



scienza attiva[®]

EDIZIONE 2015/2016

AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E SOSTENIBILITA'

Hot topic #1

Carne e tumori

Annalisa Nanni

Documento di livello: A



Un progetto di


agorà scienza
centro interuniversitario



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO



scienza attiva[®]

A partire dalla metà degli anni 60, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, *World Health Organisation*) ha dato vita ad un'agenzia specifica sulla dei tumori, lo IARC (*International Agency for Research on Cancer*) con sede a Lione. L'attività di prevenzione ha ormai raggiunto i 50 anni di attività e nel 2007 sono state emanate delle raccomandazioni per la prevenzione primaria dei tumori con un documento molto approfondito che valuta in maniera sistematica e scientifica le strade da seguire per la prevenzione dei tumori¹.

Lo IARC periodicamente produce dei comunicati stampa sugli argomenti di studio. Ad ottobre è stata pubblicata un'informativa sulla cancerogenicità del consumo di carni rosse e carni lavorate^{2,3}. In questa maniera si sono volute mettere in risalto le evidenze scientifiche di grossi studi osservazionali da cui emerge un evidente rapporto tra consumo di carne rossa e lavorata e sviluppo di malattia tumorale. La dimostrazione del fatto che un elevato consumo di carne rossa e lavorata causi l'aumento del rischio di cancro colon-retto non è una novità. Già dagli anni '70 è noto che la dieta influenza il rischio di sviluppare un cancro⁴. Anche se l'aumento del rischio è ridotto, può essere rilevante dal punto di vista della salute pubblica perché la carne è un alimento consumato in tutto il mondo ed il suo consumo sta aumentando nei paesi in via di sviluppo. Sebbene alcune agenzie sanitarie già consigliassero di limitare il consumo di carne, la raccomandazione di concentrare gli sforzi dello IARC su questo obiettivo aveva la finalità di ridurre il rischio di cancro ed altre malattie. Per queste motivazioni, lo IARC ha deciso di fornire prove scientifiche autorevoli sull'aumento del rischio di insorgenza di cancro correlato al consumo di carne rossa e lavorata³.

In base alla nazione in cui ci si trova, la proporzione di popolazione che consuma carne rossa varia, in tutto il mondo, dal 5% al 100%; dal 2% al 65% per la carne lavorata. Il consumo medio di carne rossa, tra coloro che la consumano, è di 50-100 g al giorno a persona mentre i consumi maggiori corrispondono a 200 g al giorno a persona. Per la carne lavorata sono disponibili troppo pochi dati per poter fare una stima².

Il gruppo di lavoro ha valutato più di 800 studi epidemiologici che studiano l'associazione tra cancro e consumo di carne rossa o lavorata in diversi paesi di diversi continenti con diete ed etnie differenti². Per la valutazione è stato dato un peso maggiore agli studi di coorte⁵ condotti sulla

¹ Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective, The second World Cancer Research Fund-American Institute for Cancer Research, 2007 (<http://www.wcrf.org/int/research-we-fund/continuous-update-project-cup/second-expert-report>).

² *Carcinogenicity of consumption of red and processed meat*, Bouvard et al, October 2015, *The Lancet Oncology*.

³ *Q&A on the carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat*, IARC, WHO. <http://www.who.int/features/qa/cancer-red-meat/en/>

⁴ *Role of diet in cancer etiology*, Modan, October 1977, *Cancer*.

⁵ *Gli studi di coorte sono un tipologia di studio osservatorio usato in medicina. E' un'analisi dei fattori di rischio e segue un campione di persone prive di malattia ed usa correlazioni per determinare il rischio di contrarre malattie. E' un tipo di studio clinico e riguarda soprattutto la storia e la vita di segmenti di popolazione. Si definisce coorte o gruppo di persone che condividono una caratteristica o un'esperienza comune in un dato periodo di tempo: un insieme di persone nate nel 1997 forma un coorte di nascita.*

popolazione generale. Studi di ottima qualità basati su casi-controllo della popolazione hanno fornito le prove aggiuntive².

