

# MAGIC COOKER

UN METODO DI COTTURA RIVOLUZIONARIO



ANALISI SCIENTIFICHE





Via delle Congiunte Sinistre, 18/A - 04100 Latina - Italy  
Tel: +39 0773.242863 - Fax +39 0773.265333  
info@magiccookernet

## **introduzione**

*Questo volume intende rendere ragione, anche da un punto di vista scientifico, alle straordinarie caratteristiche del prodotto Magic Cooker, innovativo metodo di cottura brevettato a livello mondiale dall'imprenditore italiano Luciano Ferrari.*

*Sfruttando il principio dei tubi di Venturi, applicato a un coperchio, si ottengono straordinari risultati sia sul fronte della qualità del cibo che del risparmio di tempo e di energia.*

*Salute e risparmio, due obiettivi*

*che da sempre l'azienda produttrice persegue con costanza.*

*I prodotti Magic Cooker, ormai famosi nel mondo, hanno ottenuto tante conferme sia da chi abitualmente li utilizza in cucina, sia da chi li ha studiati da un punto di vista strettamente scientifico. Le relazioni scaturite dalle analisi dei professori Calabrese e Dainelli, che potete leggere nelle pagine seguenti, confermano le esclusive proprietà dei prodotti.*

## 8 buoni motivi per scegliere **MAGIC COOKER**



### 1. SEMPLICITÀ

MAGIC COOKER, in acciaio inox 18/10, si adatta a coprire qualsiasi tipo di pentola con un diametro tra i 14 e i 34 cm.

### 2. PRATICITÀ

Sostituisce e/o migliora le prestazioni del forno, della vaporiera, del grill, della friggitrice, del microonde e del tostapane. È facile da pulire e può essere utilizzato con qualunque tipo di fornello. Elimina il rischio di schizzi su fornelli, cappe e mobili della cucina. Può essere lavato in lavastoviglie o con panni non abrasivi e normale detersivo.

### 3. SICUREZZA

Elimina ustioni e i pericoli d'incendio.

### 4. RISPARMIO

Con MAGIC COOKER si riduce il consumo di gas e di condimenti.

### 5. TEMPO

I tempi di preparazione di cottura si dimezzano grazie alle peculiarità del coperchio. Cuoce tutti i tipi di surgelati, dal congelatore direttamente in pentola.

### 6. SALUTE

MAGIC COOKER favorisce un'alimentazione sana, corretta e dietetica.

### 7. SAPORE

MAGIC COOKER mantiene inalterate le qualità organolettiche degli alimenti, preservando il gusto naturale dei cibi.

### 8. STOP AI CATTIVI ODORI

Grazie al sistema di cottura MAGIC COOKER si riducono fino all'80% i cattivi odori in cucina.

parte 1

## **MAGIC COOKER, UNA TECNOLOGIA RIVOLUZIONARIA E SALUTISTA**

*A cura del Prof. Giorgio Calabrese*



## INDICE - parte 1

PRIMA PROVA .....	<b>2</b>
Risultati della prima prova.....	<b>2</b>
SECONDA PROVA .....	<b>2</b>
Risultati della seconda prova .....	<b>2</b>
TERZA PROVA .....	<b>2</b>
Risultati della terza prova .....	<b>2</b>
QUARTA PROVA .....	<b>3</b>
Risultati della quarta prova.....	<b>3</b>
ANALISI COMPARATIVA .....	<b>4</b>
RISULTATI .....	<b>4</b>
CONCLUSIONI .....	<b>5</b>

### LE TECNICHE DI COTTURA OLIO DI OLIVA: ALIMENTO PER CUOCERE

COMPOSIZIONE DELL'OLIO D'OLIVA .....	<b>6</b>
FRAZIONE SAPONIFICABILE: TRIGLICERIDI DI ACIDI GRASSI .....	<b>7</b>

CARATTERISTICHE DEGLI ACIDI GRASSI NATURALI .....	<b>7</b>
FRAZIONE INSAPONIFICABILE: 1-2% DEL TOTALE DELL'OLIO .....	<b>7</b>
Parametri di qualità .....	<b>10</b>

### CARATTERISTICHE DEGLI OLI DI OLIVA

L'olio di oliva, la medicina e la chimica .....	<b>14</b>
Raccomandazioni per l'uso degli oli e dei grassi per frittura .....	<b>18</b>
<i>(secondo la Circolare del Ministero dell'11 gennaio 1991)</i>	
ARROSTO .....	<b>18</b>
MICROONDE .....	<b>20</b>
BAGNOMARIA .....	<b>21</b>
PRESSIONE .....	<b>22</b>
STUFATURA .....	<b>22</b>
BOLLITURA .....	<b>23</b>
FRITTURA .....	<b>24</b>

---

Perché l'olio extravergine di oliva resiste meglio alle elevate temperature? .....	<b>26</b>
L'acrilamide .....	<b>28</b>
IL PUNTO DI FUMO .....	<b>31</b>
Come ridurre od eliminare l'acroleina? .....	<b>35</b>

## **ANALISI CHIMICHE**

COMPORTAMENTO DEGLI OLI ALLA FRITTURA .....	<b>35</b>
GENERALITÀ SULL'OLIO DI ARACHIDE .....	<b>36</b>

---

È possibile utilizzare la tecnologia **Magic Cooker** che consente di friggere a soli 97°C ed è possibile riutilizzare l'olio per oltre 5 volte per frittiture sane essendo ancora di colore chiaro, oppure lo si può usare per condire dato che non assorbe i sapori. Durante la frittura non sarà presente odore di fritto, indice di presenza di acroleina, perché solo a 140° l'olio raggiunge il suo punto di fumo.

Riportiamo di seguito i risultati delle analisi effettuate da 3 differenti laboratori di analisi sul metodo di frittura eseguito con **Magic Cooker** comparato a quello tradizionale.

Si è voluto verificare attraverso specifiche prove di cottura, se con l'utilizzo del coperchio **Magic Cooker**, fosse possibile ridurre e/o rallentare la formazione delle sostanze cancerogene.

Nelle prove che sono state effettuate si è scelto l'olio di oliva perché essendo ricco di acidi monoinsaturi (più resistenti dei polinsaturi) e soprattutto ricco di sostanze antiossidanti, è quello più resistente alla degradazione dovuta al calore e quindi avrebbe fornito la prova più esemplare rispetto alla misurazione degli effetti del sistema **Magic Cooker**.

Infatti, gli oli di semi, come il girasole o il mais, cominciano a degradarsi a temperature più basse dell'olio d'oliva, ma sono preferiti nella frittura perché hanno sapore molto neutro sull'alimento, a differenza dell'olio di oliva che è invece molto caratterizzato.

Sono state effettuate tre prove sulle sostanze grasse: le prime due hanno consistito nella cottura di 500 grammi di patate tagliate a bastoncino in olio extravergine di oliva.

La terza prova, utilizzando il valore di cottura delle prove precedenti, ha teso a verificare quali fossero le modifiche dell'olio soggetto alle temperature tipiche del soffritto o della frittura.

Le prove si sono basate sul riscaldamento dell'olio extravergine di oliva in due contenitori identici, uno dei quali è stato tenuto coperto con il coperchio **Magic Cooker** mentre l'altro con un coperchio normale.

Il parametro che è stato utilizzato nella seconda e nella terza prova, è stato quello di misurare le alterazioni dell'olio e la formazione di sostanze polari.

Queste sostanze, sono un composto intermedio della degradazione degli oli e viene infatti utilizzato a livello mondiale come indicatore della qualità dell'olio di frittura. Gli Organismi di controllo ufficiali utilizzano proprio la misura delle sostanze polari per verificare che nella ristorazione non si usi troppo a lungo lo stesso olio di frittura.

L'incremento delle sostanze polari indica la formazione di sostanze tossiche e cancerogene nell'olio e in particolare dell'acroleina.

Inoltre, è stata effettuata una prova per verificare la diminuzione delle vitamine nella carne.

## PRIMA PROVA

Nella prima prova le patate tagliate a bastoncino sono state fritte per 14 minuti. La prova è stata effettuata presso il laboratorio Analysis di Todi (PG) ed ha avuto lo scopo di verificare la qualità della cottura delle patate. Per le sue caratteristiche costruttive il coperchio **Magic Cooker** ha dimostrato di poter cuocere a temperature sensibilmente più basse del sistema tradizionale.

Convenzionale	Magic Cooker
161 °C	97° C

Tabella 3: temperatura olio cottura nella prima prova

### Risultati della prima prova:

La prima prova ha dimostrato che utilizzando il coperchio **Magic Cooker** si possono ottenere frittiture con una ottima qualità organolettica, non impregnate di olio, friggendo ad una temperatura più bassa di quella prescritta dalla prassi ordinaria.

## SECONDA PROVA

In questa prova, le patate tagliate a bastoncino sono state fritte per 40 minuti. La temperatura è stata mantenuta agli stessi livelli di quella individuata nella prima prova. In questo caso si è voluta accertare la tendenza alle modificazioni dell'olio extravergine di oliva durante una sessione di frittura di tipo casalingo. Come si è detto in questo caso si è valutato l'incremento tendenziale delle sostanze polari, e analisi dell'olio sono state effettuate presso il laboratorio Biolab di Bologna.

### Risultati della seconda prova:

La seconda prova ha dimostrato che nella frittura convenzionale, dove si raggiungono temperature al di sopra dei 130°C, le sostanze polari aumentano rapidamente, anche se dopo solo 40 minuti la loro quantità è al disotto del limite di legge.

## TERZA PROVA

Con la terza prova si è voluto stressare l'olio per un periodo più lungo di tempo per verificare le modifiche dell'olio durante una sessione di frittura tipica di una ristorazione. È stata mantenuta la temperatura del punto di frittura: nel caso del **Magic Cooker** la temperatura è stata mantenuta tra i 117 e i 130 °C mentre nel caso della cottura convenzionale l'olio è stato mantenuto tra i 140 e i 170 °C (inferiore a quella convenzionalmente usata nella ristorazione). La durata è stata di 8 ore

continuative e la prova è stata effettuata presso il laboratorio Biolab di Bologna.

### Risultati della terza prova:

La terza prova è entrata analiticamente più nel merito ed ha dimostrato che mantenendo per 8 ore la temperatura di frittura dell'olio extravergine di oliva utilizzato con il **Magic Cooker**, non ha subito sostanziali modifiche dato che le sostanze polari sono bassissime. Da ciò ne consegue che dopo 8 ore di riscaldamento l'olio non si è alterato e può essere ancora utilizzato. È stato anche controllato come si sia modificato il profilo degli acidi grassi. Il dato più significativo è la diminuzione dell'acido linoleico nell'olio scaldato con metodo convenzionale.

Questo avviene perché questi acidi sono sensibili al riscaldamento e sono la principale fonte delle sostanze polari e dell'aumento di viscosità nell'olio.

La viscosità dell'olio comporta una peggiore qualità di frittura in quanto favorisce un maggiore assorbimento di olio da parte del cibo in frittura.

## QUARTA PROVA

Dal laboratorio Analysis è stata effettuata una prova di cottura di carne con due sistemi per verificare se con il coperchio **Magic Cooker** si potevano ottenere minori perdite in vitamine. È stata considerata la vitamina PP (Niacina) poiché tra le vitamine del gruppo B che si distruggono con il calore, questa è tra le più resistenti.

L'attività della niacina si esplica attraverso il NAD e il NADP, che come coenzimi di molte ossidoreduttasi intervengono nella maggior parte delle reazioni di trasferimento di elettroni e H<sup>+</sup> nel metabolismo dei glucidi, degli acidi grassi e degli aminoacidi, il NAD e il NADP fungono da accettori di elettroni.

Il NAD e il NADP, nonostante le notevoli similitudini di struttura e di meccanismo d'azione svolgono azioni metaboliche piuttosto diverse e molti enzimi richiedono o l'uno o l'altro. Il NAD partecipa prevalentemente alle reazioni che liberano energia (glicolisi, lipolisi, ciclo di Krebs) e diventa NADH che a sua volta cede H (ioni idrogeno) alla catena respiratoria per la produzione di ATP.

Il NADPH serve come donatore di H nelle reazioni di biosintesi (acidi grassi e steroidi) e nella via dei pentoso fosfati.

### Risultati della quarta prova:

I risultati delle analisi hanno dimostrato che la cottura con il coperchio **Magic Cooker**, a parità di qualità sensoriali della carne cotta, ha conservato una quantità superiore di vitamina PP.

## **ANALISI COMPARATIVA**

Riportiamo di seguito il parere del Laboratorio Agenzia delle Dogane, relativo alle prove eseguite su carne e pesce.

<b>Convenzionale</b>	<b>Magic Cooker</b>
<p>La carne, dopo cottura senza grassi aggiunti, con coperchio "tradizionale", inizia a friggere rimanendo attaccata al fondo della pentola lasciando traccedi residui carboniosi.</p> <p>Nella stessa c'è odore di fritto compresenza di fumo.</p> <p>La carne ha una consistenza più secca.</p>	<p>Nella camera di cottura è sempre presente del liquido che elimina l'adesione della carne alle pareti o al fondo del recipiente.</p> <p>Nel corso della cottura il vapore che fuoriesce dal coperchio è inodore a testimonianza che non si verificano alterazioni della carne in fase di cottura.</p> <p>La temperatura di cottura mantenuta costante non permette alla matrice grassa di raggiungere la soglia di fumo e quindi conserva inalterate le sue qualità.</p> <p>Inoltre, il mantenimento costante della temperatura nella pentola, riduce significativamente la produzione di OSSIGENO SINGOLETTO responsabile di ossidazione dell'alimento.</p> <p>A fine cottura non sono state riscontrate alterazioni della composizione chimica dei cibi, in particolare delle vitamine A E K PP, mentre la riduzione del livello calorico e dei principi nutrizionali della carne a fine cottura è risultata inferiore al 15%.</p>
<p>Il pesce, dopo la cottura con coperchio tradizionale aderisce al fondo della pentola e presenta zone bruciate.</p> <p>All'aspetto si presenta "asciutto".</p> <p>Nella stanza si avverte odore di pesce.</p>	<p>Il fondo di cottura del pesce cotto con Magic Cooker, è asciutto ma non bruciato; le carni sono morbide e non si avverte odore forte.</p> <p>Le caratteristiche organolettiche risultano migliori.</p>

Tabella 4: prove comparative carne e pesce

## **RISULTATI**

I risultati ottenuti evidenziano nel campione cotto con **Magic Cooker** un minor contenuto di lipidi (-30%), dovuto ovviamente al fatto che non è stato aggiunto olio per effettuare la cottura. Tale aggiunta invece è necessaria nella cottura convenzionale per evitare che la carne risulti cotta in modo non uniforme.

Ovviamente la riduzione di lipidi riduce anche il contenuto calorico (-15%).

Molto importante invece è il maggior contenuto di Niacina (vitamina PP) nel prodotto cotto con **Magic Cooker**; infatti si è riscontrato un contenuto superiore all'80% ri-

petto alla cottura convenzionale; tale fenomeno può essere attribuito alla modalità di cottura che raggiungendo temperature meno elevate, riduce la degradazione termica. Tutte le altre differenze dei parametri nutrizionali non possono essere considerate significative, così come il grado di durezza determinato con lo sforzo di taglio.

## **CONCLUSIONI**

Considerate tutte le risultanze delle prove eseguite dai Laboratori Analysis e Biolab, in conclusione, riteniamo di poter affermare, documenti alla mano, che per quanto riguarda il metodo di cottura (frittura) eseguito con l'ausilio di **Magic Cooker**, è stata ampiamente dimostrata l'efficacia di questa metodica di cottura all'interno delle linee guida di una sana alimentazione, poiché consente una frittura senza formazione di acroleina, riduce del 30% l'olio assorbito durante la cottura e consente la distruzione dei patogeni (temperatura > di 65° C) presenti nelle materie di origine animale. Inoltre si può ragionevolmente pensare che ci sia anche una riduzione della presenza di acroleina negli alimenti cucinati con **Magic Cooker**.

