

La cottura degli alimenti

OPERAZIONE UNITARIA DI TRATTAMENTO “TERMICO” CHE, GARANTENDO UNA ESTENSIONE DELLA SHELF-LIFE DEL PRODOTTO, DETERMINA CONTEMPORANEAMENTE IN ESSO VARIAZIONI DI CONSISTENZA, COLORE, GUSTO E QUALITA' NUTRIZIONALE

CLASSIFICAZIONE

- Temperatura del mezzo riscaldante
- Attività dell'acqua (Umidità relativa) del mezzo riscaldante

LE FASI FONDAMENTALI

➤ Scelta delle materie prime:



Caratteristiche sensoriali; aspetti compositivi e salutistici; tracciabilità; sicurezza; territorio; sostenibilità;

➤ Modalità di preparazione:



Caratteristiche sensoriali; aspetti compositivi e salutistici; sicurezza; sostenibilità;

METODI DI COTTURA

CALORE “SECCO”: Arrostitimento (forno)

Grigliatura (grill)

Piastra

Carbone

CALORE “UMIDO”: Stufatura

Bollitura

A vapore

FRITTURA: Immersione

Contatto

MICROONDE

Per:

conduzione

convezione

irraggiamento

La cottura degli alimenti

	Cottura “ad umido”			Cottura “a secco”		
	<i>Bollitura</i>	<i>A vapore</i>	<i>Forno</i>	<i>Frittura</i>	<i>Grill</i>	<i>Forno</i>
<i>Termovettore</i>	Acqua bollente	Vapore	Aria + IR	Olio Grasso	IR + conduzione	aria
<i>T del mezzo</i>	$\cong 100^{\circ}\text{C}$	$\cong 100^{\circ}\text{C}$	$\gg 100^{\circ}\text{C}$	$\gg 100^{\circ}\text{C}$	$\gg 100^{\circ}\text{C}$	$\gg 100^{\circ}\text{C}$
<i>Aw del termovettore</i>	= 1	= 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<i>Pressione (bar)</i>	$\cong 1$	$\cong 1$	1	1	1	1
<i>T del prodotto</i>	$\cong 100^{\circ}\text{C}$	$\cong 100^{\circ}\text{C}$	$> 100^{\circ}\text{C}$	$> 100^{\circ}\text{C}$	$> 100^{\circ}\text{C}$	$> 100^{\circ}\text{C}$
<i>Umidità del prodotto</i>	aumenta	aumenta	diminuisce	diminuisce	diminuisce	diminuisce

EFFETTI DELLA COTTURA SUGLI ALIMENTI

- ☺ miglioramento delle caratteristiche sensoriali e dell'appetibilità
- ☺ miglioramento qualità igienica
- ☺ inattivazione enzimi e di sostanze tossiche (solanina in patate, avidina in uovo, glucoside cianogenico in fagioli)
- ☺ aumento della digeribilità (amidi e proteine)



EFFETTI DELLA COTTURA SUGLI ALIMENTI

- ☹️ diminuzione del valore nutritivo
- ☹️ perdita di vitamine
- ☹️ perdita di aminoacidi essenziali
- ☹️ neoformazione di composti tossici



Processi che hanno luogo durante la cottura

FENOMENI DI TRASPORTO	FENOMENI INDOTTI DALLA COTTURA
trasporto di calore dal termovettore all'alimento	trasformazioni indotte dal calore
trasporto di calore all'interno dell'alimento	trasformazioni indotte dalla diffusione e dalla disidratazione
trasporto di massa all'interno dell'alimento	trasformazioni indotte da reazioni tra i vari costituenti dell'alimento
trasporto di massa tra l'alimento ed il termovettore	

Neoformazione di composti tossici

- **Ammine eterocicliche aromatiche:**
 - si formano durante le cotture a secco con elevate temperature
 - derivano dalla pirolisi di proteine (ad es. carne, pesce)
- **Idrocarburi policiclici aromatici (es. *benzopirene*)**
 - si formano durante cotture a secco e con fuoco a fiamma viva
 - più alta è la T maggiore è la quantità di IPA
- **Acrilamide:**
 - si forma ad elevate temperature soprattutto durante tostatura e frittura
- **Acroleina, Formaldeide:**
 - si formano dalla degradazione ossidativa degli oli in frittura

Effetto cottura



Insieme dei cambiamenti desiderati ed indesiderati
sull'alimento indotti dal calore

- Funzione di:
 - Sistema di cottura*
 - Temperatura/Umidità relativa*
 - Temperatura/tempo*
 - Dimensioni e forma prodotto*

LA COTTURA E LA STABILITA' DEGLI ALIMENTI



Il trattamento termico conseguente ad un processo di cottura contribuisce a:



Risanamento



Distruzione di cellule microbiche vegetative di agenti alterativi e patogeni (effetto simile a pastorizzazione)