Per **carne rossa** si intende il muscolo, non lavorato, di mammifero (manzo, vitello, maiale, agnello, montone, cavallo o capra), compresa la carne tritata e congelata; tipologie di carne che generalmente vengono cucinate e non consumate crude². Per **carne lavorata** si intende carne trasformata tramite processi di salatura, stagionatura, fermentazione, affumicatura o altri processi per migliorarne il sapore o la conservazione. La maggior parte delle carni lavorate contiene maiale o manzo ma può anche contenere altre carni rosse, pollame, frattaglie (come il fegato), o derivati della carne come il sangue². Esempi di carne lavorata possono essere: hot dog, prosciutto, salsicce, biltong (alimento tipico del Sud Africa a base di carne essiccata, marinata e speziata), manzo essiccato o anche carne in scatola, e preparati e salse a base di carne³.



Figura 1 _ Carni e prodotti che rientrano nelle due definizioni di carne rossa e carne lavorata.

La carne rossa contiene proteine dall'alto valore biologico⁶ e importanti micronutrienti come le vitamine B⁷, il ferro (sia ferro libero che ferro nel gruppo eme dell'emoglobina) e lo zinco. Il contenuto di grassi della carne rossa varia in base alla specie animale, al sesso, all'età, all'alimentazione e alla tipologia di taglio che stiamo mangiando². La lavorazione della carne, come la stagionatura e l'affumicatura, può causare la formazione di composti chimici carcinogeni, tra cui i composti N-nitrosi (*N-nitroso-compounds*, NOC), gli idrocarburi policiclici aromatici (*polycyclic aromatic hydrocarbons*, PAH) e le ammine aromatiche eterocicliche (*heterocyclic aromatic amines*, HAA)^{2,3}.

La più grande concentrazione di questi composti viene generata tramite i processi di cottura ad elevate temperature o a diretto contatto con la fiamma o con una superficie molto calda, come nel caso della cottura in padella, la grigliatura, o più in generale, la cottura tipo barbecue^{2,3}; il ruolo di questi composti, però, non è stato ancora del tutto chiarito³ e i dati raccolti non sono sufficienti per definire se effettivamente la modalità di cottura della carne influenzi il rischio di cancro³. I dati raccolti non hanno perciò nemmeno permesso di definire se il consumo di carne cruda sia più

⁶ Il **valore biologico** è un parametro di valutazione degli alimenti in base alla qualità delle proteine in essi contenute che dipende dal contenuto in amminoacidi dell'alimento in questione. Si definisce come il rapporto tra azoto trattenuto e azoto assorbito dall'organismo; è quindi una sorta di coefficiente di utilizzo dell'azoto contenuto negli alimenti.

⁷ Le principali **vitamine B** sono: vitamina B1, B2, B5, B6, B9, e B12. Vitamina B1: è la tiamina, catalizza diversi processi nell'organismo e la sua carenza causa problemi alla digestione e disturbi nervosi). Vitamina B2: è la riboflavina, catalizza diversi processi nell'organismo e la sua carenza causa dermatiti e stomatiti. Vitamina B5: è l'acido pantotenico, è indispensabile al metabolismo e la sua carenza è molto rara. Vitamina B6: è la piridossina, necessaria per la sintesi delle proteine, favorisce la sintesi dell'emoglobina, la sua carenza è rara. Vitamina B9: è l'acido folico, indispensabile al metabolismo dell'organismo, la sua carenza causa disturbi intestinali. Vitamina B12: è la cobalamina, partecipa alla sintesi delle proteine e trasporta l'acido folico, la sua carenza causa anemia.

sano, anche se gli esperti sottolineano come non si dovrebbe dimenticare il rischio di infezioni derivante dal consumo di carne cruda³.

