

Contenido

▶ Prefacio a la cuarta edición	XIX	<i>Bastoncillos grampositivos que forman endosporas</i>	17
▶ Prefacio a la tercera edición	XX	<i>Bastoncillos gramnegativos que forman endosporas</i>	17
▶ Prefacio a la segunda edición	XXI	<i>Bastoncillos grampositivos regulares que no esporulan</i>	17
▶ Prefacio a la primera edición	XXII	<i>Bastoncillos grampositivos irregulares que no forman esporas</i>	17
▶ Acerca de los autores	XXIII	Algunos géneros nuevos	18
PARTE I		▶ Grupos bacterianos importantes en los alimentos	18
Introducción a la microbiología de los alimentos	1	Bacterias de ácido láctico	18
Capítulo 1		Bacterias de ácido acético	18
Historia y desarrollo de la microbiología de los alimentos	3	Bacterias de ácido propiónico	18
▶ Introducción	3	Bacterias de ácido butírico	18
▶ Descubrimiento de los microorganismos	3	Bacterias proteolíticas	18
▶ ¿De dónde vienen?	3	Bacterias lipolíticas	18
▶ ¿Cuáles son sus funciones?	4	Bacterias sacarolíticas	18
▶ Desarrollo temprano de la microbiología de los alimentos (antes de 1900 d.C.)	4	Bacterias termofílicas	18
▶ Microbiología de los alimentos: estado actual	4	Bacterias psicrófilas	18
Fermentación de los alimentos/probióticos	6	Bacterias termorresistentes	18
Descomposición de los alimentos	6	Bacterias halotolerantes	18
Enfermedades de origen alimentario	6	Bacterias acidorresistentes	18
▶ Microbiología y microbiólogos de los alimentos	6	Bacterias osmofílicas	18
▶ Conclusión	7	Bacterias que producen gas	18
Referencias	7	Productoras de limo	19
Prácticas	7	Formadoras de esporas	19
		Aerobios	19
		Anaerobios	19
		Anaerobios facultativos	19
		Coliformes	19
		Coliformes fecales	19
		Patógenos entéricos	19
		▶ Conclusión	19
		Referencias	19
		Prácticas	19
Capítulo 2		Capítulo 3	
Características de los microorganismos que predominan en los alimentos	8	Fuentes de microorganismos en los alimentos	21
▶ Introducción	8	▶ Introducción	21
▶ Clasificación de los microorganismos	8	▶ Microorganismos predominantes en diversas fuentes	21
▶ Nomenclatura	9	Plantas (frutas y vegetales)	21
▶ Morfología y estructura de los microorganismos en los alimentos	9	Animales, aves, pescados y mariscos	22
Levaduras y mohos	9	Aire	22
Células bacterianas	11	Suelo	22
Virus	12	Aguas residuales	23
▶ Microorganismos importantes en los alimentos	12	Agua	23
Géneros importantes de mohos	12	Seres humanos	23
Géneros importantes de levaduras	13		
Parásitos protozoarios originados en los alimentos	13		
Virus importantes	13		
Géneros bacterianos importantes	13		
Aerobios gramnegativos	15		
Anaerobios facultativos gramnegativos	15		
Rickettsias	16		
<i>Cocos grampositivos</i>	16		

Ingredientes alimentarios	23
Equipo	23
Varios	24
▶ Conclusión	24
Referencias	24
Prácticas	24

Capítulo 4

Calidad microbiológica normal de los alimentos y su importancia

▶ Introducción	25
▶ Productos crudos y listos para comer	25
▶ Leche cruda y pasteurizada	26
▶ Cáscara de huevo y huevo líquido	26
▶ Pescado y mariscos	26
▶ Vegetales, frutas y nueces	27
▶ Cereales, almidones y gomas	27
▶ Alimentos enlatados	28
▶ Azúcares y confitería	28
▶ Bebidas suaves, bebidas frutales y vegetales, jugos y agua embotellada	28
▶ Mayonesa y aderezos para ensalada	29
▶ Especias y condimentos	29
▶ Conclusión	29
Referencias	29
Prácticas	29

PARTE II

Respuesta del crecimiento microbiano en el ambiente alimentario

Capítulo 5

Características del crecimiento microbiano	33
▶ Introducción	33
▶ Reproducción o crecimiento microbiano	33
Fisión binaria	33
Tiempo de generación (o tiempo de duplicación)	34
Velocidad específica de crecimiento	34
Crecimiento óptimo	34
Curva de crecimiento	35
▶ Naturaleza del crecimiento microbiano en el alimento	35
Población mixta	35
Secuencia de crecimiento	36
Crecimiento en sucesión o diáuxico	36
Crecimiento simbiótico	36
Crecimiento sinérgico	36
Crecimiento antagonista	36
▶ Conclusión	36
Referencias	37
Prácticas	37

Capítulo 6

Factores que influyen en el crecimiento microbiano en los alimentos

▶ Introducción	38
▶ Factores intrínsecos o ambiente alimentario	38
Nutrientes y crecimiento	38
Carbohidratos en los alimentos	38
Proteínas en los alimentos	39
Lípidos en los alimentos	39

