

# Composizione ed aspetti salutistici dell'olio d'oliva

G. LERCKER<sup>1</sup>, G.M. CARAMIA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEGLI ALIMENTI, ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

<sup>2</sup> AZIENDA OSPEDALIERA MATERNO-INFANTILE "G. SALES" - ANCONA

CORRISPONDENZA AUTORE:  
Prof. G. Lercker  
giovanni.lercker@unibo.it

È NOTO, FIN DAI TEMPI PIÙ ANTICHI, CHE UNA CORRETTA ALIMENTAZIONE È LA BASE PER UNA CONDIZIONE DI SALUTE OTTIMALE. INFATTI IPPOCRATE (460-377A.C.), PADRE DELLA MODERNA MEDICINA OCCIDENTALE, AFFERMAVA CHE: "LA SALUTE RICHIEDE LA CONOSCENZA DEL POTERE DEI CIBI NATURALI O ELABORATI", LA SCUOLA SALERNITANA (XI°-XII°SEC) SOSTENEVA CHE "IL MEDICO DEL CIBO OSSERVAR DEVE, QUANTO E QUAL SIA, DI CHE SOSTANZA E QUANDO DEBBA PRENDERSI" E LEONARDO DA VINCI RITENEVA CHE "LA VITA DELL'UOMO SI FA DELLE COSE MANGIATE". IN AMBITO NUTRIZIONALE IMPORTANTI SONO I LIPIDI E FRA QUESTI UN RUOLO DI PRIMO PIANO VIENE SVOLTO DALL'OLIO EXTRAVERGINE D'OLIVA.

LE ORIGINI DELL'ALBERO D'OLIVO, DEI SUOI FRUTTI E DELL'OLIO SI PERDONO NELLA NOTTE DEI TEMPI IN QUANTO L'ALBERO SAREBBE COMPARSO NELL'ETÀ ENENEOLITICA O DEL RAME NEL VI MILLENNIO A.C., E, CON I SUOI FRUTTI E L'OLIO, HANNO AVUTO UN RUOLO IMPORTANTE NELLA NUTRIZIONE, NELLA MEDICINA, NELLA VITA DELLE VARIE CIVILTÀ SUCCEDESI DALLA MINOICA ALLA MICENEA A QUELLA ATENIESE A QUELLA LATINA, NELL'ARTE E NELLA LETTERATURA.

COMPARSO IN ITALIA NELL'ETÀ DEL BRONZO, A PARTIRE DAL XVII SECOLO A.C., HA STABILITO CON NOI, DURANTE LA CIVILTÀ ETRUSCA, L'IMPERO ROMANO, E ATTRAVERSO TUTTO IL MEDIO EVO E IL RINASCIMENTO UN MISTERIOSO LEGAME PERCHÉ LA STORIA DI QUESTA PIANTA È LA NOSTRA STORIA, LA SUA FORMA È UNA FORMA UMANA, FORTE, RESISTENTE, TENACE, RICCA DI FRUTTI MA ANCHE FERITA, SOFFERENTE E COMMUOVENTE. L'OLIO EXTRAVERGINE D'OLIVA PERÒ, DA SEMPRE CONSIDERATO A METÀ STRADA FRA ALIMENTO E MEDICINALE, SI STA RIVELANDO IN SEGUITO ALLE CONFERME DI NUMEROSE RECENTI INDAGINI SCIENTIFICHE, IMPORTANTI ANCHE PER GLI ASPETTI SALUTISTICI.

È NOTO INFATTI CHE, GRAZIE AI SUOI NUMEROSI COMPONENTI, PROTEGGE LA MUCOSA GASTRICA, PREVIENE LA FORMAZIONE DI CALCOLI BILIARI, PRODUCE UNA MINORE ATTIVITÀ SECRETIVA DEL PANCREAS, FACILITA L'ASSORBIMENTO DELLE VITAMINE LIPOSOLUBILI, RIDUCE IL RISCHIO DI ALCUNE MALATTIE AUTOIMMUNI, E DI TUMORI DEL SENO E DEL COLON-RETTO, PREVIENE L'ATEROSCLEROSI E LE MALATTIE DEGENERATIVE IN GENERALE. ESSENDO UN ELEMENTO BASILARE DELLA DIETA MEDITERRANEA È, PER I SUDDETTI MOTIVI, CONSIDERATO UN NUTRIENTE FUNZIONALE E NUTRACEUTICO, IL MIGLIOR REGALO CHE POSSIAMO OFFRIRE AL NOSTRO ORGANISMO PER GODERE DI UNA BUONA SALUTE E RENDERCI, CON GLI ALIMENTI, LA VITA GUSTOSA E PIACEVOLE.

## CHEMICAL COMPOSITION AND HEALTHY ASPECTS OF VIRGIN OLIVE OILS

MANY DISEASES ARE CAUSED BY THE UNCONTROLLABLE RECEIPT OF FOOD, ESPECIALLY FOOD CONTAINING IN EXCESS SATURATED FATTY ACIDS (ANIMAL FATS). MEDITERRANEAN COUNTRIES, WHERE OLIVE OIL CONSUMPTION IS HIGH, SUFFER LESS ARTERIOSCLEROSIS AND CARDIOVASCULAR PROBLEMS FROM ANY OTHER COUNTRY IN THE WORLD WHERE THE CONSUMPTION OF ANIMAL FAT IS HIGH. OLIVE OIL IS KNOWN FOR ITS HIGH LEVELS OF MONOUNSATURATED FATTY ACIDS AND IS ALSO A GOOD SOURCE OF PHYTOCHEMICALS INCLUDING POLYPHENOLIC COMPOUNDS, SQUALENE, ALPHA-TOCOPHEROL, CAROTENOID. ACCUMULATING EVIDENCE SUGGESTS THAT OLIVE OIL, AN INTEGRAL INGREDIENT OF THE MEDITERRANEAN DIET, MAY HAVE HEALTH BENEFITS THAT INCLUDE REDUCTION OF RISK FACTOR OF CORONARY HEART DISEASE, PREVENTION OF SEVERAL VARIETIES OF CANCERS, AND MODIFICATION OF IMMUNE AND INFLAMMATORY RESPONSES. OLIVE OIL APPEARS TO BE AN EXAMPLE OF A "NUTRACEUTIC" OR "FUNCTIONAL" FOOD SINCE INFANT AGE, ONE OF THE BEST MEDICAMENTS FOR DELAYING AGING, WITH VARIED COMPONENTS THAT MAY CONTRIBUTE TO ITS OVERALL THERAPEUTIC CHARACTERISTICS.

MAN HAS ALWAYS ACKNOWLEDGED THE IMPORTANCE OF NUTRITION IN ESTABLISHING AND MAINTAINING AN OPTIMUM STATE OF HEALTH. CONFIRMATION OF THIS WAS GIVEN BY HIPPOCRATES (460-377 A.C.) WHO STATED THAT "GOOD HEALTH IMPLIES AN AWARENESS (NOT ONLY OF MAN'S CONSTITUTION BUT ALSO) OF THE POWER OF VARIOUS FOODSTUFFS EITHER IN THE NATURAL STATE OR PREPARED (ACCORDING TO THE ABILITY) AND LEONARDO DA VINCI (1452-1519) MAINTAINED THAT "A MAN'S LIFE DEPENDS ON WHAT HE EATS". THERE ARE WELL-GROUNDED REASONS FOR BELIEVING THAT THE OLIVE OIL IS THE BEST NUTRITIONAL GIFT WE CAN OFFER TO OURSELVES AND HELPS US KEEP GOOD IN HEALTH MAKING OUR LIFE PLEASANT.

## COMPOSIZIONE, TECNOLOGIA E QUALITÀ DEGLI OLI DI OLIVA

Gli oli provenienti dalla lavorazione delle olive rappresentano uno dei più antichi alimenti. Insieme alla pianta di olivo essi sono infatti noti da millenni e, anche se nel tempo hanno avuto qualche altro impiego oltre a quello alimentare, ad esempio come unguento per gli atleti e come fonte di illuminazione, oggi hanno prevalentemente la destinazione di condimento, sostanza grassa di copertura o mezzo di cottura.

Negli ultimi trent'anni si sono verificati profondi cambiamenti nella conoscenza degli aspetti nutrizionali dell'olio di oliva, tanto da considerarlo alla base della cosiddetta "dieta mediterranea" e quindi ricco di importanti principi nutrizionali indispensabili, quali gli acidi grassi monoinsaturi e gli acidi grassi essenziali oltre a particolari componenti della dieta utili alla conservazione delle caratteristiche citate nel tempo e, forse, anche al mantenimento della salute, quali gli antiossidanti. Rispetto a tutti gli altri oli gli oli vergini d'oliva possiedono marcate proprietà organolettiche, carenti o addirittura assenti nelle altre sostanze grasse, a causa delle pratiche tecnologiche imposte per l'acquisizione della commestibilità. In virtù di ciò sono sempre più apprezzati in cucina per la loro capacità di rendere più appetitosi molti cibi e pertanto risultano più diffusi nei consumi.

Senza entrare in merito alle indicazioni della medicina tradizionale basate più sulla tradizione che su dimostrazioni scientifiche, il cospicuo uso alimentare di olio d'oliva tipico dei paesi mediterranei ha spinto numerosi studiosi ad indagare per conoscere meglio i suoi costituenti, gli aspetti nutrizionali e per valutare, su basi scientifiche, la reale utilità per lo stato di benessere dell'uomo.

La rinnovata attenzione per l'alimentazione in generale, e per l'olio d'oliva in particolare, si è maggiormente diffusa quando si è incominciato a sospettare che le più frequenti malattie della società del "benessere", particolarmente evidenti nei paesi industrializzati dell'occidente, anche in popolazioni provenienti dal bacino del mediterraneo, quali obesità, aterosclerosi, ipertensione, diabete, in generale l'invecchiamento precoce e le malattie degenerative, potevano essere favorite da abitudini alimentari molto diverse rispetto a quelle delle popolazioni dei paesi del Mediterraneo. In questi ultimi infatti, sono scarsi, come grassi di condimento, i grassi saturi di derivazione animale o da alcuni oli vegetali ricchi di

grassi saturi, mentre prevale di gran lunga l'olio di oliva e abbondano cereali, frutta e verdura.

La composizione chimica degli oli provenienti dalla lavorazione delle olive è un po' differente a seconda della categoria commerciale e gli oli vergini, costituiti dalle due categorie commerciali più pregiate, hanno composizioni chimiche molto vicine.

La composizione degli oli è il risultato di tanti contributi legati alla produzione e alla trasformazione delle olive.

Naturalmente le caratteristiche e i sistemi di coltivazione dell'oliva sono molto importanti, anche la zona di produzione, intesa come ambiente e clima, fa la sua parte nel contribuire alla genesi di un olio di qualità.

Recentemente, è stato dimostrato come il momento della maturazione e la trasformazione delle olive siano le fasi che maggiormente influenzano la qualità finale dell'olio. Infatti, la perfetta sanità delle olive porterà sempre alla produzione di un buon olio, ma questi sarà di ottima qualità se si sono scelti i parametri di trasformazione ideali a tal fine.

### Composizione della drupa [1-3]

Il frutto è formato dalla parte esterna (epicarpo), che costituisce l'1,5-3,5% del peso della drupa, dalla polpa (mesocarpo), che costituisce il 70-80%, dal nocciolo (endocarpo), il 15-25% e dalla mandorla (seme) pari al 2,5-4%.

I componenti dell'oliva nel suo insieme sono:

**Proteine:** sono costituite dai seguenti aminoacidi in ordine decrescente: arginina, alanina, glicina, leucina, prolina, acido aspartico e acido glutammico;

**Carboidrati:** sono cellulosa ed emicellulosa pari a circa il 3-6% del peso della polpa, pectine 1,5% (idrolizzati durante il processo di maturazione), e zuccheri riduttori solubili (glucosio, fruttosio, mannosio e galattosio);

**Lipidi:** i trigliceridi sintetizzati nel reticolo endoplasmatico, contrariamente a quanto accade nei semi, non vengono incorporati negli oleosomi, che non sono presenti nel frutto di olivo [2, 3]; studi ultrastrutturali hanno mostrato che i triacilgliceroli tendono a fondersi per produrre piccole gocce di olio che si ingrandiscono durante la maturazione fino a raggiungere un diametro di circa 30  $\mu\text{m}$ . Tali gocce di olio sono protette da membrane di polisaccaridi e rappresentate in maggioranza da trigliceridi (triacilgliceroli, TG) e piccole quantità di acidi grassi liberi, digliceridi (diacilgliceroli, DG), monogliceridi (monoacilgliceroli, MG), glicolipidi e fosfolipidi.

Nell'olio, i TG rappresentano il 95-97% della frazione lipidica, mentre DG circa il 1-3,5%, questi ultimi in un olio extravergine a bassa acidità sono presenti nella forma isomerica 1,2-DG, mentre gli 1,3-DG sono presenti in tracce [4, 5]. Oltre a questi, si trovano altri componenti in piccole quantità, che globalmente prendono il nome di "componenti minori", e rappresentano insieme l'1-1,5% dei lipidi totali.

La composizione di TG è particolare e presenta elevati quantitativi di trioleina e altri trigliceridi contenenti acido oleico; la trilinoleina non supera il valore dello 0,2% dei trigliceridi.

La distribuzione degli acidi grassi, nei trigliceridi di diverse sostanze grasse mostra per quelle di origine vegetale la particolare composizione degli acidi grassi nella posizione centrale della glicerina (posizione 2, detta anche posizione b) sempre esterificata con un acido grasso insaturo e per questo utilizzata come uno degli indici di genuinità degli oli ottenuti dalle olive [6].

La composizione degli acidi grassi totali delle sostanze grasse derivate dalle oleaginose a destinazione alimentare più diffuse [1, 7] porta a distinguere le sostanze grasse ad elevato contenuto di acido oleico, quali gli oli da olive e le relativamente nuove varietà di girasole e di cartamo. La composizione dell'olio di oliva indica la prevalenza dell'acido oleico, accanto a ridotti contenuti di acido linoleico e acido palmitico.

### Componenti minori [8-10]

Questi costituenti vengono divisi in due categorie: "componenti minori saponificabili" e "non saponificabili", in base al loro comportamento nella reazione di saponificazione. Tra i componenti minori saponificabili, in quanto spesso legati ad acidi grassi, possiamo ricordare: tocoferoli, metil steroli, alcoli lineari, di- e triterpenici, dialcoli triterpenici, steroli.

Tra i composti non saponificabili troviamo idrocarburi olefinici (squalene) e paraffinici. Sono presenti anche alcuni pigmenti, come i caroteni (principalmente luteina e  $\beta$ -carotene), le clorofille ed i loro derivati (feofitine) [10, 11], gli antociani e i flavonoidi. Tra i componenti minori non saponificabili, nelle condizioni sperimentali convenzionalmente utilizzate, troviamo le sostanze fenoliche. Tra queste, una molecola sempre presente nella drupa è l'oleuropeina (allo stato di glucoside) che è prevalentemente la sostanza causa del sapore amaro delle olive. Anche nell'olio i derivati dell'oleuropeina sono tra i principali responsabili delle sue peculiari caratteristiche gustative (amaro e piccante).