La maggior parte degli 800 studi epidemiologici analizzati dal gruppo di esperti dello IARC hanno come oggetto di studio cancri del tratto digestivo, ed in particolare il cancro colon-retto. La meta analisi⁸ di un gruppo di studi di coorte ha dimostrato la presenza di una relazione statisticamente significativa di dose-risposta: **un aumento del 17% della probabilità di sviluppare un cancro colon-retto in conseguenza del consumo di 100 g al giorno di carne rossa e un aumento del 18% della probabilità di sviluppare lo stesso tipo di cancro in conseguenza del consumo di 50 g al giorno di carne lavorata**. Ci sono anche dati disponibili per più di quindici tipologie di cancro: sono state rilevate associazioni positive anche tra consumo di carne rossa e cancro alla prostata e consumo di carne lavorata e cancro allo stomaco². Sulla base della grande quantità di dati analizzati e le rilevanti associazioni positive identificate tra cancro colon-retto e consumo di carne lavorata in diversi studi (che rendono molto improbabili come spiegazioni la casualità, i preconcetti o le contraddizioni) la maggior parte del gruppo di esperti ha concluso che ci sono prove sufficienti per confermare la cancerogenicità del consumo di **carne lavorata** nell'essere umano. Per quanto riguarda il consumo di carne rossa, non è stato possibile regolare la casualità, i preconcetti e le contraddizione con lo stesso grado di confidenza dei dati per la carne lavorata e perciò non è stata identificata nessuna chiara associazione nei principali studi analizzati; è quindi anche difficile escludere il rischio dell'influenza dello stile di vita o di altre diete. Il gruppo di esperti ha concluso che ci sono prove limitate della cancerogenicità del consumo di **carne rossa** nell'essere umano. Le prove per la cancerogenicità del consumo di carne rossa sono quindi state valutate come moderate, mentre per la carne lavorata forti².



Figura 2 _ Riassunto dei risultati dello studio condotto dagli esperti dello IARC.

⁸ La **meta analisi** è uno strumento di statistica secondario, un'analisi combinata di informazioni quantitative ricavate da due o più studi indipendenti (strumenti di ricerca primaria, selezionati in base a determinati criteri), dall'insieme di studi volti ad analizzare il fenomeno di interesse. I risultati di una meta analisi rafforzano la conoscenza al di là del risultato dei singoli studi, accumulando evidenze sul fenomeno di interesse.

In studi osservativi antecedenti⁹ alla meta analisi condotta dal gruppo di esperto dello IARC, è stata evidenziata una leggera, ma statisticamente significativa, associazione tra una mutazione del gene APC¹⁰ o la metilazione del suo promotore¹¹ nei casi di cancro colon-retto. Il consumo di carne rossa molto cotta aumenta la mutagenicità dei batteri che vivono nell'urina umana. E' stato anche dimostrato come il consumo di carne rossa o lavorata vari lo stato ossidativo dei marcatori di stress ossidativo¹² (come urina, feci o sangue) nell'uomo ed anche come, nei roditori, causi un aumento dei prodotti della perossidazione lipidica a livello delle feci¹³. In letteratura sono presenti prove significative della cancerogenicità di alcuni componenti della carne come NOC, ferro dell'eme e HAA (*heterocyclic aromatic amines*):

- il consumo di quantità elevate carne rossa (300-420 g al giorno) induce la formazione di NOC nel colon ed è stato dimostrato come i NOC siano positivamente correlati

⁹ *Dietary, lifestyle and clinicopathological factors associated with APC mutations and promoter methylation in colorectal cancers from the EPIC-Norfolk study, Gay et al, 2012, 228-405:415, Journal of Pathology.*

Calcium and alpha-tocopherol suppress cured-meat promotion of chemically induced colon carcinogenesis in rats and reduce associated biomarkers in human volunteers, 2013, 98-1255:1262, American Journal of Clinical Nutrition.