## LE TECNICHE DI COTTURA OLIO DI OLIVA: ALIMENTO PER CUOCERE

### COMPOSIZIONE IN ACIDI GRASSI DEGLI OLI VEGETALI $\phi_3/\phi_6=1:10$

#### *Olio extravergine d'oliva*

Acido OLEICO	73,6
Acido PALMITICO	10,64
Acido STEARICO	3,06
Acido LINOLEICO ( 6)	7,85
Acido LINOLEICO ( 3)	0,99

#### *Olio di mais*

Acido OLEICO	29,9
Acido PALMITICO	11,69
Acido STEARICO	2,30
Acido LINOLEICO ( 6)	49,83
Acido LINOLEICO ( 3)	0,6

#### *Olio di girasole*

Acido OLEICO	32,9
Acido PALMITICO	5,92
Acido STEARICO	4,78
Acido LINOLEICO ( 6)	49,9
Acido LINOLEICO ( 3)	0,33

### COMPOSIZIONE DELL'OLIO D'OLIVA

L'olio di oliva è chimicamente costituito, per la quasi totalità, da **trigliceridi** (98-99,5%), esteri della glicerina con gli acidi grassi, la cui composizione media è rappresentata da acidi grassi saturi (16% circa tra cui predomina il palmitico), acidi grassi monoinsaturi (circa il 75% con netta prevalenza dell'acido oleico) e di acidi polinsaturi (circa il 9% con prevalenza di acido linolenico e limitate quantità di linoleico).

Oltre a questi componenti principali, l'olio di oliva contiene altri composti che costituiscono la frazione dell'insaponificabile e, seppur presenti in minime quantità (0,5-2%), influiscono in maniera determinante sulla qualità merceologica, nutrizionale ed organolettica (steroli, alcoli alifatici e interpenici, polifenoli, tocoferoli, componenti dell'aroma...).

### FRAZIONE SAPONIFICABILE: TRIGLICERIDI DI ACIDI GRASSI

Gli acidi grassi sono presenti nell'olio come costituenti dei trigliceridi e gliceridi, esteri della glicerina, (pochissimi sono gli acidi grassi liberi: quando sono in grandi quantità fanno aumentare il valore dell'acidità, quindi la possibilità degli oli di ossidarsi, a partire dai radicali liberi, rendendo un olio sgradevole), esteri con altri grassi, oppure eteri misti. Gli acidi grassi sformati da molecole contenenti atomi di carbonio legati tra loro da legami semplici (**saturi**, forma cis in quelli naturali, palmitico 7/15%, stearico 1,5/3,5%) o uno o più doppi legami (**monoinsaturi**, oleico 70/80%, e **polinsaturi**, linoleico 10% e altri).

La composizione % varia secondo le condizioni climatiche e agronomiche, si possono comunque riscontrare alcune differenziazioni e similitudini tra oli di regioni diverse. I **trigliceridi**, che in origine si trovano quasi esclusivamente nella polpa delle olive, sono fonte di energia per l'organismo, apportano acidi grassi essenziali (non riproducibili dall'organismo), favoriscono l'assorbimento di vitamine liposolubili, hanno azione plastica nella strutturazione delle membrane cellulari, azione funzionale come precursori delle prostaglandine, protettiva (quelli insaturi) per l'azione verso i radicali liberi e il colesterolo nell'organismo.

### CARATTERISTICHE DEGLI ACIDI GRASSI NATURALI

1. numero pari di atomi di C ( C14-C16-C18Ö.)
2. doppi legami non coniugati
3. isomera CIS e non trans del doppio legame
4. gli acidi grassi insaturi, occupano di preferenza la posizione 2 della molecola del glicerolo.

### FRAZIONE INSAPONIFICABILE: 1-2% DEL TOTALE DELL'OLIO

Queste sostanze sono responsabili di proprietà importanti degli oli: le **proprietà organolettiche** quali i profumi (fruttato), gli odori (mela carciofo mandorla pinolo carciofo erba foglia), i gusti tipici (amaro piccante, dolce...), le proprietà **biologiche** quali le capacità antiossidanti conservanti e salutari; sono anche marker (sostanze guida) per evidenziare la presenza di eventuali **frodi**.

**Alcoli 20/35%** sono molecole generalmente molto volatili, infatti evaporando a basse temperature sono proprio esse che caratterizzano l'odore di un olio (anche se tenui si riconoscono a fatica). Sono sostanze inoltre molto labili chimicamente, per cui

man mano che le olive arrivano a un periodo sempre più lungo di maturazione, l'olio tende a perdere odori, questo avviene anche per l'olio che inevitabilmente invecchia. Tra gli alcoli vanno distinte alcune specie:

**Triterpenici:** come il cicloartenolo, il metilen-cicloartenolo, il citrostadienolo ecc. che costituiscono la più vasta parte di alcoli; il b-sitosterolo predominante della frazione sterolica; ostacolano l'assorbimento del colesterolo nell'intestino, e sono precursori biogenetici degli steroli.

**Bitorpenici:** fra questi **eritrodiolo, uvaolo** ecc.; alcuni di essi sono stati presi come riferimento per smascherare frodi.

**Alifatici:** tra cui l'etanolo, pentacolo, esanolo, il 3 metil- pentene- tolo, fino ad alcoli con catene di circa 20 carboni.

**Steroli 2-3%** alcoli ciclici monovalenti insaturi (C27/29), chiamati **filosteroli**, presenti negli oli come esteri di acidi grassi, liberi o esterificati; es. **beta-sitosterolo stigmasterolo campesterolo brassicasterolo**, anche colesterolo (la cui presenza è indice di contaminazione da mosca olearia). Per saponificazione dell'olio si ritrovano liberi con l'insaponificabile. Ogni specie oleosa ha caratteristica composizione sterolica (importanti quindi per azione marker nelle analisi degli oli sono come l'impronta digitale per identificare sostanze grasse d'origine diversa).

**Polifenoli composti minori polari (CMP) 18-35% sostanze antiossidanti**, a queste sostanze si deve la capacità di un olio a resistere all'ossidazione (irrancidimento), cioè il loro effetto è quello di ossidarsi al posto dei grassi consumandosi nel tempo: hanno quindi azione protettiva (sia sull'olio che come attività biologica sulle cellule del corpo umano), la loro quantità è indice del grado di invecchiamento di un olio e della sua conservabilità. La loro quantità dipende anche dal tipo di cultivar e del periodo di raccolta (maggiori nelle olive verdi, diminuiscono con la maturazione).

La cultivar che ne contiene di più è 'frantoio', quelle delle zone costiere toscane ne contengono di meno rispetto all'entroterra; una buona lavorazione delle olive non incide troppo sul loro contenuto nell'olio. La loro quantità nel frutto è massima all'inizio dello scurimento, poi iniziano a consumarsi. L'olio di oliva non vergine non contiene CMP e tocoferoli.

Sono macromolecole contenenti nuclei **fenolici** legati a radicali di varia natura: oleuropeina (principio amaro). **Idrossitirosole** (da decomposizione del precedente, più attivo della vitamina E, ha attività antiossidanti anche nel corpo umano, attività antiherpes, antiradicali liberi, ipotensivo, antiaggregante piastrinico) **luteolina acida, elenoico flavoni acidi fenolici**. La loro presenza è avvertita in un olio di gusto *amaro e anche piccante*, ma anche da un gusto *fruttato*; in quanto molecole termolabili risentono delle lavorazioni meccaniche (in un olio sottoposto a raffinazione, queste sostanze non sono presenti). Nell'oliva le sostanze fenoliche si trovano sotto forma

di glucosidi, esteri e sostanze varie complesse non solubili nell'olio, nella frangitura e gramolatura l'idrolisi enzimatica **libera** sostanze fenoliche semplici solubili **nell'olio**, a seconda del tempo e della temperatura di lavorazione.

**Tocoferoli 2-3% antiossidanti:** tra questi composti quello con una attività biologica maggiore è **alfa-tocoferolo** costituente della vitamina E (circa 150-300 mg/kg di olio), lipofilo, dotato di un forte potere antiossidante soprattutto verso gli ai di grassi polinsaturi che sono i più propensi ad ossidarsi.

Queste sostanze so facilmente ossidabili, catturando i radicali liberi che si formano durante l'ossidazione all'aria dei composti insaturi, ed hanno le stesse funzioni sia nei cibi che nel tessuto cellulare. I processi tecnici di lavorazione (specie raffinazione) dell'olio riducono inevitabilmente la quantità di questa sostanza, con perdite nelle acque di vegetazione durante l'estrazione.

**Idrocarburi 50-60% squalene** (insaturi). C30, presente al 30% della frazione, intermedio nella biosintesi di steroidi (precursore del colesterolo), con azione fisiologica nel ricambio umano (crescita), **terpeni e politerpeni** (insaturi);

**Idrocarburi saturi** (paraffine) C10-C35;

**Cere:** alcuni idrocarburi, come gli **IPA** (policiclici aromatici) possono essere presenti in tracce e sono indice di inquinamento ambientale, a causa della vicinanza degli oliveti a insediamenti industriali o autostrade.

### Altre sostanze

**Vitamine** liposolubili A D (derivati steroidi) E (antiossidante);

la vit. A direttamente non presente nell'olio, si forma per scissione del b-carotene ad opera dell'enzima carotenasi presente nel fegato; il b-carotene per questo definito provitaminaA.

**Pigmenti** carotenoidi (tra cui b-carotene), clorofille (con azione anche antiossidante, anche se solo al buio, insieme alla vitamina E): conferiscono all'olio la colorazione gialla i primi, verde le seconde (maggiore per olive poco mature).

I **caroteni** agiscono sulle molecole di ossigeno, in presenza di luce, disattivandone l'azione di produzione a catena di radicali (azione antiossidante).

Le **clorofille** in presenza di luce si degradano cambiando il colore dell'olio a giallo e hanno effetto dannoso sugli acidi grassi permettendone l'ossidazione; in assenza di luce invece si comportano da antiossidanti insieme ai polifenoli

La **composizione chimica** dell'olio è influenzata da numerosi fattori: la varietà delle olive, le condizioni dell'ambiente e del clima, le tecniche di allevamento della pianta, la fase di stoccaggio del prodotto e lavorazioni del frutto (estrazione...).

#### Parametri di qualità:

I parametri di qualità di un olio di oliva codificati dal Reg. CEE 2568/91 riguardano:

- **Caratteristiche organolettiche.** La valutazione organolettica di un olio di oliva vergine ('panel test') viene effettuata da un gruppo di assaggiatori opportunamente addestrati, i quali verificano la presenza e l'intensità di particolari note aromatiche e di eventuali difetti. Questo saggio, con la sua debolezza dovuta ad una serie di variabili legate all'assaggiatore, rappresenta il giusto completamento del quadro chimico analitico di un olio vergine. In effetti la differenziazione qualitativa fra la grande quantità di prodotti presenti nel mercato e analiticamente poco diversi uno dall'altro è essenzialmente dovuta a queste caratteristiche essenziali.
- **Stato idrolitico:** l'olio dal momento della fuoriuscita dal vacuolo della cellula oleifera va incontro a fenomeni di lipolisi sia di tipo enzimatico che chimico. Questa alterazione porta come conseguenza l'aumento della acidità libera, parametro fondamentale su cui si basa la classificazione dell'olio nelle diverse categorie.
- **Grado di ossidazione:** per valutare il livello di ossidazione di un olio di oliva la normativa comunitaria ha previsto due determinazioni:
  1. *Numero di perossidi*, misura il livello dei prodotti primari di ossidazione (idroperossidi). Tali prodotti non sono rilevabili all'esame organolettico.
  2. *Esame spettrofotometrico nell'ultravioletto:* permette la misurazione a 232 nm del livello dei prodotti primari di ossidazione e a 270 nm, del livello dei prodotti secondari di ossidazione (composti carbonici) che si originano per degradazione degli idroperossidi e che conferiscono il difetto di rancido all'olio.

Le proprietà sensoriali e salutistiche degli oli vergini di oliva sono riconducibili alla loro composizione chimica. L'olio di oliva vergine è, infatti, costituito da una numerosissima serie di composti chimici di diversa origine, distinti in una frazione saponificabile ed una insaponificabile.

La prima è la più rappresentativa con il 98% circa della sostanza totale ed è costituita principalmente da trigliceridi, cioè esteri formati da glicenna e acidi grassi, con una prevalenza di quelli insaturi di cui il maggior rappresentante è l'acido oleico con un massimo dell'82% circa.

La seconda frazione, nonostante la bassa concentrazione dal punto di vista quantitativo (0,5-2%), ha invece un'influenza predominante sulla caratterizzazione di un

olio vergine di oliva a livello merceologico, nutrizionale e sensoriale (Aparicio et altri 2002, Panelli et altri, 1980).

Questi componenti minori sono, infatti, i più diretti responsabili di tutte quelle caratteristiche che fanno assumere ad un olio la connotazione di unicità e tipicità (Servili et altri 2004; Solinas 1987).

Tra i composti di questa frazione le sostanze fenoliche idrofile degli oli vergini di oliva possiedono spiccate proprietà biologiche, che le rendono notevolmente interessanti dal punto di vista salutistico, come molecole a potenziale azione antiossidante, antitumorale, antinfiammatoria ed antifettiva.

Esse comprendono in particolare acidi fenolici, fenil-alcoli come il 3,4 didrossifeniletanolo (3,4 DHPEA) ed il pidrossifeniletanolo (p-HPEA) i derivati dei secolridoidi quali il 3,4 DHPEA-EDA, il 3,4 - DHPEA-EA, il HPEA-EDA ed il p-DHPEA-EA i lignani come il (+) 1 acetossipinoresinolo ed il (+)-pinoresinolo, ed i flavoni come l'apigenina e la luteolina.

Le proprietà dei composti fenolici ottenuti dall'olio d'oliva, sono attualmente poco conosciute e perciò oggetto di una intensa attività di ricerca.

Le attuali conoscenze sulla composizione fenolica degli oli vergini d'oliva evidenziano una forte variabilità a livello qualitativo e soprattutto quantitativo in relazione a fattori genetici, agronomici e tecnologici (Amiot et altri, 1986; Angiolillo et altri 1999; Montedoro et altri 1989; Panelli et altri 1994, 1988; Uceda et altri 1999).

Da recenti studi già effettuati, un importante ruolo sembra essere svolto da due gruppi distinti di enzimi.

Il primo comprende alcuni enzimi endogeni strettamente legati, nella loro attività, alla cultivar e la loro attivazione nella fase di frangitura delle olive influenza fortemente la concentrazione fenolica degli oli vergini di oliva.

Tra queste le glucosidasi svolgono il ruolo di promotori della formazione dei derivati agliconici dei secolridoidi che sono i composti fenolici ad attività biologica maggiormente presenti negli oli vergini di oliva.

Il secondo gruppo è invece costituito dalle ossidoriduttasi (polifenolossidasi e perossidasi), che sono in grado di innescare un processo di degradazione ossidativa a carico della frazione fenolica, durante le operazioni di estrazione meccanica dell'olio, determinando una rapida riduzione del patrimonio antiossidante di natura fenolica dell'olio.