**Effetto diverso in funzione della combinazione
Temperatura/tempo**

LA COTTURA E LA STABILITA' DEGLI ALIMENTI



Il trattamento termico conseguente ad un processo di cottura contribuisce a:



**Migliorare la stabilità
degli alimenti**



**Inattivazione enzimi causa di scadimento
qualitativo ("blanching")**

**Effetto diverso in funzione della combinazione
Temperatura/tempo**

La cottura ed i processi di trasformazione degli alimenti

- Processo finalizzato alla preparazione di alimenti destinati ad un consumo immediatamente successivo (max 24 ore) alla preparazione

COTTURA



CONSUMO

La cottura ed i processi di trasformazione degli alimenti

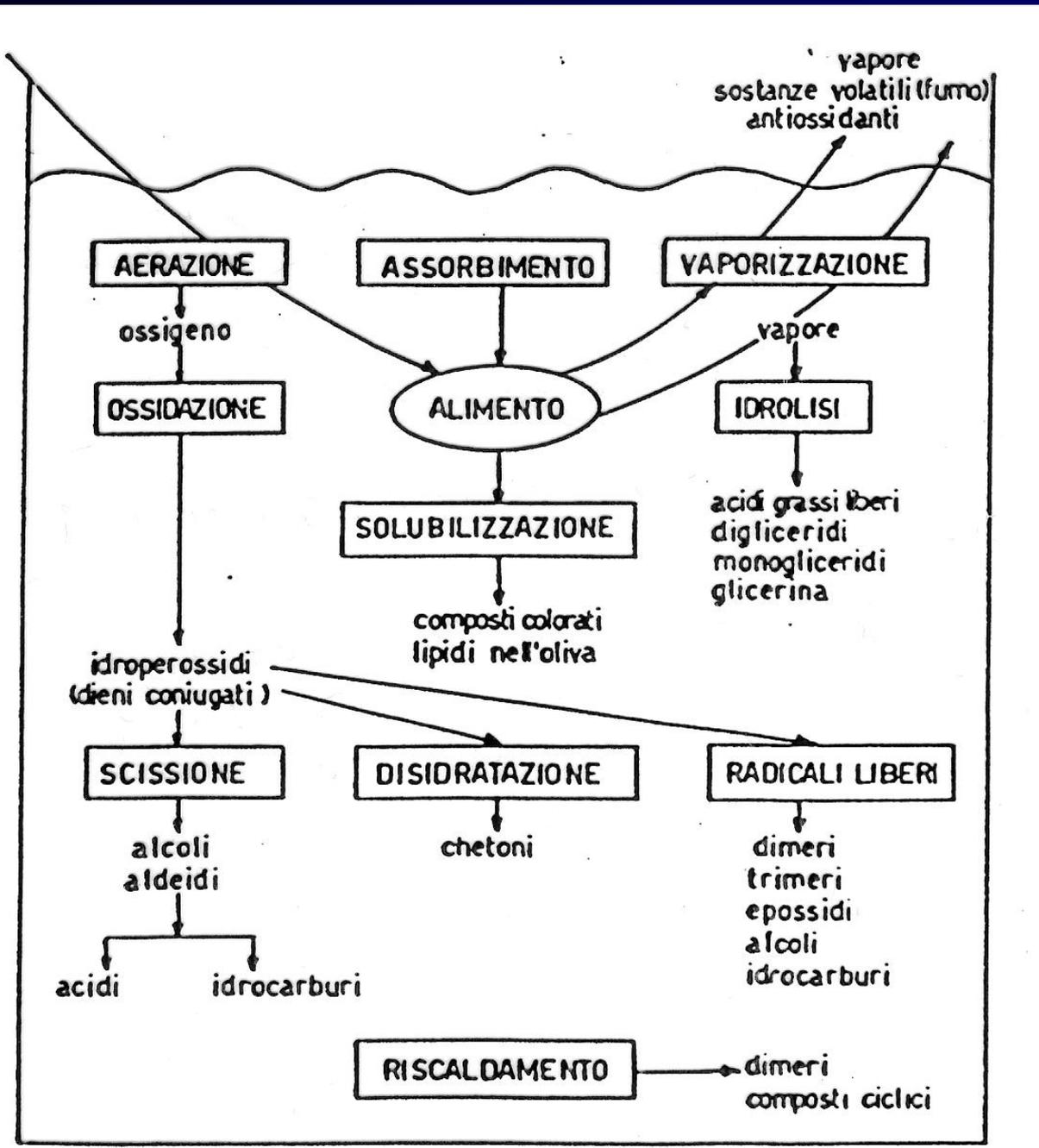
- Processo finalizzato alla preparazione di alimenti destinati ad un consumo successivo alla preparazione (fino a qualche giorno)



