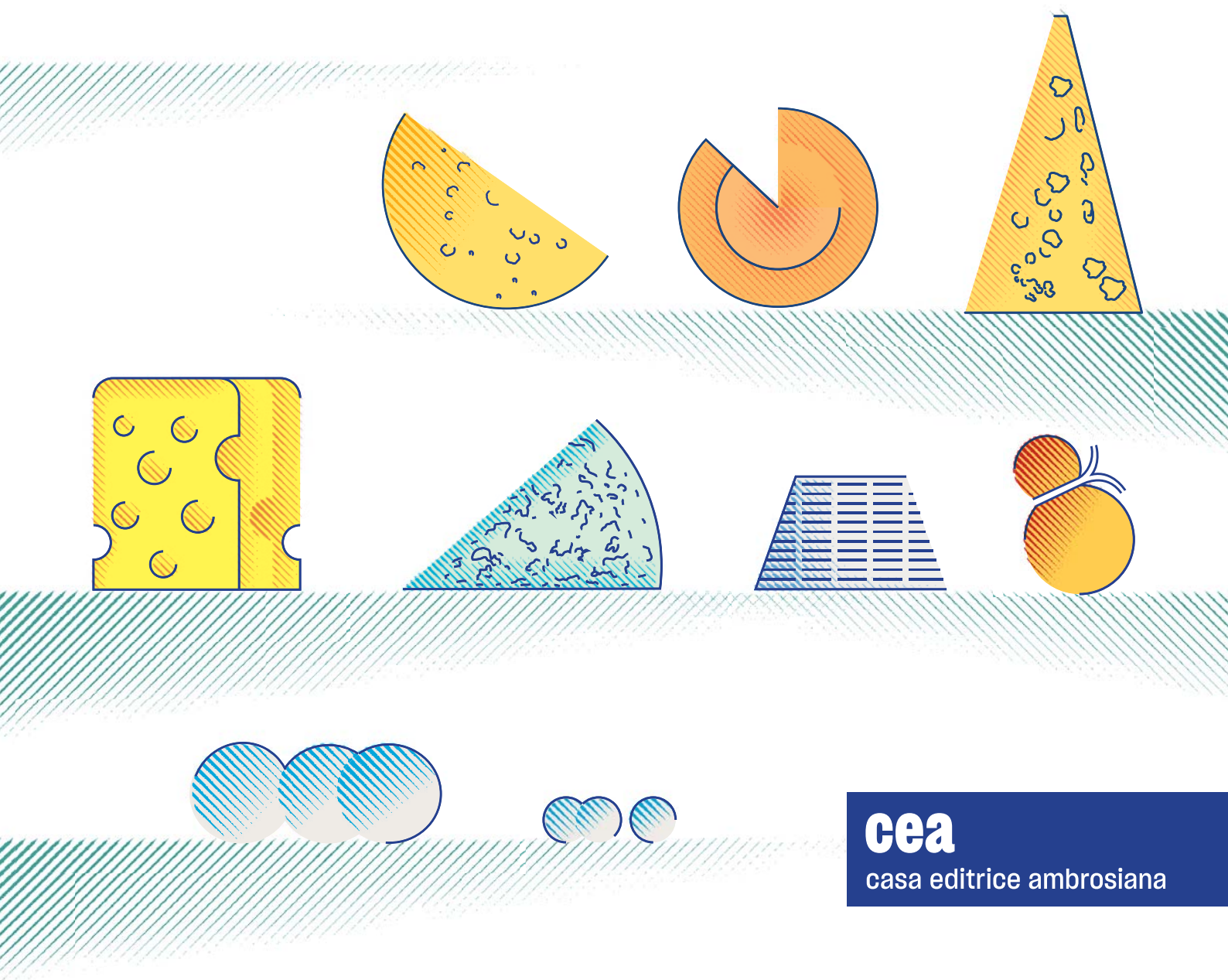


Germano Mucchetti
Erasmus Neviani

Tecnologia casearia

dall'empirismo all'industria



cea

casa editrice ambrosiana

Germano Mucchetti
Erasmus Neviani

Tecnologia casearia

dall'empirismo all'industria

Se vuoi accedere alle risorse online riservate

1. Vai su **my.zanichelli.it**
2. Clicca su *Registrati*.
3. Scegli *Studente*.
4. Segui i passaggi richiesti per la registrazione.
5. Riceverai un'email: clicca sul link per completare la registrazione.
6. Cerca il tuo codice di attivazione stampato in verticale sul bollino argentato in questa pagina.
7. Inseriscilo nella tua area personale su **my.zanichelli.it**