Minerales y vitaminas en los alimentos	40
Factores de crecimiento e inhibidores en el alimento	40
Actividad del agua y crecimiento	40
Principio	40
A_w del alimento	40
A_w y crecimiento microbiano	40
El pH y el crecimiento	41
Principio	41
pH de los alimentos	41
pH y crecimiento microbiano	41
Potencial redox, oxígeno y crecimiento	42
Principio	42
Potencial redox en el alimento	42
Potencial redox y crecimiento microbiano	42
▶ Factores extrínsecos	42
Temperatura y crecimiento	42
Principio	42
Alimentos y temperatura	43
Crecimiento microbiano y viabilidad	43
▶ Conclusión	43
Referencias	43
Prácticas	44

Capítulo 7

Metabolismo microbiano de los componentes alimentarios

▶ Introducción	45
▶ Respiración y fermentación durante el crecimiento	45
▶ Metabolismo de los carbohidratos en el alimento	46
Degradación de polisacáridos	46
Degradación de disacáridos	46
Degradación de monosacáridos	46
Fermentación	46
Vía EMP	47
Vía HMP	47
Vía ED	47
Vía pentosa fosfocetolasa	47
Vía hexosa fosfocetolasa	47
Algunas vías específicas	47
Fermentación ácida mixta	47
Fermentación de ácido propiónico	47
Fermentación de butirato, butanol y acetona	47
Fermentación de diacetil, acetoina y butanediol	48
Respiración anaeróbica	48
Respiración aeróbica	48
Síntesis de polímeros	48
▶ Metabolismo de las proteínas en los alimentos	48
Respiración aeróbica (descomposición)	48
Fermentación (putrefacción)	48
▶ Metabolismo de lípidos en los alimentos	49
▶ Conclusión	49
Referencias	50
Prácticas	50

Capítulo 8

Esporulación microbiana y germinación

▶ Introducción	51
▶ Esporas de mohos	51

- ▶ Esporas de levaduras 51
- ▶ Esporas bacterianas 51
 - Esporulación 52
 - Latencia 53
 - Activación 53
 - Germinación 53
 - Expansión 53
- ▶ Importancia de las esporas en el alimento 54
- ▶ Conclusión 55
- Referencias 55
- Prácticas 55

PARTE III

Usos favorables de los microorganismos en los alimentos 57

Capítulo 9

Respuesta microbiana de estrés en el ambiente de los alimentos 59

- ▶ Introducción 59
- ▶ Adaptación al estrés 59
 - Definición y observaciones 59
 - Mecanismos de adaptación al estrés 60
 - Importancia de los microorganismos adaptados al estrés en los alimentos 61
 - Patógenos y bacterias de descomposición que sobreviven en alimentos con un pH bajo* 61
 - Patógenos adaptados al estrés que sobreviven al pH del estómago* 61
 - Mejoramiento de la viabilidad de los cultivos iniciadores y las bacterias probióticas* 61
- ▶ Estrés subletal y lesión 61
 - Definición y observaciones 61
 - Manifestación de la lesión subletal bacteriana 62
 - Sitios y naturaleza de la lesión 63
 - Reparación de la lesión reversible 63
 - Lesiones en levaduras y mohos 64
 - Importancia de los microorganismos lesionados de manera subletal en los alimentos 64
 - Detección de microorganismos no deseables* 64
 - Aumento de la vida útil de los alimentos* 65
 - Mejora de la viabilidad de los cultivos iniciadores* 65
- ▶ Viables pero no cultivables 65
 - Definición y terminologías 65
 - Perspectivas de los defensores 65
 - Perspectivas de los opositores 66
 - Perspectivas actuales 66
 - Importancia de los microorganismos VBNC en el alimento 67
- ▶ Conclusión 67
- Referencias 68
- Prácticas 68

Capítulo 10

Microorganismos usados en la fermentación de alimentos 70

- ▶ Introducción 70
- ▶ Microbiología de los alimentos fermentados 70
- ▶ Cultivos lácticos iniciadores 71
 - Lactococcus* 71

- Streptococcus* 72
- Leuconostoc* 72
- Pediococcus* 72
- Lactobacillus* 72
- Oenococcus* 73
- ▶ Otros cultivos iniciadores 73
 - Bifidobacterium* 73
 - Propionibacterium* 73
 - Brevibacterium* 74
 - Acetobacter* 74
- ▶ Levaduras y mohos 74
 - Levaduras 74
 - Mohos 74
- ▶ Conclusión 74
- Referencias 75
- Prácticas 75

Capítulo 11

Bioquímica de algunas características favorables 76

- ▶ Introducción 76
- ▶ Mecanismos de transporte de nutrientes 76
- ▶ Transporte y metabolismo de los carbohidratos 77
 - Sistema PEP-PTS para el transporte de lactosa en *Lactococcus lactis* 77
 - Sistema permeasa para la lactosa en *Lactobacillus acidophilus* 77
 - Carbohidratos disponibles para el metabolismo dentro de las células 77
 - Fermentación homoláctica de los carbohidratos 77
 - Fermentación heteroláctica de los carbohidratos 78
 - Metabolismo de las pentosas 79
 - Fermentación de hexosas por medio de *Bifidobacterium* 79
 - Producción de diacetil a partir de citrato 79
 - Producción de ácido propiónico por *Propionibacterium* 80
- ▶ Transporte y metabolismo de compuestos proteicos y aminoácidos 81
- ▶ Transporte y metabolismo de los compuestos lipídicos 81
- ▶ Conclusión 81
- Referencias 81
- Prácticas 82