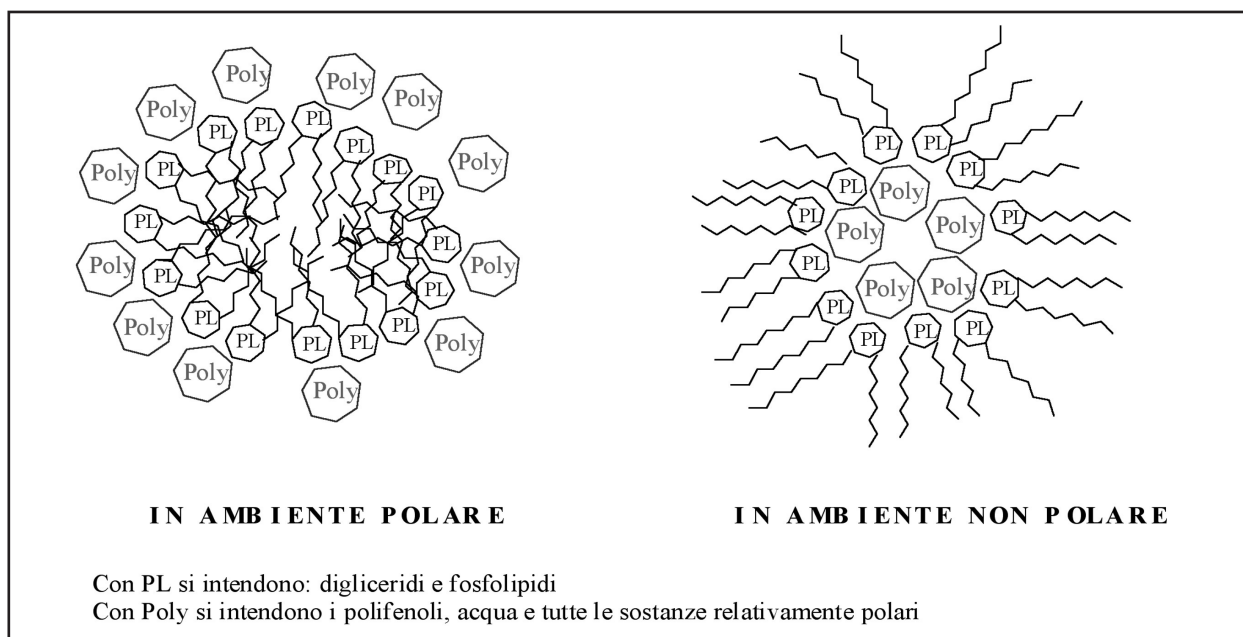
Sul profilo aromatico dell'olio assumono importanza i componenti volatili: i più significativi sono aldeidi, alcoli ed esteri a 6 atomi di carbonio (la trans-2-esenale, il 2-esenolo e l'esenil-acetato) [11, 12].

### Contenuto di acqua degli oli

Un numero molto elevato di campioni di oli extravergini d'oliva sono stati analizzati per misurare il contenuto di acqua: è stato impiegato il metodo di Karl Fischer, in grado di dosarla, in maniera affidabile, anche quando è presente in piccoli quantitativi [13].

Va considerato che non è possibile introdurre acqua nell'olio, come dimostrato dall'impiego in laboratorio di vapore d'acqua, a bassa temperatura sotto vuoto, durante alcune prove preliminari condotte per ottenere piccole quantità di olio deodorato, con questa tecnica. Il motivo di questo comportamento è dovuto alla idrofobicità dell'olio nei confronti dell'acqua come tale e la presenza di acqua in forma dispersa, come dispersione colloidale nell'olio, non visibile ad occhio nudo, ma visibile con un potente microscopio. Il fenomeno della dispersione è reso possibile dalla presenza all'interno delle goccioline d'acqua di sostanze che la stabilizzano: componenti soluti e/o polari, orientati con l'eventuale parte non polare verso l'esterno della gocciolina (Fig. 1).

Questa acqua è da considerare "tecnologica", cioè derivata dal processo di trasformazione delle olive. Processi a due fasi forniscono oli con minore quantità di acqua di quelli ottenuti da processi a tre fasi [13]. L'impianto a molazze genera tendenzialmente oli con minori quantità di acqua, in quanto le condizioni di frangitura sono meno omogeneizzanti di quelle dei frangitori continui. D'altra parte, l'impiego nei sistemi tradizionale della separazione per pressione invece della centrifugazione, determina una minor efficienza nella rimozione dell'acqua: da misurazioni condotte su 32 campioni (8 ottenuti con impianto tradizionale e 24 con sistemi continui a 3 fasi) appena prodotti e non filtrati si è evidenziata una media di 1250 ppm per i sistemi più moderni e 2170 ppm per quelli tradizionali. Ovviamente, in funzione di quanto specificato è presumibile una minor stabilità dell'acqua negli oli ottenuti dai sistemi tradizionali, a seguito di una minore capacità di emulsione. Come noto anche il contenuto di altri costituenti si comporta in maniera differente da processo a processo.



**Figura 1**

La quantità di acqua e le sostanze ad essa associate svolgono un ruolo organolettico particolare: le sostanze polari solubilizzate nel mezzo acquoso si percepiscono in momenti differenti durante l'assaggio dell'olio, in considerazione del fatto che le ghiandole salivari producono saliva che viene costantemente immessa nella cavità orale. Questo è la causa delle diverse sensazioni che si provano all'assaggio dell'olio, dal momento dell'introduzione in bocca fino alla deglutizione.

**Evoluzione dei componenti dell'oliva durante la maturazione [14, 15]**

Nel corso della maturazione del frutto si nota l'evoluzione sia degli acidi grassi che di alcuni costituenti minori. In generale, nel corso della maturazione la percentuale di olio, rispetto alla sostanza secca, aumenta di pari passo con l'invaiaitura, che è il cambiamento di colore da verde fino al viola e marrone-nero delle drupe, mentre diminuisce l'acqua. Dopo tale stadio, l'aumento assoluto dell'olio (inolizione o inoliazione) si fa sempre più tenue, fino ad annullarsi. Con il progredire della maturazione le barriere di protezione si degradano e le sostanze enzimatiche, pur diminuite con la maturazione, sono liberate e possono venire a contatto con l'olio, causando i problemi sopra citati (irrandimento e inacidimento) [12].

**Cultivar delle olive, coltivazione [16, 17]**

Le cultivar di olivo che oggi conosciamo sono il risultato di una selezione millenaria operata preva-

lentemente dall'uomo e legata alla produzione degli oli, per quantità e per qualità.

Le numerose cultivar esistenti in Italia, che si calcola siano diverse centinaia, anche se molte di queste sono il risultato di un adattamento ambientale di altre, si diversificano sia nelle caratteristiche morfologiche che compositive. La resa in olio, la distribuzione degli acidi grassi, la composizione dei costituenti dell'insaponificabile e il contenuto di polifenoli sono legati alla cultivar, all'ambiente di coltivazione e alle condizioni climatiche.

I sistemi di coltivazione influenzano il risultato, rappresentato dalle caratteristiche qualitative dell'olio. È noto, infatti, che l'ambiente (terreno, piovosità, temperatura, umidità) sia molto importante ai fini della qualità finale delle drupe, così come i sistemi di coltivazione (potatura, concimazione, trattamenti fitosanitari, irrigazione).

**La lavorazione delle olive**

La lavorazione delle olive comprende le seguenti fasi [18-20]:

- a) raccolta
- b) trasporto
- c) conservazione
- d) cernita e lavaggio
- e) molitura o frangitura
- f) estrazione dell'olio dalla pasta di olive.

**Maturazione e raccolta [16-23]**

La drupa di olivo accresce con la maturazione il suo contenuto di olio (inolizione o inoliazione della

drupa) fino ad un valore massimo, oltre il quale non va, anzi tende a decrescere leggermente (in assoluto) con il tempo durante la surmaturazione. La maturazione "tecnologica" delle drupe si ottiene in momenti stagionali caratteristici delle cultivar, che differiscono in relazione alla varietà, ed all'andamento climatico dell'annata. Il periodo ottimale della maturazione corrisponde al momento dell'anno nel quale le drupe hanno un determinato grado di maturazione (medio), al quale si colloca la massima quantità assoluta di olio, anche se corrisponde anche al peso più elevato delle drupe e alla loro maggiore turgidità. In queste condizioni ottimali si possono ottenere oli di pregio, a bassa acidità, con sufficiente patrimonio antiossidante e ottimali caratteristiche organolettiche.

Con la surmaturazione, oltre la diminuzione dei componenti fenolici antiossidanti, gli enzimi riducono progressivamente la loro attività, diminuendo idrolisi e ossidazione, ma è comunque vero che gli oli che si ottengono possono essere poco caratterizzati dal punto di vista organolettico (oli delicati), avranno una minore stabilità e in certi casi possono mostrare un'acidità relativamente elevata.

Una raccolta anticipata, rispetto al momento ottimale, fornisce una minore resa in olio e genera oli più ricchi in fenoli e polifenoli, caratterizzati da sapori più amari, astringenti e piccanti, ma contemporaneamente molto stabili alla conservazione. Sono oli che risultano buoni al consumo dopo qualche mese, a causa dell'inevitabile degradazione ossidativa di parte dei polifenoli.

### **Conservazione delle olive [18-20, 24]**

Il tempo e le modalità di conservazione delle olive sono molto importanti ai fini della qualità organolettica dell'olio prodotto e della sua serbevolezza. Le drupe di olivo, come tutti i frutti, "respirano" durante la conservazione con sviluppo di calore e consumo anche di fenoli e polifenoli. Lo sviluppo di calore spesso localizzato nei punti di contatto e di pressione, frutto contro frutto, si può fronteggiare dissipando il calore con una buona aerazione dei contenitori, che devono avere lo strato di olive ridotto al minimo possibile (10 - 15 cm).

### **Frangitura delle olive [8-20, 25-28]**

I sistemi di frangitura hanno visto un'evoluzione che, a partire da una frangitura ottenuta in una specie di mortaio, è arrivata ai sistemi meccanizzati attuali continui e rapidi. Anche in questa operazione,

la violenza del sistema di frangitura provoca una rottura delle piccole goccioline di olio che, riducendosi ulteriormente di diametro, richiedono tempi più lunghi di gramolazione della pasta di oliva per potersi unire fra di loro fino al raggiungimento delle dimensioni che ne permettano l'estrazione dalla pasta ( $> 0,30 \mu\text{m}$ ). Questo può creare problemi nella lavorazione delle olive scarse in fenoli e polifenoli, in relazione ad un loro maggiore consumo; infatti, un più elevato rapporto tra superficie delle goccioline d'olio e volume della pasta di olive ed una più efficiente estrazione dei componenti minori e presenza degli enzimi attivi all'interfaccia olio-pasta ne riduce il contenuto.

Il sistema tradizionale a molazze è sicuramente poco violento ed è un mezzo di frangitura che già opera contemporaneamente una specie di gramolatura della pasta, tanto è vero che con questo sistema di frangitura spesso tale fase viene evitata.

I frangitori a martelli, a dischi, a dischi dentati e a cono, adottati dagli impianti continui di lavorazione delle olive, sono invece relativamente molto violenti e inducono tempi lunghi di gramolatura per ottenere una resa in olio sufficiente. Inoltre, lo sminuzzamento e, in molti sostengono, il forte calore prodotto dal mulino provocano un incremento delle velocità delle reazioni enzimatiche, tra l'altro attive per i necessari tempi più lunghi di gramolazione.

### **Gramolazione della pasta [18-20, 24, 28, 29-32]**

Il contatto olio-pasta di olive, particolarmente prolungato in gramolazione, è indispensabile alla genesi degli aromi caratteristici degli oli d'oliva, che ne condizioneranno le caratteristiche organolettiche (olfattive e retroolfattive). Infatti, attraverso una serie di reazioni enzimatiche ("ciclo della lipossigenasi") [33, 34] che partono dalla produzione di particolari idroperossidi, il contatto olio-pasta incrementa la formazione di diversi componenti volatili, in proporzioni quantitative particolari determinate dalle attività enzimatiche caratteristiche, per intensità e natura, di ciascuna cultivar. Tuttavia, i meccanismi perossidativi iniziali sono in grado di promuovere anche una serie di trasformazioni chimiche di tipo ossidativo collaterali, tra cui la distruzione dei polifenoli più labili. Da una parte si ottiene un "affinamento" delle caratteristiche organolettiche, con diminuzione del gusto amaro, piccante ed astringente, dall'altra si riduce il patrimonio degli antiossidanti contenuti nell'olio (acquisiti dalla pasta): questi effetti saranno condizionanti il tempo di conservazione dell'olio, una volta separato dalla pasta. Le

reazioni che avvengono, indotte da meccanismi di tipo biochimico, avvengono per via chimica anche durante la conservazione dell'olio prima del consumo, anche se molto più lentamente. La dotazione in polifenoli di un olio consente di limitare l'ossidazione chimica durante la conservazione (in confezione sigillata) consumando il poco o molto ossigeno presente, preservando gli acidi grassi insaturi e quindi le caratteristiche organolettiche dell'olio. Quando i polifenoli sono pochi, l'ossigeno presente nella confezione può intaccare anche gli acidi grassi insaturi e produrre degradazione organolettica fino ad arrivare alla rancidità.

Olive ricche in fenoli e polifenoli possono subire una gramolazione più prolungata, in quanto ne rimarranno sempre abbastanza per la conservazione dell'olio, mentre olive povere in tali antiossidanti sono destinate alla produzione di oli meno stabili. In altre parole, esiste un intervallo di tempo più ampio e tranquillo nella scelta del periodo di gramolazione della pasta per olive dotate in polifenoli, legata anche al tipo di frangitura delle olive, per poter produrre oli stabili e ottenere massime rese in olio.

L'acqua di vegetazione eventualmente più o meno diluita rispetto a quella dovuta alla scelta tecnologica (impianti a tre fasi), che va via via emulsionandosi all'olio, sia in questa fase che in quella precedente della frangitura, si stabilizza dal punto di vista chimico-fisico attraverso la soluzione e l'inglobamento di sostanze più o meno polari contenute nella parte vegetale della pasta di olive. Analogamente si comporta l'olio, che però può acquisire per contatto superficiale solo sostanze poco polari o non polari.

Alla fine della gramolatura la fase oleosa più o meno separata da quella solida umida, ha già la composizione più simile a quella dell'olio che si estrarrà.

#### **Separazione dell'olio [18-20, 24, 29-34]**

Operate le scelte precedenti in maniera ottimale, la separazione dell'olio dalla pasta dovrebbe essere condotta con il sistema meno alterante possibile: cioè con l'apparecchiatura che influenzi poco le caratteristiche dell'olio e la sua futura stabilità. Per quest'ultimo aspetto, si dovrebbe impiegare il mezzo più rapido di separazione dell'olio dalla pasta, in quanto capace di ridurre al minimo l'ulteriore contatto olio-pasta, poco gradito nel caso fosse critico a causa della modesta dotazione fenolica.