Se sei già registrato, per accedere ai contenuti riservati ti serve solo il codice di attivazione.

cea

casa editrice ambrosiana

Indice generale

Premessa	IX		
CAPITOLO 1	1		
Formaggio: definizioni, generalità sui processi e composizione			
1.1 La denominazione e le definizioni di formaggio	1		
1.2 La trasformazione del latte in formaggio: la ripartizione dei componenti del latte tra cagliata e siero	4		
1.3 La composizione chimica indicativa delle diverse varietà di formaggio	10		
1.4 Le classificazioni dei formaggi	12		
BIBLIOGRAFIA	15		
CAPITOLO 2	17		
Operazioni propedeutiche alla trasformazione del latte in cagliata			
2.1 La consegna e il ricevimento del latte in caseificio	17		
2.1.1 Il pagamento del latte secondo qualità: schema e implicazioni	21		
2.1.2 Le consegne del latte al caseificio	22		
2.1.3 Altre consegne: semilavorati non anidri in ingresso al caseificio	23		
2.1.4 Le operazioni del ricevimento	24		
<i>Cenni sulla complessità del microbiota del latte crudo</i>	26		
<i>I possibili ruoli del microbiota del latte crudo</i>	27		
<i>Microbiota del latte crudo e refrigerazione</i>	30		
2.2 Le operazioni di preparazione del latte	32		
2.2.1 La regolazione del contenuto di grasso del latte	33		
<i>La scrematura-standardizzazione del grasso nel caso di alcuni formaggi DOP</i>	40		
2.2.2 La regolazione del contenuto di proteine del latte	40		
2.2.3 La regolazione dell'acidità del latte e del contenuto di calcio ionico	43		
2.3 Il controllo della carica microbica del latte: trattamenti fisici	45		
2.3.1 I trattamenti termici di pastorizzazione e termizzazione del latte	46		
		<i>Obiettivi del trattamento termico del latte</i>	47
		<i>Le combinazioni temperatura/tempo dei trattamenti termici del latte per caseificio</i>	48
		<i>La differente resistenza termica dei microrganismi</i>	49
		<i>Le combinazioni temperatura/tempo applicate in caseificio per la pastorizzazione del latte</i>	51
		<i>Le modificazioni dell'attitudine alla caseificazione del latte</i>	51
		<i>Gli impianti e la sostenibilità energetica</i>	52
		<i>Fouling, biofilm, detergenza e disinfezione</i>	53
		2.3.2 La separazione fisica dei microrganismi per centrifugazione	54
		2.3.3 La separazione fisica dei microrganismi per MF della frazione magra del latte	57
		2.3.4 Confronto tra i diversi trattamenti fisici (calore, centrifugazione, filtrazione) finalizzati a ridurre la carica microbica del latte	58
		2.3.5 I trattamenti di riduzione di carica microbica del latte e i formaggi DOP/IGP	60
		2.4 La standardizzazione del microbiota del latte mediante l'uso di starter	61
		2.4.1 I batteri lattici	62
		2.4.2 La fermentazione lattica	64
		2.4.3 Le colture starter	65
		<i>Le tipologie di starter in base al modo di produzione: le colture naturali</i>	66
		<i>Le colture naturali in siero</i>	66
		<i>Le caratteristiche del microbiota delle principali colture naturali in siero</i>	68
		<i>Metodi di ottenimento del sieroinnesto naturale</i>	69
		<i>Le colture naturali in latte</i>	71
		<i>Le tipologie di starter in base al modo di produzione: le colture selezionate</i>	72
		<i>Le tipologie di starter: le colture secondarie</i>	73
		<i>Le tipologie di starter: le colture protettive</i>	74
		<i>Le tipologie di starter: le colture probiotiche</i>	76
		<i>Tipologie di starter usati per le diverse varietà di formaggio</i>	77
		<i>L'uso del legno come supporto per biofilm starter</i>	78
		2.4.4 Il batteriofago, interazioni con la crescita microbica	79
		2.4.5 Latte crudo, innesti naturali e antibiotico-resistenza dei microrganismi	81
		BIBLIOGRAFIA	82