## CARATTERISTICHE DEGLI OLI DI OLIVA

		VERGINE EXTRA	VERGINE	VERGINE CORRENTE	VERGINE LAMPANTE	RAFFINATO	OLIVA	SANSA GREGGIO	SANSA RAFFINATO	SANSA
Acidità	%	M 1,0	M 2,0	M 3,3	M 3,3	M 0,5	M 1,5	M 2,0	M 0,5	M 1,5
Numero dei perossidi	mccq/ O <sub>2</sub> /kg	M 2,0	M 2,0	M 2,0	M 2,0	M 5	M 15		M 5	M 15
Solventi alogenati	mg/kg	M 0,20	M 0,20	M 0,20	M 0,20	M 0,20	M 0,20		M 0,20	M 0,20
Cere	mg/kg	M 250	M 250	M 250	M 350	M 350	M 350			> 350
Acidi sat. pos. 2 del triglic.	%	M 1,3	M 1,3	M 1,3	M 1,3	M 1,5	M 1,5	M 1,8	M 2,0	M 2,0
stigmastadiene	mg/kg	M 0,15	M 0,15	M 0,15	M 0,15					
Eritrodiolo uvaolo	%	M 4,5	M 4,5	M 4,5	M 4,5	M 4,5	M 4,6	m 12	m 12	> 4,5
Trilinoleina	%	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,7	M 0,6	M 0,6
Colesterolo	%	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5
Brassicasterolo	%	M 0,1	M 0,1	M 0,1	M 0,1	M 0,1	M 0,1	M 0,1	M 0,1	M 0,1
Campesterolo	%	M 4,0	M 4,0	M 4,0	M 4,0	M 4,0	M 4,0	M 4,0	M 4,0	M 4,0
Stigmasterolo	%	< camp.	< camp.	< camp.		< camp.	< camp.		< camp.	< camp.
Beta sitosterolo	%	m 93	m 93	m 93	m 93	m 93	m 93	m 93	m 93	m 93
Delta 7 stigmasterolo	%	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5	M 0,5
Steroidi totali	%	m 1000	m 1000	m 1000	m 1000	m 1000	m 1000	m 2500	m 1800	m 1600
Acido Mistico	%	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,05
Acido Linolenico	%	M 0,9	M 0,9	M 0,9	M 0,9	M 0,9	M 0,9	M 0,9	M 0,9	M 0,9
Acido Arachico	%	M 0,6	M 0,6	M 0,6	M 0,6	M 0,6	M 0,6	M 0,6	M 0,6	M 0,6
Acido Eicosenoico	%	M 0,4	M 0,4	M 0,4	M 0,4	M 0,4	M 0,4	M 0,4	M 0,4	M 0,4
Acido Beenico	%	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,3	M 0,3	M 0,3
Acido Lignocericico	%	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,2	M 0,3	M 0,3	M 0,3
Isomeri transoleici	%	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,10	M 0,20	M 0,20	M 0,20	M 0,40	M 0,40
Isomeri translinoleici + translinolenici	%	M 0,05	M 0,05	M 0,05	M 0,10	M 0,30	M 0,30	M 0,10	M 0,35	M 0,35
K232	%	M 2,50	M 2,50	M 2,60	M 3,70	M 3,40	M 3,30		M 5,50	M 5,30
K270	%	M 0,20	M 0,25	M 0,25	M 0,25	M 1,20	M 1,00		M 2,50	M 2,00
K270 con allumina	%	M 0,10	M 0,10	M 0,10	M 0,10					
Delta K	%	M 0,01	M 0,01	M 0,01		M 0,16	M 0,13		M 0,25	M 0,20
Panel test	%	m 6,5	m 5,5	m 3,5	< 3,5					

N.B. Un olio deve essere rifiutato se qualcuna delle sue caratteristiche non entra nei limiti fissati.

I polifenoli sono un'ampia famiglia di composti o pigmenti naturali dotati di importanti proprietà biologiche. Sono presenti in frutta e verdura e in alcune bevande fermentate come vino, birra, tè. Tra le classi più rappresentative vi sono i flavonoidi e gli acidi fenolici (o fenoli), e i tannini, i quali conferiscono agli alimenti in cui sono presenti le caratteristiche organolettiche. I flavonoidi o bioflavonoidi sono composti con varie colorazioni, dall'avorio al giallo e all'arancio (verdure a foglia larga, cipolle, pomodori, albicocche, mela, tè, ecc) fino al blu e rosso nel caso delle antocianine (presenti nelle arance rosse, in alcuni frutti di bosco, nel vino rosso, ecc.) e altre colorazioni ancora.

I tannini sono ampiamente distribuiti nel mondo vegetale e si trovano in vari tipi di frutta fresca e secca, spezie e bevande come caffè, tè, vino. I tannini reagiscono con le proteine complessandole e determinando fenomeni di precipitazione; intervengono inoltre nel processo di stabilizzazione dei vini, ai quali conferiscono il caratteristico sapore astringente.

I composti fenolici sono presenti in verdure, ortaggi e frutta e in particolare in prodotti quali l'olio d'oliva e il vino. L'acido tannico, insieme con altri polifenoli, quali l'acido gallico e l'acido clorogenico presenti in tè e caffè, può avere un effetto negativo sull'assorbimento del ferro non eme.

Ai polifenoli sono state riconosciute numerose funzioni, tra le quali antiossidante, antinfiammatoria, antiallergica, antibatterica e antivirale. I polifenoli sembrano essere utili, con altri pigmenti naturali e composti vitaminici, nella prevenzione delle malattie croniche - degenerative come quelle cardiovascolari e i tumori. In particolare è stato suggerito che le sostanze polifenoliche possano svolgere azione protettiva nei confronti delle lipoproteine a bassa densità, dei processi ossidativi, meccanismo implicato nella formazione delle placche arteriosclerotiche. Sembra che possano agire anche attraverso un'azione antiaggregante piastrinica e fibrinolitica.

Ai componenti cosiddetti 'minori', recenti studi attribuiscono capacità protettive ed antiossidanti degli organi e dei tessuti dell'organismo, in grado di combattere alcuni fenomeni patologici come l'arteriosclerosi, l'invecchiamento ed il cancro. Le sostanze antiossidanti, e tra queste anche i polifenoli, sembrano svolgere un ruolo diretto come agenti carcinogenici.

Anche se non è ancora certa la percentuale di aiuto che l'olio extravergine di oliva è in grado di offrire alla lotta contro alcuni tipi di tumori, sono certe invece le elaborazioni statistiche delle malattie cancerogene in relazione alle abitudini alimentari.

La riduzione di alcuni tipi di cancro è infatti direttamente proporzionale all'uso di olio

di oliva e di olio extravergine di oliva.

In Italia, ad esempio, il tasso di mortalità a causa di questo terribile male è molto contenuto al sud, dove si produce e si fa largo uso di olio di oliva. È più marcato nel centro Italia, ma aumenta sensibilmente al nord, dove vi sono abitudini alimentari legate ad una dieta maggiormente ricca di grassi di origine animale.

### L'olio di oliva, la medicina e la chimica

Anticamente l'olio di oliva veniva particolarmente raccomandato per la conservazione dei capelli e per il mantenimento del loro colore naturale ; per la cura dei sofferenti di stomaco, di fegato e di intestino; per rimarginare la pelle dalle ustioni e per preservarla dall'irraggiamento solare; era considerato indispensabile per i massaggi muscolari e articolari.

L'attuale ricerca medica, pur non smentendo le prescrizioni sopra indicate, anche se un po' troppo generiche, raccomanda l'uso dell'olio di oliva nell'alimentazione per prevenire l'invecchiamento e per preservare l'organismo dalle malattie cardiocircolatorie.

Infatti gli approfondimenti clinici e terapeutici hanno dimostrato che il particolare rapporto fra gli acidi grassi saturi, monoinsaturi polinsaturi che caratterizzano la composizione dell'olio di oliva e la naturale presenza di micro costituenti, quali tocoferoli e polifenoli, fanno sì che esso possieda una serie di preziose proprietà quali, ad esempio, facile digeribilità e resistenza alla cottura, azione ritardante l'invecchiamento cellulare, azione preventiva nei confronti della formazione di calcoli biliari, effetto favorevole per lo sviluppo cerebrale, effetto anti-trombotico ed ipocolesterolizzante.

L'olio extravergine di oliva è un prodotto naturale il cui uso nell'alimentazione può avere benefici sull'organismo.

Secondo studi accreditati, l'olio extravergine di oliva:

<p><b>RIDUCE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la percentuale di colesterolo totale ldl</li> <li>• i rischi di occlusione delle arterie</li> <li>• la pressione arteriosa</li> <li>• il tasso di zucchero nel sangue</li> </ul>	<p><b>AUMENTA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la percentuale di colesterolo totale hdl (quello buono)</li> <li>• la secrezione di bile</li> <li>• l'apporto di vitamine A, D, E</li> <li>• l'assorbimento delle altre vitamine</li> </ul>
<p><b>È UTILE PER LIMITARE O PREVENIRE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'arteriosclerosi</li> <li>• l'infarto del miocardio</li> <li>• alcune forme di tumore</li> <li>• gli effetti dell'invecchiamento cellulare</li> <li>• la gastrite</li> <li>• l'ulcera gastrica</li> <li>• l'osteoporosi</li> </ul>	<p><b>HA EFFETTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• antiossidanti, per la presenza dei polifenoli che attaccano i radicali liberi</li> <li>• diuretici</li> <li>• lassativi</li> <li>• febbrifughi</li> <li>• disinfiammanti dello stomaco</li> </ul> <p><i>(tratto da una pubblicazione dell'UNAPROL)</i></p>

Le proprietà benefiche dell'olio di oliva derivano fondamentalmente dalla composizione dei trigliceridi e dei polifenoli in esso contenuti. Infatti l'olio di oliva contiene la più elevata quantità di monoinsaturi rispetto a qualunque altro grasso animale o vegetale.

Uno studio svolto dalla facoltà di farmacia dell' università di Milano ha dimostrato le proprietà antiossidanti dei fenoli presenti nell'olio extravergine di oliva. Lo studio si divide in due parti:

La prima parte ha dimostrato in vitro l'attività antiossidante dei fenoli nei confronti delle Ldf, di inibizione della formazione dei trombi, di antinfiammazione e di capacità di aumento della sintesi dell'ossido nitrico, con azione vasodilatatrice, oltre che di diminuzione dei radicali liberi.

La seconda parte ha dimostrato l'assorbimento dell'uomo di queste sostanze; quattro campioni di olio a differente concentrazione di fenoli sono stati somministrati giornalmente a sei soggetti. Dall'esame del rapporto tra quantità di fenoli ingeriti ed escreti attraverso le urine, è stato dimostrato che essi sono assorbiti dall'organismo in proporzione alle dosi ingerite.

Con la frittura si raggiungono nei grassi temperature molto elevate. Varela e coll., tuttavia hanno dimostrato sperimentalmente che durante la frittura la temperatura nell'interno degli alimenti si mantiene costantemente sui 100° C fintanto che l'acqua contenuta negli alimenti stessi non sia completamente evaporata. Affinché il grasso sottoposto a riscaldamento possa penetrare nell'interno è necessario infatti che l'acqua evapori nella maggior parte o nella sua totalità. Per questo motivo il tempo reale di azione del grasso riscaldato sugli alimenti è molto breve e ciò rende ragione del fatto oggi accertato che il danno termico provocato dalla frittura non è maggiore di quello che

si verifica con altre tecniche culinarie ed anzi, in taluni casi, è anche minore. Peraltro, quando si parla di alterazioni che intervengono nel grasso di frittura conviene distinguere chiaramente tra quelle consecutive alle temperature eccessive (overheating) e quelle che realmente avvengono nella frittura degli alimenti. È importante quindi conoscere quali alterazioni si possono verificare a carico dei lipidi e fino a che punto tali alterazioni possono ritenersi innocue per la salute.

Le elevate temperature, in presenza dell'ossigeno atmosferico, accentuano questi fenomeni di autoossidazione che i grassi subiscono spontaneamente anche a temperatura ambiente. Questi fenomeni sono proporzionali al grado di insaturazione del grasso ed all'eventuale concomitanza di sostanze pro-ossidanti, mentre vengono contrastati dalla presenza di sostanze antiossidanti.

I grassi animali, pur possedendo un basso grado di insaturazione, subiscono rapidamente il processo di autoossidazione in quanto sono privo di agenti antiossidanti, gli oli di semi subiscono anch'essi rapidamente questo processo poiché, sebbene contengano una buona quantità di agenti antiossidanti (in forma di tocoferoli), presentano un elevato grado di insaturazione; l'olio di oliva invece si comporta in maniera molto stabile di fronte all'attacco dell'ossigeno atmosferico poiché, oltre a possedere un grado intermedio di insaturazione, contiene numerose sostanze anti-ossidanti (atocoferolo e polifenoli).

Ricerche di Fedeli et al., hanno dimostrato che la stabilità dell'olio di oliva si mantiene anche alle temperature elevate di frittura, al contrario di quanto accade per gli oli di semi, non solo per la presenza di anti-ossidanti, ma anche per la ricchezza in acido oleico. Sono infatti gli acidi grassi polinsaturi quelli che maggiormente vengono a subire il danno termo-ossidativo e tale suscettibilità è proporzionale al grado di insaturazione medio dell'olio, ma anche al numero dei doppi legami presenti nella singola catena dell'acido grasso, nel senso che, mentre un acido grasso saturo ha una velocità di insaturazione molto bassa, che può essere posta pari a 1, il monoinsaturo ha una velocità di 10, il diinsaturo di 100 ed il triinsaturo di 10.000.

Oltre che al grado di insaturazione, l'entità delle alterazioni dei grassi è proporzionale al grado della temperatura raggiunta, alla durata del riscaldamento, alla natura dell'alimento cotto (che può cedere alcuni dei suoi costituenti) ed all'eventuale presenza di catalizzatori.

I prodotti di alterazione che si formano nei grassi sottoposti alle alte temperature sono i perossidi, le aldeidi, i chetoni, gli idroperossidi, i polimeri ed i monomeri ciclici. Ciascuno di questi componenti può essere responsabile di effetti tossici, anche se le aldeidi ed i chetoni essendo volatili, vengono facilmente eliminati ed i polimeri vengono difficilmente assorbiti. Gli effetti tossici possono interessare lo stomaco, il fegato, l'apparato cardiocircolatorio, il rene e la velocità di accrescimento dell'animale da

esperimento. Non deve essere dimenticato infine che anche il valore nutritivo degli alimenti cotti può risultare danneggiato.

Gli studi condotti sugli effetti tossici dei prodotti di degradazione dei grassi termoossidati sono stati effettuati quasi esclusivamente su animali e quasi sempre in condizioni estreme, utilizzando come unica fonte lipidica il grasso sottoposto a frittura, trattato con temperature notevolmente elevate e protratte per molte ore. Per questo motivo è difficile trasferire all'uomo i risultati di tali ricerche sperimentali, anche se alcune considerazioni sembrano di un certo interesse.

Come già detto, le maggiori alterazioni chimico-fisiche riguardano gli acidi grassi polinsaturi e sono determinate dai fenomeni perossidativi che possono essere limitati dalla presenza di agenti antiossidanti.

L'olio di oliva, per la sua insaturazione intermedia e la ricchezza in anti-ossidanti, si trova in una situazione di privilegio e sono necessarie temperature particolarmente intense e prolungate per determinarne evidenti alterazioni. Infatti, studi condotti con diversi tipi di grassi hanno messo in evidenza come la somministrazione di grassi saturi e polinsaturi (burro, strutto e girasole), sottoposti ad un trattamento termico di 170° C per circa 2 ore, abbia provocato la comparsa di un danno epatico, mentre tale danno non si è manifestato con la somministrazione di grassi monoinsaturi (olio di oliva) sottoposti al medesimo trattamento. Tutti e tre i tipi di grassi invece (saturi: strutto, monoinsaturi: olio di oliva, polinsaturi: olio di masi e di ravizzone) riscaldati a 180° C per un periodo molto più lungo (72 ore), hanno determinato severe alterazioni a carico del fegato.

Interessante appare il comportamento dei grassi riscaldati sull'apparato cardiocircolatorio. Accanto ai possibili danni del muscolo cardiaco e della parete arteriosa provocati dagli acidi grassi perossidati è stata segnalata un'alterazione del bilancio prostaciclina/trombossano a favore di quest'ultimo con un aumento dell'aggregabilità delle piastrine, fenomeno che può essere prevenuto dalla contemporanea somministrazione di vitamina E. Anche i lipidi plasmatici possono essere influenzati dal tipo di grasso utilizzato per la cottura. A questo proposito Kritchevsky e coll. hanno studiato nel coniglio l'effetto dell'olio di oliva e dell'olio di mais, crudi e sottoposti a cottura per 20 minuti a 215°C, associati ad una dieta arricchita con il 2% di colesterolo sciolto nell'olio in esame.

Da questi esperimenti gli Autori hanno concluso che il riscaldamento dell'olio di oliva provoca solo un leggero incremento dell'ateromasia, mentre il riscaldamento dell'olio di mais è considerevolmente più aterogenetico.

Per quanto riguarda l'effetto sulle vie biliari, uno studio effettuato da Charbonnier ha dimostrato che l'olio di oliva riscaldato a 200°C per 3 ore perde le proprietà colecistocinetiche.

Somministrando infatti a volontari sani, mediante sonda duodenale 40 ml di olio di oliva vergine crudo o riscaldato, ha potuto dimostrare che non esistono differenze tra l'olio crudo e cotto sia per quanto concerne la proprietà coleretiche e colagoghe, sia per quanto concerne la composizione della bile che, al contrario, si modifica con oli più altamente insaturi.