Capítulo 12

Genética de algunos rasgos favorables 83

- ▶ Introducción 83
- ▶ Plásmidos y rasgos ligados a plásmidos en cultivos bacterianos iniciadores 83
 - Características importantes de los plásmidos bacterianos 83
 - Algunas características de plásmidos pequeños (cerca de 10 kb) y grandes (más de 10 a casi 150 kb) 84
 - Presencia de plásmidos en algunas bacterias de cultivos iniciadores 84
 - Asignación de un fenotipo a un plásmido 84
 - Rasgos ligados a plásmidos en bacterias de cultivos iniciadores 84
 - Plásmidos crípticos 85
 - Replicación de un plásmido 85
 - Mapeo y secuenciación de plásmidos 86

▶ Métodos de transferencia de genes en bacterias de cultivos iniciadores	86	Proceso de fermentación	102
Transducción	86	<i>Fermentación natural</i>	102
Conjugación	86	<i>Reinoculación</i>	102
Transformación	87	<i>Fermentación controlada</i>	102
Fusión del protoplasto	87	▶ Productos lácteos fermentados	102
Electrotransformación	87	Composición y calidad de la leche	103
Transposones conjugantes	87	Productos lácteos fermentados	103
▶ Clonación de genes	87	Microbiología de la fermentación de mantequilla cultivada	103
Vectores de clonación	88	<i>Características del producto</i>	103
Ingeniería metabólica	88	<i>Procesamiento</i>	103
<i>Fermentación ácida mezclada producida por Lactococcus lactis</i>	89	<i>Producto iniciador (fermentación controlada)</i>	103
<i>Producción de ácido láctico L(+)</i>	89	<i>Crecimiento</i>	103
<i>Producción de diacetil por Lactococcus lactis</i>	89	<i>Bioquímica</i>	104
<i>Producción de alanina a partir de carbohidratos</i>	89	<i>Genética</i>	104
<i>Producción de manitol y otros polioles</i>	89	<i>Problemas microbianos</i>	104
<i>Producción de ácido fólico y riboflavina</i>	89	Microbiología de la fermentación del yogur	104
<i>Proteólisis mejorada por lisis celular</i>	90	<i>Características</i>	104
Selección de proteínas	90	<i>Procesamiento</i>	104
<i>Expresión de interleucina</i>	90	<i>Cultivo iniciador (fermentación controlada)</i>	104
<i>Sistema para liberación de fármacos</i>	90	<i>Crecimiento</i>	104
<i>Producción de pediosina en huéspedes heterólogos</i>	90	<i>Bioquímica</i>	105
Ingeniería de proteínas	90	<i>Metabolismo de la lactosa</i>	105
<i>Producción de prepediocina híbrida</i>	90	<i>Producción de sabor</i>	105
<i>Variantes de aminoácidos de la pediocina</i>	91	<i>Producción de formiato</i>	105
<i>Formación de limo o légamo (glucano)</i>	105	<i>Genética</i>	105
▶ Mapeo y secuenciación del genoma	91	<i>Problemas microbianos</i>	106
<i>Bacteria del ácido láctico</i>	91	Quesos	106
Bacteriófagos	91	<i>Quesos sin maduración</i>	106
Genes <i>Lac</i> y <i>Las</i>	91	Suaves	106
▶ Conclusión	93	<i>Quesos maduros</i>	106
Referencias	93	Suaves	106
Prácticas	94	Semiduros	106
		Duros	106
Capítulo 13		Microbiología del queso cottage	106
Cultivos iniciadores y bacteriófagos	95	<i>Características</i>	106
▶ Introducción	95	<i>Procesamiento (a partir de la leche descremada)</i>	106
▶ Historia	95	<i>Cultivo iniciador (fermentación controlada)</i>	106
▶ Cultivos concentrados	96	<i>Crecimiento, bioquímica y genética</i>	107
▶ Problemas con los cultivos iniciadores	96	<i>Problemas microbianos</i>	107
Cepas antagonicas	96	Microbiología del queso cheddar	107
Pérdida de un rasgo deseable	97	<i>Características</i>	107
Muerte y lesión de las células	97	<i>Procesamiento</i>	107
Inhibidores en materias primas	97	<i>Cultivo iniciador (fermentación controlada)</i>	107
Bacteriófagos de las bacterias del ácido láctico	97	<i>Crecimiento</i>	107
<i>Morfología y características</i>	98	<i>Bioquímica</i>	107
<i>Ciclo de vida</i>	98	<i>Genética</i>	108
<i>Especificidad del huésped</i>	98	<i>Problemas microbianos</i>	108
<i>Métodos de control</i>	99	Microbiología del queso suizo	108
▶ Cultivos de levaduras y mohos	99	<i>Características</i>	108
▶ Conclusión	99	<i>Procesamiento</i>	108
Referencias	99	<i>Cultivos iniciadores (fermentación controlada)</i>	108
Prácticas	100	<i>Crecimiento</i>	108
		<i>Bioquímica</i>	108
		<i>Genética</i>	108
		<i>Problemas microbianos</i>	109
Capítulo 14		Microbiología del queso azul	109
Microbiología de la producción de alimentos fermentados ...	101	<i>Características</i>	109
▶ Introducción	101	<i>Procesamiento</i>	109
▶ Método general de producción	101		
Materias primas (o iniciadoras)	101		
Uso de microorganismos	101		