¹⁰ Il nome per esteso del **gene APC** è *adenomatous polyposis coli*. Le sue mutazioni sono spesso associate al cancro al colon. Si pensa che la funzione di questo gene e della corrispondente proteina sia l'inibizione della proliferazione cellulare perché la mutazione del DNA a livello dell'APC, che causa la traduzione di una proteina non funzionale, causa anche un incremento della proliferazione cellulare. La proteina APC, infatti, genera un complesso proteico con il fattore di trascrizione (proteina che lega il DNA in un dato punto attivando la trascrizione di un gene specifico) della proteina beta-catenina, inducendo la degradazione di questa proteina. Per questo motivo, quando la proteina APC non è funzionale, si verifica un accumulo di beta-catenina nel nucleo della cellula; l'accumulo di beta-catenina causa la formazione di un complesso proteico composto da beta-catenina e altre proteine che lega il DNA attivando la trascrizione di molti geni. Tra questi geni troviamo, per esempio, il *cm-myc*, un gene oncogeno. Questo gene esprime una proteina che funge da fattore di trascrizione per molti geni che controllano il processo di crescita e divisione cellulare (<http://ghr.nlm.nih.gov/gene/APC>).

¹¹ **Metilazione del promotore** di un gene: il promotore di un gene è una specifica sequenza di DNA alla quale si legano gli enzimi (proteine) che danno il via alla trascrizione del gene. La metilazione del DNA è una modifica epigenetica (modifica che varia il fenotipo, cioè l'insieme delle caratteristiche osservabili di un organismo, senza variare il genotipo, cioè la sequenza di nucleotidi del DNA): consiste nell'attaccare un gruppo metilico (-CH₃) ad una base azotata dei nucleotidi che compongono la sequenza del DNA. Per molti anni si è creduto che la metilazione del DNA giocasse un ruolo fondamentale nel reprimere l'espressione dei geni, presumibilmente impedendo l'attacco dei fattori di trascrizione ai promotori. Attualmente, invece, l'esatto ruolo della metilazione nell'espressione dei geni è sconosciuto, ma è certo che una corretta metilazione del DNA sia essenziale per la differenziazione cellulare. E' quindi chiaro che errori nella metilazione del DNA possano dare origine a conseguenze devastanti per l'organismo, come le malattie (*The role of methylation in gene expression, Phillips, 2008, 1(1):116, Nature Education*).

¹² Per **stress ossidativo** si intende una condizione patologica causata dalla rottura dell'equilibrio fisiologico cellulare. L'equilibrio tra specie chimiche ossidanti e sistemi di difesa antiossidanti viene mantenuto a favore dell'ambiente riducente tramite enzimi specializzati. La rottura di questi equilibri può avere effetti tossici per la cellula perché può causare la formazione di perossidi e radicali liberi, nocivi per le cellule perché danneggiano il DNA, i lipidi e le proteine, causando mutazioni, cancro, malattie degenerative, infiammazioni, etc. Le specie ossidanti ed i radicali liberi svolgono importanti ruoli fisiologici nell'organismo (difesa contro alcuni batteri, trasmissione di segnali biochimici, etc); è solo il loro eccesso a causare lo stress ossidativo (*Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidant, redox reactions and methods for their quantification, Kohen and Nyska, october 2002, vol. 300 no 6 620:650, Toxicologic Pathology*).

¹³ *Beef meat and blood sausage promote the formation of azoxymethane-induced mucin-depleted foci and aberrant crypt foci in rat colons, Pierre et al, 2004, 134-2711:2716, Journal of Nutrition.*

all'insorgenza di tumori al retto¹⁴ e si presume causino la formazione di addotti del DNA (si legano, cioè, al DNA, alterandone la struttura e impedendone la corretta e completa replicazione, processo che si stima sia l'inizio della formazione della cellula cancerosa; altre sostanze che formano addotti del DNA sono, ad esempio, l'acetaldeide e il benzopirene) nei colociti¹⁵ (cellule epiteliali del colon)²;

- il ferro dell'eme¹⁶ media la formazione di NOC e dei prodotti di perossidazione lipidica¹⁷ lungo il tratto digestivo di esseri umani e roditori²;
- la carne trattata ad elevate temperature contiene HAA, composti genotossici (che causano modificazioni della sequenza del DNA)²;
- la carne affumicata o cotta su una superficie scaldata o sulla fiamma contiene PAH, che causano danneggiamenti al DNA, anche se ci sono poche prove che questo avvenga in seguito al consumo di carne².