CAPITOLO 3 87**Operazioni di trasformazione del latte in cagliata**

3.1	La coagulazione del latte	87
	<i>Gli enzimi coagulanti</i>	89
	<i>Le forme "fisiche" del caglio</i>	91
	<i>Le condizioni operative per la coagulazione enzimatica</i>	92
3.1.1	La coagulazione acida	94
3.1.2	La coagulazione delle proteine del latte con il calore	96
3.1.3	Gli impianti per la coagulazione del latte	97
3.2	Le operazioni di separazione del siero dal coagulo in vasca di coagulazione	99
3.2.1	Il taglio del coagulo	100
3.2.2	La cottura dei granuli di cagliata e le operazioni di lavaggio	104
3.3	Le operazioni di caseificazione fuori vasca di coagulazione	108
3.3.1	Estrazione manuale della cagliata sedimentata sul fondo della caldaia e formatura in fascera	109
3.3.2	Estrazione della miscela di granuli di cagliata e siero dalla vasca di coagulazione e metodi di formatura	110
	<i>Il drenaggio del siero dalla cagliata in stampo: effetto di rivoltamenti e pressatura della cagliata</i>	112
	<i>La scottatura della cagliata appena formata</i>	114
3.3.3	Interazioni tra fenomeni biologici, chimici e fisici associati al periodo compreso tra lo scarico della cagliata e l'inizio della salagione	116
3.3.4	L'operazione di filatura della cagliata	120
BIBLIOGRAFIA		126

CAPITOLO 4 131**Operazioni di trasformazione della cagliata in formaggio**

4.1	La salagione	131
4.1.1	Meccanismi e variabili coinvolti nel trasporto di NaCl dalla salamoia o dal sale secco al formaggio	132
4.1.2	Tecniche di salagione	134
	<i>La salagione del latte</i>	135
	<i>La salagione della cagliata macinata prima della formatura</i>	135
	<i>La salagione delle paste filate durante la filatura</i>	136
	<i>La salagione a secco</i>	137
	<i>La salagione in salamoia</i>	139
	<i>La salagione in stagionatura e/o conservazione</i>	141
	<i>Salagione come effetto secondario dell'operazione di lavaggio della crosta</i>	143
	<i>La preparazione delle salamoie e il loro trattamento durante l'uso</i>	144
4.2	La maturazione del formaggio durante la "stagionatura"	146
4.2.1	Le condizioni fisiche della stagionatura: temperatura, UR e convezione dell'aria	147
	<i>Gli ambienti condizionati</i>	150

	<i>Gli ambienti non condizionati e/o limitatamente condizionati</i>	152
	<i>La stagionatura in ambienti non a diretto contatto con l'aria</i>	153
	<i>La stagionatura in presenza di altri trattamenti della crosta</i>	155
	<i>I materiali di supporto per la stagionatura</i>	156
	<i>I trattamenti dei formaggi durante la stagionatura</i>	158
	<i>I trattamenti superficiali dei formaggi a crosta attiva</i>	159
	<i>I trattamenti di pulizia superficiale dei formaggi a crosta non attiva</i>	161
	<i>I trattamenti di foratura per l'aerazione della pasta dei formaggi erborinati</i>	162
	<i>L'affumicatura dei formaggi</i>	164
4.2.2	Biochimica e "biofisica" della maturazione	165
	<i>Metabolismo di carboidrati e acidi organici durante la stagionatura</i>	166
	<i>La proteolisi</i>	169
	<i>La lipolisi</i>	174
4.3	Confezionamento e shelf-life	176
4.3.1	Il taglio del formaggio per il suo porzionamento in unità di vendita	176
4.3.2	L'inserimento della porzione nella confezione	178
4.3.3	Il controllo dell'assenza di corpi estranei nelle confezioni	180
4.3.4	I formaggi grattugiati	181
4.4	La resa di trasformazione del latte in formaggio	182
4.4.1	La misura della resa di caseificazione	184
4.4.2	La resa di caseificazione a 24 h	184
4.4.3	Le equazioni predittive della resa di caseificazione a 24 h	187
4.4.4	Misura della resa di caseificazione del formaggio stagionato	188
4.4.5	Il significato della resa di caseificazione a fini legali e/o fiscali	188
BIBLIOGRAFIA		190

CAPITOLO 5 197**Altre tipologie di formaggio**

5.1	I "formaggi" ottenuti per coagulazione delle proteine al calore	197
5.1.1	Formaggi ottenuti per coagulazione termica del latte	197
5.1.2	Formaggi di crema da coagulazione termica: Mascarpone e altri	198
5.1.3	I formaggi di siero	201
5.2	I formaggi fusi	206
5.2.1	Considerazioni generali sulla percezione dei formaggi fusi da parte di alcuni gruppi di consumatori	208
5.3	I formaggi in polvere	208
BIBLIOGRAFIA		209