<i>Cultivos iniciadores sy crecimiento (fermentación controlada)</i>	109	<i>Probióticos</i>	119
<i>Bioquímica, genética y problemas</i>	109	<i>Prebióticos</i>	119
Maduración acelerada del queso	109	<i>Simbióticos</i>	119
<i>Curación a altas temperaturas</i>	109	Biogénicos	120
<i>Añadición de enzimas</i>	109	Secuencia genómica de bacterias probióticas	120
<i>Método de lechada</i>	109	► Conclusión	120
<i>Métodos nuevos</i>	109	Referencias	120
► Productos cárnicos fermentados	109	Prácticas	121
Tipos	109	Capítulo 16	
Microbiología de embutidos semisecos	110	Bioconservadores de alimentos de origen microbiano	122
<i>Características</i>	110	► Introducción	122
<i>Procesamiento</i>	110	► Células viables de bacterias del ácido láctico como conservadores	122
<i>Cultivos iniciadores (fermentación natural o controlada)</i>	110	► Ácidos orgánicos, diacetil, peróxido de hidrógeno y reuterina como conservadores de alimentos	123
<i>Crecimiento</i>	110	Ácidos orgánicos	123
<i>Bioquímica</i>	110	Diacetil	123
<i>Genética</i>	110	Peróxido de hidrógeno	123
<i>Problemas microbianos</i>	111	Reuterina	124
► Productos vegetales fermentados	111	► Bacteriocinas de bacterias del ácido láctico como conservadores de alimentos	124
Microbiología de la col	111	Cepas productoras de bacteriocina	124
<i>Características</i>	111	Características de las bacteriocinas	125
<i>Procesamiento</i>	111	Genética y organización de genes	126
<i>Cultivos iniciadores (naturales) y crecimiento</i>	111	Modo de acción	128
<i>Bioquímica</i>	111	Producción y purificación	129
<i>Genética</i>	111	Aplicaciones	129
<i>Problemas microbianos</i>	111	► Metabolitos de levaduras como conservadores	129
► Conclusión	112	► Conclusión	130
Referencias	112	Referencias	130
Prácticas	112	Prácticas	131
Capítulo 15		Capítulo 17	
Bacterias intestinales favorables	113	Ingredientes de alimentos y enzimas de origen microbiano	132
► Introducción	113	► Introducción	132
► Microbiología del tracto GI humano	113	► Proteínas microbianas y aditivos alimentarios	132
► Características relevantes de bacterias favorables	114	Proteínas de una sola célula (SCP)	132
► Efectos favorables de los probióticos	114	Aminoácidos	132
Hidrólisis de la lactosa	115	Vitaminas y nutraceuticos	133
Reducción de niveles de colesterol en suero	115	Compuestos saporíferos y mejoradores del sabor	133
Reducción del cáncer de colon	115	Colores	133
Reducción de trastornos intestinales	115	Expolisacáridos (EPS)	133
Modulación de la respuesta inmunitaria	116	Ácidos orgánicos	134
Reducción de enfermedades alérgicas	116	Conservadores	134
Probióticos como portadores de vacunas contra agentes infecciosos	116	► Enzimas microbianas en el procesamiento de alimentos	134
Beneficios misceláneos	116	Uso de enzimas	134
► Algunos aspectos para considerar	116	α-amilasa, glucoamilasa y glucosa isomerasa	134
Variación de cepas	116	<i>Catalasa</i>	134
Sensibilidad a los ácidos estomacales	117	<i>Celulasa, hemicelulasa y pectinasa</i>	134
Viabilidad y lesión de células	117	<i>Invertasa</i>	135
Nivel de dosis y duración	117	<i>Lactasa</i>	135
Rasgo de lactosa inducido	117	<i>Lipasas</i>	135
Sustancias antibacterianas	117	<i>Proteasas</i>	135
Especies y cepas genuinas	117	Producción de enzimas por tecnología del DNA recombinante	135
Conocimiento experto en investigación	117	Enzimas inmovilizadas	135
► Desarrollos actuales	117	<i>Adsorción en un soporte sólido</i>	135
Estándar de identidad	118		
Resumen del estatus científico actual	118		
Naturaleza patógena	119		
Probióticos, prebióticos y simbióticos	119		