Nonostante queste evidenze nella letteratura scientifica, non è stato ancora possibile definire con certezza e chiarezza il meccanismo tramite cui la carne rossa e lavorata aumenti il rischio di cancro³.

In definitiva, il gruppo di esperti dello IARC ha classificato il consumo di carne processata come *carcinogena per l'essere umano*, inserendola nel gruppo 1 sulla base di sufficienti prove per il cancro colon-retto. Con "prove sufficienti" si intende che ci sono prove convincenti del fatto che causi il cancro². La carne rossa è stata dichiarata *probabilmente carcinogena per l'essere umano* ed è stata inserita nel gruppo 2A sulla base di prove limitate per il cancro colon-retto; il consumo di carne rossa è stato anche positivamente associato con il cancro a prostata e pancreas¹. Con "prove limitate" si intende che è stata evidenziata un'associazione positiva tra cancro ed esposizione all'agente in questione ma che non possono essere escluse altre spiegazioni (casualità, pregiudizi, contraddizioni)³.

¹⁴ *N-nitroso compounds and cancer incidence: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Norfolk Study*, Loh et al, march 2011, *American Journal of Clinical Nutrition*.

¹⁵ *Red meat enhances the colonic formation of the DNA adduct O6-carboxymethyl guanine: implications for colorectal cancer risk*, Lewin et al, 2006, 66-1859:1865, *Cancer Research*.
Butyrylated starch intake can prevent red meat-induced O6-methyl-2-deoxyguanosine adducts in human rectal tissue: a randomised clinical trial, Le Leu et al, 2015, 114-220:230, *British Journal of Nutrition*.

¹⁶ Il **gruppo eme** è un complesso chimico contenente un atomo di ferro. Fa parte di una serie di proteine tra cui emoglobina (contenuta nei globuli rossi), mioglobina e citocromi. Il complesso chimico, grazie al ferro presente, può legare l'ossigeno in diverse forme (O₂, CO, H₂O, etc).

¹⁷ La reazione di **perossidazione lipidica** è un passo cruciale per la patogenesi di molte malattie importanti. È un processo che avviene naturalmente in piccole quantità all'interno dell'organismo, in genere per effetto delle principali specie reattive dell'ossigeno (ROS) che attaccano gli acidi grassi polinsaturi (PUFA) del doppio strato lipidico della membrana cellulare dando inizio ad una reazione a catena di auto-propagazione (i PUFA attaccati dalle ROS attaccano a loro volta altri PUFA che attaccano altri PUFA e così via). La distruzione delle membrane lipidiche cellulari ed i sottoprodotti della reazione sono chiaramente molto pericolosi per la sopravvivenza di cellule e tessuti. Gli antiossidanti naturali enzimatici (catalasi e superossido dismutasi) e non (vitamine A ed E) costituiscono il meccanismo di difesa contro la reazione di perossidazione lipidica (*Lipid peroxidation and tissue damage*, Mylonas and Kouretas, June 1999, vol 13, 3(295:309), *In vivo*).