CAPITOLO 6	211	7.2 Le micotossine, pericolo chimico di origine microbiologica	233
Conformità del formaggio ai requisiti dello standard e classificazione mercantile per la commercializzazione		7.2.1 Il <i>carry over</i> di aflatossine dal latte al formaggio	233
6.1 I concetti di qualità e di difetto del formaggio	211	7.2.2 La sintesi di micotossine nel formaggio	233
6.1.1 La conformità agli standard ai fini della denominazione e la classificazione mercantile	212	7.3 Pericoli chimici e fisici	235
6.2 Alcune cause dei principali difetti dei formaggi e modalità di accertamento	214	BIBLIOGRAFIA	236
6.2.1 Difetti di crosta	214	CAPITOLO 8	241
6.2.2 La valutazione della presenza di aperture della pasta	215	Detergenza, disinfezione e trattamento delle acque reflue	
6.2.3 Altri difetti di struttura della pasta	217	8.1 Lo sporco delle superfici	242
6.2.4 Difetti di aroma, gusto e sapore	218	8.1.1 Il ciclo e la sequenza della detergenza	242
BIBLIOGRAFIA	219	8.1.2 La disinfezione	244
CAPITOLO 7	221	8.2 Trattamento delle acque reflue	245
La sicurezza: alcune considerazioni su pericoli, HACCP e GMP nella produzione di formaggio		BIBLIOGRAFIA	246
7.1 I pericoli microbiologici e il rischio	221	Postfazione	247
7.1.1 La gestione della sicurezza microbiologica	225	APPENDICE A	249
7.1.2 Esempi di interventi attivi finalizzati alla sicurezza del formaggio	228	Processi di produzione casearia	
<i>Interventi attivi prima del confezionamento</i>	228	APPENDICE B	<i>online</i>
<i>Interventi attivi sul formaggio confezionato</i>	229	Formaggi DOP e IGP italiani	
7.1.3 Interazioni tra operazioni della trasformazione casearia e rischio microbiologico	230	Indice analitico	274

Premessa

Il formaggio, o cacio, è un alimento antico, nato dal sapere empirico dei pastori e diventato uno dei più rilevanti business dell'industria alimentare moderna. È uno di quegli splendidi casi dove la tradizione ha permesso il passaggio di conoscenze e di esperienze, ma ha anche mantenuto una presenza importante e significativa non solo sul piano culturale.

L'ambizione di questo testo è suscitare desiderio di conoscenza, non dare ricette esplicative di una complessità che scientificamente siamo ancora ben lontani dall'aver sviscerato a fondo, nonostante i grandi passi in avanti ottenuti con le attuali tecniche di indagine analitica e la disponibilità di fonti online.

Il formaggio può essere descritto come il passaggio da un *fluid*o, considerabile omogeneo nonostante la sua naturale tendenza a separare il grasso, a un *solid*o, che racconta la storia di un gradiente di caratteristiche che inizia nel momento in cui il coagulo è tagliato e si ottengono cagliata e siero. Quale sia il formaggio, uno tra le migliaia di varietà catalogabili nel mondo, esso non sarà quasi mai un alimento completamente omogeneo di cui sia irrilevante la porzione che mangiamo, perché proprio a partire dal taglio del coagulo che, quale sia l'obiettivo, genera particelle di cagliata con forme e dimensioni irregolari, si creano le condizioni per avere gradienti di composizione, proprietà reologiche e di struttura che evolvono nel tempo, grazie al divenire delle molteplici fasi del processo di caseificazione, come la salagione e la stagionatura. La crosta è l'esempio più immediato di questa differenziazione, ma anche un formaggio senza crosta come la Mozzarella di Bufala Campana non ha caratteristiche completamente omogenee della forma in quanto, quando ancora di giornata, presenta un gradiente di contenuto di sale passando dalla superficie al centro del formaggio. Per avere un formaggio le cui caratteristiche siano uguali (o in cui le differenze non siano agevolmente percepibili) in tutta la forma, occorre rivolgersi ad alcuni formaggi freschi a coagulazione acida, ai formaggi di siero e di crema o ai formaggi fusi, che grazie a specificità di processo possono talvolta rappresentare l'attesa eccezione al tentativo di creare una regola.

Ogni varietà di formaggio nasce dall'interpretazione che il casaro vuole e sa dare alla trasformazione del latte. Quello che apparentemente può essere considerato il modo più antico di conservazione di almeno alcune delle proprietà nutritive del latte, grazie alla concentrazione di grasso e proteine e alla modificazione della struttura della caseina data dalla coagulazione, probabilmente proprio per la storia che lo precede, è stato

interpretato in una pluralità di modi. Sono state inventate tecniche, probabilmente impossibili da descrivere in modo completo e soprattutto di cui è difficile avere piena conoscenza scientifica, in assenza di studi che mettano in relazione il processo con il divenire del prodotto.

