insieme sempre più necessaria, non tanto nella creazione di nuovi corsi di studio ma attraverso la rimodulazione dei corsi singoli o integrati in modo tale da avere un "occhio" sempre aperto. Il futuro tecnologo alimentare piuttosto che il futuro medico o il laureato in dietistica o in scienze motorie o in scienza agrarie non potrà più prescindere dalla conoscenza dei fattori di rischio (o di protezione) provenienti dagli alimenti e li dovrà utilizzare in modo efficace oltre che eticamente corretto, in un'ottica di prevenzione delle malattie e delle ricadute ambientali delle tecnologie di produzione, trasformazione degli alimenti. Questo rientra anche in quella che è la terza missione degli Atenei, che è quella di comunicare i propri risultati ma anche di farlo in modo più possibile comprensibile e suggerendo modalità praticabili per realizzarne gli obiettivi di salute.

## Bibliografia

1. Edefonti V *et al.* Nutr Rev. 2009 Jun;67(6):297-314
2. Agnoli C *et al.* Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2017;27(12):1037-1052.
3. Baroni L *et al.* Eur J Clin Nutr. 2007;61(2):279-86.
4. Buiatti E *et al.* Int J Cancer. 1989 Oct 15;44(4):611-6.)
5. Corrado S *et al.* Sci Total Environ. 2019 Apr 10;660:622-630
6. Di Renzo L *et al.* J Transl Med. 2015 Apr 23;13:128)
7. EFSA. Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food. EFSA Journal 2012;10(6):2704. Last Updated: 28 August 2013
8. Farchi G *et al.* Eur J Clin Nutr. 1995 Jun;49(6):408-19
9. Franceschi S *et al.* Lancet. 1996 May 18;347(9012):1351-6
10. GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet 2018;392:1923-94).
11. Melina V *et al.* J Acad Nutr Diet. 2016;116(12):1970-1980
12. Palli D *et al.* Tumori. 2003 Nov-Dec;89(6):586-93
13. Pett KD *et al.* Eur Heart J. 2017 Nov 7;38(42):3119-3121
14. Purcaro G *et al.* Analytical Methods 2017, 8, 5755–5772
15. Rosi A *et al.* Sci Rep. 2017;7(1):6105
16. Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU). LARN- Livelli di assunzione di riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana –IV revisione. SICS editore, 2014
17. Spencer EA *et al.* Int J Obes Relat Metab Disord. 2003;27(6):728-734
18. Valent F *et al.* J Epidemiol. 2013 Sep 5;23(5):360-70
19. van de Kamp ME *et al.* Food Res Int. 2018 Feb;104:14-2
20. Yokoyama Y *et al.* Cardiovasc Diagn Ther. 2014;4(5):373-382