Per quanto riguarda altre interazioni da evitare durante la separazione dell'olio dalla pasta, l'impiego di acqua per la fluidificazione delle paste di oliva

negli impianti di separazione per centrifugazione (decanter) a tre fasi (o a due fasi e mezzo) è causa di riduzione del contenuto di fenoli e polifenoli per modifica degli equilibri, particolarmente critica nel caso di olive poco dotate di tali componenti. Oltre a questo, molta attenzione va posta nella verifica della qualità dell'acqua in relazione alla presenza di inquinanti liposolubili (ad es. gli alo-idrocarburi).

#### **Filtrazione dell'olio [35, 36]**

La maggior parte degli impianti di lavorazione delle olive, produce oli "velati" o leggermente torbidi; una considerazione a parte va fatta per gli oli ottenuti con l'impianto "Baglioni" [35] che è in grado di associare all'olio una torbidità particolare, relativamente stabile nel tempo. La velatura degli oli è generalmente perduta, attraverso una deposizione più o meno rapida (2-4 mesi) dei componenti in sospensione-dispersione: questo deposito non è gradito dalla gran parte dei consumatori, per cui la prevalenza degli oli prodotti sono filtrati all'origine. Questa scelta aumenta la serbevolezza dell'olio [28] ed evita che il precipitato ricco in acqua, in seguito a fermentazione degli zuccheri da parte dei lieviti [37, 38], porti in tempi brevi al difetto di "avvinato" nell'olio.

I sistemi di filtrazione operano anche una specie di parziale essiccazione che porta ad una "brillantatura" del prodotto finito.

Prove condotte sugli oli velati e su quelli torbidi, hanno dimostrato un effetto di leggera diminuzione di stabilità per quelli velati [35], mentre si è registrato un aumento di stabilità per quelli torbidi (processo Baglioni) [35, 39].

#### **Confezionamento dell'olio [40]**

Il confezionamento dell'olio non è una fase superflua della lavorazione delle olive per produrre olio, in quanto può essere causa di riduzione o di mantenimento della stabilità del prodotto al commercio.

Gli oli vergini, ma in misura minore anche le miscele con i raffinati, sono soggetti a subire l'ossidazione fotosensibilizzata (foto-ossidazione), a causa della presenza di clorofille. Tale tipo di modificazione ossidativa è particolarmente rapida, sapendo che si sviluppa, per gli acidi grassi monoinsaturi come l'acido oleico, circa 30.000 volte più velocemente alla stessa temperatura rispetto all'auto-ossidazione (ossidazione radicalica). Inoltre, per ridurre l'ossidazione chimica dell'olio (auto-ossidazione), un buon accorgimento è quello di eliminare parte del-

l'ossigeno contenuto nella confezione con l'impiego della goccia di azoto liquido, che scaccia l'aria dello spazio di testa della bottiglia, prima dell'inserimento della capsula sulla bottiglia.

#### L'idrolisi delle sostanze grasse [35, 41-44]

Il meccanismo d'idrolisi delle sostanze grasse porta alla liberazione di acidi grassi, con conseguente ulteriore inacidimento. L'acidità libera è capace di catalizzare l'idrolisi stessa, causando un andamento dell'acidificazione esponenziale nel tempo.

L'acidità libera è un buon parametro della qualità di un olio ed in particolare della qualità della materia prima, l'oliva, in quanto le caratteristiche negative delle olive da trasformare porteranno a valori non trascurabili di acidità dell'olio a fine lavorazione. Infatti, lo stato di surmaturazione delle olive, la mancanza d'integrità fisica, il raggrinzimento, l'ammuffimento e la fermentazione delle drupe ("riscaldamento"), portano inevitabilmente a valori d'acidità più elevati fino a superare quelli previsti per gli oli extra vergini.

Quando l'acidità dell'olio viene ridotta o addirittura eliminata, per effetto della rettificazione (della raffinazione) o per operazioni fraudolente (deodorazione soft), è possibile determinare il contenuto e la composizione dei digliceridi per valutare il livello d'inacidimento originario dell'olio. Infatti, i digliceridi sono "compagni" degli acidi liberi nell'idrolisi delle sostanze grasse, ma sono anche sostanze impossibili da eliminare per via tecnologica o fraudolenta. Ciò consente di stabilire la situazione pregressa dell'acidità, come se si misurasse l'acidità all'origine, oltre a valutare le condizioni di conservazione basandosi sul rapporto 1,2-/1,3-digliceridi, che diminuisce con la conservazione.

È stato dimostrato che gli acidi liberi provocano un'accelerazione della degradazione ossidativa a causa dell'azione dei gruppi carbossilici sugli idroperossidi degli acidi grassi [35, 41-44], che vengono così decomposti con produzione di radicali. L'acidità rende più breve la conservazione dell'olio, per l'effetto idrolitico promotore dell'azione ossidante.

La presenza di microgoccioline di acqua satura di componenti polari e sali inorganici, contribuisce all'idrolisi di glucosidi dei polifenoli, che nel tempo origina gli agliconi corrispondenti, più solubili nella fase lipidica e capaci di contribuire alla stabilità dell'olio durante prolungate conservazioni. Questo meccanismo è unico per gli oli alimentari, in quanto solo gli oli vergini di oliva sono in grado di attuarlo, poiché

tutti gli altri oli eduli sono raffinati e perdono i corrispondenti composti nativi.

#### Gli enzimi e la stabilità degli oli d'oliva [45]

Gli enzimi che ossidano le sostanze grasse sono caratteristici dei sistemi vegetali (lipossidasi), anche di quelli che hanno piccole presenze di lipidi. Tra gli enzimi che interessano i lipidi, oltre alle lipasi, sono importanti le perossidasi, le lipossigenasi e, per alcuni aspetti, le polifenolossidasi. La drupa contiene micro-gocce di sostanza grassa nella polpa, racchiuse in vacuoli circondati da membrane che portano questi enzimi sulla parete esterna. Quando, per qualsiasi evento (ferita, ammaccatura, riscaldamento, raggrinzimento, surmaturazione, frangitura) la drupa viene danneggiata, gli enzimi vengono a contatto con la sostanza grassa, che è il loro substrato d'azione. Si innescano così ossidazioni, perossidazioni e lipolisi, maggiorate poi da una frangitura violenta, che proseguono in funzione del tempo e della temperatura nella fase di gramolazione della pasta (spesso prolungata per ottenere una buona resa in olio). La polifenolossidasi agisce sui polifenoli ossidandoli e facendo cambiare il colore alla pasta di olive, che raggiunge la colorazione viola caratteristica. Questa azione rallenta fino a fermarsi per effetto dell'inibizione delle polifenolossidasi da parte degli stessi prodotti di ossidazione dei polifenoli.

La presenza di lipossigenasi e di perossidasi provoca la formazione e la distruzione più o meno selettiva di idroperossidi che poi sono in parte trasformati, mediante una cascata di altri enzimi, nei componenti relativamente volatili caratteristici dell'aroma dei buoni oli d'oliva. Tuttavia, una parte degli idroperossidi andrà a distruggere un certo quantitativo di antiossidanti. Pertanto, fra lipossigenasi, perossidasi e polifenolossidasi, gli antiossidanti, che sopravvivono, possono non essere così tanti da sciogliersi nell'olio in quantità sufficiente alla sua stabilizzazione, a causa della competizione delle acque di vegetazione.

Inoltre, quegli stessi enzimi contenuti nella mandorla all'interno del nocciolo sono molto più attivi di quelli della polpa [41], rendendo ancor più problematica la situazione.

Una frangitura violenta come ad esempio quella di un frangitore a martelli, provoca un'ulteriore suddivisione delle goccioline d'olio con incremento delle relative superfici. Questo aumento della superficie di contatto olio-pasta porta ad una più elevata esposizione all'azione enzimatica e provoca un'accelerazione

zione di tutte le interazioni legate al contatto olio-pasta (formazione di aromi, ossidazione, idrolisi, dissoluzione di componenti minori).

Nella stessa direzione va il riscaldamento della gramola che porta più rapidamente ad una migliore separazione dell'olio e ad una resa più elevata, ma anche ad una riduzione dell'intervallo di tempo ottimale per la produzione di un buon prodotto, che abbia la possibilità di conservare le proprie caratteristiche organolettiche.

L'acqua presente negli oli vergini di oliva, consente la sopravvivenza di microrganismi [37, 38] e dei loro enzimi, anche se confinati in strutture poco interattive con la fase lipidica. Tuttavia, c'è da attendersi che dove l'acqua è maggiormente presente (impianti a tre fasi più di quelli a due fasi) la stabilità nel tempo sia minore per l'olio.

Le pratiche tecnologiche possono provocare una riduzione di capacità dell'olio di conservarsi. Infatti, le scelte operative possono diminuire o meno il contenuto di sostanze antiossidanti dell'olio. Il contatto olio-pasta di olive, soprattutto nella fase di gramolazione, porta alla formazione di buona parte dell'aroma, ma provoca anche un calo dei fenoli e polifenoli antiossidanti, se eccessivamente prolungata. Esiste una specie di compromesso che è necessario trovare fra caratteristiche organolettiche e stabilità (conservazione o serbevolezza) futura dell'olio, oltre l'importantissimo parametro della resa in olio. Tale compromesso corrisponde ad un intervallo di tempo ottimale, che può essere più o meno ampio, in relazione alle condizioni di temperatura e di lavorazione, oltre che funzione delle caratteristiche delle olive (sanità, integrità, patrimonio di antiossidanti, ecc). Per questi aspetti la "denocciatura" delle olive prima della trasformazione renderebbe più lenti tutti i processi enzimatici. Questo consentirebbe un più ampio intervallo di tempo per ottimizzare le caratteristiche dell'olio, senza rinunciare alla massima resa. Tale effetto è da attribuire alla maggiore attività degli enzimi della mandorla, rispetto a quelli contenuti nella polpa [26-28, 45]. Elevati contenuti di antiossidanti (fenoli, polifenoli, tocoferoli) rendono più ampio tale intervallo facendo rischiare meno per il futuro dell'olio.

Queste conoscenze non sono note a tutti, soprattutto a livello di produzione, ma la realizzazione di oli extravergini di buona qualità è possibile per molti produttori, che si basano sull'esperienza. Il motivo che spiega la produzione di oli di scarsa qualità è

l'insufficiente remunerazione ottenuta per i prodotti con grandi caratteristiche, rispetto alle maggiori spese da sostenere per produrli.

Alla luce delle più recenti scoperte sulla presenza di tanti costituenti importanti dal punto di vista salustico, per i quali è possibile ottenere una maggiore quantità in funzione della scelta dei parametri produttivi, assume una certa importanza delineare le possibilità di dichiarazione di queste caratteristiche che gli oli vergini di oliva possono vantare.

## **ASPETTI NUTRIZIONALI E SALUSTICI**

### **La Civiltà Romana**

Secondo alcuni, in base al rinvenimento di noccioli di olive, la presenza dell'olivo e quindi la produzione dell'olio d'oliva in Italia risale all'età del Bronzo, in particolare a partire dal XVII secolo a.C. e non sarebbe iniziata nel VI secolo a.C. importandola dalla Grecia [46-48]. È comunque accertato che dopo la fine della terza guerra punica (146 a.C.) la coltivazione dell'olivo, già presente negli Etruschi da molti secoli, fu diffusa in tutti i territori del mediterraneo e, sotto il dominio romano, avendo istruito gli agricoltori sulle modalità della coltivazione degli alberi di olivo e della produzione dell'olio, tali coltivazioni furono diffuse in tutte le regioni del bacino del mediterraneo da loro occupate [49]. Enormi territori erano coperti da immensi oliveti il cui olio riforniva la capitale e l'esercito stanziato lungo i confini settentrionali dell'Impero, dove l'olivo non poteva crescere [50, 51]. Il commercio dell'olio, con quello dei cereali, era il più importante dell'impero: coinvolgeva ogni anno intere flotte che attraversavano il Mediterraneo e risalivano i fiumi navigabili sotto il controllo diretto o indiretto dello Stato romano.

Il dominio di Roma in tutto il Mediterraneo rappresenta pertanto l'epoca antica di maggior sviluppo dell'olivo, in cui i momenti di produzione, spremitura, conservazione, commercio e consumo dell'olio d'oliva, si intrecciano significativamente allo sviluppo delle strutture agrarie, dell'organizzazione della proprietà terriera e alle scelte fondamentali della politica annona. In Africa settentrionale gli oliveti occupavano superfici notevolmente estese, spesso proprietà dello stesso Imperatore, con migliaia di alberi e numerosissimi frantoi nei quali lavoravano di solito gli schiavi. Furono introdotti alcuni importanti perfezionamenti nella tecnologia olearia e numerose opere latine di agronomia scritte a partire dal II secolo a.C. da



Catone (234-149 a.C.), Columella (I sec.d.C.) ed altri che indicavano ai proprietari terrieri le migliori forme di coltivazione da adottare e tutti gli opportuni accorgimenti nelle pratiche di potatura e concimazione. All'inizio del I secolo d.C. in Italia veniva prodotta una quantità enorme di olio tanto da far diminuire notevolmente il prezzo e da essere esportato nelle province. Con la diffusione della religione cristiana, l'olio veniva usato come mezzo terapeutico, ad imitazione del comportamento degli apostoli che ungevano i malati per curarli [63]. Sotto Settimio Severo (146-211 d.C.) cominciarono le distribuzioni gratuite, almeno alle masse popolari urbane, che continuarono nei secoli successivi fino al IV-V secolo [48, 53].

A Roma un immenso cumulo di anfore rotte, sembra anfore betiche provenienti dalla Spagna Betica, accumulate tra il I e il III secolo d.C. nelle vicinanze delle installazioni portuali sul Tevere, hanno creato un monte alto circa 50 metri, con una superficie di circa 22.000 m<sup>2</sup>, il Monte Testaccio [54].

Sotto il regno di Costantino (IV secolo d.C.) nella capitale dell'Impero esistevano 250 forni per il pane e ben 2300 distributori di olio che fornivano ai cittadini l'olio per cucinare, per la cosmesi, per i massaggi e la cura del corpo alle terme, per la palestra, per accendere le lampade votive, per l'illuminazione, ecc.

### Dal Medio Evo ad oggi

Con la lenta ma progressiva decadenza dell'impero romano dal III-IV secolo d.C., e l'avvento dei Goti dal Nord Europa, degli Unni dal Caucaso, dei Visigoti in Portogallo e Spagna, dei Vandali nel Nord Africa, degli Ostrogoti dal sud-est dell'Europa ed infine, in epoca successiva, delle armate maomettane dall'Arabia in tutto il Nord Africa fino ad una parte della Spagna, i controlli statali sulla produzione dell'olio iniziano a diminuire fino a scomparire del tutto con la fine dell'impero di Giustiniano (482-565 d.C.) nel V-VI secolo. Ne seguì una drastica riduzione nella produzione con gravi ripercussioni per la mancanza di un alimento tanto importante per intere popolazioni. Con l'avvento del Medio Evo, gli ordini religiosi cristiani, per l'estendersi delle loro proprietà, vengono a possedere la maggior parte degli olivi ancora coltivati e l'olio fu prodotto in una certa quantità dai monaci, in particolare perché simbolo di pace e di fratellanza [55, 56]. Viene però soprattutto usato a scopi religiosi cristiani, come parte essenziale di parecchi riti solenni e per le lampade che, con olio d'oliva consacrato, sono fonte di luce ed ardono sugli altari e davanti

all'immagine del Santissimo secondo quanto prescritto dalla Sacra Scrittura.