Enlace covalente	136	▶ Vegetales y frutas	152
Atrapamiento	136	Vegetales	152
Entrecruzamiento	136	Frutas	152
Enzimas termoestables	136	▶ Bebidas sin alcohol, jugos y conservas de frutas, jugos de vegetales	152
Enzimas en el tratamiento de desperdicios alimentarios	136	▶ Cereales y otros productos	153
▶ Conclusión	137	Granos y semillas	153
Referencias	137	Masas refrigeradas	153
Prácticas	137	Panes	153
		Pastas	153
		Masas	153
PARTE IV		▶ Edulcorantes líquidos y confitería	153
Descomposición microbiana de alimentos	139	▶ Mayonesas, aderezos para ensaladas y condimentos	153
		▶ Alimentos fermentados	154
Capítulo 18		Productos cárnicos fermentados	154
Factores importantes en la descomposición microbiana de alimentos	141	Productos lácteos fermentados	154
▶ Introducción	141	Vegetales fermentados y productos de frutas	155
▶ Secuencia de eventos	141	Bebidas fermentadas	155
▶ Importancia de los microorganismos	141	▶ Alimentos enlatados	155
Tipos de microbios	141	Esporoformadores termófilos	155
Cantidades de microbios	141	<i>Boideterioro por agriado</i>	155
Microorganismos predominantes	142	<i>Descomposición por anaerobios termófilos</i>	155
▶ Algunas bacterias importantes en la descomposición de los alimentos	142	<i>Descomposición por sulfuro maloliente</i>	156
Bacterias psicrotróficas	143	Descomposición debida a calentamiento insuficiente	156
<i>Algunas bacterias aeróbicas psicrotróficas de descomposición importantes</i>	143	Descomposición debida a fugas en el contenedor	156
<i>Algunas bacterias facultativas psicrotróficas anaeróbicas de descomposición importantes</i>	143	▶ Conclusión	156
<i>Algunos psicrotróficos termodúricos importantes</i>	143	Referencias	156
Bacterias termófilas	143	Prácticas	156
Bacterias acidúricas	143		
▶ Importancia de los alimentos	143	Capítulo 20	
Tipos de alimentos	143	Nuevas bacterias de descomposición en alimentos refrigerados	158
Nutrientes de los alimentos	144	▶ Microorganismos que crecen en alimentos refrigerados (psicrótrofos)	158
Utilización de nutrientes alimentarios	144	▶ Popularidad de los alimentos refrigerados	158
Crecimiento microbiano en secuencia	145	▶ Problemas microbiológicos	159
▶ Conclusión	145	▶ Incidencia de la descomposición de alimentos refrigerados empacados al vacío	160
Referencias	146	Descomposición de carne de res no procesada (fresca) causada por especies de <i>Clostridium</i>	160
Prácticas	146	Descomposición de carne de res cocida (<i>roast beef</i>) causada por especies de <i>Clostridium</i>	161
		Descomposición de las chuletas de cerdo causada por <i>Clostridium algidicarnis</i>	162
Capítulo 19		Descomposición de tofu por especies de <i>Clostridium</i> ..	162
Descomposición de grupos de alimentos específicos	147	Descomposición de queso suave sin madurar causada por especies de <i>Leuconostoc</i>	162
▶ Introducción	147	Descomposición de productos cárnicos procesados a calor bajo causada por especies de <i>Leuconostoc</i> ..	162
▶ Productos de carne frescos y listos para comer	147	Olor a amoníaco en rollos de pavo	162
Carne cruda	147	Decoloración amarilla de carne para bocadillos	162
Productos cárnicos listos para consumo	148	Decoloración gris de la carne de pavo para bocadillos	162
▶ Huevos y productos derivados	149	Decoloración rosa del <i>roast beef</i> rebanado, en trozos y formado	163
Huevos en cascarón	149	Distensión por gas y decoloración de rebanadas de rollos de pavo	163
Productos de huevo	149	Distensión por gas de embutidos de carne picada de res	164
▶ Pescados, crustáceos y moluscos	149		
Pescados	149		
Crustáceos	150		
Moluscos	150		
▶ Leche y productos lácteos	150		
Leche cruda	150		
Leche pasteurizada	151		
Productos líquidos concentrados	151		
Mantequilla	151		

Olor a huevo en productos de carne fresca de pollo refrigerados	164	Agentes etiológicos predominantes	180
Cambio de olor en productos de carne de pollo congelados	165	Tipos de enfermedades microbianas de origen alimentario	181
Formación de gas y limo en productos de salmón ahumado empacados al vacío	165	Intoxicación	181
▶ Conclusión	165	Infección	181
Referencias	166	Toxicoinfección	181
Prácticas	167	Patógenos bacterianos y virales asociados a enfermedades transmitidas por alimentos	181
Capítulo 21		Tipos de alimentos predominantes relacionados con enfermedades bacterianas o virales de origen alimentario	181
Descomposición de alimentos causada por enzimas microbianas	168	Lugares predominantes de consumo de alimentos relacionados con brotes confirmados de enfermedades bacterianas y virales de origen alimentario	183
▶ Introducción	168	Factores contribuyentes predominantes relacionados con brotes confirmados de enfermedades de tipo alimentario causadas por bacterias y virus patógenos	184
▶ Características de las enzimas estables al calor de bacterias psicrotróficas	169	Influencia del mes (del año) en el número de brotes de enfermedades de origen alimentario causadas por bacterias y virus patógenos	184
▶ Descomposición de alimentos por enzimas microbianas estables al calor	169	Influencia de la localidad en las enfermedades de origen alimentario por patógenos bacterianos y virales	185
Leche pasteurizada	169	Factores humanos en los síntomas de enfermedades de origen alimentario	185
Productos lácteos tratados a muy alta temperatura (UHT)	170	Calidad aceptable de los alimentos por el crecimiento de patógenos	185
Quesos	170	Secuencia de eventos en una enfermedad de origen alimentario	185
Productos lácteos cultivados	170	▶ Tendencias actuales	186
Crema y mantequilla	170	Brotos de enfermedades de origen alimentario, de 1988 a 1992	186
Leche en polvo	170	Red de vigilancia FoodNet	187
▶ Descomposición de los alimentos por enzimas microbianas a bajas temperaturas	170	Estimación del número de enfermedades transmitidas por alimentos	187
▶ Conclusión	171	▶ Conclusión	190
Referencias	171	Referencias	190
Prácticas	171	Prácticas	191
Capítulo 22		Capítulo 24	
Indicadores de descomposición microbiana de alimentos	172	Intoxicaciones de origen alimentario	192
▶ Introducción	172	▶ Introducción	192
▶ Criterios microbiológicos	173	▶ Infección estafilocócica	192
Cuenta de unidades formadoras de colonias (CFU)	173	Importancia	192
Microscopia de contraste de fases	174	Características de <i>Staphylococcus aureus</i>	192
▶ Criterios químicos	174	Microorganismos	192
▶ Análisis de enzimas estables al calor	174	Crecimiento	192
Proteinasas estables al calor en la leche	174	Hábitat	193
Lipasas estables al calor en la leche	175	Toxinas y producción de toxinas	193
▶ Conclusión	175	Enfermedad y síntomas	193
Referencias	175	Asociación con alimentos	193
Prácticas	175	Prevención (reducción) de la enfermedad	194
PARTE V		Métodos de identificación	194
Enfermedades microbianas de origen alimentario	177	Análisis de un brote	194
Capítulo 23		▶ Botulismo	195
Hechos importantes en las enfermedades de origen alimentario	179	Importancia	195
▶ Introducción	179	Características	195
▶ Trastornos gastrointestinales de los seres humanos	179	Microorganismos	195
▶ Aspectos epidemiológicos	179	Crecimiento	195
Investigación de una enfermedad de origen alimentario	179		
Brote de una enfermedad de origen alimentario	180		
Incidencia de brotes de enfermedades de origen alimentario	180		
Costos de las enfermedades de origen alimentario	180		