La cottura ed i processi di trasformazione degli alimenti

- Processo INTERMEDIO finalizzato alla preparazione di alimenti destinati ad un consumo successivo alla preparazione





temperatura



qualità prodotto



% di olio assorbito

Per parte 12-20%

40-50%



crosta

naturale

aggiunta



lisciviazione

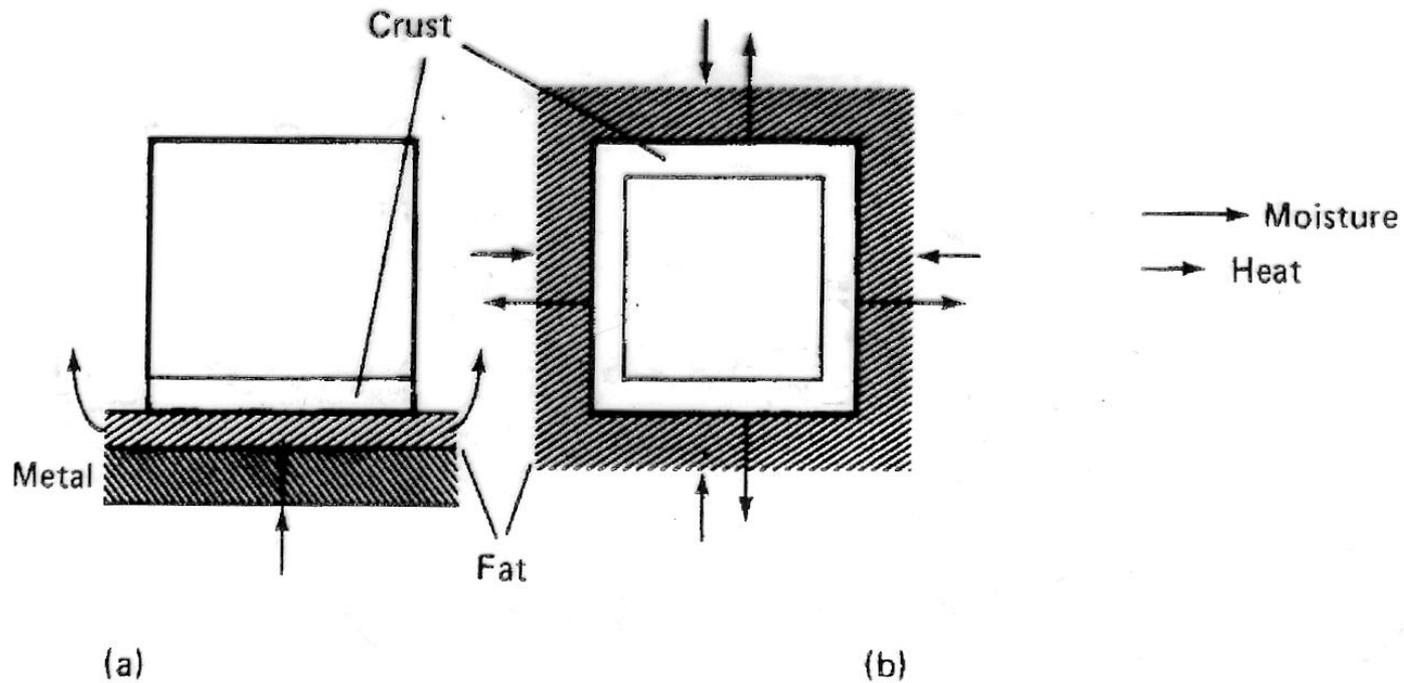


Fig. 17.1 Heat and mass transfer in (a) shallow frying and (b) deep fat frying.