La principale destinazione liturgica dell'olio d'oliva durante tutto il Medio Evo, rispetto a quella alimentare, e la ridotta produzione rende l'olio d'oliva un alimento sempre più prezioso tanto da essere considerato, in alcuni casi, come denaro contante: si trova solo alla mensa dei ricchi e delle autorità religiose. Dopo lungo silenzio, non soltanto nel campo della scienza medica, fra il IX e il XII secolo, nasce e si sviluppa la Scuola Salernitana che da impulso al progresso della medicina, della scienza medica ospedaliera, del rinascimento scientifico in generale e dell'alimentazione sostenendo che "il medico del cibo osservare deve, quanto e qual sia, di che sostanza e quando debba prendersi" [57]. I suoi maestri furono i primi, nell'Occidente latino, a usare le opere di Aristotele da poco tradotte, i Libri naturales nella produzione scientifica e medica. Durante il sec. XII, la civitas Hippocratica divenne un centro per la diffusione di dottrine filosofiche e scientifiche, e insieme una scuola completamente rinnovata per il suo insegnamento medico [57].

Da Salerno, sede della Scuola Salernitana luogo di nascita e vivaio di quello che è stato chiamato il rinascimento scientifico, fino alla fine del Medio Evo, la coltura dell'olivo si diffonde progressivamente in tutta l'Italia e poi nei paesi vicini: il commercio viene favorito, dal XII secolo, dalle nuove repubbliche marinare di Venezia e di Genova. L'albero dell'olivo e l'olio torna ad essere, come un tempo, oggetto prediletto di poeti e letterati [58]. Il panorama dei paesi affacciati sul Mediterraneo torna ad apparire coperto di oliveti ed il commercio oleario raggiunge nuovamente l'importanza dei traffici antichi. Navi cariche di barili d'olio e carovane di animali da carico che trasportano olio contenuto in otri di pelle partono dalle regioni olearie per raggiungere il Nord Europa: si stabilisce un nuovo equilibrio alimentare e, dopo le raccolte culinarie del Medio Evo, compaiono i libri di cucina con numerose nuove ricette culinarie [59, 60]. Dal 1600 la coltivazione dell'olivo in Italia si estende tanto che gli oliveti diventano una caratteristica paesaggistica di molte zone costiere, di laghi ed in particolare del meridione [58]. Oggi alcune piantagioni di olivi del nostro sud per la loro bellezza e maestosità sono state dichiarate, dall'UNESCO, patrimonio dell'umanità. La attuale produzione d'olio d'oliva in Italia, pari a circa 550 mila tonnellate, è per circa il 50% prodotta in Puglia: seguono, come regioni più produttive, la Calabria e la Sicilia.

Assieme con l'olivo si è quindi diffusa, grazie

anche ai nostri emigranti, dapprima nel mediterraneo e poi, nel mondo, una abitudine ed una cultura alimentare, frutto della tradizione, della saggezza e dell'esperienza di molti millenni, che recentemente è stata riscoperta dalla scienza contemporanea e battezzata come Dieta Mediterranea. Nel Nuovo Mondo e molto dopo in Australia, all'esportazione dell'olio seguì la trasmissione delle tecniche di coltura dell'olivo e della produzione dell'olio, con le stesse modalità che avevano permesso la diffusione dell'olivo in tutto il bacino del Mediterraneo.

### Olio d'oliva e aspetti salutistici nell'antichità

Come risulta dalle opere di Omero, il medico preistorico stregone e/o sacerdote, il medico ippocratico, ed il medico filosofo, evidenziarono, fin dai tempi più antichi, le proprietà curative dell'olio d'oliva per cui fu tradizionalmente considerato come una sostanza a metà strada tra l'alimento ed il medicinale [61].

L'olio d'oliva era infatti diventato indispensabile per l'igiene del corpo, per la cosmesi, per ripulire e favorire la guarigione delle ferite, per i massaggi muscolari ed articolari nei guerrieri e nei lottatori con lo scopo di recuperare la funzione e ridurre i dolori dei vari traumi, per ravvivare e conservare i capelli e il loro colore naturale. Successivamente è stato impiegato per la cura dei sofferenti di stomaco, di fegato e di intestino, della cute ustionata, per preservare la cute dai raggi solari.

Ippocrate (460-377 a.C.) consigliava il succo di olive fresche per curare le malattie mentali ed impacchi di olive macerate per guarire le ulcere.

Plinio il Vecchio (24-79 d.C.) affermava che "due sono i liquidi più graditi al corpo umano: all'interno il vino, all'esterno l'olio". L'olio veniva usato anche per combattere le febbri, quale antidoto per alcuni veleni, come antielmintico, emolliente e lassativo. Associato ad altre sostanze veniva usato per preparare molti medicinali: Plinio ne descriveva ben 48 [47, 51]. Quando l'olio invecchiava veniva utilizzato per scaldare il corpo e provocare il sudore ed anche per dissipare la letargia e le convulsioni da tetano [48]. L'uso medico dell'olio d'oliva nell'era romana raggiunse il massimo splendore nel II secolo d.C. [51]

Nel medio evo e durante tutto il Rinascimento l'olio di oliva è stato inoltre usato per curare le infezioni ginecologiche e nelle abbazie il "monachus infirmorum", medico e speziale, preparava anche una mistura a base di olio, vino e bianco d'uovo, il cosiddetto balsamo del Samaritano, che fino a non molto tempo

fa, in alcune zone, costituiva un rimedio di una certa validità contro le scottature e i gonfiori. All'olio venivano riconosciute proprietà nella cura delle cardiopatie, della febbre, e come ipotensivo, antidiabetico, emolliente e diuretico. Molte di queste indicazioni sono state quindi codificate nel IX-XII secolo negli scritti della Scuola Medica Salernitana, prima scuola medica dell'occidente e autrice del primo testo di clinica medica italiana. In tutte le antiche farmacie non mancava mai il vaso dell'Oleum [55, 57].

Fino a tutto l'ottocento l'olio d'oliva è stato usato anche per curare l'otite e come blando purgante e, fino a pochi anni fa, prima della disponibilità della vitamina D, gli anziani agricoltori lo impiegavano per massaggiare i bambini rachitici, per cospargere le gengive colpite da piorrea, per le nevriti, per le distorsioni, per estrarre le spine da sotto la pelle, per curare il mal di pancia, per ammorbidire i duroni dei piedi e, con erbe revulsive, per la caduta dei capelli. Furono anche affinate le tecniche per la preparazione con l'olio di preziosi balsami e profumi [47, 48, 51]. Anche oggi si ricorre a certi accorgimenti di un tempo, anche se non sempre con successo, dove l'olio d'oliva extra vergine costituisce un elemento fondamentale [62, 63].

L'olio d'oliva è chimicamente costituito per il 98-99% da una parte "saponificabile", rappresentata per la quasi totalità da trigliceridi, esteri della glicerina con acidi grassi, la cui composizione è dominata da acidi grassi monoinsaturi in una quantità media pari al 75% circa (con netta prevalenza dell'acido oleico), da acidi grassi saturi in una quantità pari al 12-16% circa (tra cui predomina il palmitico 7-15% e in piccola parte da stearico 2-6%), da acidi polinsaturi in una quantità media pari a circa il 9% (con prevalenza di acido linoleico e limitate quantità di  $\alpha$ -linolenico) (Tab. I-III) [64-69]. Il restante 1-2% è costituito dalla parte "insaponificabile" rappresentata da "costituenti minori" sostanze però di notevole importanza nutrizionale [70].

Se si analizzano i componenti dei lipidi dell'organismo umano si constata che sono costituiti da circa il 65-87% da acido oleico, per il 17-21% da acido palmitico, e per il 5-6,5% da acido stearico. Per alcuni aspetti quindi esistono delle affinità percentuali fra la composizione biochimica dei lipidi dell'olio d'oliva e di quelli dell'uomo. Gli acidi grassi insaturi essenziali, acido linoleico e  $\alpha$ -linolenico, sono invece contenuti nell'olio d'oliva in proporzioni percentuali simili a quelle del latte materno, alimento

cardine della dieta del lattante (Tab. II-III) [64, 67-69]. Tutto ciò potrebbe, secondo alcuni, spiegare, in qualche modo, da un lato la facile digeribilità ed assimilazione e dall'altro alcuni dei non pochi effetti benefici dell'olio d'oliva.

Oltre ai lipidi ora riportati, l'olio d'oliva extravergine contiene oltre 200 componenti diversi, i così detti "costituenti minori" su citati, appartenenti a varie classi, quali steroli, squalene, fenoli, polifenoli, tocoferoli, alcoli alifatici e triterpenici, clorofilla, vitamine A, D, E, K ecc. Tali componenti, anche se presenti in quantità minime, influiscono in maniera determinante sulle qualità organolettiche (colore, odore, sapore, acidità), sugli aspetti merceologici, sulla possibilità di conservazione dell'olio stesso ma sono anche costituenti indispensabili alle normali attività metaboliche e allo stato di benessere dell'organismo umano [32, 71-75].

Le caratteristiche dell'olio d'oliva extra vergine ora riportate sono dovute al fatto che è ottenuto, come previsto anche dalle normative internazionali, per sem-

plici trattamenti meccanici e fisici seguiti da filtrazione. Infatti secondo la definizione di oli vergini di oliva riportata nel Reg. CE 1513/01 l'olio extravergine d'oliva deve essere "...ottenuto dal frutto dell'olivo soltanto mediante processi meccanici o altri processi fisici, in condizioni che non causano alterazione dell'olio... sono esclusi gli oli ottenuti mediante solvente o con coadiuvanti ad azione chimica o biochimica, i processi di riesterificazione e qualsiasi miscela con oli di altra natura." Con tale sistema di produzione l'olio mantiene immutato sia il contenuto lipidico, sia il contenuto di "componenti minori", in particolare di antiossidanti. I composti minori, ed in particolare gli antiossidanti, tanto importanti da un punto di vista "nutraceutico", in tutti gli altri tipi di oli durante il processo di raffinazione vengono in pratica quasi completamente dimezzati e persi [76].

#### Aspetti nutraceutici dell'olio extravergine d'oliva

La particolare fragranza conferita agli alimenti dall'olio d'oliva e dai suoi componenti, rende le varie

**Tabella I** - Composizione percentuale degli acidi grassi [64] dei principali oli e grassi e punto di fumo

| Oli e Grassi              | Saturi    | Monoinsaturi | Polinsaturi | Punto di Fumo |        |
|---------------------------|-----------|--------------|-------------|---------------|--------|
|                           |           |              |             | A [65]        | B [66] |
| Olio di arachide          | 14,5-26,9 | 37,1-69,4    | 14,0-43,1   | 232 °C        | 198 °C |
| Olio di cocco             | 82,0-100  | 5,4-8,3      | 1,0-2,3     | 180 °C        | 194 °C |
| Olio di girasole          | 9,2-16,4  | 14,0-39,8    | 48,3-74,2   | 232 °C        | 209 °C |
| Olio di mais              | 9,9-21,9  | 20,2-42,7    | 39,9-64,0   | 232 °C        |        |
| <b>Olio di oliva e.v.</b> | 8,0-26,1  | 55,0-86,9    | 3,5-21,0    | 210 °C        |        |
| Olio di palma             | 45,0-57,0 | 36,0-44,0    | 6,5-12,5    | 180 °C        | 223 °C |
| Olio di palmisti          | 77,0-87,0 | 12,0-19,2    | 1,0-3,7     |               |        |
| Olio di soia              | 11,1-20,3 | 17,7-26,7    | 55,3-66,6   | 232 °C        | 213 °C |
| Burro                     | 53,2-67,5 | 20-27        | 3,4-5,5     | 149°C         |        |
| Margarina                 | 33,8-71,5 | 36,78        | 17,64       | 170°C         |        |
| Strutto                   | 43        | 43           | 12          | 191 °C        |        |

**Tabella II** – Apporto di omega-6 e omega-3 con olio extravergine d'oliva e 200 ml di latte materno

|  |  |
|--|--|
| 1 cucchiaino di olio (13 ml corrispondenti a 11,7 g di cui 7,85 % sono omega-6 e 0,99 % sono omega-3)              | 918,5 mg di omega-6<br>115,8 mg di omega-3             |
| La quantità somministrata con ogni pappa, contiene:  | Rapporto omega-6/omega-3 = 7,85 / 0,99 = 7,93* = 7,9:1 |
| 200 ml di latte (corrispondenti a 206 g, al 3,6** % di grasso, di cui 14,5** % sono omega-6 e 2,1%** sono omega-3) | 1075 mg di omega-6<br>156 mg di omega-3                |
|  | Rapporto omega-6/omega-3 = 14,5/2,1 = 6,90 = 6,9:1     |

(\*) E. Carnovale, L. Marletta, (1997) [67].