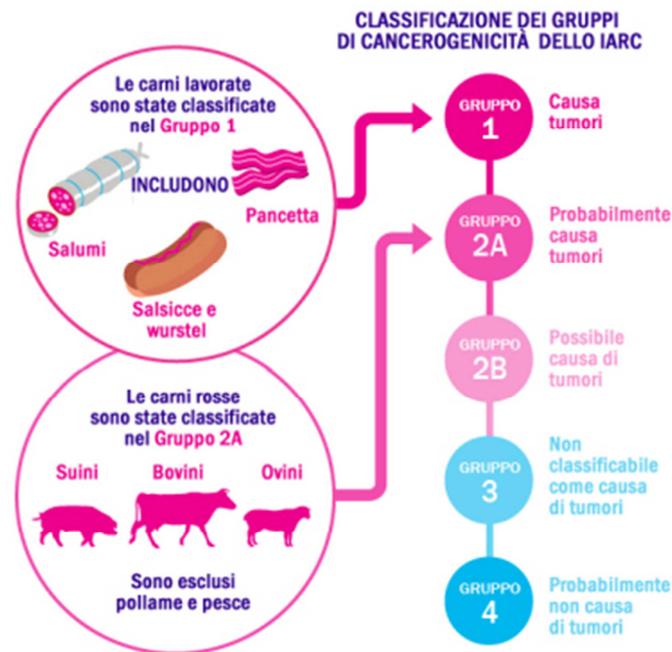


Figura 3 _ Inserimento di carne rossa e carne lavorata nei gruppi IARC.

Ma cosa significa l’inserimento di un certo alimento o composto in un gruppo di rischio dello IARC? Lo IARC analizza studi relativi ad un dato composto o alimento al fine di determinare in quale dei cinque gruppi inserirlo (gruppi 1, 2A, 2B, 3, 4) (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>).

AGENTS CLASSIFIED BY THE IARC MONOGRAPHS, VOLUMES 1–114

Group 1	<i>Carcinogenic to humans</i>	118 agents
Group 2A	<i>Probably carcinogenic to humans</i>	75
Group 2B	<i>Possibly carcinogenic to humans</i>	288
Group 3	<i>Not classifiable as to its carcinogenicity to humans</i>	503
Group 4	<i>Probably not carcinogenic to humans</i>	1

Figura 4 _ Classi IARC in cui vengono suddivisi gli agenti (immagine catturata dal sito IARC).

Come possiamo capire dall’immagine del sito dello IARC, i cinque gruppi non vengono suddivisi in base alla cancerogenicità dei composti o alimenti che ne fanno parte ma in base alla **probabilità** che effettivamente questi composti o alimenti siano carcinogeni. Nel gruppo 1, quindi, sono inseriti composti che sicuramente sono carcinogeni per l’uomo mentre nel gruppo 4 vi sono quelli probabilmente non carcinogeni; la suddivisione dei gruppi viene perciò fatta in base alla probabilità. Le **diverse classi quindi non indicano diversa pericolosità ma il livello di certezza dello IARC nell’affermare la cancerogenicità** di quel composto o alimento, la forza delle prove scientifiche sul fatto che quell’agente possa causare un cancro³.

A Rough Guide to IARC CARCINOGEN CLASSIFICATIONS

The International Agency for Research on Cancer (IARC) classifies substances to show whether they are suspected to cause cancer or not. It places substances into one of five categories depending on the strength of evidence for their carcinogenicity.

GROUP	WHAT DOES IT MEAN?	WHAT DOES IT INCLUDE?
GROUP 1	CARCINOGENIC TO HUMANS Sufficient evidence in humans. Causal relationship established.	Smoking, exposure to solar radiation, alcoholic beverages and processed meats.
GROUP 2A	PROBABLY CARCINOGENIC TO HUMANS Limited evidence in humans. Sufficient evidence in animals.	Emissions from high temp. frying, steroids, exposures working in hairdressing, red meat.
GROUP 2B	POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS Limited evidence in humans. Insufficient evidence in animals.	Coffee, gasoline & gasoline engine exhaust, welding fumes, pickled vegetables.
GROUP 3	CARCINOGENICITY NOT CLASSIFIABLE Inadequate evidence in humans. Inadequate evidence in animals.	Tea, static magnetic fields, fluorescent lighting, polyethylene.
GROUP 4	PROBABLY NOT CARCINOGENIC Evidence suggests no carcinogenicity in humans/animals	1 ONLY 1 CHEMICAL EVER PLACED IN THIS GROUP, OF ALL SUBSTANCES ASSESSED Caprolactam, which is used in the manufacture of synthetic fibres.

THE IARC'S INDEX ONLY TELLS US HOW STRONG THE EVIDENCE IS THAT SOMETHING CAUSES CANCER. SUBSTANCES IN THE SAME CATEGORY CAN DIFFER VASTLY IN HOW MUCH THEY INCREASE CANCER RISK.