Infine, importanti appaiono gli studi di Varela e coll. sulla cinetica della penetrazione dell'olio di oliva negli alimenti nel corso della frittura. Da questi studi si è potuto dimostrare che l'olio di oliva non penetra nell'alimento, restando alla periferia, mentre altri grassi vi penetrano totalmente o in gran parte. Anche la digeribilità dell'olio di oliva cotto non si modifica, come ha dimostrato lo stesso Autore, neppure dopo 10 frittiture ripetute di carne o di sardine.

In conclusione, da tutte queste indagini appare evidente la migliore idoneità dell'olio di oliva per quanto riguarda l'uso della frittura per la maggiore resistenza al deterioramento ossidativo che conduce ad una minore comparsa di danni a carico dell'organismo, come dimostrato sperimentalmente in vivo.

#### **Raccomandazioni per l'uso degli oli e dei grassi per frittura**

*(secondo la Circolare del Ministero dell'11 gennaio 1991)*

1. Utilizzare per la frittura solo gli oli o i grassi alimentari idonei a tale trattamento in quanto più resistenti al calore.
2. Curare una adeguata preparazione degli alimenti da friggere, evitando per quanto possibile la presenza di acqua e l'aggiunta di sale e spezie che accelerano l'alterazione degli oli e dei grassi. Il **sale** e le spezie dovrebbero essere aggiunti all'alimento, preferibilmente, dopo la frittura.
3. Evitare tassativamente che la temperatura dell'olio superi i 180°C. Temperature superiori ai 180°C accelerano infatti l'alterazione degli oli e dei grassi. È opportuno quindi munire la friggitrice di un termostato.
4. Dopo la frittura è bene agevolare mediante scolatura l'eliminazione dell'eccesso di olio assorbito dall'alimento.
5. Provvedere ad una frequente sostituzione degli oli e dei grassi. Vigilare sulla qualità dell'olio durante la frittura, tenendo presente che un olio molto usato si può già riconoscere dall'imbrunimento, dalla viscosità e dalla tendenza a produrre fumo durante la frittura.
6. Filtrare l'olio usato, se ancora atto alla frittura, su idonei sistemi e/o sostanze inerti (coadiuvanti di filtrazione); pulire a fondo il filtro e la vasca dell'olio. Le croste carbonizzate, i residui oleosi o i resti di un olio vecchio accelerano l'alterazione dell'olio.

7. Evitare tassativamente la pratica della <<ricolmatura>> (aggiunta di olio fresco all'olio usato). L'olio fresco si altera molto più rapidamente a contatto con l'olio usato.
8. Proteggere gli oli ed i grassi dalla luce.

#### **ARROSTO**

È un tipo di cottura determinato da un aumento della temperatura che comincia dalla superficie del prodotto, il calore progressivamente passa dall'esterno verso l'interno più freddo e determina l'evaporazione dell'acqua che migrando verso la superficie del prodotto contribuisce alla cottura.

Possiamo dividere il processo in varie fasi:

1. Una prima fase in cui la temperatura alla superficie degli alimenti non supera i 100°C.
2. Una seconda fase, con il procedere della cottura si forma una "crosta" che limita l'evaporazione permettendo di conservare buona parte dei componenti aromatici degli alimenti.
3. Terza fase, quasi contemporanea alla seconda, che determina l'aumento della temperatura alla superficie del prodotto (fino a 250-300°C).

All'interno del prodotto le temperature sono più basse è per questo motivo che è molto importante poter garantire al cuore del prodotto almeno 65-75°C per essere sicuri che l'alimento sia bonificato da eventuali patogeni.

Le carni rosse vanno conservate dopo la cottura per 15-30 minuti a circa 45-50°C per permettere la distensione delle fibre muscolari e rendere uniforme il colore.

Questo tipo di trattamento determina processi di carbonizzazione superficiale con formazione di composti tossici dovuti alla decomposizione termica e degradazione di proteine, zuccheri e lipidi. Per questo motivo è utile portare la temperatura a circa 130-145°C dopo la formazione della crosta superficiale e mantenere il prodotto umido (è per questo motivo che durante la cottura si bagna l'alimento con il sugo) per tutta la durata della cottura.

La tipica colorazione brunastra e gli aromi dei prodotti cotti arrosto sono dovuti alla formazione di composti della reazione di Maillard che avviene tra gli zuccheri e gli

aminoacidi presenti negli alimenti sottoposti ad elevate temperature per tempi relativamente lunghi. Questi composti sono apprezzati da un punto di vista tecnologico (in quanto permettono il miglioramento delle caratteristiche sensoriali) tuttavia comportano una diminuzione del valore nutrizionale degli alimenti stessi in quanto riducono il contenuto di aminoacidi e zuccheri disponibili all'assorbimento.

Ma che cosa succede ai nutrienti durante questo tipo di cottura?

1. Il contenuto di proteine nelle carni arrostate rimane invariato e le perdite di aminoacidi sono limitate prevalentemente alla lisina, metionina e cistina.
2. I lipidi possono andare incontro a decomposizione termica se le temperature utilizzate sono troppo elevate. Tuttavia, nella maggior parte dei casi, si assiste semplicemente ad una parziale perdita per diffusione verso l'esterno dell'alimento e ciò può essere positivo qualora sia richiesta una riduzione dell'assunzione di grassi.
3. Le vitamine del gruppo B presenti nei prodotti di origine animale tra queste la lamina, la riboflavina, la niacina, la piridossina, l'acido pantotenico e l'acido folico sono le più sensibile alla cottura.

Questo tipo di cottura rispetto alla piastra e alla griglia favorisce una perdita maggiore di vitamine del gruppo B. In particolare la cottura sulla piastra produce minore perdite delle vitamine rispetto alla cottura alla griglia, in cui si usa il fuoco diretto e può quindi determinare riduzioni più consistenti dei nutrienti e formazione di composti nocivi per la salute.

Il pane e gli altri prodotti da forno perdono soprattutto tiamina, nei prodotti lievitati con bicarbonato di sodio quasi tutto il contenuto di tiamina viene perso. Tra le vitamine, la riboflavina e la niacina sono le più stabili durante la cottura del pane, ed alcuni minerali quali il fosforo e lo zinco possono aumentare in quanto liberati da composti che li rendono poco assorbibili (fitati). Le perdite di proteine e glucidi dovuti alla reazione di Maillard sono in genere limitate alla parte superficiale del prodotto. Al contrario la cottura migliora la digeribilità proteica e glucidica.

## MICROONDE

La cottura effettuata in forno microonde è una delle ultime arrivate nel campo della ristorazione.

Sono 3 le caratteristiche principali:

1. tempi di cottura ridotti;
2. risparmio di stoviglie e di tempo per la pulizia;
3. risparmio energetico dovuto ai tempi ridotti.

Per definizione è un tipo di cottura in mezzo secco in quanto per la trasmissione del calore è necessario l'uso di acqua come avviene per le cotture in umido (ad esempio la bollitura o la stufatura).

Nel microonde gli alimenti, sono sottoposti ad un campo elettromagnetico che determina una serie di vibrazioni molecolari a carico dell'acqua presente (può quindi dipendere dall'umidità del prodotto) con generazione di calore che si propaga dall'interno verso l'esterno degli stessi. Le frequenze che vengono utilizzate sono variabili ma generalmente sono comprese tra 915 e 2450 mhz.

Gli svantaggi di questo tipo di cottura possono essere così riassunti:

1. non si possono utilizzare utensili in alluminio perché riflettono le onde;
2. non si possono arrostiti né rosolare cibi;
3. mancanza di omogeneità delle temperature raggiunte in punti differenti degli alimenti. Ciò è dovuto principalmente al fatto che il contenuto di acqua in essi può essere molto variabile, ad esempio maggiore al centro e minore in superficie, con il risultato che la cottura potrebbe risultare efficace solo nelle zone centrali dei prodotti alimentari.
4. le alte temperature raggiunte con il microonde, se la cottura viene prolungata, consentono l'evaporazione dell'acqua presente con successivo innalzamento delle temperature seguito da fenomeni di degradazione dei componenti nutrizionali.

Attualmente non sono stati evidenziati effetti negativi rilevanti di questo tipo di cottura sui vari nutrienti in particolare le proteine (che subiscono al contrario una denaturazione con aumento della digeribilità) e i carboidrati..

Per quanto riguarda i lipidi è possibile che ci siano fenomeni di idrolisi dei trigliceridi, di isomerizzazione degli acidi grassi e in parte di ossidazione che tuttavia simili a quanto riscontrato con altri tipi di cottura.

Tra le vitamine idrosolubili non si registrano grandi perdite, le vitamine liposolubili potrebbero invece essere soggette a fenomeni di degradazione ed ossidazione.

Anche se in generale si assume che non vi siano particolari effetti negativi dell'uso del microonde per cuocere gli alimenti, è ancora oggetto di verifica la possibilità che si formino composti indesiderati.

## BAGNOMARIA

È un metodo di **cottura** delicato in quanto l'alimento da cuocere viene posto in un recipiente immerso in un altro contenitore colmo d'acqua.

Il riscaldamento dell'acqua può avvenire sul gas o nel forno (in questo caso la temperatura risulta più omogenea). La temperatura dell'acqua non supera generalmente i 90-95°C e quindi non raggiunge mai il punto di ebollizione.

È in generale un buon metodo di cottura che preserva una buona parte delle caratteristiche nutrizionali degli alimenti, inoltre, a differenza della bollitura, non ha l'inconveniente di facilitare la perdita di nutrienti idrosolubili in quanto l'acqua viene utilizzata solo come mezzo per trasmettere il calore e non viene quindi generalmente in contatto con l'alimento da cuocere.

## PRESSIONE

È un tipo di cottura che si differenzia dalle cotture in umido in quanto le temperature raggiunte superano i 100°C.

In questo modo viene aumentata la differenza di temperatura che c'è tra il vapore e la superficie degli alimenti; ciò determina una maggiore trasmissione del calore per convezione.

A livello casalingo vengono impiegate opportune pentole a pressione in cui gli alimenti sono cotti in tempi più brevi (grazie al miglior trasporto di calore) e al riparo dall'ossigeno e dalla luce, fattori che possono compromettere le caratteristiche nutrizionali delle preparazioni alimentari.

Da un punto di vista nutrizionale la cottura mediante pentola a pressione è buona cosa in quanto generalmente viene impiegata poca acqua e quindi le perdite nutrienti idrosolubili risultano minori rispetto ad altre cotture in umido quali la bollitura.

Secondo alcuni studi sembrerebbe che le perdite di vitamina C, tiamina e riboflavina (tra le vitamine che maggiormente risentono dei processi di cottura) siano inferiori in questo tipo di cottura rispetto ad altre. Non bisogna comunque sottovalutare il fatto che mediante questa tecnica di cottura che impiega temperature più elevate si riducono i

tempi di applicazione con minore alterazione dei composti termolabili e più veloce denaturazione delle proteine e soprattutto degli enzimi con azione negativa sui nutrienti (ad esempio enzimi ossidativi).

## STUFATURA

È insieme alla brasatura uno dei metodi classici di cottura in umido, è caratterizzata quindi dall'aggiunta di liquidi all'alimento in cottura e dell'uso di temperature moderate (inferiori a 100°C). Il termine deriva da stufa, con riferimento cioè, alla vecchia stufa alimentata a carbone che si usava anni fa nelle cucine.

Le carni generalmente tagliate in piccoli pezzi diventano più tenere e digeribili grazie alla denaturazione proteica che interviene durante il trattamento termico prolungato. Ovviamente rispetto alla brasatura aumentano le possibili perdite di nutrienti ed in particolare di vitamine e minerali idrosolubili. Nelle cotture in umido queste perdite possono raggiungere anche il 50% e sono soprattutto a carico della tiamina ma anche della niacina, piridossina e acido pantotenico. Il contenuto in minerali può ridursi per diffusione nei liquidi di cottura. Mentre è da tenere in considerazione il potenziale effetto negativo di questo tipo di cottura lenta sui grassi di condimento eventualmente aggiunti durante il processo. È infatti possibile che in funzione della durata del trattamento si possano avere fenomeni di degradazione e ossidazione dei componenti lipidici nonché delle vitamine liposolubili presenti.

## BOLLITURA

La bollitura viene effettuata tramite una cottura in acqua o in altro liquido (ad esempio brodo) portato all'ebollizione (in genere intorno ai 100°C). Il trasferimento di calore avviene per convezione, come nella **cottura** sotto pressione e a vapore.

La bollitura consente di evitare l'aggiunta di grassi di condimento e di aromatizzare i cibi con l'aggiunta di odori e spezie nell'acqua di cottura.

Da un punto di vista dietetico è quindi un ottimo metodo.

Con la bollitura gli alimenti perdono parte del loro valore nutrizionale che può essere in parte recuperato riutilizzando il liquido di cottura.

Infatti le modificazioni maggiori a carico della composizione in nutrienti degli alimenti è dovuta alla diffusione delle sostanze idrosolubili in acqua. Queste perdite risultano tanto più elevate quanto maggiore è la superficie dell'alimento da cuocere e la quantità di acqua utilizzata.

È possibile ovviare a tali perdite immergendo le verdure in poca acqua e facendole cuocere per tempi relativamente brevi.

Le vitamine che risentono maggiormente di questo tipo di cottura sono l'acido ascorbico, la tiamina, l'acido pantotenico, la piridossina, la niacina ed i folati.

Quando aggiungiamo bicarbonato di sodio all'acqua di cottura di verdure e legumi per migliorare il colore o aumentare la tenerezza perdiamo delle vitamine sensibili agli alcali (tiamina e acido ascorbico). Tra i minerali presenti nelle verdure quello che viene perso in quantità variabile nell'acqua di cottura è il potassio. In certi casi la cottura migliora la biodisponibilità di alcuni minerali, ad esempio il ferro e lo zinco. Le trasformazioni che avvengono all'interno delle carni durante la bollitura sono le seguenti:

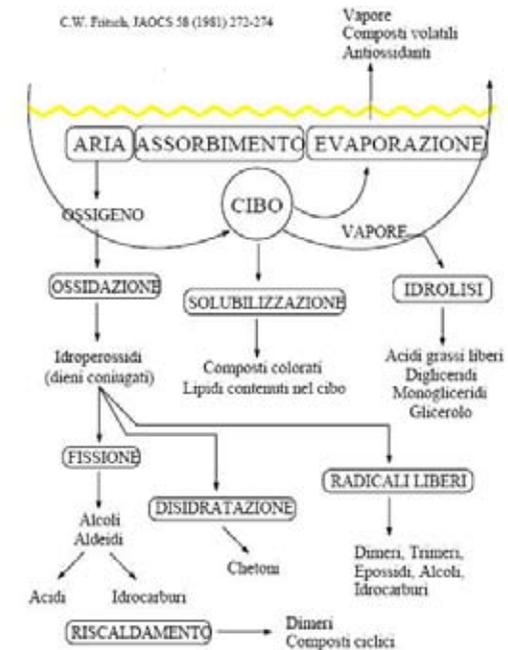
- si perdono parte dei grassi che si disperdono nel brodo e possono essere separati facilmente dallo stesso;
- le proteine presenti subiscono denaturazione, quindi le carni risultano spesso più tenere, saporite e digeribili. Tuttavia trattamenti prolungati possono diminuire il valore biologico delle proteine distruggendo una parte degli aminoacidi essenziali. Se la cottura viene fatta mantenendo la carne in acqua fredda la perdita di proteine è del 5-10%, quella dei minerali si aggira intorno al 50 al 70%;
- si perdono le vitamine del gruppo B e l'acido pantotenico. Tali perdite vengono ridotte immergendo le carni in acqua calda che favorisce la formazione di una pellicola superficiale dovuta alla veloce denaturazione proteica.

Per quanto riguarda i cereali, la loro cottura in acqua migliora la disponibilità dell'amido all'attacco enzimatico e quindi all'assorbimento, ma determina una perdita fino al 60% delle principali vitamine (tiamina, riboflavina e niacina) e di alcuni minerali presenti come il potassio.

La pasta deve essere cotta in acqua bollente per far raggiungere la temperatura all'interno del prodotto rapidamente e per provocare uno shock termico che impedisca la fuoriuscita dell'amido.