(\*\*) Valori medi da Tabella III

**Tabella III** – Composizione percentuale media degli acidi grassi di alcune matrici

|                               | Olio di oliva [64] | Latte umano [67] | Latte umano [68] | Latte di vacca [69] |
|-------------------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------------|
| <b>Saturi</b>                 |                    |                  |                  |                     |
| 4:0 Ac. butirrico             | -                  | -                |                  | 2,7-3,3             |
| 6:0 Ac. capronico             | -                  | -                |                  | 0,9-1,2             |
| 8:0 Ac. caprilico             | -                  | -                | 0,2-0,3          | 0,4-0,8             |
| 10:0 Ac. caprico              | -                  | 0,3-2,5          | 1,5-2,4          | 1,7-2,7             |
| 12:0 Ac. laurico              | -                  | 9,1-14,0         | 4,2-13,8         | 2,1-3,4             |
| 14:0 Ac. miristico            | 0,0-0,05           | 10,7-14,9        | 3,6-12,1         | 8,9-11,0            |
| 16:0 Ac. palmitico            | 7,5-20,0           | 20,4-24,4        | 18,6-23,0        | 26,8-31,2           |
| 18:0 Ac. stearico             | 0,5-5,0            | 4,5-4,9          | 4,7-6,8          | 10,6-15,9           |
| 20:0 Ac. arachico             | 0,0-0,6            | 0,2              | 0,1-0,2          | 0,1-0,3             |
| TOTALE                        | 8,0-26,1           | 45,2-60,9        | 32,9-68,6        | 54,2-69,8           |
| <b>Monoinsaturi</b>           |                    |                  |                  |                     |
| 16:1 Ac. palmitoleico         | 0,3-3,5            | 2,0-2,8          | 1,9-4,6          | 1,2-1,7             |
| 18:1 Ac. oleico               | 55,0-83,0          | 25,7-28,9        | 21,9-36,5        | 23,2-26,8           |
| 20:1 Ac. eicosenoico          | 0,0-0,4            | 0,4-0,9          | 0,3-1,2          | 0,2-0,3             |
| 22:1 Ac. erucico              | -                  | 0-3,0            | 0,1-1,2          | -                   |
| TOTALE                        | 55,3-86,9          | 28,1-35,6        | 24,2-43,5        | 24,6-28,8           |
| <b>Polinsaturi n-6*</b>       |                    |                  |                  |                     |
| 18:2 Ac. linoleico            | 3,5-21,0           | 8,0-14,0         | 7,9-17,7         | 0,7-1,5             |
| 20:2                          | -                  | 0,3-0,4          | 0,2-0,5          | -                   |
| 20:4 AA                       | -                  | 0,4-0,6          | 0,4-0,5          | -                   |
| 22:5 DPA                      | -                  | 0,1-0,9          | 0-0,5            | -                   |
| TOTALE                        | 3,5-21,0           | 8,8-15,9         | 8,5-19,2         | 0,7-1,5             |
| <b>Polinsaturi n-3*</b>       |                    |                  |                  |                     |
| 18:3 Ac. $\alpha$ -linolenico | 0,0-1,0            | 0,1-0,2          | 0,4-2,0          | -                   |
| 20:5 EPA                      | -                  | 0,1              | 0,1-0,3          | -                   |
| 22:5 DPA                      | -                  | 0,2-0,2          | 0,1-0,3          | -                   |
| 22:6 DHA                      | -                  | 0,2-0,4          | 0,2-1,0          | -                   |
| TOTALE                        | 0,0-1,0            | 0,6-0,9          | 0,8-3,6          | -                   |

(\*) Nel colostro l'acido arachidonico (AA) e l'acido docosaesaenoico (DHA) sono circa il doppio rispetto al latte materno maturo (1% AA, 0,5% DHA).

vivande più gustose, piacevoli ed appetibili. Questo contribuisce ad attivare gli stimoli secretori dell'apparato digerente favorendo una migliore digeribilità e metabolizzazione ed un'ottima tolleranza gastrica ed intestinale. L'olio d'oliva, per il suo contenuto ricco di acidi grassi monoinsaturi, in particolare di acido oleico, protegge la mucosa gastrica, diminuisce la secrezione di acido cloridrico, importante per coloro i quali soffrono di ulcera gastrica o duodenale, inibisce la secrezione della bile, migliora lo svuotamento biliare della cistifellea, prevenendo la formazione di calcoli, produce una minore attività secretiva del pancreas, importante nelle patologie come la pancreatite, facilita l'assorbimento delle vitamine liposolubili e del calcio, esercita un'azione lassativa, in particolare

a digiuno, contribuisce a correggere la stipsi cronica: per l'azione associata con i "costituenti minori", riduce il rischio di alcune malattie autoimmuni, e di tumori del seno e del colon-retto [77].

L'acido oleico, nelle diete ricche di olio d'oliva extra vergine, interferisce positivamente sui processi di biosintesi e sul metabolismo del colesterolo. Mantiene bassi o riduce sia i livelli di colesterolo totale (riduzione del 10%), sia di colesterolo legato alle lipoproteine a bassa densità colesterolo LDL (Low Density Lipoprotein), "il colesterolo cattivo" (riduzione del 14%), sia dei trigliceridi VLDL (riduzione del 13%) e riduce la pressione arteriosa [71, 72, 77]. Riduce inoltre l'acido arachidonico che com'è noto ha un'azione pro infiammatoria [88-92]. Non diminuisce invece i livelli del cole-

sterolo legato alle lipoproteine ad alta densità colesterolo HDL (High Density Lipoprotein), il "colesterolo buono", lo spazzino che evita l'accumulo dei grassi nelle pareti delle arterie.

Le lipoproteine, hanno la fondamentale funzione di trasportare i lipidi nel sangue e sono costituite da una parte proteica diversa per ogni lipoproteina, le apoproteine, con le quali si collegano ai recettori cellulari per introdurvi la quota lipidica. Sono di quattro tipi: chilomicroni, trigliceridi VLDL, colesterolo LDL, colesterolo HDL. Tutte trasportano trigliceridi e colesterolo però in proporzioni diverse: i chilomicroni e le VLDL veicolano più trigliceridi VLDL, le lipoproteine colesterolo LDL e le lipoproteine colesterolo HDL e colesterolo [78].

Le lipoproteine LDL, globuli sferici composti da un monostrato esterno contenente la proteina denominata apolipoproteina B (apo B) e da un nucleo centrale costituito da trigliceridi ed esteri del colesterolo, contengono anche antiossidanti, il più importante dei quali è l' $\alpha$ -tocoferolo. Hanno una emivita di 2 o 3 giorni, rappresentano il maggior trasportatore di colesterolo dal fegato, dove si forma in maniera autoctona o giunge dopo essere stato assorbito nel lume intestinale, alle cellule dei vari tessuti [78]. Metà del colesterolo presente nel sangue è trasportato dalle lipoproteine colesterolo LDL.

Una carenza di acido oleico e/o un eccesso nella dieta di colesterolo, di acidi grassi saturi e del polinsaturo acido linoleico, prevalente negli oli vegetali, con la presenza di fattori genetici predisponenti, favoriscono, contrariamente all'olio d'oliva, la penetrazione delle lipoproteine colesterolo LDL nelle cellule attraverso i recettori. Se questo accade alle cellule della parete interna delle arterie, tali cellule tendono ad irrigidirsi e a rompersi per cui, per una eccessiva risposta infiammatoria-fibroproliferativa, vengono inglobate dalle cellule di difesa dell'organismo: i macrofagi. Si formano così le cellule schiumose che si accumulano nell'intima, danno luogo a delle strie lipidiche e quindi alle famigerate placche dell'aterosclerosi (dal greco ateros = placca). Queste impediscono il normale flusso del sangue o, staccandosi dalla parete vascolare, danno origine ai "trombi". Tali eventi sono espressione delle malattie degenerative cardiovascolari e sono responsabili delle patologie secondarie. La somministrazione di olio d'oliva determina la sostituzione di acidi grassi saturi alimentari con monoinsaturi, l'apporto di quantità adeguate di polinsaturi sia n-6 che n-3 e di importanti "composti minori" in parte presenti solo nell'olio d'oliva extra vergine, la riduzione delle lipoproteine colesterolo

LDL nel plasma, nelle pareti arteriose, e della quantità disponibile per l'ossidazione. Ne deriva una riduzione dei mediatori della infiammazione con prevenzione dei danni vascolari e di altre patologie correlate [79-84]. Inoltre le lipoproteine colesterolo LDL contenenti acido oleico sono più resistenti alle ossidazioni rispetto a quelle contenenti gli acidi grassi polinsaturi altamente instabili e molto abbondanti negli oli di semi: ne derivano effetti clinici vantaggiosi [77, 78, 85-87]

Tali risultati però non si ottengono con diete contenenti olio di girasole reso ugualmente ricco di acido oleico: questo dimostra che il solo acido oleico non è sufficiente e che è indispensabile l'associazione e l'interazione con altri fattori [88].

Le lipoproteine colesterolo HDL, il "colesterolo buono", sono sintetizzate nell'intestino e nel fegato, hanno una emivita di 5 o 6 giorni e trasportano il colesterolo dalla periferia al fegato. Sono considerate, come su riportato, gli spazzini delle arterie in quanto rimuovono il colesterolo dalle pareti delle arterie e lo riportano al fegato dove contribuiscono alla formazione della bile. La loro presenza protegge quindi l'endotelio per cui il livello di lipoproteine colesterolo HDL è inversamente legato al rischio di malattia coronaria [78].

Le sostanze grasse contenenti acidi grassi saturi invece, soprattutto l'acido palmitico (presente nei grassi animali e nel grasso di palma 41-48%) e l'acido stearico contenuti prevalentemente nei grassi solidi quali burro (60-78% di acidi grassi saturi), strutto di maiale (20-60% di acidi grassi saturi), margarina solida (33,8-71,5% di acidi grassi saturi) (Tab. I), se assunti in quantità superiori a quelle normalmente proposte, favoriscono fin dalla prima infanzia, l'aumento di peso fino all'obesità, innalzano il tasso di colesterolo e delle LDL nel sangue, favoriscono le alterazioni delle arterie, le malattie cardiovascolari, alcuni tumori e varie patologie infiammatorie [46-52].

Gli acidi grassi polinsaturi dell'olio d'oliva quali l'acido linoleico e  $\alpha$ -linolenico, detti anche acidi grassi essenziali, precursori biosintetici di altri acidi grassi a lunga catena e maggiormente insaturi capaci di produrre molte prostaglandine e citochine, ad azione vasostimolante e vasocostrittrice, pro e anti infiammatoria, inibente o stimolante la risposta immunitaria, sono contenuti in proporzioni ottimali per i bisogni dell'organismo, e sono adeguatamente protetti dalla vitamina E ( $\alpha$ -tocoferolo) in associazione con i polifenoli ed altri antiossidanti i quali svolgono un'azione di risparmio delle molecole di alfa tocoferolo [89-94]. L'acido linoleico e  $\alpha$ -linolenico, considerati alimenti funzionali, sono contenuti

nell'olio d'oliva (Tab. II e III) in un rapporto simile a quello del latte materno [89, 90, 94].

Gli acidi grassi polinsaturi (in generale) riducono sia il colesterolo che le LDL ma, a differenza dell'acido oleico, determinano anche una riduzione delle HDL, il "colesterolo buono", che favoriscono il suo smaltimento. Inoltre, essendo più instabili, si ossidano velocemente formando radicali liberi pericolosi per l'organismo umano. Anche in studi sperimentali è stato evidenziato che livelli elevati di acidi grassi polinsaturi condizionano negativamente la capacità antiossidante del plasma, il danno al DNA dei linfociti del sangue periferico e il metabolismo dei lipidi sierici [94, 95].

È quanto mai evidente quindi l'importanza "nutraceutica" della loro presenza negli alimenti ma in rapporti ottimali che attualmente potremmo dedurre ed ipotizzare essere simili a quelli assunti dal lattante con il latte materno [80, 89, 90, 93, 96-98].

La particolare composizione dell'olio d'oliva extra vergine, ricco in acido oleico, e la presenza di adeguate quantità di importanti antiossidanti, si rileva particolarmente utile per la salute dell'organismo anche nella preparazione delle vivande che devono subire la cottura e/o la frittura.

Durante la cottura infatti tutti i lipidi, in presenza di ossigeno atmosferico, subiscono un'accelerazione del processo di ossidazione, in seguito alla formazione di notevoli quantità di radicali liberi che hanno effetti pro ossidanti e generano anche sostanze tossiche. Il fenomeno, ritardato dalla presenza di sostanze antiossidanti solo in parte, è tanto più accentuato quanto maggiore è il grado di insaturazione degli acidi grassi, il livello della temperatura e la durata del tempo di cottura.

Inoltre, ogni grasso ha un suo punto di tolleranza al calore, chiamato punto di fumo o temperatura critica, oltre il quale il glicerolo, contenuto nei trigliceridi e da esso liberato per idrolisi a caldo, inizia a decomporsi generando acroleina, sostanza molto dannosa in particolare per il fegato, e, quando la cottura si protrae a lungo, si formano anche altre sostanze tossiche.

Poiché l'olio d'oliva, ricco del monoinsaturo acido oleico, quando raffinato come tutti gli altri oli, ha un punto di fumo a circa 210°C (Tab. I), più alto rispetto agli oli vegetali più usati (olio di cocco e di palma), delle margarine e del burro, ne deriva che è il migliore anche per la cottura ed in particolare per la frittura: anche le produzioni di prodotti secondari dell'ossidazione (aldeidi e chetoni) durante la cottura sono generati in minore quantità rispetto ad altri oli [99, 100].

Gli oli di semi (Tab. I), in quanto ricchi di acidi grassi

polinsaturi [100, 101], in particolare di acido linoleico n-6, per la presenza di più doppi legami nelle molecole sono altamente instabili e mal sopportano l'attacco combinato dell'ossigeno e delle alte temperature. Anche il potenziale antiossidante si riduce con il riscaldamento maggiormente nell'olio di soia e di girasole rispetto all'olio extravergine d'oliva [100, 101].

L'olio d'oliva extra vergine svolge azione salutistica anche quando viene usato per i prodotti da forno, i prodotti dolciari e gli snack al posto degli "oli vegetali" o della "margarina vegetale". Infatti gli oli e i grassi vegetali usati per tali prodotti sono di solito l'olio (grasso) di palma, l'olio di cocco e quello di palmisti (più simile all'olio di cocco) che, pur essendo di origine vegetale, sono invece costituiti prevalentemente da acidi grassi saturi (in media oltre 85% di grassi saturi per l'olio di palmisti) (Tab. I) e il nostro organismo ne può utilizzare senza grandi problemi fino ad un massimo di 20 g al giorno. Tale dose è facilmente raggiungibile se si pensa che con 100 g di patatine e snack del commercio se ne possono assumere fino a circa 19 g ed altri ancora vengono assunti durante la giornata con latte, formaggi, carni -in particolare se grasse- condimenti vari, fra i quali il burro [102].

La margarina vegetale (33,8-71,5% di acidi grassi saturi) è prodotta dall'industria alimentare per utilizzare oli insaturi a basso costo e produrre mediante idrogenazione grassi concreti molto interessanti per le industrie dei prodotti da forno. Oltre a ciò l'idrogenazione aiuta a prevenire il loro irrancidimento. Durante la produzione degli oli, il processo di idrogenazione rompe artificialmente uno dei due legami in uno dei doppi legami presenti, addiziona idrogeno e dà luogo a lipidi più saturi (idrogenati). Insieme alla saturazione dei doppi legami si ottiene sempre una certa quota di acidi grassi isomerizzati: gli acidi grassi trans, in funzione delle condizioni tecnologiche impiegate. Tali acidi grassi trans una volta assorbiti, se non vengono utilizzati per la produzione di energia ( $\beta$ -ossidazione), vengono utilizzati dall'organismo per far parte delle membrane cellulari come se fossero in configurazione cis ma, essendo di comportamento simile a quello degli acidi grassi saturi, la membrana è irrigidita e non funziona più correttamente con deficit funzionale delle cellule. Inoltre, a carico degli acidi grassi trans della dieta recentemente è stata evidenziata: un'aumentata sintesi delle lipoproteine Lp(a), un blocco nell'eliminazione dell'eccesso di colesterolo, un danno di sistemi enzimatici di notevole importanza per l'organismo (es. le desaturasi per la produzione degli acidi grassi polinsaturi a lunga cate-

na), una interferenza nel metabolismo degli acidi grassi n-3, una diminuita efficienza delle cellule B con aumentata proliferazione delle cellule T, un aumento dei livelli di insulina, una riduzione del valore biologico del latte materno ecc. [103-106]

Anche il burro è ricco di acidi grassi saturi (67-72% di acidi saturi) per cui, in particolare nel primo anno di vita quando il bambino mangia molto latte ricco di tali lipidi, non è alimento a cui ricorrere in quanto ne aumenterebbe l'apporto [105]. Dopo l'anno si può aggiungere ogni tanto nella dieta del bambino delle torte preparate con il burro, possibilmente fatte in casa. Va ricordato che il burro ha una antica tradizione, faceva larga parte della triade "lardo, olio, burro" già nel XIV secolo, ed era usato nel Nord Europa soprattutto durante la Quaresima. La Francia si convertì al burro nella seconda metà del XV secolo e, in Italia, era usato soprattutto nelle regioni del Nord [107].