© COMPOUND INTEREST 2015 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | @COMPOUNDCHEM
Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.



Figura 5 _ Breve guida alla classificazione IARC degli agenti carcinogeni o meno.

Per dare un'idea, nel gruppo 1 sono inseriti: formaldeide, etanolo in bevande alcoliche, benzene, asbesto (amianto), aflatossine¹⁸, plutonio, arsenico, le ciclosporine, bevande alcoliche, terapie estrogeniche varie (compresi contraccettivi orali combinati), *Helicobacter pylori*¹⁹, epatite B e C, HIV tipo1, papilloma virus (vari tipi), radiazioni ionizzanti, polvere di pelle, chemoterapici, aria all'aperto, pesce salato alla maniera cinese, radiazione solare, fumo attivo o passivo di tabacco, radiazioni UV, acrilammide e consumo di carne lavorata. La carne lavorata **non** è pericolosa come fumare tabacco o come l'amianto.

Nel gruppo 2A sono invece inseriti: DDT, glifosato, bitume, steroidi anabolici, la manifattura di vetreria, carburante base biomasse (principalmente legno), fumi della frittura, fare il parrucchiere o barbiere, la malaria, il mate (bevanda originaria del Sud America), nitrati e nitriti ingeriti (in condizioni che causino la nitrosazione endogeno), raffinazione del petrolio, lavori che causino variazioni dei ritmi circadiani (come il ritmo veglia-sonno) e il consumo di carne rossa. Al seguente link è possibile verificare se una data sostanza è già stata analizzata dallo IARC ed inserita in un gruppo: http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php.

¹⁸ Le **aflatossine** sono micotossine prodotte principalmente da alcune specie del genere fungino *Aspergillus* (*A. flavus* e *A. parasiticus*, classe degli Ascomiceti) che si trova in particolare nelle aree caratterizzate da un clima caldo e umido. Queste molecole sono altamente tossiche, anche per l'uomo, al punto di arrivare a diventare le sostanze più carcinogene per alcuni organismi (come i ratti) (Food microbiology, Adam and Moss, 2008, RSC Publishing). Le aflatossine possono essere presenti in prodotti alimentari, quali arachidi, frutta a guscio, granoturco, riso, fichi e altra frutta secca, spezie, oli vegetali grezzi e semi di cacao, a seguito di contaminazioni fungine avvenute prima e dopo la raccolta. Diversi tipi di aflatossine sono presenti in natura. L'aflatossina B1 è la più diffusa nei prodotti alimentari ed è una delle più potenti dal punto di vista genotossico e cancerogeno. È prodotta da entrambe le specie di *Aspergillus*. L'aflatossina M1 è uno dei principali metaboliti dell'aflatossina B1 nell'uomo e negli animali e può essere presente nel latte proveniente da animali nutriti con mangimi contaminati da aflatossina B1 (<http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/aflatoxins>). Su questo argomento, molto rilevante dal punto di vista sanitario ed economico (la percentuale di raccolto persa perché attaccata da queste specie fungine e quindi contaminata con aflatossine è alta) ma di cui si parla poco, è interessante leggere cinque domande e successive spiegazioni da parte dell'ISS (Istituto Superiore della Sanità), dell'EFSA (European Food Safety Authority) pubblicate dal Ministero della Salute (http://www.iss.it/binary/efsa/cont/Aflatossine_Brera.pdf).

¹⁹ L'***Helicobacter pylori*** è un batterio che può colonizzare la mucosa gastrica (rivestimento interno dello stomaco umano). L'infezione è spesso asintomatica ma può provocare gastriti ed ulcere a livello di stomaco e duodeno (tratto iniziale dell'intestino). Se non viene diagnosticato e rilevato, l'infezione aumenta il rischio di linfoma MALT ma soprattutto di carcinoma gastrico (<http://www.epicentro.iss.it/problemi/helico/helicobacter.asp>).