<i>Hábitat</i>	195	<i>Asociación con alimentos</i>	212
Toxinas y producción de toxinas	196	Prevencción	212
Enfermedad y síntomas	196	<i>Escherichia coli enterohemorrágica (EHEC)</i>	212
<i>Botulismo de origen alimentario</i>	196	Gastroenteritis causada por EHEC	212
<i>Botulismo infantil</i>	196	Características	212
<i>Botulismo oculto</i>	196	Toxinas	212
<i>Botulismo por heridas</i>	197	Síntomas de la enfermedad	213
<i>Botulismo adquirido en forma inadvertida</i>	197	Asociación con alimentos	213
Asociación con alimentos	197	Prevencción	213
Prevención del botulismo	197	▶ <i>Shigelosis (disentería bacilar) por especies de Shigella</i>	213
Métodos de identificación	198	Importancia	213
Análisis de un caso de botulismo de origen		Características	213
alimentario	198	Hábitat	214
▶ <i>Micotoxicosis</i>	198	Toxinas	214
Importancia	198	Enfermedad y síntomas	214
Características	198	Asociación con alimentos	215
<i>Microorganismos</i>	198	Prevención	215
<i>Crecimiento</i>	198	▶ <i>Campilobacteriosis por especies de Campylobacter</i>	215
<i>Hábitat</i>	198	Importancia	215
Toxinas y producción de toxinas	198	Características	215
Asociación con alimentos	199	Hábitat	215
Prevención de micotoxicosis	200	Factores patogénicos y toxinas	215
Métodos de detección	200	Enfermedad y síntomas	215
▶ <i>Conclusión</i>	201	Asociación con alimentos	216
Referencias	200	Prevención	216
Preguntas	201	▶ <i>Yersiniosis causada por Yersinia enterocolitica</i>	216
Capítulo 25		Importancia	216
Infecciones de origen alimentario	202	Características	217
▶ <i>Introducción</i>	202	Hábitat	217
▶ <i>Salmonelosis causada por Salmonella enterica</i>	202	Factores de virulencia	217
Importancia	202	Enfermedad y síntomas	217
Sistema actual de nomenclatura	203	Asociación con alimentos	217
<i>Serotipos predominantes en salmonelosis</i>	203	Prevención	217
Características	203	▶ <i>Gastroenteritis causada por especies Vibrio</i>	217
Hábitat	204	Gastroenteritis causada por <i>Vibrio parahaemolyticus</i> ...	217
Enfermedad y síntomas	204	Importancia	217
Asociación con alimentos	205	Características	217
Prevención y control	205	Hábitat	218
Métodos de detección	205	Toxinas y producción de toxinas	218
Estudio de caso	206	Enfermedad y síntomas	218
▶ <i>Listeriosis por Listeria monocytogenes</i>	206	Asociación con alimentos	218
Importancia	206	Prevención	218
Clasificación	207	Septicemia causada por <i>Vibrio vulnificus</i>	
Características	207	e infección de heridas	218
Hábitat	207	▶ <i>Virus entéricos</i>	218
Factores de virulencia	207	Importancia	218
Enfermedad y síntomas	207	Características	219
<i>Gastroenteritis febril</i>	208	Hábitat	219
<i>Enfermedad sistémica invasiva</i>	208	Enfermedad y síntomas	219
Asociación con alimentos	208	Asociación con alimentos	219
Prevención y control	209	Prevención	219
Método de detección	210	Métodos de detección	220
Estudio de caso	210	▶ <i>Otras infecciones de origen alimentario</i>	220
▶ <i>Escherichia coli patogénica</i>	211	Brucelosis	220
Importancia	211	Infección estreptocócica	220
<i>Escherichia coli enterotoxigénica (EPEC)</i>	211	Fiebre Q	220
<i>Escherichia coli entetopatogénica (EPEC)</i>	211	Encefalopatía bovina espongiiforme (BSE)	220
<i>Escherichia coli enteroinvasora (EIEC)</i>	212	▶ <i>Conclusión</i>	221
<i>Enfermedad y síntomas</i>	212	Referencias	221
		Prácticas	222