Del tutto recentemente è stato anche evidenziato che l'olio d'oliva extra vergine determina ulteriori vantaggi nutraceutici nella cottura del pomodoro rispetto a quello cotto con olio di girasole. E' stato infatti dimostrato che il contenuto di carotenoidi e di licopene nel sugo di pomodoro cotto con olio d'oliva extra vergine è maggiore rispetto al pomodoro cotto con olio di girasole [108-110]. Aumenta inoltre il licopene nel plasma, modula la capacità antiossidante, riduce il danno del DNA dei linfociti del sangue, protegge l'ossidazione delle LDL rispetto al pomodoro cotto con olio di girasole [110]. Tali riscontri sarebbero da imputare soprattutto al contenuto di composti fenolici dell'olio d'oliva extra vergine [111, 112]. Anche nella preparazione del "tonno in scatola", gli antiossidanti fenolici dell'olio extravergine d'oliva limitano i fenomeni di degradazione delle proteine del tonno durante la cottura e l'ossidazione degli acidi grassi n-3 del tonno inscatolato [113].

Da quanto sopra esposto appare evidente che i "costituenti minori" dell'olio d'oliva rappresentano, anche se presenti in piccole quantità, elementi di grande importanza "funzionale" o "nutraceutica".

Questi sono i componenti dell'insaponificabile (approfonditi nella parte dedicata alla composizione) quali alcune sostanze grasse, idrocarburi, alcoli lineari e ciclici, fenoli di vario tipo, steroli ecc. Componenti minori delle sostanze grasse, importanti non solo da un punto di vista nutrizionale e oggi evidenziabili con progredite tecniche cromatografiche, sono i diacilgliceroli (digliceridi), i monoacilgliceroli (monogliceridi), gli acidi grassi liberi, gli acidi grassi ossigenati, gli acidi grassi ciclici, gli acidi grassi ramificati e furanici, gli acidi grassi

dimeri, ecc. Tutti i componenti minori sono acquisiti dall'olio contenuto nell'oliva solo in seguito a macinazione e gramolazione della pasta (contatto olio-pasta), in funzione del patrimonio corrispondente della cultivar di oliva, delle condizioni di maturazione e di trasformazione delle olive (argomento approfondito nella parte dedicata alla tecnologia di lavorazione delle olive).

Fra i composti idrocarburi il principale componente è lo squalene componente molto importante, ma nell'insaponificabile di estrema importanza, anche se meno rappresentati, sono i fenoli, quali il tirosolo, i polifenoli, quali l'idrossitirosolo, l'oleuropeina e i suoi derivati di idrolisi che conferiscono un sapore lievemente amaro e piccante, acido diidrossifeniletanolo (3,4-DHPEA), acido cumarico, quercitina, lignani ed altri non ancora identificati, i carotenoidi, precursori della vitamina A con i suoi precursori, i tocoferoli, il 90-95 % dei quali è rappresentato dall' $\alpha$ -tocoferolo e i tocotrienoli, (tutti, insieme ai tocoferoli, definiti come vitamina E), le catechine, gli alcoli triterpenici, i fitosteroli ecc. [114]. Tutti come ad esempio l'acido caffeico e i polifenoli sono di estrema importanza per la loro azione antiossidante, in particolare sulle LDL, ma anche come vasoprotettivi, antinfiammatori, anticoagulanti, antitumorali, come antiallergici e ad attività anti radicalica volta a prevenire lo "stress ossidativo" anche nei soggetti pretermine [115, 118 - 124]

I fitosteroli, sono costituiti per oltre il 90% da  $\beta$ -sitosterolo, strettamente collegato con lo squalene [116].

Lo squalene idrocarburo triterpenico così denominato perché trovato in enormi quantità ed isolato per la prima volta nel grasso del fegato degli squali, pur essendo un composto minore dell'olio d'oliva, in questo olio si trova in concentrazioni superiori a tutti gli altri oli e, in tale ambito, svolge un'azione protettiva sull'ossidazione legata alla luce e quindi sull'invecchiamento [117]. Nell'intestino dà luogo alla formazione del  $\beta$ -sitosterolo praticamente puro, sostanza capace di inibire l'assorbimento intestinale del colesterolo. È presente soprattutto a livello di grasso sottocutaneo, addominale, della pelle ma si trova anche in tutti gli altri organi e nel plasma dove inibisce la produzione del colesterolo e l'ossidazione delle LDL che lo trasportano nel torrente circolatorio. La sua azione antiossidante, è di poco inferiore a quella del  $\beta$ -carotene.

Importante è anche l'azione combinata di acido oleico, sostanze fenoliche e dell' $\alpha$ -tocoferolo che inibisce le reazioni di perossidazione degli acidi grassi polinsaturi e pertanto la formazione di sostanze capaci di alterare la struttura e la funzione delle membrane cellulari e

degli organuli citoplasmatici [125]. I precursori della vitamina E, i tocoferoli e i tocotrienoli svolgono azione antiossidante, che è migliore quando il rapporto vitamina E in mg/acido linoleico in g è  $>0,79$  cosa facilmente raggiungibile con olio d'oliva nel quale il rapporto è di solito intorno a 1-1,80, mentre in quelli di semi è di solito di circa = 0,5. Anche i precursori della vitamina A, i carotenoidi, svolgono, per l'ottimo apporto, una significativa azione antiossidante prevenendo la formazione di idroperossidi, impedendo la secchezza delle mucose e rallentando l'invecchiamento della cute e delle mucose.

Le vitamine liposolubili A ed E dell'olio d'oliva svolgono pertanto, oltre all'azione vitaminica, un importante ruolo come antiossidanti nel metabolismo lipidico cellulare mentre la presenza di significativi livelli di vitamina D, ugualmente liposolubile, permette un buon assorbimento del calcio nell'intestino elemento utile, in età evolutiva, per la strutturazione ossea, e, negli anziani, per prevenire l'osteoporosi.

Le sostanze antiossidanti giocano un ruolo protettivo fondamentale nella difesa dell'organismo bloccando gli ossidanti prodotti dall'organismo e/o introdotti dall'esterno, inibendo le ossidazioni causate dai radicali liberi e prevenendo lo "stress ossidativo" [88, 117, 126]. I radicali liberi sono normali prodotti di "scarto" del metabolismo dell'organismo e si formano all'interno delle cellule quando l'ossigeno viene utilizzato nei processi metabolici per produrre energia (ossidazione). Sono specie chimiche particolarmente instabili in quanto possiedono un solo elettrone anziché due (anione superossido  $O_2^-$ , radicale idrossile  $OH^-$ , diossido di azoto  $NO_2$ , ossido nitrico  $NO^-$ , idrogeno  $H^-$ , ossigeno  $O^+$ , ossigeno singolo  $O_2^*$ , ecc.). Questa instabilità e reattività determina la ricerca di un elettrone di un atomo d'idrogeno dalle molecole con le quali vengono a contatto e che a loro volta quando lo cedono diventano instabili innescando un meccanismo di instabilità a "catena" e/o il rischio della eliminazione di queste ultime. L'azione distruttiva dei radicali liberi è indirizzata in particolare sui lipidi che formano le membrane delle cellule (lipoperossidazione), sugli enzimi, sugli zuccheri, sulle proteine, specialmente sul DNA (acido desossiribonucleico) dove possono innescare una alterazione delle informazioni genetiche, ecc.

L'azione continua dei radicali liberi si estrinseca nel precoce invecchiamento delle cellule e nel favorire l'insorgere di varie patologie gravi quali le malattie aterosclerotiche, i tumori del seno, della prostata, del colon e della cute ed anche diabete, sclerosi multipla, artrite

reumatoide, enfisema polmonare, cataratta, morbo di Parkinson e Alzheimer, dermatiti, ecc. [72, 127].

Le reazioni e i fenomeni che ne derivano possono almeno in parte essere inibiti, prevenuti, ridimensionati e/o arrestati dai sistemi enzimatici cellulari deputati a tale funzione e/o da agenti antiossidanti della dieta nella quale giocano un ruolo di primo piano. Questo è emerso nelle indagini epidemiologiche più recenti, gli antiossidanti di verdure, frutta, dell'olio d'oliva extravergine ecc. [128-130].

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

All'alba del terzo millennio l'olio extravergine d'oliva è ancora carico di sacralità e misticismo e rappresenta un elemento di legame al territorio. Prodotto fondamentale dell'agricoltura e della tradizione alimentare mediterranea è, per le caratteristiche organolettiche esaltate dal suo impiego come condimento, per l'indiscusso valore nutrizionale e, in base alle più recenti ricerche, per gli aspetti nutraceutici, il cardine della dieta mediterranea.

Gli aspetti benefici sulla salute dovuti ai suoi componenti che agiscono su numerosi fattori e funzioni biologiche, si estrinsecano nell'azione preventiva su numerose patologie degenerative e tumorali [131].

La particolare composizione lipidica e la presenza di "composti minori" sono importanti, da un punto di vista nutraceutico, fin dalle prime epoche della vita.

Infatti alcune affinità in percentuale fra i componenti lipidici dell'olio d'oliva extravergine e del latte materno (Tab. II), sono di notevole importanza allo svezzamento quando nella dieta incominciano a prevalere gli acidi grassi saturi, gli insaturi n-6 con carenza totale degli n-3 [89, 90, 96, 97, 132 - 136]. Questi ultimi presenti in quantità interessanti anche nell'olio d'oliva e, in sostituzione del latte vaccino [137, 138] potrebbero essere in buon apporto con l'impiego di un cucchiaino di olio di oliva.

Se si considera l'importanza e il giusto equilibrio di questi due acidi grassi essenziali nella composizione della struttura delle cellule e delle loro membrane, della funzionalità del cervello, dello sviluppo delle acquisizioni neuro-psico-motorie, della strutturazione della retina, della produzione di molte citochine pro ed anti infiammatorie ecc. ci si rende conto che l'introduzione nella dieta dell'olio d'oliva extravergine, al divezzamento e fino a quando il bambino non comincerà ad introdurre il pesce, è l'unica fonte che, oltre a dare un buon apporto calorico, porta all'organismo in rapida evoluzione



una quantità discreta di n-3 [136] (Tab. II).

Infatti al divezzamento la prima pappa del bambino di 200-250 g contiene carboidrati da crema di riso (35 g pari a 140 kcal) liofilizzato o omogeneizzato di carne (1/2-3/4 di vasetto pari a circa 4 g di proteine cioè 16 kcal) e grassi come olio e.v. d'oliva (poco più di un cucchiaino abbondante pari a circa 13 ml cioè 105,3 kcal, apporto elevato di calorie da lipidi che però si avvicinano a quelli del latte materno).

In tal modo 13 ml di olio, corrispondenti a un cucchiaino grande, contengono omega-6 (n-6) e omega-3 (n-3) in un rapporto simile a quello del latte materno e rispettivamente 918,5 mg di omega-6 e 115,8 mg di omega-3 (Tab. II), valori, in particolare questi ultimi, che non sono uguali ma si avvicinano a quelli del latte materno. Utilizzando l'olio di oliva, viene pertanto evitata soprattutto la mancanza totale di omega-3, costituenti essenziali e preponderanti del sistema nervoso, elemento che potrebbe rilevarsi di estrema importanza in quanto, nel primo anno di vita, la circonferenza cranica passa da 35 cm alla nascita a 47 cm ad un anno. Un'ulteriore conferma a quanto ora affermato, viene da Barker [139] il quale per primo nel 1992 ha messo in luce, con una indagine retrospettiva, che condizioni nutritive, anche intrauterine, limitanti lo sviluppo, determinerebbero un precoce decadimento e una più precoce e frequente patologia cronica degenerativa. Lucas [140, 141] inoltre, in base a studi sperimentali, ha ipotizzato che uno stimolo o danno nutrizionale in una particolare epoca di sviluppo potrebbe condizionare le potenzialità e il metabolismo dell'adulto e dare effetti dopo anni a strutture o funzioni. I primi nutrienti quindi "programmerebbero l'organismo a prevenire o favorire metabolismi e patologie (aterosclerosi, diabete, obesità, ipertensione, Alzheimer, Parkinson ecc.) condizionando il destino biologico e neuropsichico" [141]. Questo richiama alla mente per qualche aspetto, quanto evidenziato da Konrad Lorenz, Nobel (1973) per la fisiologia e la medicina, sul comportamento animale e denominato "imprinting" cioè la possibilità che stimoli subiti in età sensibili condizionano, negli animali, il comportamento nelle età successive.

Da ciò l'importanza di favorire un regime alimentare sano dai primi momenti della vita partendo dal latte materno e poi olio d'oliva extravergine, frutta, pesce, verdura, legumi valutando anche l'opportunità di uova, latti, carni ecc. arricchiti in particolare con prodotti naturali omega-3.

Ippocrate (460-377 a.C.) affermava che "la salute richiede la conoscenza del potere dei cibi naturali o ela-

borati", Leonardo da Vinci (1452-1519) che "la vita dell'omo si fa delle cose mangiate" e il noto filosofo Ludvig Feuerbac (1804-1872) sosteneva che "l'uomo è ciò che mangia".