## FRITTURA

Durante la cottura si verificano delle modificazioni a carico degli alimenti e del mezzo di cottura. Negli oli l'esposizione ad elevate temperature, provoca delle modificazioni nella composizione chimica e interviene la perossidazione lipidica che porta alla formazione di sostanze che possono essere nocive alla salute se ingerite in quantità eccessive e modificano le proprietà organolettiche ed olfattive degli oli stessi. Tra i tipi di cottura, che provocano il maggior numero di alterazioni della composizione chimica, è inclusa la **frittura** poiché i grassi sono sottoposti ad elevate temperature e vengono esposti all'ossigeno. Nell'alimento si ha la formazione di una crosta superficiale che determina un minor assorbimento di grassi nell'alimento e porta ad un miglioramento delle sue caratteristiche organolettiche.



In figura le principali modificazioni biochimiche che avvengono. In breve si ha:

- la degradazione dei trigliceridi con rilascio di acidi grassi liberi e variazione del sapore
- gli acidi grassi liberi sensibili all'ossidazione lipidica portano alla formazione di composti volatili e non volatili fra cui alcuni polimeri che rimangono nell'olio e possono essere ingeriti con l'alimento.
  - » L'aumento della viscosità
  - » Riduzione della disponibilità di alcuni aminoacidi, anche senza zuccheri riducenti
  - » Trasformazione degli aminoacidi più sensibili (Iisina e cistina dai 115°C) in altri composti (diminuzione del valore nutritivo e della digeribilità proteica)
  - » Cistina degradata (proteina + elevate temperature + acqua)

- » Reazioni anche all'interno della stessa molecola proteica con formazione di nuovi legami enzimoresistenti

Infine altre modificazioni sono l'imbrunimento e l'abbassamento del **punto di fumo** (temperatura alla quale l'olio inizia a fumare).

Con trattamenti con temperature molto elevate (180 – 300°C)

- rottura della catena polipeptidica e degradazione termica degli aminoacidi (racemizzazione e decomposizione)
- formazione di legami incrociati – lisinoalanina o composti mutageni
- temperature raggiunte nel caffè tostato e superficie degli alimenti arrostiti (carne) o cotti al forno (biscotti)

### Perché l'olio extravergine di oliva resiste meglio alle elevate temperature?

Numerosi studi hanno dimostrato che gli acidi grassi polinsaturi sono particolarmente sensibili al danno ossidativo. Questo significa che a parità di altri parametri un olio con un elevato contenuto di acidi grassi polinsaturi si ossida più velocemente rispetto a quelli in cui gli acidi grassi polinsaturi sono contenuti in minor quantità. Numerosi studi hanno evidenziato che queste modificazioni della composizione chimica sono inferiori nell'olio extravergine d'oliva rispetto agli altri oli vegetali grazie alla sua composizione chimica. In particolare la composizione qualitativa e quantitativa degli acidi grassi modulano la stabilità alle alte temperature insieme alla presenza di antiossidanti.

A conferma di questi dati studi condotti in laboratorio mediante l'impiego di **Rancimat test** hanno evidenziato differenze significative in stabilità degli oli vegetali. Come riassunto nella tabella sottostante, l'olio extravergine d'oliva poiché presenta una bassa concentrazione di acidi grassi polinsaturi e un maggior quantitativo in antiossidanti ha una maggior resistenza alle alte temperature.

1. Se si usa olio non abbastanza caldo o con viscosità ormai compromessa da un impiego eccessivamente ripetuto o protratto, esso non è più in grado di provocare la rapida doratura superficiale che di solito "impermeabilizza" i pezzi immersi in esso; si ottiene quindi un cibo meno digeribile, dato che le sue parti interne tendono a non cuocere bene e si imbevono eccessivamente di olio.
2. L'accumulo nell'olio di residui carbonizzati dei cibi fritti e delle sostanze surriscaldate da questi cedute, si traduce in un maggiore trasferimento di tali composti sulla superficie dei pezzi che vi vengono immersi successivamente. Ne consegue una maggiore assunzione di essi da parte dei consumatori. Molte di tali sostanze sono sospette o riconosciute come cancerogene.

3. I grassi vegetali eccessivamente e ripetutamente esposti alle alte temperature, tendono a modificare la loro struttura chimica, formando composti tossici. Inoltre la progressiva saturazione degli acidi grassi degli oli fa loro perdere quelle qualità antiaterogene (cioè protettive contro l'aterosclerosi) che li farebbero preferire ai grassi animali.

Queste ragioni hanno indotto lo Stato a fissare un limite di accettabilità alla percentuale di sostanze polari (associate al fenomeno della "saturazione" dei legami molecolari dei grassi naturali) presenti negli oli di frittura.

Il limite è fissato nella Circolare del Ministero della Sanità n. 1 dell'11-01-1991 nel 25% in peso.

La progressiva alterazione dell'olio e dei grassi durante il processo di frittura si evidenzia attraverso una serie di cambiamenti fisico-chimici (intensificazione del colore, scurimento, aumento della viscosità, aumento della tendenza a formare schiuma, abbassamento del punto di fumo).

La causa di queste modificazioni è l'ossidazione della componente trigliceridica con formazione di perossidi, derivati carbonilici, acidi grassi liberi e polimeri, composti volatili di varia natura.

L'entità di queste trasformazioni è dipendente dalla temperatura e dal tempo di utilizzo, dalla presenza in tracce di metalli che fungono da catalizzatori dell'ossidazione, dalla natura degli alimenti posti in frittura, dalla composizione dell'olio di partenza. Le differenze nel contenuto in acidi grassi degli oli e dei grassi sono di primaria importanza nel determinare la stabilità al riscaldamento.

In particolare gli oli ed i grassi ad alto gradi di insaturazione (soprattutto polinsaturi) sono meno indicati, in quanto meno stabili ai trattamenti termici prolungati e ripetuti. L'olio d'oliva, ad esempio, è da considerarsi tra quelli più stabili.

Tenuto conto che il contenuto di costituenti polari è un buon indicatore dello stato di deterioramento, l'Istituto superiore di sanità, che da tempo studia il problema, ritiene, in analogia a quanto previsto dalla legislazione di altri Paesi, che sia opportuno che il tenore dei composti polari non superi 25 g/100 g negli oli e nei grassi utilizzati per la frittura degli alimenti.

Ogni grasso possiede un proprio specifico livello di tolleranza delle alte temperature, definito punto di fumo; oltre a tale livello termico, i trigliceridi (grassi) si scindono nei loro componenti fondamentali: il glicerolo e acidi grassi. Il glicerolo, costituisce lo scheletro dei trigliceridi, si disidrata, formando l'acroleina, che è una sostanza volatile di odore pungente con azione irritante nei confronti della mucosa gastrica e tossica per

il fegato. Gli acidi grassi subiscono la termostossidazione con la formazione di perossidi, e successivamente si origineranno aldeidi, chetoni e polimeri.

L'alterazione è influenzata da:

- grado di insaturazione del grasso;
- temperatura e durata del trattamento;
- superficie del grasso esposta all'aria;
- presenza o meno di acqua;
- tipo di alimento sottoposto a cottura.

La degradazione dell'olio modifica negativamente il valore nutrizionale e i caratteri organolettici, infatti si assiste ad una intensificazione del colore dell'olio, ad un aumento della sua viscosità; aumenta la tendenza dell'olio a formare schiume; e si ha l'abbassamento del punto di fumo.

### L'acrilamide

Inizialmente era conosciuta solo per il suo impiego nei processi industriali come quelli della produzione di plastici, colle, carta e cosmetici. L'esposizione accidentale dei lavoratori ad alti livelli di acrilamide ha portato all'identificazione di questa sostanza come neurotossica. Questo significa che l'acrilamide ad alte dosi ha la capacità di causare un danno al tessuto nervoso. Si sa, inoltre, che negli animali, alte dosi del composto, causano cancro e agiscono sulla riproduzione.

Nel 2002, ricercatori dell'Università di Stoccolma, in Svezia, fecero la sorprendente scoperta della formazione di acrilamide negli alimenti e, da allora in poi l'acrilamide è stata trovata in una serie di alimenti trattati ad alte temperature.<sup>1</sup> L'acrilamide si può formare negli alimenti durante i processi di cottura che arrivano a temperature di 120 °C o più alte, ad esempio friggendo, cocendo al forno e arrostando. Originariamente è stata rilevata acrilamide in patate fritte, patatine, biscotti e crackers, crostini di pane, cereali per la prima colazione, patate arrosto, prodotti di panetteria e caffè. Ulteriori indagini hanno rilevato la presenza di acrilamide nella frutta secca, nella frutta al forno, nelle olive nere e in alcune noci tostate.

La formazione di acrilamide negli alimenti si verifica come conseguenza di una reazione nota come la reazione di Maillard che è una reazione chimica tra un aminoacido (componente principale della proteina) e uno zucchero come glucosio, fruttosio o lattosio.

Il calore è richiesto per dar inizio alla reazione di cottura che determina una cascata di modificazioni chimiche che alla fine scaturiscono nel "rosolarsi" del cibo e nella formazione di una serie di odori e sapori messi insieme. Queste componenti insieme danno il caratteristico aspetto e sapore del cibo cotto. Uno degli esempi più comuni della reazione di Maillard è il pane bianco che viene abbrustolito.

La formazione della stessa acrilamide è solo parzialmente conosciuta dato che la reazione di Maillard è una delle reazioni chimiche più complicate che si verificano nel cibo. Tuttavia, la formazione e la concentrazione di acrilamide nei cibi appare essere dipendente dal tipo di alimento, di temperatura e dalla lunghezza del tempo di cottura. In generale, i farinacei (per esempio il pane, le patate) che devono essere cotti ad alte temperature e per lunghi periodi di tempo contengono maggiori livelli di acrilamide.

Così come il tempo e la temperatura di cottura, la ricerca ha mostrato che anche il livello di un aminoacido, noto come asparagina, è legato alla formazione di acrilamide. Questo particolare aminoacido ha una struttura chimica che è molto simile alla struttura chimica dell'acrilamide, il che suggerisce che durante la reazione di Maillard, l'asparagina potrebbe essere convertita nel composto acrilamide.

Gli scienziati sono comunemente d'accordo nel ritenere che gli alimenti contenenti alti livelli di acrilamide sono quelli fritti, fritti in abbondante olio o cotti al forno, come torte, pane e patatine fritte. Il comitato congiunto di esperti sugli additivi alimentari (JECFA, Expert Committee on Food Additives) riporta che gli alimenti che contribuiscono maggiormente al consumo totale di acrilamide per la maggior parte dei paesi sono le patatine (16-30%), patatine croccanti (6-46%), caffè (13-39%), dolci e biscotti (10-20%) e pane e panini toast (10-30%).

Altri alimenti contribuiscono meno del 10% sul totale. L'assunzione di acrilamide all'interno dell'UE varia fra 0,3 – 1,4 microgrammi per kg di peso corporeo al giorno, e in base alla dieta nazionale.

Fino ad ora non sono stati trovati livelli di acrilamide in alimenti che sono stati bolliti, cotti o cucinati al vapore. Questo si può spiegare con la temperatura massima di queste tecniche, che non supera i 100°C, e dall'assenza di una reazione di rosolatura.

Poco dopo lo studio Svedese, è stato pubblicato il parere del Comitato Scientifico per l'Alimentazione (Scientific Committee on Food, SCF) sulla possibile preoccupazione per la salute umana associata alla presenza di acrilamide negli alimenti. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) afferma che "l'acrilamide appartiene al gruppo di composti chimici che si ritiene non abbiano una "soglia" di effetti nettamente identificabile, poiché essendo presenti in concentrazioni molto basse presentano un rischio molto basso, ma non uno uguale a zero".

Nel 2005, la giuria dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA, European Food Safety Authority) sui contaminanti ha sostenuto le conclusioni del rapporto

del JECFA secondo il quale devono essere fatti degli sforzi per ridurre l'esposizione a queste sostanze.

Per meglio comprendere i rischi dovuti alla cottura degli alimenti ad alte temperature, la Commissione Europea ha fondato il progetto HEATOX (Heat-generated, Food Toxicants – Identification, Characterisation and Risk Minimalisation), sostanze tossiche degli alimenti generate dal calore – identificazione, caratterizzazione e riduzione dei rischi. L'obiettivo di HEATOX era di identificare, caratterizzare e ridurre i rischi in seguito alla formazione di composti sfavorevoli durante la cottura degli alimenti. In particolare questo progetto si è concentrato sull'acrilamide e nel 2007 sono state rese note quattro principali conclusioni scaturite da esperimenti condotti in laboratorio: 1) L'acrilamide presente negli alimenti può rappresentare un fattore di rischio per il cancro; 2) È possibile ridurre i livelli di formazione di acrilamide nel cibo, ma non è possibile eliminarla; 3) Sono disponibili metodiche analitiche per ricercare l'acrilamide negli alimenti; 4) La cottura degli alimenti può produrre altri composti con effetti sulla salute umana.

Le industrie alimentari hanno adottato delle misure per ridurre la formazione di acrilamide negli alimenti, quali il pane croccante, biscotti e prodotti da forno, patatine, attraverso la rifocalizzazione dei controlli di qualità, cambiando ricette e procedimenti di cottura. È importante comunque sottolineare che tali procedimenti non possono tenere conto della stagionalità, che ha un impatto significativo sul contenuto dei precursori dell'acrilamide nei prodotti greggi dell'agricoltura.

Per raccogliere le conoscenze ottenute dalle industrie alimentari, la Confederazione delle Industrie degli Alimenti e delle Bevande dell'Unione Europea (CIAA) ha pubblicato delle "Istruzioni per l'Acrilamide", che elencano i passaggi che possono essere effettuati sia dalle industrie alimentari sia dai consumatori a casa per ridurre i livelli di acrilamide negli alimenti. Le linee conclusive della ricerca dell'HEATOX sono state prese in considerazione e introdotte dove possibile nell'aggiornamento sopra citato.

I ricercatori attualmente stanno cercando la possibilità di ridurre la quantità di acrilamide negli alimenti bloccando la reazione durante la cottura, avvalendosi delle biotecnologie e delle attuali tecniche di allevamento. Ad esempio, aumentando i livelli di zolfo e diminuendo i livelli di azoto nel suolo, si è visto che si riduce la quantità di acrilamide in molti alimenti coltivati. Inoltre, utilizzando delle modificazioni genetiche, i ricercatori hanno prodotto una varietà di patata del tutto nuova, che contiene bassi livelli di zuccheri rispetto alle patate tradizionali. La diminuzione della quantità di zuccheri riducenti (ad es. glucosio) nelle patate, equivale a ridurre la concentrazione di acrilamide, poiché questi zuccheri costituiscono una componente fondamentale della reazione di Maillard, che porta alla formazione del composto sfavorevole. Allo stesso modo sono stati considerati i geni delle piante responsabili del controllo dei livelli di formazione di asparagina. Infatti l'asparagina è un altro componente fondamentale per la formazione di acrilamide, una sua diminuzione nelle piante equivale ad un effetto di riduzione di formazione di acrilamide durante la reazione di Maillard.

In generale la cottura degli alimenti presenta molti vantaggi, che non si devono dimenticare. Oltre ad aumentare l'appetibilità e il gusto dei cibi, con la cottura si riduce il rischio di avvelenamento da cibo. Inoltre la cottura rende molti nutrienti essenziali molto più rapidamente disponibili e facilmente utilizzabili dal nostro organismo.

Mentre la ricerca continua a ricercare mezzi per ridurre la formazione di acrilamide, durante la cottura di molti alimenti, i consumatori devono evitare una eccessiva cottura (esagerato imbrunimento) degli alimenti. Seguire le istruzioni di cottura riportate sulle confezioni e cucinare con utensili adeguati rappresentano un valido aiuto per raggiungere questo obiettivo. Inoltre i consumatori devono cercare di variare le tecniche di cottura includendo soprattutto la bollitura, la cottura a vapore e metodi simili che contribuiscono a ridurre al minimo la formazione di acrilamide. Tra i prodotti che possono avere elevate quantità di acrilamide ci sono anche gli alimenti ricchi di energia, questi prodotti devono essere consumati con moderazione in una dieta salutare ed equilibrata.