Questo testo, partendo dall'esperienza di quarant'anni di studi nel settore caseario, prima all'allora Istituto Sperimentale Lattiero Caseario di Lodi, ente di ricerca del Ministero dell'Agricoltura, e poi in Università, a Parma, cerca di descrivere la trasformazione, fare ipotesi sulle ragioni delle scelte che sono alla base di alcune delle diversità tra varietà di formaggio, all'interno della stessa varietà, ma anche all'interno dello stesso formaggio, che non è mai un *unicum*. Si vuole provare a dare risposte ove possibile e soprattutto a sollecitare la curiosità del lettore, spingendolo a farsi altre domande.

1

CAPITOLO

Formaggio: definizioni, generalità sui processi e composizione

1.1 La denominazione e le definizioni di formaggio

La denominazione di un alimento o di una classe di alimenti ha la funzione di sintetizzare e comunicare con sufficiente accuratezza le principali caratteristiche di quel prodotto, in accordo con leggi, regolamenti o usi. La legislazione europea¹ sull'etichettatura prevede i concetti di denominazione legale, usuale e descrittiva. La **denominazione legale** risponde a prescrizioni normative, mentre la **denominazione usuale** è quella accettata comunemente dai consumatori di un Paese. La **denominazione descrittiva** permette di comprendere la natura dell'alimento prevenendo il rischio di confusione. L'applicazione corretta della denominazione di un alimento aiuta a capire, o quanto meno a intuire, le modalità di produzione che sono ammesse e gli ingredienti possibili, le normative di sicurezza alimentare da applicare che possono essere specifiche per classi di alimenti e, non meno importante, tutta una serie di aspetti economico-finanziari quali l'aliquota di imposizione o le tariffe doganali che possono variare per categoria o subcategoria di alimenti.

Per parlare correttamente dell'alimento formaggio è quindi utile avere chiaro a cosa esattamente si fa riferimento, anche alla luce dell'importanza di questo prodotto nei consumi alimentari di grande parte del mondo. La diversa definizione di cosa si intende con la denominazione formaggio può fare sì che quello che è considerato frode o sofisticazione in un Paese, sia il risultato di una pratica assolutamente lecita in un altro. Ne risulta il paradosso che i cittadini di entrambi i Paesi sono certi di mangiare formaggio, almeno per quello che è inteso dalle loro abitudini e percezioni. Gli accordi commerciali tra Paesi e la libera circolazione delle merci nell'Europa comunitaria potrebbero trarre giovamento da una definizione condivisa, ma tale prospettiva è ancora lontana. L'**armonizzazione delle leggi nazionali** sul formaggio non è ancora avvenuta nemmeno in Europa, se non per i formaggi a indicazione geografica (Denominazione Origine Protetta, Indicazione Geografica Protetta e Specialità Tradizionale Garantita). L'estesa diffusione geografica della produzione di formaggio in tutti i continenti è probabilmente l'ostacolo maggiore alla presenza di una denominazione legale condivisa nel mondo.

Una delle sintesi più comprensive è quella data dal *General Standard for Cheeses* 283/1978 (WHO, 2021) elaborato dal **Codex Alimentarius**². La definizione del *Codex* potrebbe essere riassunta affermando che la parola formaggio indichi quell'alimento derivante dalla concentrazione selettiva

¹ Regolamento CE 1169/2011 Articolo 17 "La denominazione dell'alimento è la sua denominazione legale. In mancanza di questa, la denominazione dell'alimento è la sua denominazione usuale; ove non esista o non sia utilizzata una denominazione usuale, è fornita una denominazione descrittiva."

Articolo 2. Definizioni...

- m) «denominazione legale»: la denominazione di un alimento prescritta dalle disposizioni dell'Unione a esso applicabili o, in mancanza di tali disposizioni, la denominazione prevista dalle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative applicabili nello Stato membro nel quale l'alimento è venduto al consumatore finale o alle collettività;
- o) «denominazione usuale»: una denominazione che è accettata quale nome dell'alimento dai consumatori dello Stato membro nel quale tale alimento è venduto, senza che siano necessarie ulteriori spiegazioni;
- p) «denominazione descrittiva»: una denominazione che descrive l'alimento e, se necessario, il suo uso e che è sufficientemente chiara affinché i consumatori determinino la sua reale natura e lo distinguano da altri prodotti con i quali potrebbe essere confuso;

² Il Codex Alimentarius è un insieme di regole e di normative elaborate dalla Codex Alimentarius Commission istituita nel 1963 dalla Food and Agriculture Organization (FAO) e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) il cui scopo è proteggere la salute dei consumatori e assicurare la correttezza degli scambi commerciali tra Paesi (<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>).