Capítulo 26

Toxicoinfecciones de origen alimentario	224
▶ Introducción	224
▶ Gastroenteritis causada por <i>Clostridium perfringens</i>	224
Importancia	224
Características	224
Hábitat	224
Toxinas y producción de toxinas	224
Enfermedad y síntomas	225
Asociación con alimentos	225
Prevención	225
Método de detección	225
Análisis de un brote	225
▶ Gastroenteritis causada por <i>Bacillus cereus</i>	226
Importancia	226
Características	226
Hábitat	226
Toxinas y producción de toxinas	226
Enfermedad y síntomas	226
Asociación con alimentos	226
Prevención	227
Método de detección	227
▶ Cólera	227
Importancia	227
Características	227
Hábitat	228
Toxinas y producción de toxinas	228
Enfermedad y síntomas	228
Asociación con alimentos	228
Prevención	229
Método de detección	229
Análisis de un brote	229
▶ Gastroenteritis causada por <i>Escherichia coli</i>	229
Importancia	229
Características	229
Hábitat	229
Toxinas y producción de toxinas	229
Enfermedad y síntomas	230
Asociación con alimentos	230
Prevención	230
Métodos de detección	230
▶ Conclusión	230
Referencias	230
Prácticas	231

Capítulo 27

Patógenos oportunistas, parásitos y toxinas de algas	232
▶ Introducción	232
▶ Patógenos oportunistas	232
<i>Aeromonas hydrophila</i>	232
Características	232
Asociación con alimentos	232
Potencial para causar enfermedades	232
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	232
Características	232
Asociación con alimentos	232
Potencial para causar enfermedades	233
Coliformes no <i>Escherichia coli</i>	233
Especies de <i>Bacillus</i> psicrotróficas toxigénicas	233

▶ Aminas biogénicas	233
Envenenamiento por histamina (escombroides)	234
▶ Toxinas de algas	234
Envenenamiento por ciguatera	234
Envenenamiento por moluscos	234
Envenenamiento paralizante por moluscos	234
Envenenamiento neurotóxico por moluscos	235
Envenenamiento diarreico por moluscos	235
▶ Parásitos	235
Triquinosis causada por <i>Trichinella spiralis</i>	235
Anisakiasis por <i>Anisakis simplex</i>	235
Teniasis por especies de <i>Taenia</i>	235
Toxoplasmosis por <i>Toxoplasma gondii</i>	235
Giardiasis por <i>Giardia lamblia</i>	235
Criptosporidiosis por <i>Cryptosporidium parvum</i>	236
Ciclosporiasis por <i>Cyclospora cayetanensis</i>	236
▶ Conclusión	236
Referencias	236
Prácticas	237

Capítulo 28

Patógenos nuevos y emergentes que causan enfermedades de origen alimentario	238
▶ Introducción	238
▶ Factores asociados	238
Mayores conocimientos sobre los patógenos	238
Mejoras en las acciones reguladoras	240
Cambios en los estilos de vida y en los hábitos alimentarios	241
Nuevas tecnologías de procesamiento de alimentos	241
Factores diversos	243
▶ Otros patógenos emergentes causantes de enfermedades importantes de origen alimentario	244
▶ Conclusión	244
Referencias	245
Prácticas	245

Capítulo 29

Indicadores de patógenos bacterianos	246
▶ Introducción	246
▶ Criterios para indicadores ideales	246
▶ Grupo coliforme	247
Coliformes	247
Microorganismo y fuentes	247
Ocurrencia e importancia de los alimentos	247
Coliformes fecales	247
Microorganismos y fuentes	247
Ocurrencia e importancia de los alimentos	248
<i>Escherichia coli</i>	248
Microorganismos y fuentes	248
Ocurrencia e importancia de los alimentos	248
▶ Grupo <i>Enterobacteriaceae</i>	248
▶ Grupo <i>Enterococcus</i>	249
Características y hábitat	249
Ocurrencia e importancia de los alimentos	250
▶ Conclusión	250
Referencias	250
Prácticas	250

PARTE VI**Control de microorganismos en alimentos 253****Capítulo 30**

Control de acceso (lavado y esterilización)	255
▶ Introducción	255
▶ Objetivos de la esterilización	255
▶ Factores que deben tomarse en cuenta	255
Diseño de plantas	255
Calidad de agua, hielo y soluciones de salmuera y curado	256
Calidad del aire	256
Capacitación de personal	256
Equipo	256
Lavado de las instalaciones de proceso de alimentos	256
Esterilización del equipo de proceso de alimentos	257
Agentes esterilizadores con cloro	257
Yodóforos	257
Compuestos de amonio cuaternario (QAC)	257
H ₂ O ₂	258
Descontaminación y esterilización de frutas y legumbres	258
Estándares, especificaciones y lineamientos microbiológicos	258
▶ Conclusión	259
Referencias	259
Prácticas	259