## IL PUNTO DI FUMO

Se sottoponiamo un olio a un deciso innalzamento termico, per effetto della temperatura l'olio è prima idrolizzato in glicerolo e acidi grassi. La degradazione dell'olio avviene poi per trasformazione del glicerolo (con perdita di acqua) in acroleina (aldeide acrilica), tale fenomeno è visibile perché l'acroleina appare sotto forma di fumo che abbandona l'olio. La formazione di acroleina è tanto maggiore quanto più l'olio è ricco di acidi insaturi (più sensibili al calore) e determina il **punto di fumo** dell'olio in questione. L'acroleina è irritante per la mucosa gastrica e nociva per il fegato; la somministrazione di oli mantenuti al punto di fumo per due ore provoca un danno epatico facilmente riscontrabile. Si noti come il processo di formazione dell'acroleina sia a due stadi: qualunque fattore inibisca all'aumentare della temperatura la scissione dei trigliceridi in glicerolo e acidi grassi ritarda il secondo stadio con formazione di acroleina.

Ciò che complica il discorso è che il punto di fumo può variare per piccoli dettagli. Per esempio il burro italiano che ha una notevole quantità d'acqua (è infatti meno calorico degli oli) ha un basso punto di fumo (130°C) perché l'acqua facilita l'idrolisi degli acidi grassi che diventano così liberi. Il burro francese (che invece non contiene acqua) ha un punto di fumo molto più alto e quindi può essere usato per friggere. Nel caso si usi burro italiano si può chiarificare, eliminando l'acqua e innalzando il suo punto di fumo (che arriva fino a 200 °C e quindi può essere usato per friggere). Per chiarificarlo basta metterlo in un pentolino e farlo sciogliere a bagnomaria per circa 15 minuti, senza farlo bollire. Si formano degli agglomerati di materia bianca (in gran parte caseina) che vanno eliminati filtrando il tutto con un colino a trama fitta. Il burro raffreddato si conserva poi in frigorifero.

1. In base a quanto detto, è molto importante conoscere il punto di fumo dell'olio che si va ad usare. È un grave errore scegliere un olio a caso in base a sole considerazioni organolettiche. Purtroppo le informazioni che circolano sono spesso inquinate da interessi commerciali o da errori grossolani (come quelle che parlano di punto di fumo dell'olio di oliva di oltre 300 °C, forse per una banale confusione fra gradi Celsius e gradi Fahrenheit; la formula di conversione è  $GC = 5/9 * (GF - 32)$ , per esempio 113°F corrispondono a 45°C).
2. Il punto di fumo dipende dal contenuto di acidi grassi liberi. Per esempio con un contenuto dello 0,04% il punto di fumo è 220°C, mentre con un contenuto dell'1% è di 160°C. Alcuni fattori possono cambiare nettamente il punto di fumo (PF).
3. La presenza di sale e batteri
4. La durata del riscaldamento (il PF si abbassa)
5. Il numero di volte che l'olio è usato (il PF si abbassa)
6. La conservazione dell'olio (ossigeno, luce, temperatura, ecc.)
7. Dimensione e forma del recipiente di cottura (il PF si abbassa se la padella di frittura è ampia)
8. La presenza di acqua (come nel burro italiano; il PF si abbassa)
9. La presenza di mono e digliceridi (il PF si abbassa)
10. La miscela di oli diversi
11. La presenza di acidi grassi liberi (il PF si abbassa)

Nelle tabelle che seguono sono elencati i punti di fumo degli oli più comuni

<b>Punto di fumo dei grassi/oli raffinati più comuni</b>	
Arachide	230
Avocado	270
Canapa	165
Canola	200-235
Cartamo	285
Cocco	176
Colza	225
Cotone	215
Girasole	225-245
Mais	230
Mandorla	220
Margarina	150
Nocciola	220
Noce	200

Oliva	190-240
Palma	240
Riso	230-265
Sesamo	216-230
Soia	230-240
Vinacciolo	245

<b>Punto di fumo dei grassi/oli non raffinati più comuni</b>	
Arachide	160
Burro non chiarificato	110-130
Burro chiarificato	180
Canola	110
Girasole	110
Lino	110
Mais	160
Noce	180
Oliva extravergine	160-210
Sesamo	175
Soia	160
Strutto	

### Come ridurre od eliminare l'acroleina?

A seguito di quanto scritto sino ad ora maggiore è la temperatura dell'olio e maggiore è la formazione di acroleina. Alcuni studiosi ritengono che la precottura in forno a microonde riduce i livelli di acrilamide che si possono rilevare nelle patatine fritte. La sostanza è neurotossica ed è classificata come probabilmente cancerogena dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), in riferimento però a esposizioni e incidenti sul luogo di lavoro. Lo rileva un articolo pubblicato sul Journal of the Science of Food and Agriculture. La scoperta, alcuni anni fa, che nel processo di frittura della patatine si può formare acrilamide aveva suscitato notevole scalpore, anche se uno studio condotto dall'Istituto Mario Negri di Milano aveva evidenziato che per nessuno dei tumori presi in esame il rischio di cancro risultava aumentato nei soggetti che consumavano abitualmente patate fritte o patatine arrosto.

Il caso aveva comunque indotto diversi gruppi di ricerca a studiare tecniche di cottura che potessero evitare questo inconveniente, rimasto peraltro sempre all'attenzione dell'Organizzazione mondiale della Sanità (OMS).

Ora un gruppo di ricercatori dell'Università di Mersin, in Turchia, ha dimostrato che la riduzione del tempo di frittura, ottenuta sottoponendo le strisce di patata a una precottura con microonde, consente di ottenere una drastica riduzione delle concentrazioni di acrilamide rispetto a una frittura tradizionale. Per la precisione, la riduzione era del 36 per cento rispetto a un prodotto ottenuto con sola frittura in olio a 150°, del 41 per cento rispetto a una frittura a 170°, e del 60 per cento rispetto a una frittura a 190°.

Ma anche questa soluzione non appare del tutto convincente considerando che la cottura a microonde ha molti aspetti negativi, come descritto precedentemente.

## LABORATORI VITA Srl

<b>campione di olio</b>	<b>determinaz.</b>	<b>U.M.</b>	<b>valore trovato</b>	<b>metodo</b>	<b>limite max di accettabilità</b> Ist. Sup. Sanità - Circolare 11.1.91 N°1
Prot. N° 3484/2010(*) Rapporto di prova N°1560/10	composti polari	% su 100g	NR	Cromatografico All. B - Circolare Min. Sanità 11.1.91 N°1	MAX 25%
Prot. N° 3485/2010(**) Rapporto di prova N°1561/10	composti polari	% su 100g	15	Cromatografico All. B - Circolare Min. Sanità 11.1.91 N°1	MAX 25%
(*) Olio di arachide					
(**) Olio prelevato dopo frittura di 4 ore di patatine, prodotti pastellati (ortaggi e pesce) e impanati (pesce e carne) in friggitrice con coperchio bravettato (MAGIC COOKER)					
GIUDIZIO: IL LIMITE DI DETERIORAMENTO DELL'OLIO è INFERIORE AL 25%					

### COMPORAMENTO DEGLI OLI ALLA FRITTURA

Gli oli sottoposti a trattamenti termici (frittura) subiscono una serie di modificazioni secondo cui i trigliceridi (sostanze apolari) danno origine in presenza di ossigeno ad un processo di ossidazione con formazione prima di perossidi e successivamente di acidi grassi liberi, di derivati carbonilici, di polimeri ed anche di composti volatili di varia natura, fra cui l'acroleina, una sostanza di odore pungente, tossica per il fegato e irritante per la mucosa gastrica, ottenuta dalla disidratazione del glicerolo a seguito della scissione idrolitica dei trigliceridi.

L'alterazione degli oli sottoposti a frittura dipende:

- dalla temperatura e dalla durata della stessa più elevata è la temperatura più facilmente si assiste all'alterazione degli oli
- dalla presenza o meno di acqua nell'alimento sottoposto a frittura
- dalla natura degli alimenti posti in frittura
- dalla presenza di tracce di metalli che fungono da catalizzatori dell'ossidazione
- dalla superficie degli oli esposti all'aria
- dalla composizione degli oli di partenza: quelli ad alto grado di insaturazione (soprattutto polinsaturi) sono meno indicati, in quanto meno stabili ai trattamenti termici prolungati e ripetuti

Per friggere è consigliabile usare oli ad alto punto di fumo (olio di oliva con punto di fumo di 210 °C o olio di arachide con punto di fumo 180°C).

La progressiva alterazione degli oli durante il processo di frittura si evidenzia attraverso una serie di cambiamenti che comportano una intensificazione del colore (scurimento), un aumento di viscosità, un aumento della tendenza a formare schiuma, un abbassamento del punto di fumo.

Tenuto conto che il contenuto di costituenti polari (quali monogliceridi, digliceridi, acidi grassi liberi presenti in grassi tal quali e formatisi durante la frittura) è un buon indicatore dello stato di deterioramento. L'Istituto Superiore di Sanità ha fissato che il tenore di composti polari negli oli e nei grassi, utilizzati per le frittore non domestiche, non deve essere superiore a 25 g/100 g di olio (o di grasso) (Ministero della Sanità Circolare 11.1.91).

## GENERALITÀ SULL'OLIO DI ARACHIDE

L'olio di arachide, estratto dai semi di *Arachys Hypogaea*, è costituito prevalentemente da trigliceridi, cioè molecole formate da uno scheletro centrale, al glicerolo, cui si legano acidi grassi che sono classificati in:

- saturi 20% circa
- monoinsaturi 50% circa
- polinsaturi 30% circa

nome dell'acido	%
Acido Miristico (C14:0)	0 - 0,05
Acido Palmitico (C16:0)	8 - 13
Acido Stearico (C18:1)	2 - 5
Acido Arachico (C20:0)	1 - 3
Acido Beenico (C22:0)	1 - 4
Acido Lignocerico (C24:0)	1 - 2
Acido Palmitoleico (C16:1)	0,2 - 0,5
Acido Oleico (C18:1)	38 - 70
Acido Gadoleico (C20:1)	1 - 2
Acido Erucico (C22:1)	0 - 0,5
Acido Linoleico (C12:2)	15 - 42
Acido Stearico (C18:3)	0 - 0,2

L'olio di arachide contiene, come l'olio ottenuto dalle olive, molti acidi monoinsaturi e pochi polinsaturi. Pertanto è molto stabile alle alte temperature ed ha un punto di fumo di 180°C.

## parte 2

---

# **RELAZIONE TECNICO SCIENTIFICA SU METODO DI COTTURA MAGIC COOKER**

*A cura dell'Ing. Dainelli Vittorio*  
*Innovative technologies consultant*



---

## INDICE - parte 2

---

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>38</b>
<b>2. VAPORE SATURO</b> .....	<b>39</b>
<b>3. EFFETTO VENTURI</b> .....	<b>47</b>
<b>4. IL METODO DI COTTURA MAGIC COOKER</b> .....	<b>49</b>
<b>5. CONFRONTO TRA DIVERSI SISTEMI DI COTTURA</b> .....	<b>54</b>
La cottura al vapore .....	<b>54</b>
La cottura con pentola a pressione .....	<b>54</b>
La cottura con bollitura in acqua .....	<b>55</b>
La frittura .....	<b>55</b>
La cottura in forno dolce .....	<b>55</b>
La grigliata .....	<b>56</b>

---

<b>Innovative technologies consultant</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degree cum laude in Electronic Engineering</li> <li>• PhD on Automatic Control Systems</li> <li>• Rheinmetall Italia S.p.A.</li> <li>• ARES Consortium (Advanced Research and Engineering for Space)</li> <li>• TECS S.r.L. (Technological and Consulting Services)</li> <li>• MIUR</li> <li>• IEEE Aerospace Conference (USA)</li> <li>• IEEE EHF Aeroconf Conference (USA)</li> <li>• European Community</li> <li>• University of Tor Vergata (Rome) Master on Advanced communication and navigation satellite system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Head Of RF&amp;Microwave Divisio</li> <li>• Technical/Scientific mgt board</li> <li>• Technical Board</li> <li>• Peer reviewer</li> <li>• Permanent Session chair</li> <li>• Permanent Technological chair</li> <li>• Member of FP6 Network of Exce (Antennas, MMIC)</li> <li>• Scientific/Technical board</li> </ul>

## 1. Introduzione

Scopo di questa relazione è quello di interpretare il funzionamento del coperchio MAGIC COOKER di cui detiene i brevetti in tutto il mondo la Opinion Leader di Latina in collaborazione con la Richard Ginori SpA che ne detiene l'esclusiva commerciale per i mercati italiano e giapponese.

Allo scopo di dare una spiegazione scientifica sono stati dapprima introdotte e spiegate le tre fasi più importanti alla base del funzionamento:

Creazione del vapore saturo all'interno di un recipiente parzialmente riempito di liquido in cui viene inserito l'alimento da cuocere.

Applicazione dell'effetto Venturi per la velocizzazione della fuoriuscita di vapore  
Cambiamenti di stato liquido-vapore e viceversa (ebollizione e condensazione)

A seguito, partendo dalle leggi e relazioni sopra descritte, si è cercato di dare una spiegazione alla forma del coperchio e di definire il meccanismo termodinamico che l'utilizzo di questo coperchio rende possibile.

È un meccanismo abbastanza semplice ma efficace in cui il principale risultato è quello di ottenere una cottura di tipo "ventilato e umidificato" a temperatura rigorosamente costante e bassa rispetto ad una cottura di tipo tradizionale o ad una frittura.

Questo risultato è molto importante dal punto di vista nutrizionale e salutistico in quanto evita la dispersione in aria di sostanze nutrizionali o vitamine nonché evita il raggiungimento del punto di fumo degli oli o di altre sostanze di cottura che possono produrre effetti cancerogeni.

L'analisi ha portato anche a definire la quasi indipendenza delle prestazioni finali dalla forma del recipiente su cui verrà montato (pentola, tegame, padella..) e dalle dimensioni, infatti con due soli tipi di coperchio si possono coprire tutte le esigenze, ma cosa più importante si è messo in evidenza il notevole risparmio energetico possibile con tale tipo di cottura.

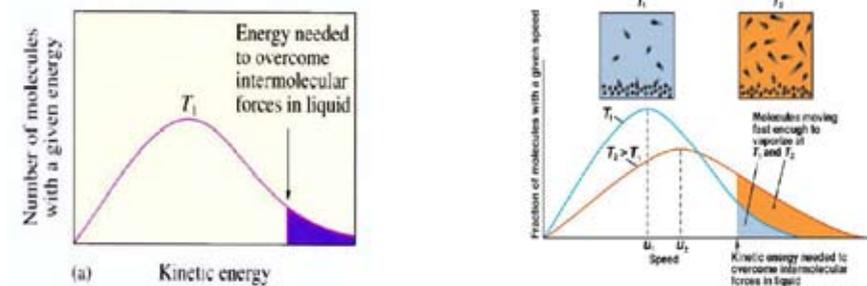
Una volta definite le caratteristiche peculiari del metodo Magic Cooker è stata fatta una analisi molto sommaria dei pro e contro di altri metodi tradizionalmente utilizzati.

## 2. Vapore saturo

Si consideri un recipiente ben chiuso contenente aria secca (cioè sostanzialmente priva di molecole di vapor acqueo), per esempio alla temperatura di  $T=20^{\circ}\text{C}$  e alla pressione atmosferica di 1013 hPa (1,013 bar), e di chiuderlo ermeticamente dopo aver aggiunto un po' d'acqua.

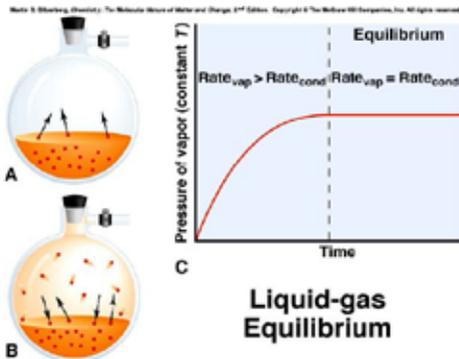
Le molecole del liquido hanno una distribuzione di energia cinetica infatti dal punto di vista molecolare, l'evaporazione consiste nella fuga delle molecole più veloci dalla superficie del liquido.