Riteniamo pertanto, senza voler eccedere in partigianeria e grazie anche alla saggezza ed a saperi millenari, che vi siano fondati motivi per proporre e raccomandare, nell'alimentazione quotidiana, l'uso dell'olio extravergine dell'oliva per i suoi molteplici aspetti nutraceutici.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Bockisch, *Fats and Oils. Handbook*, AOCS Press, Champaign (Illinois, USA) (1998).
- [2] G. Lercker, T. Gallina Toschi, *Aspetti tecnologici e caratteristiche degli oli da olive*, in "Dalle olive all'olio: un viaggio alla scoperta del più nobile dei condimenti". Altra Romagna Ed., Forlì, 10-21 (2005), ISBN 88-902152-0-8.
- [3] G.J. Murphy, *Structure, function and biogenesis of storage lipid bodies and oleosins in plants*. *Progr. Lipid Res.* 32, 247-280 (1993).
- [4] N. Frega, F. Bocci, G. Lercker, *Acidi grassi liberi e diacilgliceroli quali parametri di qualità degli oli extra vergini di oliva*. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 70, 153-55 (1993).
- [5] N. Frega, F. Bocci, G. Lercker, *High-resolution gas-chromatographic determination of diacylglycerols in common vegetable oils*. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70, 175-177 (1993).
- [6] G. Lercker, G. Moschetta, M.F. Caboni, N. Frega, *Determinazione degli oli esterificati negli oli provenienti dalla lavorazione delle olive*. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 62, 15-18 (1985).
- [7] *Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e dei Grassi*, *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 79 [1-2 (supplemento)], 1-35 (2002).
- [8] N. Cortesi, E. Fedeli, *I composti polari di oli di oliva vergine*. *Nota 1*. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 60, 341-351 (1983).
- [9] G. Lercker, *I componenti minori delle sostanze grasse*. *Progress Nutr.* 5(2), 93-115 (2003).
- [10] R.W. Owen, *Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene*. *Food Chem. Toxicol.* 38, 647-659 (2003).
- [11] L. Cerretani, M.J. Motilva, M.P. Romero, A. Bendini, G. Lercker, *Pigment Profile and Chromatic Parameters of Monovarietal Virgin*

- Olive Oils from Different Italian Cultivars. *Eur. Food Res. Technol.* 226, 1251-1258 (2008).
- [12] G.F. Montedoro, Olio: varietà e tecnologia influenzano la qualità. *Terra e Vita* 48, 68-69 (1988).
- [13] L. Cerretani, A. Bendini, S. Barbieri, G. Lercker, Osservazioni preliminari riguardo alla variazione di alcune caratteristiche chimiche di oli vergini da olive sottoposti a processi di deodorazione "soft". *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 85, 75-82 (2008).
- [14] N. Frega, G. Lercker, La composizione dei lipidi della drupa di olivo durante la maturazione. Nota I: I lipidi e gli acidi totali. *Agrochimica* 29, 300-309 (1985).
- [15] N. Frega, G. Lercker, La composizione dei lipidi della drupa di olivo durante la maturazione. Nota II: La frazione insaponificabile. *Agrochimica* 29, 310-321 (1985).
- [16] L. Cerretani, A. Bendini, A. Rotondi, A. Mari, G. Lercker, G. Gallina Toschi, Evaluation of oxidative stability and organoleptic properties of extra-vergin olive oils in relation to olive ripening degree. *Progress Nutr.* 6(1), 50-56 (2004).
- [17] A. Rotondi, L. Cerretani, A. Bedini, M. Mari, G. Lercker, T. Gallina Toschi, Effect of olive ripening degree on the oxidative stability and organoleptic properties of Nostrana di Brisighella extra vergin olive oil. *J. Agric. Food Chem.* 52, 3649-3654 (2004).
- [18] G. Sicheri, *Industrie Agrarie*. Hoepli, Milano, (1986)
- [19] M. Vitaliano, *Industrie Agroalimentari*. Hoepli, Milano, (1987)
- [20] P. Perilli, Valorizziamo l'olio d'oliva extra-vergine. *Terra e Vita* 31, 45-51 (1991).
- [21] A. Bendini, L. Cerretani, A. Poerio, M. Botoli-Carbognin, T. Gallina Toschi, G. Lercker, Oxidative stability of virgin olive oils, produced by organic, integrated or conventional agricultural methods. *Progr. Nutrition* 8(2), 104-115 (2006).
- [22] G.F. Montedoro, M. Servili, Chimica e qualità dell'olio: I fattori che le condizionano. Atti del Convegno "L'olio di oliva ed il suo futuro", Accademia Nazionale dell'olivo, Spoleto 6-7 dicembre 1990, 33-55.
- [23] G.F. Montedoro, M. Servili, M. Baldioli, G. Panelli, I fattori agronomici della qualità e le interrelazioni con i processi tecnologici di estrazione., Atti della Tornata di studio dell' Accademia Nazionale dell'olivo, Incontro Scientifico presso l'Università di Cordoba (Spagna), 7 giugno 1991, 89-108
- [24] C. Santi, Evoluzione dei componenti degli oli ottenuti da olive sottoposte a conservazione., Tesi di Laurea in Scienze Agrarie, Anno Accademico 1992-93, Università di Firenze.
- [25] L. Cerretani, A. Bendini, G. Lercker. Studio dell'effetto e delle interazioni delle diverse fasi tecnologiche di trasformazione delle olive sulla qualità degli oli vergini. In: Ricerche e innovazioni nell'industria alimentare 8, (atti dell'8° CISETA), 406-410 ISBN-13:978-88-96027-00-4
- [26] M. Servili, M. Baldioli, G.F. Montedoro, Phenolic composition of virgin olive oil in relationship to some chemical and physical aspects of malaxation. *Acta Hort.* 356, 331-336 (1994).
- [27] G. Lercker, N. Frega, F. Bocci, M. Mozzon, Volatile constituents and oxidative stability of virgin olive oils: influence of the kneading of olive-paste. *Grasas Y Aceites* 50, 26-29 (1999).
- [28] M. Servili, R. Selvaggini, A. Taticchi, S. Esposto, G.F. Montedoro, Air exposure time of olive pastes during the extraction process and phenolic and volatile composition of virgin olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 80, 685-695 (2003).
- [29] N. Frega, N. Mozzon, F. Bocci, G. Lercker, Caratteristiche organolettiche, stabilità alla conservazione e tecnologia di produzione degli oli vergini d'oliva., Atti del 3° Congresso Italiano di Scienza e Tecnologia degli Alimenti (CISETA), Cernobbio 11-12 settembre 1997, 463-469 ISBN 88-85022-62-6
- [30] M. Servili, M. Baldioli, F. Marioti, G.F. Montedoro, Phenolic composition of olive fruit and virgin olive oil: distribution in the constitutive parts of fruit and evolution during the oil mechanical extraction process. *Acta Hort.* 474, 609-619 (1999).
- [31] N. Frega, F. Bocci, G. Lercker, Composizione lipidica della drupa di olivo di due cultivars della zona del Chianti, in funzione della maturazione. Nota II: Frazione dell'insaponificabile. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 69, 77-82 (1992).
- [32] L. Cerretani, A. Bendini, B. Biguzzi, T. Gallina Toschi, G. Lercker, Stabilità ossidativa di oli extra-vergini di oliva ottenuti con diversi impianti tecnologici. *Ind. Alimentari* 42, 706-711 (2003).
- [33] L. Cerretani, A. Bendini, A. Rotondi, G. Lercker, T. Gallina Toschi, Analytical comparison of monovarietal virgin olive oils, obtained by both a continuous industrial plant and a low-scale mill. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 107, 93-100 (2005).
- [34] L. Cerretani, A. Bendini, T. Gallina Toschi,

- G. Lercker, A. Rotondi, Influenza di due variabili di processo sulla stabilità ossidativa di olio extravergine ottenuto con diversi impianti industriali. *Ind. Alimentari* 45, 133-140 (2006).
- [35] G. Lercker, N. Frega, F. Bocci, G. Servidio, 'Veiled' extra-virgin olive oils: dispersion response related to oil quality. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71, 657-658 (1994).
- [36] A.M. Gómez-Cavarcá, L. Cerretani, A. Bendini, A. Segura-Carretero, A. Fernández-Gutiérrez, G. Lercker, Effect of filtration systems on the phenolic content in virgin olive oil by HPLC-DAD-MSD. *Am. J. Food Technol.* in stampa (2007).
- [37] G. Ciafardini, B.A. Zullo, Microbiological activity in stored olive oil. *Int. J. Food Microbiol.* 75, 111-118 (2002).
- [38] G. Ciafardini, B.A. Zullo, A. Iride, Lipase production by yeasts from extra virgin olive oil. *Food Microbiol.* 23, 60-67 (2006).
- [39] N. Frega, M. Mozzon, G. Lercker, Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 76, 325-329 (1999).
- [40] P. Capella, E. Fedeli, G. Bonaga, G. Lercker, *Manuale degli oli e dei grassi. Tecniche Nuove, Milano, (1997).*
- [41] M. Catalano, M. De Felice, L'autossidazione delle sostanze grasse. Nota 1 - Influenza degli acidi grassi liberi. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 47, 484-492 (1970).
- [42] K. Miyashita, T. Takagi, Study on the oxidative rate and prooxidant activity of free fatty acids. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 63, 1380-1384 (1986).
- [43] O. Boschelle, M. Mozzon, G. Lercker, Metodo per la determinazione degli acidi liberi in piccoli campioni. Applicazione all'olio estratto dalla drupa di olivo. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 69, 257-261 (1992).
- [44] A. Kiritsakis, A. Tsepeli, Relationship of the acidity of olive oil to its resistance to oxidation. *Riv. Ital. Sostanze Grasse* 69, 513-551 (1992).
- [45] M. Servili, M. Baldioli, F. Mariotti, G.F. Montedoro, Composizione fenolica delle olive ed interazioni con il patrimonio enzimatico endogeno del frutto nella composizione fenolica degli oli vergini. *Atti del 3° Congresso Italiano di Scienza e Tecnologia degli Alimenti (CISETA), Cernobbio 11-12 settembre 1997, Vol. III, Chiriotti Editori, Pinerolo, Italia, (1999).*
- [46] G. Caramia, L'olio extra vergine d'oliva. Dalla leggenda al razionale scientifico degli aspetti nutra-  
ceutici. *Ped. Med.Chir.* 26, 433-447 (2004).
- [47] I. Mazzini, L'uso dell'olio d'oliva nella medicina del mondo antico. *Med. Hist. J.* 35, 105-126 (2000).
- [48] I. Mazzini, *La medicina dei Greci e dei Romani. Letteratura, lingua, scienza. Roma, 13-117, (1997).*
- [49] G. Sassatelli, *L'alimentazione degli etruschi. Da: Storia dell'alimentazione. Edizioni Laterza, 135-144, (1997).*
- [50] D. Manacorda, Testimonianze sulla produzione e il consumo dell'olio tripolitano nel III secolo. *Dialoghi di Archeologia IX-X -1976-77; 542-601.*
- [51] I. Mazzini, *Alimentazione e medicina nel mondo antico. Da: Storia dell'alimentazione. Edizioni Laterza, 191-200, (1997).*
- [52] L. Gil, *Therapeia. La medicina popular en el mundo clásico. Madrid, 331-362, (1969).*
- [53] A.J. Sirks, *Food for Rome. The legal structure of the transportation and processing supplies for the imperial distributions in Rome and Constantinople. Amsterdam, 388-91, (1991).*
- [54] R. Remesal, *La economía oleícola bética: nuevas formas de análisis. Archivo Espanol de Arqueología* 50, 87-142 (1977).
- [55] M. Montanari, *Alimentazione e cultura nel Medioevo. Roma-Bari, (1988).*
- [56] A. Cortonesi, *Fra autoconsumo e mercato: l'alimentazione rurale e urbana nel basso Medioevo. da: Storia dell'alimentazione. Edizioni Laterza, 325-335, (1997).*
- [57] B. Lawn, *The Salernitan Questions. Oxford, p. XI, (1963).*
- [58] G.P. Marchi, «Nascitur Hic Oleum...» Echi letterari dell'olio del Garda. da: *L'olio d'oliva nella cultura e nell'alimentazione dell'uomo. Verona, 37-49, (1985).*
- [59] J.L. Flandrin, *Condimenti, cucina e dietetici tra XIV e XVI secolo. da: Storia dell'alimentazione. Edizioni Laterza, 381-395, (1997).*
- [60] P. Hyman, M. Hayman, *La stampa in cucina: i libri di cucina in Francia tra il XV e il XIX secolo. da: Storia dell'alimentazione. Edizioni Laterza, 501-511, (1997).*
- [61] P. Sorcinelli, *Alimentazione e salute. Da: Storia dell'alimentazione. Edizioni Laterza, 632-642, (1997).*
- [62] E.M. Sarrel, H.A. Cohen, E. Kahan, Naturopathic treatment for ear pain in children. *Pediatrics.* 111, 574-579, (2003).
- [63] L.J. Viera, Neonatal tetanus in the State of Minas

- Gerais: a contribution to understand the Problem. *Rev Lat Am Enfermagem*. 11, 638-644, (2003).
- [64] COI, Consiglio Oleicolo Internazionale, dati ufficiali.
- [65] J.B. Rossell, Frying. Improving quality, CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, London, (2001).
- [66] Sito internet: [www.tdcolive.net](http://www.tdcolive.net)
- [67] E. Carnovale, L. Marletta, Tabelle di composizione degli alimenti. Istituto Nazionale della Nutrizione. Edra Editore (1997).
- [68] R.H. Glew, J.A. Elliott, Y.-S. Huang, L.-T. Chuang, D.J. VanderJagt, Constancy of the fluidity of the milk lipids of three different human populations. *Nutr. Res*. 22, 1231-1241, (2002).
- [69] R. Yuhas, K.Pramuk, Lien E.L. Human Milk Fatty Acid Composition from Nine Countries. *Varies Most in DHA, Lipids*, 41, 851-858 (2006).
- [70] G. Bonaga, N. Frega, Le fonti e le caratteristiche dei lipidi alimentari. in "Manuale degli oli e dei grassi", P. Capella, E. Fedeli, G. Bonaga, G. Lercker Eds., Ed. Tecniche Nuove, Milano, 31-61, (1997).
- [71] E. Coni, R. Di Benedetto, M. Di Pasquale, R. Masella, D. Modesti, R. Mattei, E.A. Carlini, Protective effect of oleuropein, an olive oil biophenol, on low-density lipoprotein oxidizability in rabbits. *Lipids* 35, 45-54, (2000).
- [72] R.W. Owen, A. Giacosa, W.E. Hull, R. Haubner, G. Würtele, B. Spiegelhalder, H. Bartsch, Olive-oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *Lancet Oncol*. 1, 107-112, (2000).
- [73] A. Carrasco-Pancorbo, L. Cerretani, A. Bendini, A. Segiura-Carretero, G. Lercker, A. Fernández-Gutiérrez, Evaluation of the influence of thermal oxidation on the phenolic composition and on the antioxidant activity of extra-virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem*. 55, 4771-4780, (2007).
- [74] L. Cerretani, A. Rotondi, A. Bendini, M. Mari, G. Lercker, T. Gallina Toschi, Evaluation of oxidative stability and organoleptic properties of extra-virgin olive oils in relation to olive ripening degree. *Progress Nutr*. 6(3), 50-52, (2004).
- [75] T. Gallina Toschi, B. Biguzzi, L. Cerretani, A. Bendini, A. Rotondi, G. Lercker, Effect of crushing time and temperature of malaxation on the oxidative stability of a monovarietal extra-virgin olive oil, obtained by different industrial processing systems. *Progress Nutr*. 6(3), 132-145, (2004).
- [76] M. Rossi, C. Alamprese, Destino degli antiossidanti nativi nella raffinazione dell'olio di palma grezzo. *Progress Nutr*. 5, 330-335, (2003).
- [77] C. Alarcon De La Lastra, M.D. Barranco, V. Motilva, J.M. Herrerias, Mediterranean diet and health: biological importance of olive oil. *Curr Pharm Des*. 7, 933-950, (2001).
- [78] J. Zschocke, G.F. Hoffmann, *Vademecum Metabolicum Manuale pediatrico di malattie metaboliche ereditarie* 2<sup>a</sup> Ediz. Italiana, 113-118, (2004).
- [79] P. Haban, J. Klvanova, E. Zidekova, A. Nagyova, Dietary supplementation with olive oil leads to improved lipoprotein spectrum and lower n-6 PUFAs in elderly subjects. *Med. Sci. Monit*. 10, 49-54, (2004).
- [80] G. Caramia, L'olio extravergine di oliva nell'infanzia: alimento preventivo fra mito e scienza. Atti del XVIII Congresso SIPPS, Lecce, 28-31 ottobre 2006, 99-111.
- [81] V. Ruitz-Gutierrez, J.S. Perono, Y.M. Pacheco, F.J. Muriana, J. Villar, Incorporation of dietary triacylglycerols from olive oil and high-oleic sunflower oil into VLDL triacylglycerols of hypertensive patients. *Eur. J. Clin. Nutr*. 53, 687-693, (1999).
- [82] R. Masella, R. Vari, M. D'Archivio, R. Di Benedetto, P. Matarrese, W. Malorni, B. Scaccocchio, C. Giovannini, Extra virgin olive oil biophenols inhibit cell-mediated oxidation of LDL by increasing the mRNA transcription of glutathione-related enzymes. *J. Nutr*. 134, 785-791, (2004).
- [83] A. Panchaud, A. Sauty, Y. Kernen, L.A. Decosterd, T. Buclin, O. Boulat, C. Hug, M. Pilet, M. Roulet. Biological effects of a dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids supplementation in cystic fibrosis patients: a randomized, crossover placebo-controlled trial. *Clin Nutr*. 25(3), 418-27, (2006).
- [84] G. Caramia, M. Cocchi, R. Gagliardini, M. Malavolta, M. Mozzon, N.G. Frega: Fatty acids composition of plasma phospholipids and triglycerides in children with cystic fibrosis. The effect of dietary supplementation with an olive and soybean oils mixture. *Ped. Med. Chir* 25(1), 42-49, (2003).
- [85] J.J. Moreno, M.T. Mitjavila, The degree of unsaturation of dietary fatty acids and the development of atherosclerosis. *J. Nutr. Biochem*. 14, 182-195, (2003).