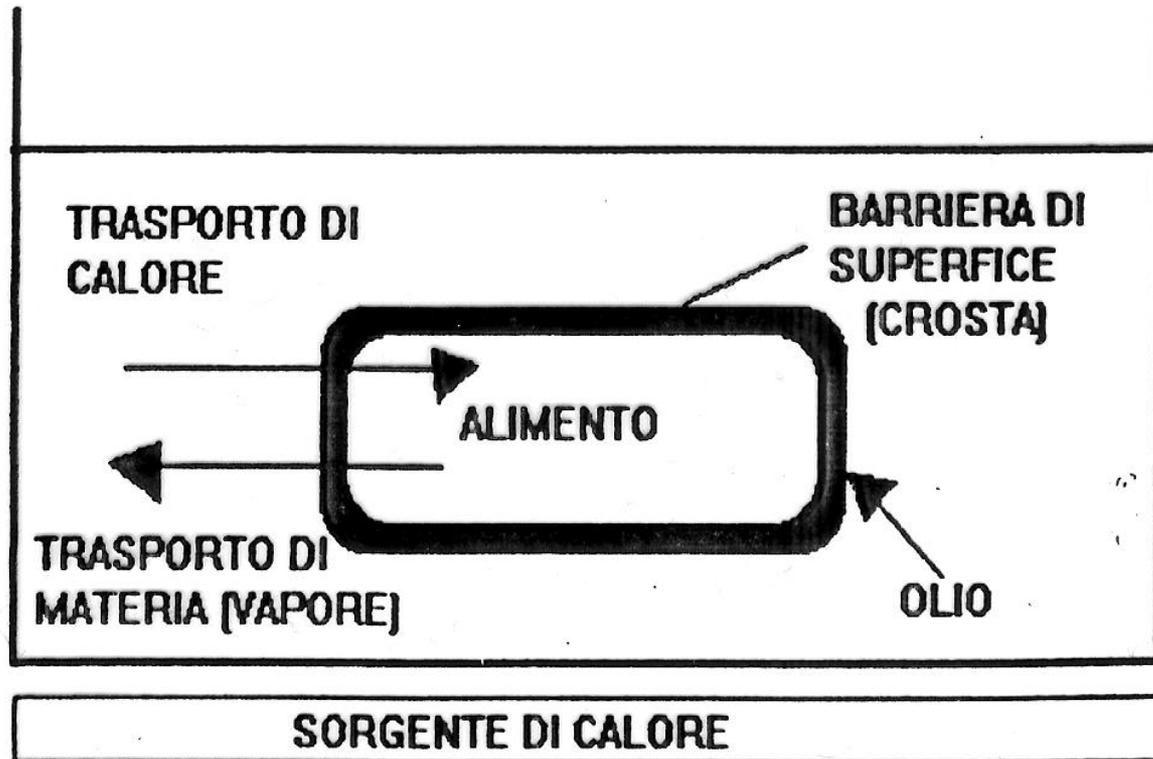


Fig. 1 - Schema della cottura in olio per immersione; trasporto di calore e di materia; formazione della barriera superficiale.

Table 2

Characterization of important quality changes during cooking

Category	Material loss	Physical change	Physicochemical change	Chemical reaction
Distinct changes	dissolved solids volatiles	structure colour permeability	turgor solids	protein aminoacids lipids carbohydrates vitamins minerals flavour