Una frazione di molecole della superficie del liquido ha energia cinetica sufficiente per sfuggire all'attrazione molecolare

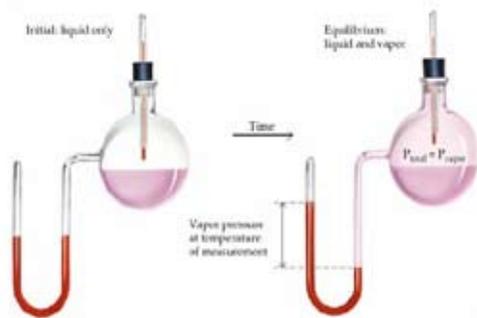


Ad ogni temperatura  $T$  le molecole infatti hanno una energia cinetica di traslazione che in media è uguale a  $3/2kT$  (dove  $k$  è la costante di Boltzmann e  $T$  la temperatura assoluta). Ma vi sono anche molecole che si muovono con un'energia cinetica maggiore. Tra esse, quelle che si trovano vicine alla superficie del liquido e che sono dirette verso l'esterno, hanno una maggiore probabilità di staccarsene. In ogni intervallo di tempo vi è quindi un certo numero di molecole che riesce a sfuggire dal liquido e a trasferirsi nello spazio sovrastante, passando dallo stato liquido a quello di vapore.

Se l'evaporazione avviene in un ambiente chiuso, all'inizio vi sarà una grossa fuoriuscita di molecole dal liquido; poi con l'aumentare della densità (e della pressione) del vapore, cresce anche il numero di molecole che rientrano nel liquido. Dopo un po' di tempo il processo raggiunge uno stato di equilibrio dinamico, in cui in ogni secondo il numero di molecole che esce dal liquido (evaporazione) è, in media, uguale a quello delle molecole che vi ritorna (condensazione): tale stato di equilibrio dinamico corrisponde alla saturazione.



L'ambiente diventa così saturo di vapore, ha cioè raggiunto la massima concentrazione permessa a quella temperatura. La pressione che il vapore esercita in queste condizioni sulle pareti del recipiente che lo contiene si chiama pressione di vapore saturo. L'incremento di pressione rispetto al valore iniziale è dovuto alla pressione esercitata dalle molecole di vapore sulle pareti.



Il fenomeno è regolato dalla legge di Boyle Mariotte

$$(P * V) = k T$$

da cui si vede che a parità di temperatura (trasformazione isoterma) avendo un volume più grande si avrà una pressione minore e che aumentando anche la temperatura, si raggiunge un nuovo stato di equilibrio caratterizzato da una pressione maggiore: lo stato di saturazione varia quindi al variare della temperatura. A parità di volume (trasformazione isocora) per avere una pressione maggiore dovrò scaldare aumentando così la temperatura.

Se si aumenta la temperatura del sistema, inizialmente aumenta l'evaporazione dal

liquido, perché le molecole acquistano un'energia cinetica più alta e hanno così una maggiore tendenza ad evaporare; poi, essendo aumentato il numero di molecole nello stato gassoso, aumenta anche il numero di molecole che condensano, per cui si raggiunge un nuovo stato di equilibrio, ad una pressione di vapore più alta. La pressione del vapore saturo aumenta quindi al crescere della temperatura. La dipendenza della pressione del vapore saturo dalla temperatura è data dalla relazione di Clausius - Clapeyron, che esprime la pressione del vapore saturo sopra una superficie piana di acqua pura.

$$p_T = p_0 * \exp^{(\Delta H_{vap}(T-T_0)/RT_0 T)}$$

con:

$p_T$  = pressione di vapore saturo alla temperatura  $T$

$p_0 = 6,10 \text{ hPa}$ , pressione di vapor saturo alla temperatura  $T_0 = 273,15 \text{ K}$ ,

$\Delta H_{vap} = 2,49 \times 10^6 \text{ J/kg}$  (entalpia di vaporizzazione a  $0^\circ\text{C}$ )

$R = 8,315 \text{ J/(mol K)}$  (costante dei gas perfetti),

$T$  in gradi Celsius [ $^\circ\text{C}$ ]

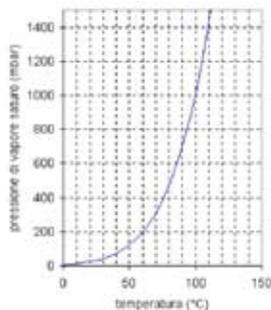
Tale formula può essere approssimata sperimentalmente dalla formula di Magnus

$$p_s = (0.611 * \exp^{(17.5043 * T / 241,2 + T)}) * 0.01$$

o da quest'altra formula

$$p_s = ((6.11 * 10.0^{(7,5 * T / 237,7 + T)}) / 10) * 0.01$$

e riportata nella curva di Clausius - Clapeyron sotto riportata:

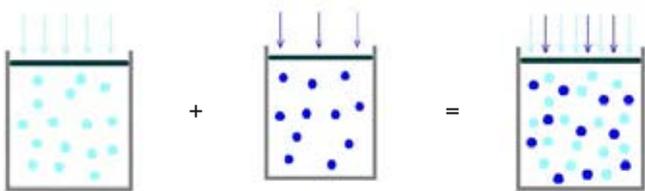


Allo scopo di facilitare la lettura delle unità di misura di pressione viene di seguito riportata una tabella di conversione

pascal	Pa	101325,024	newton / cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	10 13294324
kilo pascal	kPa	101,325024	atmosfera tecnica	atm	1,0000002
mega pascal	MPa	0,10132502	kilogrammi / cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	1,0332077
bar	bar	1,0132502	pound / inch <sup>2</sup>	psi	14,6959523
metri colonna d'acqua	m c.a.	10,3325619	pound / foot <sup>2</sup>	psf	2116,2172799
millimetri di mercurio	mm Hg	760	foot of water	ft H <sub>2</sub> O	33,9007935

Il valore della pressione di saturazione rappresenta una “quantità di vapore potenziale”, perché l’aria potrebbe essere (come nella maggior parte dei casi) sottosatura (la pressione di vapore effettiva è minore della pressione di vapore saturo) o anche sovrasatura (pressione di vapore maggiore della pressione di vapore saturo). In atmosfera la pressione di vapore saturo indica la pressione parziale del vapore d’acqua nell’aria e rappresenta solo una parte della pressione totale, cui contribuisce secondo la legge di Dalton che afferma:

*la pressione esercitata da un miscuglio gassoso è pari alla somma delle pressioni parziali che ciascun gas eserciterebbe da solo occupando lo stesso volume nel miscuglio.*



Il contributo individuale di ogni componente alla pressione totale della miscela è detto pressione parziale. In altri termini quindi la somma delle pressioni parziali di un gas in una miscela è uguale alla pressione totale esercitata dall’intero gas.

La pressione di vapore saturo sopra una superficie curva, come una gocciolina, è maggiore che sopra una superficie piana.

La pressione di vapore saturo sopra l’acqua pura a sua volta è maggiore che sopra l’acqua contenente un sale.

L’affermazione che la pressione di vapore saturo è costante a temperatura costante è dunque valida soltanto se la superficie del liquido può considerarsi piana. La pressione di vapore saturo diminuisce all’aumentare del raggio di curvatura della superficie, anche se la variazione è piccolissima.

Il fatto che la pressione di vapore saturo rispetto a goccioline minuscole sia, a parità di temperatura,

maggiore della pressione di vapore saturo rispetto ad una superficie liquida piana, ostacola la condensazione del vapore che inizialmente avviene appunto mediante formazione di minuscole goccioline.

La pressione di vapore saturo spiega anche il fenomeno dell’**ebollizione**. Nell’acqua sono sempre presenti minuscole bollicine piene di vapore, che in condizioni di equilibrio presentano all’interno una pressione uguale a quella del vapore saturo che contengono; in pratica tali bollicine sono costituite da vapore in condizione di saturazione. Finché la pressione esercitata dall’esterno (pressione atmosferica, in genere) è maggiore, le bollicine restano invisibili.

Aumentando la temperatura però aumenta la pressione del vapore dentro la bollicina poiché cambia la condizione di saturazione (la pressione di vapore saturo aumenta con la temperatura).

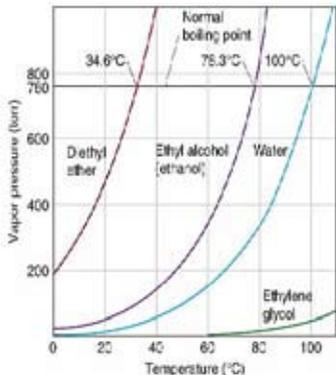
Quando la pressione interna eguaglia quella esterna (se la pressione esterna è di 1 atm (1 bar) ciò avviene a 100°C), le bollicine crescono di diametro e sono portate in superficie dalla spinta di Archimede per cui l’acqua bolle.



**La temperatura di ebollizione è quella temperatura alla quale la pressione del vapore saturo è uguale alla pressione esterna.**

Conseguenza di ciò è che una sostanza può essere portata all’ ebollizione aumentandone

la sua temperatura e portandola ad un valore che aumenta o diminuisce rispettivamente all'aumentare o diminuzione della pressione esterna e che dipende dalla sostanza in esame come evidenziato nel diagramma (Clausius-Clapeyron) sotto riportato.



La pressione di vapore saturo sopra l'acqua contenente un sale a sua volta è minore che sopra l'acqua pura per cui bollirà ad una temperatura inferiore. Questa dipendenza pressione-temperatura spiega pure perché in montagna o su un pianeta tipo Marte l'acqua bolle ad una temperatura più bassa

località	Altitudine (m)	P.to ebollizione H <sub>2</sub> O (°C)
Rimini	0	100.0
Courmayeur	1600	95.0
Mt. Everest	8000	76.5

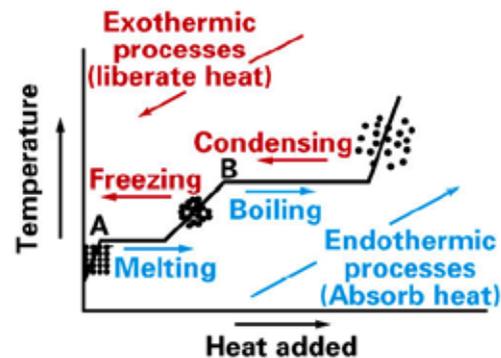
<b>MARTE</b>	Range & Temperatura
	Pressione media
	P.to di ebollizione

e dentro una pentola a pressione dove raggiunge pressioni dell'ordine di 2 Atm bolle a circa 120°C

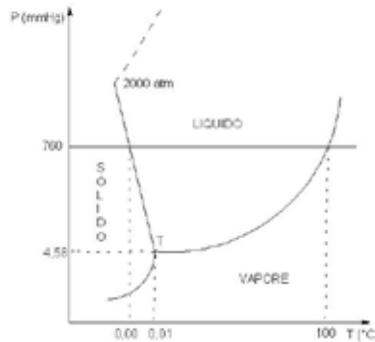
Evaporazione è il passaggio dallo stato liquido allo stato gassoso, condensazione è il passaggio inverso. Esiste, per ogni sostanza, un valore critico della temperatura (diverso da sostanza a sostanza) al di sopra del quale è possibile solo lo stato gassoso, comunque grande sia il valore della pressione: ciò deriva evidentemente dal fatto che al di sopra della temperatura critica l'agitazione termica è così intensa che i suoi effetti di disaggregazione prevalgono su quelli della coesione molecolare per quanto a mezzo di elevatissime pressioni le molecole vengano avvicinate le une

alle altre. Una sostanza che si trovi a temperature superiori al valore critico costituisce un gas (in senso stretto), mentre il termine vapore designa una sostanza che si trova allo stato gassoso con una temperatura uguale o inferiore alla temperatura critica.

**Calore di evaporazione** è la quantità di calore che occorre somministrare ad 1 g di liquido per ricavarne 1 g di vapore saturo nelle stesse condizioni di pressione e temperatura mentre il calore che occorre sottrarre per ottenere da un grammo di vapore saturo un grammo di liquido nelle stesse condizioni di pressione e temperatura si chiama **calore di condensazione**.



Per l'acqua il diagramma di stato e le caratteristiche chimico fisiche sono riportate nella figura seguente



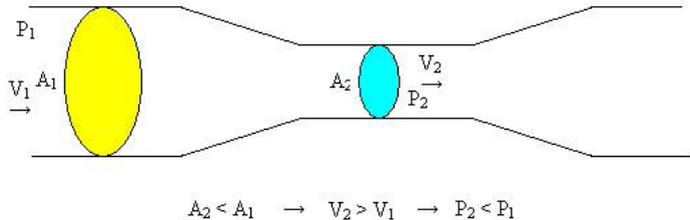
Proprietà chimico-fisiche	
Densità (g/cm <sup>3</sup> , in c.s.)	0,999972 a 277,15 K (4 °C)
Temperatura di fusione (K)	273,15 (0,00 °C)
Temperatura di ebollizione (K)	373,15 (100,00 °C)
Punto triplo	273,16 K (0,01 °C) 611,73 Pa
Punto critico	647 K (374 °C) 2,2064 × 10 <sup>7</sup> Pa
Tensione di vapore (Pa) a 293,15 K	2338,54

La conversione da K a °C per la misura delle temperature è data da:

$$T_{°C} = -273 + T_K$$

Il passaggio di stato da liquido a vapore per una pressione di 760 mm di Hg si ha per la temperatura di 100 °C. Riducendo la pressione il passaggio di stato avviene per temperature più basse mentre a pressione costante per tornare allo stato liquido il vapore dovrà essere raffreddato compatibilmente con il diagramma di stato.

### 3. Effetto Venturi



Si consideri una generica condotta che presenti una diminuzione della sua sezione e sia  $A_1$  l'area maggiore e  $A_2$  l'area minore. Dall'equazione di continuità applicata alla fluidodinamica e per il principio di conservazione della massa la portata  $Q$  entrante nella prima sezione deve essere esattamente uguale a quella passante per la seconda. Da ciò, poiché la portata può essere espressa come prodotto della velocità del fluido per la sezione in cui passa,

$$v_1 * A_1 = v_2 * A_2 = Q$$

ed essendo  $A_2 < A_1$ , si ha un aumento di velocità nella sezione  $A_2$  rispetto a quella in

$$A_1 (v_1 < v_2)$$

$$v_2 = v_1 * (A_1 / A_2)$$

Come conseguenza di questa legge un fluido che passa attraverso restringimenti dolcemente variabili è soggetto a variazioni in velocità e pressione. Il Venturi è un sistema usato per accelerare il flusso di un fluido, costringendolo in un tubo di forma conica. In tale restrizione il fluido è costretto ad aumentare la sua velocità riducendo la pressione e producendo un vuoto parziale.

Come il fluido lascia il restringimento, la pressione aumenta ritornando al valore ambiente o costante del condotto.

Se si applica l'equazione di Bernoulli, che si presenterà in questa forma

$$p + (\rho v^2) / 2 = \text{cost.}$$

con  $\rho$ =densità;  $p$  = pressione;  $v$  =velocità del flusso

all'esempio in questione si avrà

$$p_1 + (\rho v_1) / 2 = p_2 + (\rho v_2) / 2$$

da cui

$$p_2 - p_1 = (\rho v_1 / 2) (1 - (A_1/A_2))$$

oppure si può ricavare la portata con semplici passaggi matematici

$$Q = \sqrt{[(2 / \rho)(p_2 - p_1)] [(A_1^2 A_2^2) / (A_2^2 - A_1^2)]}$$

Si può notare, quindi, che all'aumentare della velocità del fluido si crea necessariamente una diminuzione della pressione interna al fluido stesso. Nel caso del nostro esempio, cioè, la pressione p2 risulterà essere minore della pressione p1 e sarà legata al rapporto tra A1/A2.

## 4. Il metodo di cottura Magic Cooker

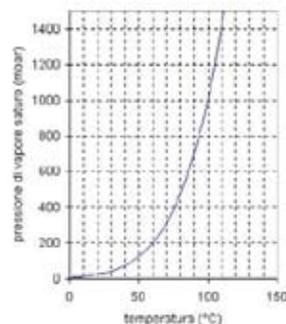
Dopo aver esaminato che cosa succede all'interno di un recipiente e l'effetto di un restringimento in una condotta di fluido cercheremo ora di capire il funzionamento "magico" del coperchio Magic Cooker.

Si consideri un recipiente di cottura (pentola, tegame, padella...) di diametro  $\phi_1$  (sezione A1) e si riempia parzialmente con del liquido e del cibo da cuocere.