- [86] J.S. Perona, J. Canizares, E. Montero, J.M. Sanchez-Dominiguez, A. Catala, V. Ruitz-Gutierrez, Virgin olive oil reduces blood pressure in hypertensive elderly subjects. *Clin. Nutr.* 23, 1113-1121, (2004).
- [87] F.J. Kok, D. Kromhout, Atherosclerosis-epidemiological studies on the health effects of a Mediterranean diet. *Eur. J. Nutr.* 43 (Suppl 1:1), 2-5, (2004).
- [88] C.M. Aguilera, M.D. Mesa, M.C. Ramirez-Tortosa, M.T. Nestares, E. Ros, A. Gil, Sunflower oil does not protect against LDL oxidation as virgin olive oil does in patients with peripheral vascular disease. *Clin. Nutr.* 23, 673-681, (2004).
- [89] G. Caramia, L'olio extra vergine d'oliva. Dalla leggenda al razionale scientifico degli aspetti nutraceutici. *Pediatr Med Chir.* 28 (1-3), 9-23, (2006).
- [90] G. Caramia, L'alimentazione del bambino, la patologia cronica-degenerative dell'adulto e la nutri genomica. *Ped. Med. Chir.* 29, 309-320, (2007).
- [91] G. Caramia, Gli acidi grassi essenziali omega-6 e omega-3: dalla loro scoperta al loro impiego in terapia. *Minerva Pediatr.* 60(2), 219-33, (2008).
- [92] G. Caramia, Gli acidi grassi essenziali omega-3. Influenza sull'organismo e nuove prospettive terapeutiche. *Le Giornate Nazionali di Nutrizione Pratica 2009. Atti*, 100-115.
- [93] G. Caramia, M. Cocchi, N. Frega Recenti progressi in nutrizione. *Progress Nutr.* 2, 25-40, (2000).
- [94] B. Berra, G. Bellia, G. Montorfano, Acidi grassi w-3: nutrienti, alimenti funzionali, farmaci? *Atti IV Congresso Nazionale Acidi Grassi Polinsaturi Omega-3, CLA e Antiossidanti. Progress Nutr.* 5, 149-159, (2003).
- [95] J.L. Quiles, J.J. Ochoa, C. Ramirez-Tortosa, M. Battino, J.R. Huertas, Y. Martini, J. Mataix, Dietary fat type (virgin olive vs. sunflower oils) affects age-related changes in DNA double-strand-breaks, antioxidant capacity and blood lipids in rats. *Exp. Gerontol.* 39, 1189-1198, (2004).
- [96] G. Caramia, Omega-3: dall'olio di fegato di merluzzo alla nutri genomica. *Minerva Pediatr.* 60(4), 443-455, (2008).
- [97] G. Caramia, E. Ruffini, N. Frega, M. Cocchi, I Lipidi nel latte materno. *Nutrition To Day* 6, 16-19, (1999).
- [98] LARN: Livelli di assunzione raccomandati di energia e nutrienti per la popolazione Italiana. SINU, revisione 1996.
- [99] A. Fullano, A.A. Carbonell-Barranchina, S. Sidhu, Comparison of volatile aldehydes present in the cooking fumes of extra virgin olive, olive, and canola oils. *J. Agric. Food Chem.* 52, 5207-5214, (2004).
- [100] I. Durak, S. Yalcin, M. Kacmaz, M.Y. Cimen, S. Buyukkocak, A. Avci, H.S. Ozturk, High-temperature effects on antioxidant systems and toxic product formation in nutritional oils. *J. Toxicol. Environ. Health* 57, 585-589, (1999).
- [101] S. Gomez-Alonso, G. Fregapane, M.D. Salvador, M.H. Gordon, Changes in phenolic composition and antioxidant activity of virgin olive oil during frying. *J. Agric. Food. Chem.* 51, 667-672, (2003).
- [102] F. Soriquer, I. Esteva, G. Rojo-Martinez, M.S. Ruitz De Adana, MS, Dobarganes MC, García-Almeida JM, Tinahones F, Beltrán M, González-Romero S, Oliveira G, Gómez-Zumaquero JM., Oleic acid from cooking oils is associated with lower insulin resistance in the general population (Pizarra study). *Eur. J. Endocrinol.* 150, 33-39, (2004).
- [103] K. Sundram, M.A. French, M.T. Clandinin, Exchanging partially hydrogenated fat for palmitic acid in the diet increases LDL-cholesterol and endogenous cholesterol synthesis in normocholesterolemic women. *Eur. J. Nutr.* 42, 188-194, (2003).
- [104] R.P. Mensink, M.B. Katan, Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *N. Eng. J. Med.* 323(7), 439-445, (1990).
- [105] A.H. Lichtenstein, A.T. Erkkila, B. Lamarke, U.S. Schwab, S.M. Jalbert, L.M. Ausman, Influence of hydrogenated fat and butter on CVD risk factors: remnant-like particles, glucose and insulin, blood pressure and C-reactive protein. *Atherosclerosis* 171, 97-107, (2003).
- [106] F.A. Kummerow, Q. Zhou, M.M. Mahfouz, M.R. Smiricky, C.M. Grieshop, D.J. Schaeffer, Trans fatty acids in hydrogenated fat inhibited the synthesis of the polyunsaturated fatty acids in the phospholipid of arterial cells. *Life Sci.* 74, 2707-2723, (2004).
- [107] J.L. Flandrin, Le gout et la nécessité. Sur l'usage dans le cuisines d'Europe occidentale (XIV-XVIII siècles) *Annales Esc.*, 369-401, (1983).

- [108] A. Lee, D.I. Thurnham, M. Chopra, Consumption of tomato products with olive oil but not sunflower oil increases the antioxidant activity of plasma. *Free Radic. Biol. Med.* 29, 1051-1055, (2000).
- [109] J.M. Fielding, D. Li, R. Stockmann, A.J. Sinclair, The effect of different plant oils used in preparing tomato sauces on plasma concentrations of lycopene and oxidative status: a dietary intervention study. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 13(Suppl:S49), S301 (2002).
- [110] K.D. Ahuja, D. Kunde, M.J. BALL, Effects of olive oil and tomato lycopene combination on heart disease risk factors., *Nutrition* 22(3), 259-265, (2006).
- [111] D. Caruso, B. Berra, F. Giavarini, N. Cortesi, E. Fedeli, C. Galli, Effect of virgin olive oil phenolic compounds on in vitro oxidation of human low density lipoproteins. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 9, 102-107, (1999).
- [112] J. Marrugat, M.I. Covas, M. Fito, H. Shroder, E. Miro-Casas, E. Gimeno, R. M.C. López-Sabater, R. De La Torre, M. Farre, Effects of differing phenolic content in dietary olive oils on lipids and LDL oxidation--a randomized controlled trial. *Eur. J. Nutr.* 43, 140-147, (2004).
- [113] R. Sacchi, Interazione tra antiossidanti dell'olio vergine d'oliva ed acidi grassi omega-3 nei prodotti ittici trasformati. Un paradigma della "gastronomia molecolare" mediterranea. *Progress Nutr.* 5, 182-183, (2003).
- [114] G. Lercker, I componenti minori delle sostanze grasse. Atti IV Congresso Nazionale Acidi Grassi Polinsaturi Omega 3, CLA e Antiossidanti. *Progress Nutr.* 5, 93-115, (2003).
- [115] O.M. Pitkanen, P. Luukkainen, S. Andersson, Attenuated lipid peroxidation in preterm infants during subsequent doses of intravenous lipids. *Biol. Neonate.* 85, 184-187, (2004).
- [116] H.L. Newmark, Is oleic acid or squalene the important preventive agent? *Am. J. Nutr.* 71, 135-141, (2000).
- [117] U. Cornelli, B. Berra, N. Frega, M. Cornelli, D. Pacetti, Squalene: pregi e difetti. *Progress Nutr.* 5, 116-148, (2003).
- [118] M. Fito, M.I. Covas, R.M. Lamuela-Raventos, J. Vila, C. De La Torre, J. Marrugat, Olive oil and inhibition of low density lipoprotein oxidation. Role of phenolic compounds. *Med. Clin. (Barc.)* 115, 166-169, (2000).
- [119] R. Masella, C. Giovannini, R. Vari, R. Di Benedetto, EA. Coni, R. Volpe, N. Fraone, A. Bucci, Effects of dietary virgin olive oil phenols on low density lipoprotein oxidation in hyperlipidemic patients. *Lipids* 36, 1195-2202, (2001).
- [120] M.I. Covas, M. Fito, J. Marrugat, E. Miró, E. M. Farré, R. De La Torre, E. Gimeno, M.C. López-Sabater, R. Lamuela-Raventós, M.C. De La Torre-Boronat, Coronary disease protective factors: antioxidant effect of olive oil. *Therapie* 56(5), 607-611, (2001).
- [121] F. Visioli, A. Poli, C. Galli, Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Med. Res. Rev.* 22, 65-75, (2002).
- [122] F. Visioli, C. Galli, Biological properties of olive oil phytochemicals. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 42, 209-221, (2002).
- [123] T. Weinbrenner, M. Fito, R. De La Torre, G.T. Saez, Olive oils high in phenolic compounds modulate oxidative/antioxidative status in men. *J. Nutr.* 134, 2314-2321, (2004).
- [124] F. Visioli, D. Caruso, S. Grande, R. Bosisio, M. Villa, G. Galli, C. Sirtori, C. Galli, Virgin Olive Oil Study (VOLOS): vasoprotective potential of extra virgin olive oil in mildly dyslipidemic patients. *Eur. J. Nutr.* 6, 1-7, (2004).
- [125] S.A. Wisemam, L.B. Tijberg, F.H. Van De Put, Olive oil phenolics protect LDL and spare vitamin E in the hamster. *Lipids* 37, 1053-1057, (2002).
- [126] E. Damiani, P. Astolfi, P. Carloni, L. Greci, Antiossidanti naturali e di sintesi: meccanismi della loro azione. Una breve rassegna. *Progress Nutr.* 5, 160-168, (2003).
- [127] D.J. Pattison, R.A. Harrison, D.P. Symmons, The role of diet in susceptibility to rheumatoid arthritis: a systematic review. *J. Rheumatol.* 31, 1310-1319, (2004).
- [128] G. Caramia, Appropriate safe infant nutrition. *Alimentazione & Benessere* 5, 2-6, (2001).
- [129] R. Gagliardini, M. Malavolta, L. De Cristofaro, G. Tricarico, A. Giovagnoni, G.M. Caramia, F.M. De Benedictis, N. Frega, Effetti biochimici e clinici dell'integrazione dietetica con acido docosae-saenico in pazienti con fibrosi cistica. *Min. Ped.* 41, 68, (2003).
- [130] F.J. Kok, D. Kromhout, Atherosclerosis--epidemiological studies on the health effects of a Mediterranean diet. *Eur. J. Nutr.* 43 (Suppl. 1), 2-5, (2004).

- [131] R. De La Puerta Vazquez, E. Martinez-Dominiguez, J. Sanchez Perona, V. Ruitz-Gutierrez, Effects of different dietary oils on inflammatory mediator generation and fatty acid composition in rat neutrophils. *Metabolism* 53, 59-65, (2004).
- [132] G. Caramia, E. Ruffini, G. Brunelli, M.P. Catalani, R. Freddara, Studio del metabolismo lipidico nei nati sotto peso (EBWL). Ruolo degli acidi grassi essenziali nella dieta. Nota I. Atti X Congresso Internazionale Bambino: Progetto salute, 207-208, (1993).
- [133] S.E. Carlson, Docosahexaenoic acid supplementation in pregnancy and lactation. *Am J. Clin. Nutr.* 89, 678S-84S, (2009).
- [134] P.M. Kris-Etherton, D.S. Taylor, S. Yu-Poth, P. Huh, K. Moriarty, V. Fishell, R.L. Hargrove, G. Zhao, T.D. Etherton, Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.* 71(I Suppl.), 179S-180S, (2000).
- [135] A. Bianchi, Omega-3 and evidence based medicine. Oltre il paradosso eschimese. *Progress Nutr.* 6, 146-149, (2004).
- [136] G. Caramia, Acidi Grassi Polinsaturi. Gli omega-3 in età evolutiva. *Pediatr. Med. Chir.* 24, 337-345, (2002).
- [137] J.B. Rossell, *Frying - Improving quality.* Woodhead Publishing Limited, CRC Press, Boca Raton Boston New York Washington, DC, (2001).
- [138] M.F. Caboni, A. Massari, G. Lercker, Composizione del grasso del latte. Nota I. I lipidi apolari. *Sci. Tecn. Lattiero-casearia* 33, 426-442, (1982).
- [139] E.D. Barker, Fetal and infant origin of adult disease. The Medical Research Council Environmental Epidemiology Unit, University of Southampton. D.J.P., B.M.J. London, (1992).
- [140] A. Lucas, Early diet and later outcome in premature babies. Atti X Congresso Internazionale Bambino: Progetto Salute, 44-51, (1993).
- [141] A. Lucas, Programming by early nutrition: an experimental approach. *J. Nutr.* 128 (Supp 2), S 401-406, (1998).

*Ricevuto, 7 Maggio 2009  
Accettato, 24 Marzo 2010*