Effect	loss	softening discolouration increase	loss loss	denaturation destruction oxidation hydrolysis loss loss change

ALTERAZIONE

**AGENTE
RESPONS.**

**PRODOTTI
DI REAZIONE**

Idrolitica

Acqua

**Acidi Grassi
Monogliceridi
Digliceridi
Glicerolo**

Ossidativa

**Aria
(Ossigeno)**

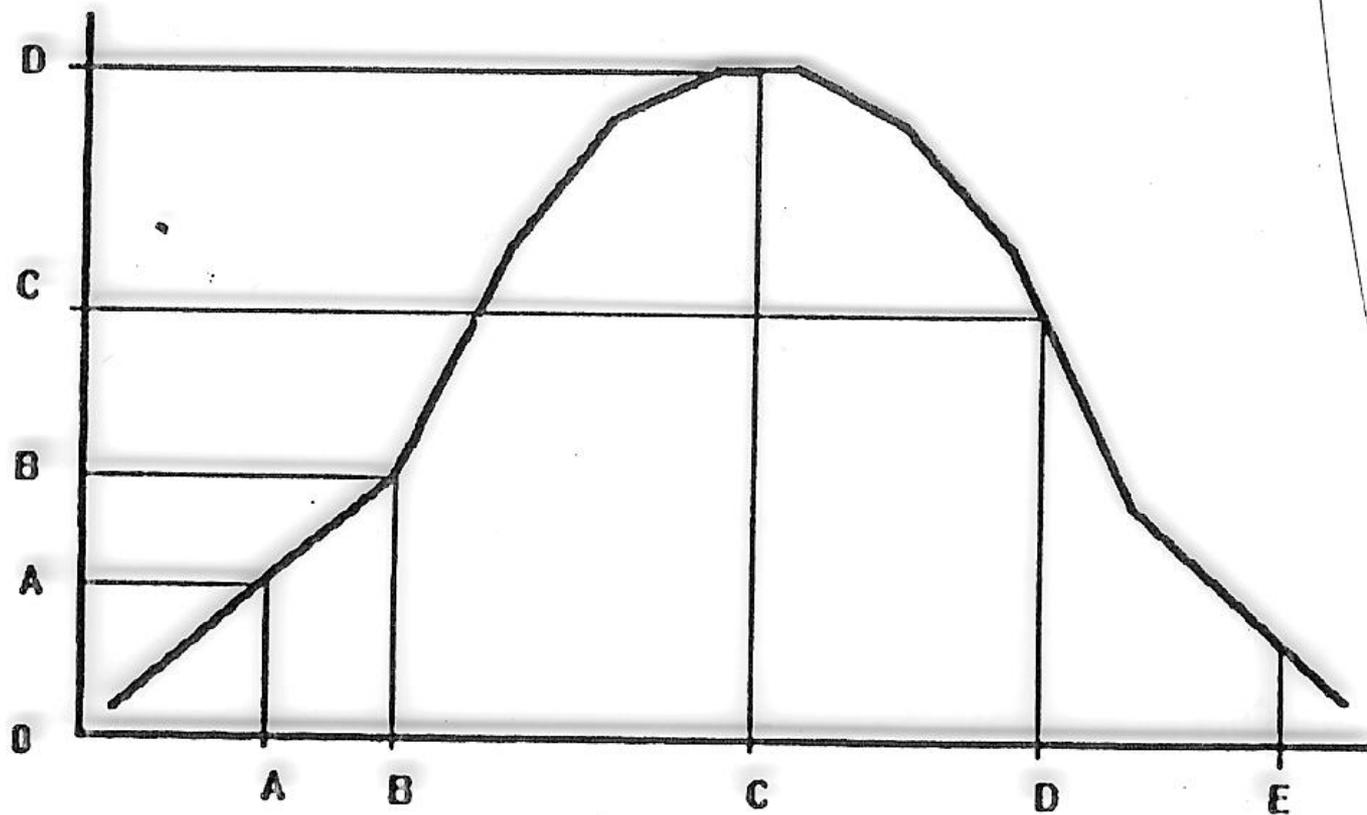
**Monomeri Ossidati
Dimeri e Polimeri
Composti Volatili
(Idrocarburi, Aldeidi,
Chetoni, Alcoli, Acidi)**