Con i meccanismi e le leggi che sono stati ampiamente spiegati nel paragrafo 1, al suo interno si verrà a creare vapore saturo in equilibrio a temperatura T che eserciterà una pressione pari a  $p_{vs}$ . Fino a che la pressione del vapore saturo  $p_{vs}$  rimane inferiore alla pressione atmosferica il vapore saturo rimane confinato all'interno.

Per la legge di Boyle-Mariotte a parità di volume per aumentare la pressione deve essere aumentata la temperatura. Chiaramente la quantità di calore che deve essere fornita dipende dal volume per cui a seconda del recipiente usato per raggiungere la stessa temperatura, e quindi la stessa pressione, occorrerà una diversa quantità di energia calorifica.

Il legame tra la pressione e la temperatura è stabilito dalla legge di Clausius-Clapeyron e dalla relativa curva



Riscaldando si raggiunge la pressione atmosferica e si arriva al punto di ebollizione. In accordo al diagramma di stato, a questo punto si ha il passaggio a vapore e continuando ancora a scaldare il valore della pressione del vapore supererà la pressione atmosferica.

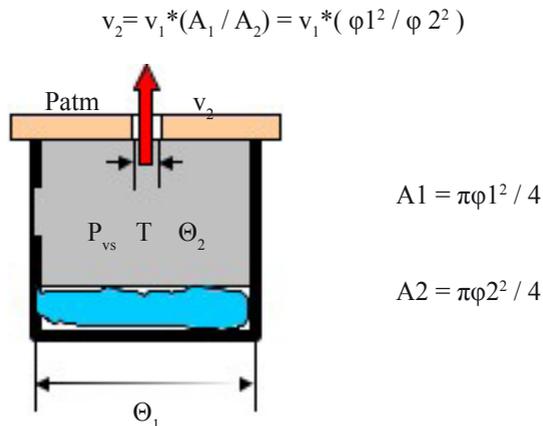
A questo punto, se si lascia aperto il contenitore, il vapore fuoriesce dalla sezione A1 con una velocità  $v_1$  che dipende essenzialmente dalla differenza di pressione  $\Delta P = P_{vs} - P_{atm}$  e coinvolgerà tutta la massa di vapore prospiciente la sezione A1.

È questo il caso della cottura tradizionale. Tutto il vapore generato viene disperso nell'aria e bisogna continuare a riscaldare al massimo per mantenere viva l'ebollizione.

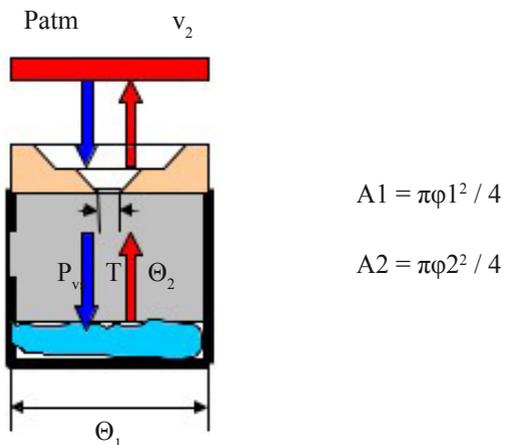
Si provi a chiudere il recipiente con un coperchio con un foro di diametro  $\phi_2$  (sezione A2).

Fino al raggiungimento del punto di ebollizione  $\Delta P = P_{vs} - P_{atm} < 0$  per cui il foro è ininfluente ed il coperchio si comporta come se fosse solido.

Una volta raggiunto il punto di ebollizione e cambiato stato, se si riscalda il vapore ad una temperatura leggermente superiore la sua pressione supererà la pressione atmosferica e potrà fuoriuscire dall'unico punto possibile. Per il principio di Venturi, il vapore uscirà dal foro, a parità di  $\Delta P$  rispetto al caso precedente, canalizzato e con una quantità ed una velocità  $v_2$  dipendenti dal rapporto tra le sezioni.



Il foro fungerà anche da valvola di sovrappressione rispetto alla pressione atmosferica. Nel passaggio attraverso il foro per l'effetto Venturi la pressione è caduta bruscamente per cui allo scopo di evitare turbolenze quando si ritorna nell'ambiente sarà bene utilizzare un foro conico (tapered hole) ed un percorso rastremato.



Se si vuole aumentare la quantità di vapore spillata si può intervenire allargando il diametro del foro ma in questo caso si avrà un abbassamento della velocità d'uscita oppure aumentando il numero dei fori avendo cura di sceglierne il diametro e la

posizione reciproca in modo da non creare turbolenze e sagomando il coperchio in modo da delimitare la sezione  $A_1$  ad un'area più piccola  $A_{1r}$  rispetto all'intera sezione del recipiente.

Quest'ultima affermazione è molto importante perché renderà le prestazioni del coperchio praticamente indipendenti dalla sezione fisica del recipiente. Gli unici gradi di libertà rimangono quindi la dimensione dei fori e il numero.

Un trade-off dovrà essere eseguito sulla base delle velocità di uscita e delle quantità di vapore desiderate. Da questo punto di vista si può affermare che N fori facenti capo ad una unica sezione  $A_{1r}$  e quindi ad un valore comune di pressione si comportano, facendo una analogia con i circuiti elettrici, come N resistenze in parallelo per cui se i fori sono tutti uguali saranno tutti attraversati dal medesimo flusso (corrente).

Se si aggiunge ad una certa distanza una piastra a temperatura molto più bassa di quella del vapore questa fungerà da condensatore.

Il vapore dopo essere uscito dal foro rialzerà la sua pressione, si rallenterà e nel cammino parzialmente si raffredderà ma in ogni caso arriverà ad una temperatura superiore a quella della piastra per cui le cederà calore e se il  $\Delta T$  da diagramma di stato è sufficiente cambierà stato e si condenserà. Le gocce di liquido così formato per effetto della gravità e aiutate dalla rastremazione del coperchio rientreranno dentro il contenitore e raggiungeranno il fondo dove essendo più fredde cambieranno di nuovo stato e assumeranno la forma di vapore portando via calore garantendo anche una sorta di camicia termica sotto il cibo in cottura.

Se tutto è ben dimensionato si può innescare una sorta di moto "convettivo" circolare che permetterà di avere all'interno del recipiente se anche il coperchio è levigato e perfettamente riflettente una condizione tipo di un forno a vapore "ventilato e umidificato" che opera a temperatura costante in tutto il suo volume.

Un'altra cosa importante è il fatto che anche i liquidi di cottura dei vari alimenti subiscono lo stesso iter per cui una volta convertiti in vapore non vengono dispersi nell'ambiente ma rientrano in circolo con conseguente mantenimento delle caratteristiche organolettiche e nutrizionali degli alimenti stessi.

Il tutto a basso consumo energetico, infatti una volta raggiunto il punto di ebollizione occorrerà soltanto fornire l'apporto energetico per mantenere tale condizione.

Il sistema sarà quindi un sistema tipo "closed loop" dove, avendo come riferimento la pressione atmosferica provvederà a mantenere costante la temperatura all'interno del recipiente raffreddando con il moto convettivo di cui sopra e riscaldando con una sorgente di calore esterna. Il tutto andrà bene fino a che non viene raggiunta la saturazione del condensatore che avverrà quando la temperatura sarà tale da non dare più quel  $\Delta T$  tale da permettere il cambio di stato. L'effetto refrigerante non ci sarà più per cui il sistema diventerà "open loop" e la temperatura crescerà in misura del riscaldamento esterno. Questo in genere può avvenire se si continua a scaldare in maniera sostanziosa anche dopo il raggiungimento del punto di ebollizione per cui a seguito dell'alta velocità del vapore il condensatore non ce la fa più a smaltire il calore per cui la sua temperatura si innalza.

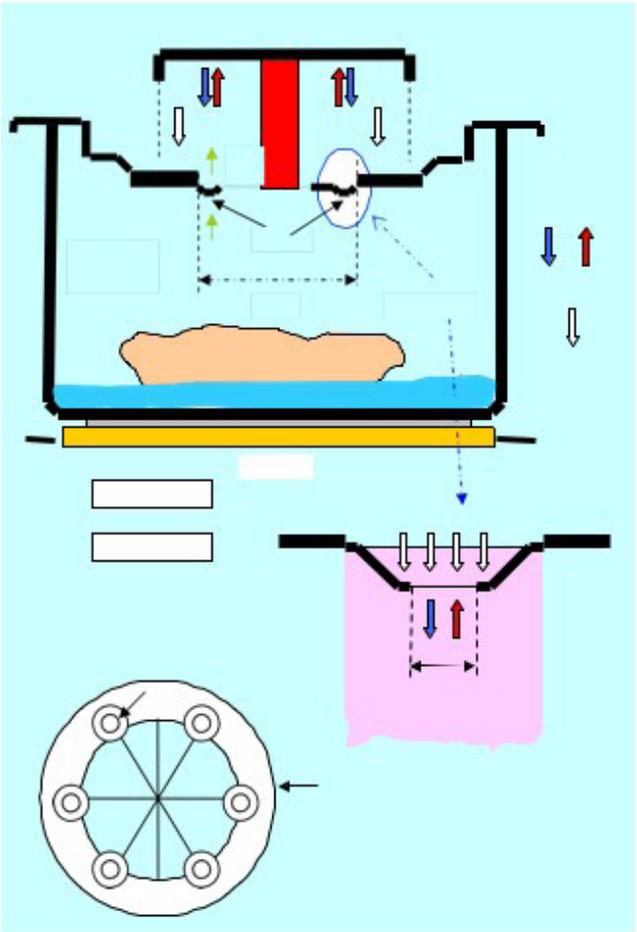
Come accennato precedentemente, la forma dei fori deve essere conica ma se si

sagomano in maniera opportuna anche i bordi degli stessi non solo si riducono le turbolenze ma possono agire anche da filtro per le sostanze aromatiche pesanti che generano il fastidioso odore di cucina. Il vapore che esce è pulito e inodore.

Un'altra caratteristica dovrebbe essere quella di poter ispezionare la cottura in qualsiasi momento. Considerando la modalità di cottura sopra indicata, basterà togliere dal fuoco il recipiente in modo da bloccare la fuoriuscita del vapore e togliere il coperchio. Dopo l'ispezione potrà essere rimesso sul fuoco e dopo aver riscaldato quel tanto che basta per riavere il vapore la cottura proseguirà con le solite modalità.

Nella figura seguente è indicato come dovrebbe essere un coperchio che risponde a tutte le esigenze e tiene conto di tutti i requisiti progettuali.

La risposta industriale è il metodo di cottura **MAGIC COOKER**



## 5. Confronto tra diversi sistemi di cottura

Se vogliamo rispettare i nutrienti presenti nei cibi, salvaguardare le loro proprietà nutritive, evitare la formazione di prodotti tossici e diminuire la formazione di radicali liberi dobbiamo essere molto attenti al modo di cottura e di conservazione dei cibi. Un'analisi dei metodi più diffusi è sotto riportata.

### La cottura al vapore



La cottura a vapore è una tecnica di cucina con cui si evita il contatto diretto tra l'acqua ed il cibo da cuocere. Il sistema permette inoltre di rinunciare all'impiego di olio o altre sostanze grasse. Le pietanze vengono adagiate su una superficie provvista di aperture o comunque permeabile (cestino di metallo, ripiano di bambù etc.), sotto la quale si trova il fondo della pentola con uno strato di acqua allo stato liquido. Il cibo non deve stare a contatto con l'acqua.

Grazie alla copertura, scaldando si instaura nella pentola una situazione di vapore nella quale cuoce il cibo. In linea di massima, con la cottura a vapore si raggiungono temperature leggermente inferiori a quelle generate con la cottura tradizionale.

Questo tipo di cottura è polarizzato solo verso una alimentazione dietetica composta di verdure, carni o pesci.

### La cottura con pentola a pressione

Come si è visto il punto di ebollizione di un liquido in cui si ha il passaggio da liquido a vapore varia da liquido a liquido e dipende fortemente dalla pressione operativa.

La pentola a pressione sfrutta questo principio e aumentando la pressione all'interno si trova a cuocere il cibo ad una temperatura più elevata. Se la pressione all'interno e dell'ordine di 2 atm dalla curva di Clausius –Clapeyron si ricava che a temperatura del punto di ebollizione è dell'ordine di 120°C.

Ciò comporta una maggiore rapidità nella cottura di alimenti che richiedono tempi

lungi ma a discapito della praticità di esercizio per la cottura di pietanze che richiedono frequenti aggiustamenti.

Per aprire la pentola, occorre sbloccare la valvola di sovrappressione, aspettare il calo di pressione ed evacuare il vapore acqueo presente all'interno. Quando si richiude occorre rimandarla in pressione il che comporta un certo tempo d'attesa.

La pentola a pressione, quindi, è adatta per ricette quali bolliti, spezzatini, brodi vegetali o di carne, per cuocere pesci particolarmente duri come il polipo, oppure per cuocere a vapore riducendo drasticamente i tempi di cottura, con l'utilizzo dell'apposita griglia per cottura a vapore.

Un altro fatto negativo risiede nel fatto che lavorando ad alta temperatura si possono alterare i nutrienti (per esempio le vitamine) presenti nei cibi.

### La cottura con bollitura in acqua

Può essere tollerata per le carni (recuperando eventualmente il brodo, dopo averlo accuratamente sgrassato) e per alcuni pesci, meno saporiti, da cucinare a zuppa. Le verdure cotte in acqua vi disperdono tutte le vitamine idrosolubili perdendo quasi tutte le vitamine. Ovviamente la bollitura in acqua è un metodo ideale per le minestre. Qui le vitamine disperse nel liquido di cottura vengono recuperate perché completamente consumate.

### La frittura

È ovviamente il metodo di cottura peggiore. Gli oli scaldati ad alta temperatura denaturano rapidamente. Le nuove molecole che vi si formano entrano in concorrenza con gli acidi grassi polinsaturi, ostacolando l'utilizzo da parte dell'enzima  $\delta$ -desaturasi, anzi contribuendo alla formazione di prostaglandine infiammatorie. Si formano poi radicali liberi e, con temperature più elevate, possono denaturarsi fino a produrre agenti tumorali.

Bisogna badare che l'olio sia uno di quelli ad alto punto di fumo (oliva o arachidi) e sia usato solo una volta.

La possibilità di frittura ad una temperatura intorno a 100 °C quindi lontano dal punto di fumo dell'olio può essere considerato uno dei punti di forza della cottura con Magic cooker dando anche la possibilità di riutilizzo dell'olio stesso

### La cottura in forno dolce

Il forno a temperature non troppo elevate è un metodo di cottura gustoso e tradizionale. Il segreto è di introdurre gli alimenti a forno un po' più caldo di quello che serve per la cottura, abbassandolo subito alla temperatura ideale. Particolare cura va messa nel non lasciare asciugare troppo gli alimenti: quelli di lunga cottura devono essere bagnati con un liquido (il loro sugo, del vino, del brodo vegetale) e/o coperti con carta da forno. Occorre ricordare che però la cottura al forno, per le temperature

---

elevate. rischia di danneggiare nutrienti (per es. i grassi polisaturi) soprattutto per cibi porzionati in piccole parti. Per questo il forno per pesce non deve superare i 160° (145 in forno ventilato) e non essere troppo prolungata.

La cottura con magic cooker risolve questo problema dando la possibilità di cottura a temperature molto più basse e di recuperare quindi tutte le sostanze nutrienti dell'alimento.

## **La grigliata**

L'uso della griglia è pericoloso, per la formazione di sostanze cancerogene nelle parti bruciate. Più idoneo, se proprio vogliamo grigliare con la brace, è l'uso di griglie verticali, che risparmiano i vapori cancerogeni dei grassi che cadono nella brace.

Una leggenda troppo ripetuta la decanta come un metodo di cottura "leggero", perché i grassi uscirebbero dalle carni. È vero solo in parte. È vero invece che nella cottura a vapore si ottiene un effetto ancora più pronunciato di eliminazione dei grassi. Dalla sua, la cottura alla griglia ha l'indubbio splendido sapore che acquistano carni e verdure con questo metodo di cottura.

Con il magic cooker è possibile cuocere carni o verdure facendogli assumere il sapore di una grigliata classica ma mantenendole morbide, non bruciate e ricche di tutte le loro sostanze utilizzando a pieno le peculiarità del metodo di cottura.