Termica

Temperatura

**Monomeri Ciclici
Dimeri e Polimeri**

QUALITA' DEL
PRODOTTO



QUALITA' DELL'OLIO

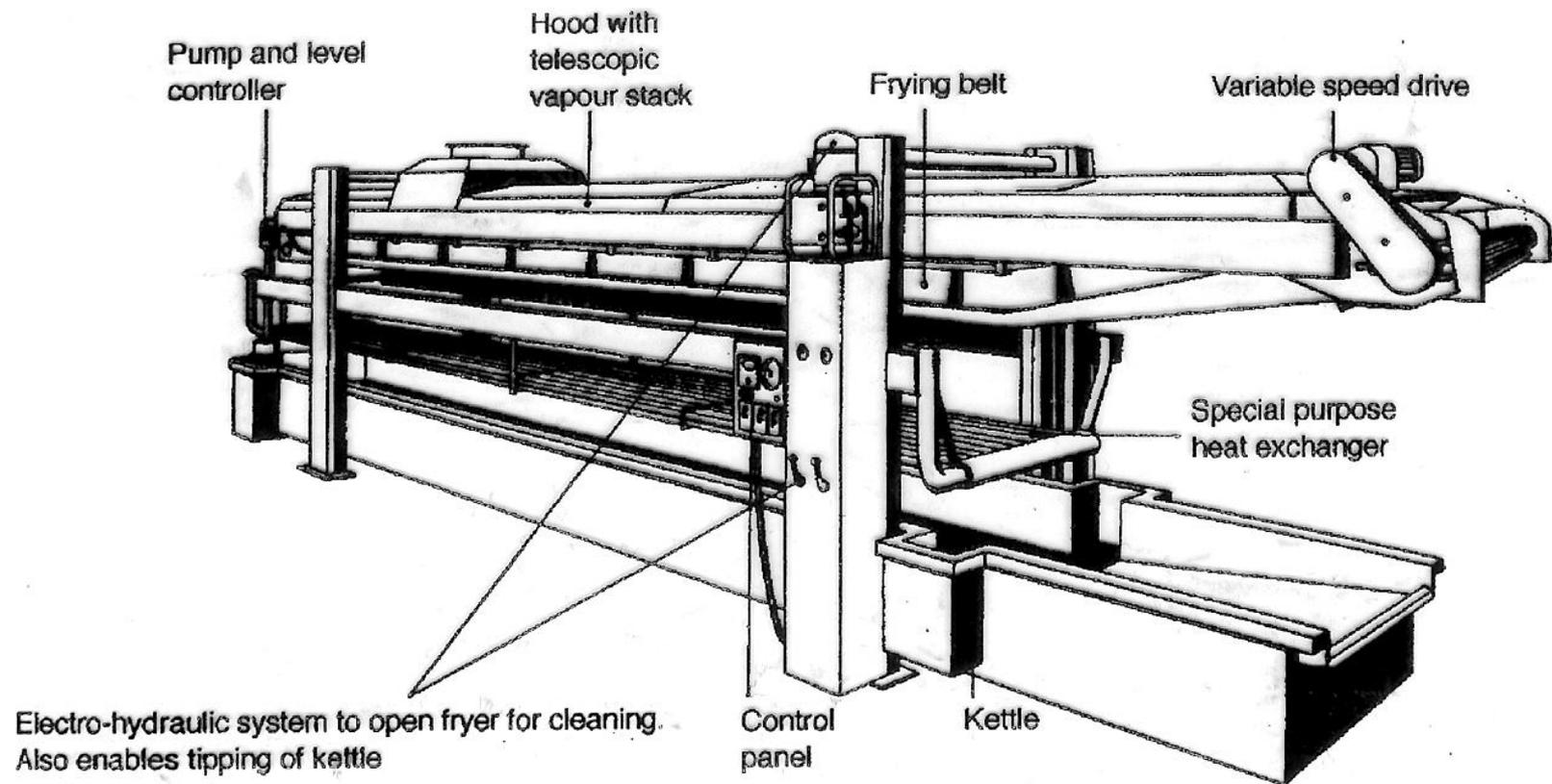


Fig. 17.2 Continuous deep-fat frier.
(Courtesy of Coat and Fry Ltd.)

Da: FELLOW P.J., Food Processing Technology - Principles and practice
– third edition. Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2009

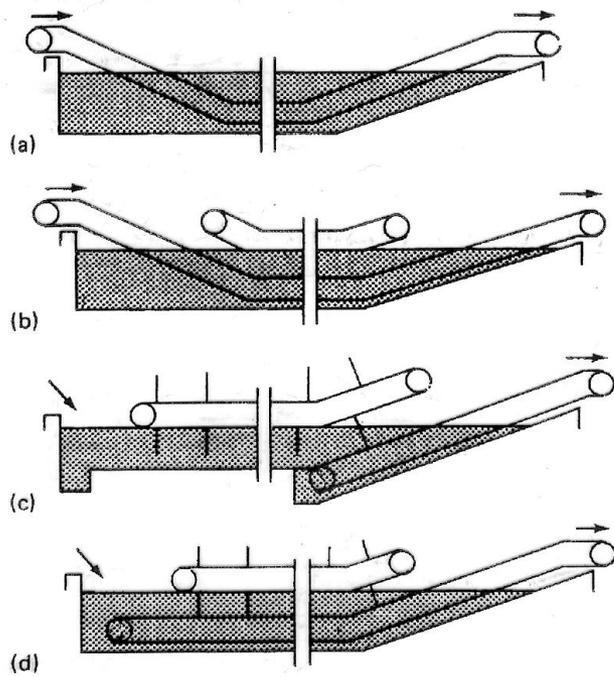


Fig. 17.3 Different conveyor arrangements: (a) delicate non-buoyant products (for example fish sticks); (b) breadcrumb-coated products; (c) dry buoyant bulk products (for example half-product snacks); (d) dual purpose (for example nuts and snacks).
(Courtesy of Coat and Fry Ltd.)



jndapeng.en.alibaba.com

Carne/pesce

TABELLA 1 - *Classificazione dei sistemi di cottura della carne.*

PROCEDIMENTO DI COTTURA	MEZZO	TEMPERATURA DELLA SUPERFICIE	MODALITÀ DI TRASMISSIONE DEL CALORE (esterno prodotto)
Bollitura	Acqua	Circa 100°C	Convezione
Stufatura	Acqua + Vapore + Grassi	Circa 100°C	Convezione, conduzione
Cottura a vapore	Vapore	Fino a 100°C	Convezione
Cottura sotto pressione	Vapore	102-118°C	Convezione
Arrostimento a forno	Aria	Fino a 200-220°C	Convezione + irraggiamento
Arrostimento su braci	Aria	Fino a 200-220°C	Soprattutto irraggiamento
Grigliatura su piastra	Metallo	Fino a 200°C	Conduzione
Frittura per immersione	Grasso	Oltre 100°C	Convezione
Frittura in padella	Grasso	Oltre 100°C	Convezione, conduzione

Modificazioni a carico delle proteine:

- Denaturazione delle proteine fibrillari
- Gel. Collagene
- Aggregazioni
- Perdite di amminoacidi

TABELLA 2 - Stabilità di diversi nutrienti.

NUTRIENTI	pH Neutro	pH Acido	pH Alcalino	Aria o Ossigeno	Luce	Calore	Perdita massima con cot- tura %
AMMINOACIDI ESSENZIALI							
- Isoleucina	S	S	S	S	S	S	10
- Leucina	S	S	S	S	S	S	10
- Lisina	S	S	S	S	S	I	40
- Metionina	S	S	S	S	S	S	10
- Fenilalanina	S	S	S	S	S	S	5
- Treonina	S	I	I	S	S	I	20
- Triptofano	S	I	S	S	I	I	15
- Valina	S	S	SS	S	S	S	10

LEGENDA: S = STABILE; I = INSTABILE (Da Harris, 1975)

Altro:

Reazione di Maillard

MEAN PERCENT PROTEIN CONTENT OF ROASTS COOKED BY MICROWAVE AND CONVENTIONAL METHODS

Species	Cooked meat			Drippings		
	Microwave			Microwave		
	1054 W	492 W	Conventional	1054 W	492 W	Conventional
Beef ^a						
Protein	30.8 (ab)	31.5 (a)	28.5 (b)	13.1 (b)	11.9 (b)	19.4 (a)
Pork ^b						
Protein	33.2	33.6	33.4	16.9 (b)	12.2 (c)	26.7 (a)
Lamb ^c						
Protein	32.2	31.5	27.5	16.8 (b)	12.1 (c)	21.4 (a)

Note: N = 5. Where letters differ within a constituent for cooked meat or dripping within a species, means differ significantly ($P < 0.05$) from each other.

- ^a Raw beef: 21.3% protein.
- ^b Raw pork: 22.7% protein.
- ^c Raw lamb: 21.1% protein.

Adapted from Baldwin, R. E., Korschgen, B. M., Russell, M.S., and Mabesa, L., *J. Food Sci.*, 41, 762, 1976.

THIAMINE CONTENT OF COOKED MEAT

Mean thiamine retention
(raw weight basis)

Products and methods of cooking	Cooked meat (%)	Drippings (%)	Total (%)
Beef roasts, Series 1			
Conventional gas oven	80 ± 3.7	2 ± 0.7	81 ± 3.5
Microwave oven	58 ^a ± 2.8	13 ^a ± 0.8	70 ± 3.0
Beef roasts, Series 2			
Conventional electric oven	86 ± 4.8	1 ^b ± 0.4	86 ± 4.8
Microwave oven	67 ^b ± 3.4	14 ^b ± 1.3	80 ± 3.2
Pork roasts			
Conventional electric oven	61 ± 1.0	19 ± 1.0	80 ± 1.2
Microwave oven	60 ± 1.5	31 ^b ± 3.5	91 ^b ± 3.7
Beef loaves			
Conventional gas oven	76 ± 1.1	—	—
Microwave oven	80 ± 3.0	—	—
Ham loaves			
Conventional gas oven	91 ± 2.7	—	—
Microwave oven	87 ± 2.4	—	—

^a Significantly different from the corresponding mean at (P < 0.01).

^b Significantly different from the corresponding mean at (P < 0.05).

Adapted from Kylene, A. M., McGrath, B. H., Hallmark, E. L., and Van Duyn,

EFFECT OF COOKING METHOD ON CONTENT OF BEEF PATTIES

Treatment	Cooking time	Moisture (g)
Raw	—	67.6 ± 2.3 a
Broiled	50 sec	42.5 ± 4.1 b
Grill frying	4 min	42.4 ± 3.4 b
Microwave	90 sec	36.2 ± 2.2 c

Note: Values followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

Adapted from Janicki, L. J. and Appledorf, H.,
J. Food Sci., 39, 715, 1974.

MOISTURE CONTENT OF RAW AND COOKED MEAT

Products and methods of cooking	Moisture (%)	
	Raw meat	Cooked meat
Beef roasts		
Conventional gas oven	68.3 ± 0.74	58.2 ± 0.71
Microwave oven	67.0 ± 1.52	49.0 ± 0.96 ^a
Pork roasts		
Conventional electric oven	67.3 ± 1.30	52.9 ± 1.47
Microwave oven	66.6 ± 1.06	49.6 ± 0.86 ^b
Beef loaves		
Conventional gas oven	67.4 ± 1.85	63.5 ± 0.51
Microwave oven	67.4 ± 1.85	63.5 ± 0.58
Ham loaves		
Conventional gas oven	64.4 ± 0.62	60.7 ± 0.55
Microwave oven	64.4 ± 0.62	56.6 ± 0.71 ^a

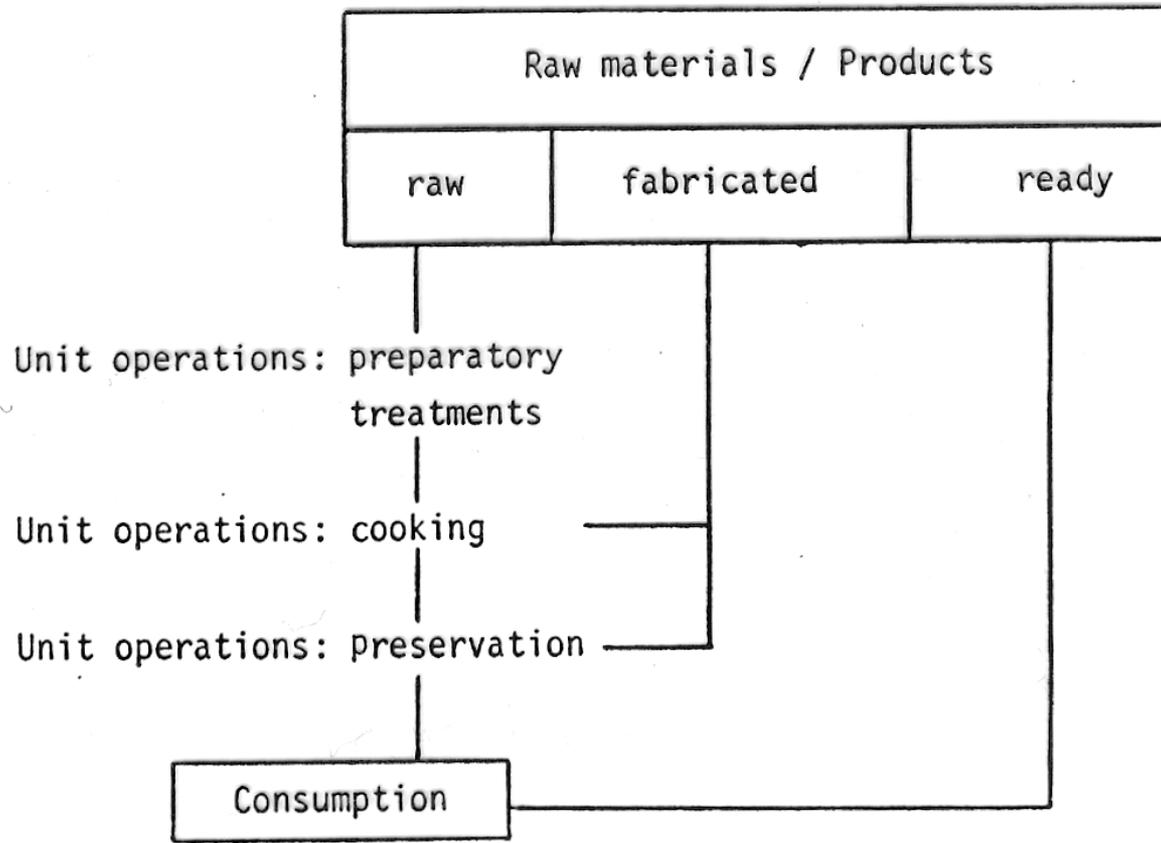
^a Significantly lower than the corresponding mean (P < 0.01).

^b Significantly lower than the corresponding mean (P < 0.05).

Adapted from Kylen, A. M., McGrath, B. H., Hallmark, E. I., and Van Duyne, F. O., *J. Am. Diet. Assoc.*, 39, 139, 1964.

Figure 1

Generalized flow sheet of industrial cooking



Industrial cooking and relevant mechanisms with regard to process models

Cooking process

```
graph TD; A[Cooking process] --> B[Transport mechanisms]; A --> C[Mechanisms of quality alterations]; B --> D[ ]; C --> E[ ]; D --> F[ ]; E --> G[ ]
```

Transport mechanisms

- heat transfer to the food
- heat transport within the food
- mass transport within the food
- mass transfer between food and cooking medium

Mechanisms of quality alterations

- thermal effects
- diffusion / leaching out
- reactions between food components

MECCANISMI DI TRASPORTO

MECCANISMI DI ALTERAZIONE DELLA QUALITA'

trasferim. di calore verso ed all'interno del prodotto	effetti termici (danni)
trasferim. di materia verso ed all'interno del prodotto	diffusione, lisciviazione, conc. dei soluti
trasferim. di materia tra prodotto e mezzo di cottura	possibili reazioni tra diversi componenti

*** Tratta da Paulus K.O. (1) ***

CATEGORIA	COTTURA "AD UMIDO"		COTTURA "A SECCO"		
PROCESSO	bollitura	vapore	forno	frittura	grill
TERMO VETTORE	acqua	vapore	aria	olio	IR + conduz.
T°C	≈100	≈100	>>100	>>100	>>100
Tempo a_v	1	1	<1	<1	<1
P (bar)	≈1	≈1	1	1	1

- 24037200

Comparisons between water and pressure (steam) cooking regarding some important nutrients.

	Water cooking 98°C	Pressure Cooking (steam) 110-120°C
C-vitamine	14-20% ^{a)} 23-28% ^{b)}	9-12% ^{a)} 11-14% ^{b)}
Thiamin	14-24% ^{a)} 20-24% ^{b)}	8-14% ^{a)} 8-14% ^{b)}
Riboflavin	10% ^{b)}	1-2% ^{b)}
Minerals	19-30% ^{a)} 22-29% ^{b)}	7-16% ^{a)} 12-15%

a) According to Zacharias and Bognar (1982)

b) According to Bognar (1983)