Capítulo 31

Control por eliminación física	260
▶ Introducción	260
▶ Métodos físicos	260
Centrifugación	260
Filtración	260
Recorte	260
Lavado	260
▶ Conclusión	261
Referencias	261
Prácticas	261

Capítulo 32

Control por calor	262
▶ Introducción	262
▶ Objetivos	262
▶ Mecanismo de desactivación térmica	263
▶ Factores participantes	263
Características del alimento	263
Características de los microorganismos	263
Características del proceso	264
▶ Expresiones matemáticas	264
Tiempo de reducción decimal (valor D)	264
Tiempo de muerte por calor (TDT), valor Z y valor F	265
▶ Métodos	265
Procesamiento con bajo nivel de calor o pasteurización	266
Alimentos procesados con alto nivel de calor	266
Calentamiento con microondas	267
▶ Conclusión	267

Referencias	267
Prácticas	268

Capítulo 33

Control mediante bajas temperaturas	269
▶ Introducción	269
▶ Objetivos	269
▶ Mecanismos de desactivación inducida por frío	270
▶ Factores participantes	270
Características del proceso	270
Características del alimento	271
Características de los microorganismos	271
▶ Métodos	271
Hieleras	271
Refrigeración	272
Congelación	272
▶ Conclusión	272
Referencias	272
Prácticas	273

Capítulo 34

Control por reducción del porcentaje de actividad del agua	274
▶ Introducción	274
▶ Objetivos	274
▶ Mecanismo de acción	274
▶ Factores participantes	275
Características del proceso	275
Características de los alimentos	275
Características de los microorganismos	275
▶ Métodos	276
Deshidratación natural	276
Deshidratación mecánica	276
Deshidratación por congelación	277
Deshidratación con espuma	277
Ahumado	277
Alimentos con humedad intermedia (IMF)	277
▶ Conclusión	277
Referencias	277
Prácticas	278

Capítulo 35

Control por pH bajo y ácidos orgánicos	279
▶ Introducción	279
▶ Objetivos	279
▶ Mecanismos de acción antimicrobiana	279
▶ Factores participantes	280
Características de los ácidos	280
Características de los alimentos	280
Características de los microorganismos	280
▶ Ácidos utilizados	281
Ácido acético	281
Ácido propiónico	281
Ácido láctico	281
Ácido cítrico	281
Ácido sórbico	281
Ácido benzoico	282
Parabenos (ésteres del ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico)	282
▶ Conclusión	282

Referencias 282
 Prácticas 283

Capítulo 36

**Control por modificación de la atmósfera
 (o reducción del potencial O-R) 284**

▶ Introducción 284
 ▶ Objetivos 284
 ▶ Mecanismo de acción 284
 ▶ Factores participantes 285
 Características del proceso 285
 Características de los alimentos 285
 Características de los microorganismos 285
 ▶ Métodos 285
 Envase al vacío 285
 Inyección de gases 286
 ▶ Conclusión 286
 Referencias 286
 Prácticas 286

Capítulo 37

Control por conservadores antimicrobianos 287

▶ Introducción 287
 ▶ Objetivos 287
 ▶ Factores que influyen 288
 ▶ Ejemplos de conservadores antimicrobianos 288
 Nitratos y nitritos 288
 Dióxido de azufre (SO₂) y sulfitos (SO₃) 289
 H₂O₂ (peróxido de hidrógeno) 289
 Epóxidos (óxido de etileno, óxido de propileno) 289
 Ácidos 289
 Parabenos 289
 Bacteriocinas de las bacterias productoras
 de ácido láctico 289
 Diacetilo 289
 CO₂ 289
 Hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno
 butilado (BHT) y *t*-butil hidroquinona
 (TBHQ) 290
 Quitosamina 290
 Etilendiamintetraacetato (EDTA) 290
 Lisozima 290
 Monolaurin (glicerol monolaurato) 290
 Antibióticos (tetraciclinas, natamicina y tilosina) 290
 Humo de madera 290
 Especias 291
 ▶ Conclusión 291
 Referencias 291
 Prácticas 291

Capítulo 38

Control por irradiación 292

▶ Introducción 292
 Irradiación (radiación) y radiactividad 292
 Uso de la irradiación en alimentos 292
 ▶ Objetivos 293
 ▶ Mecanismos de acción antimicrobiana 293
 ▶ Factores participantes 293
 Factores del proceso 293

Factores de los alimentos 293
 Factores de los microorganismos 294
 ▶ Métodos 294
 Dosis 294
 Términos específicos 294
 Radurización 294
 Radicación 294
 Radapertización 294
 Recomendaciones actuales 294
 Radiación UV 295
 ▶ Conclusión 295
 Referencias 295
 Prácticas 295

Capítulo 39

Control por nuevas tecnologías de procesamiento 297

▶ Introducción 297
 ▶ Resumen de los métodos de procesamiento 297
 Procesamiento con microondas
 y radiofrecuencia 297
 Calentamiento óhmico y por inducción 297
 Campos de pulsos eléctricos 298
 Procesamiento con alta presión 298
 Tecnología de pulsos de luz 298
 Oscilación de campos magnéticos 298
 Ultrasonido 298
 Descargas de arco de alto voltaje 298
 Pulsos de rayos X 298
 ▶ Campos de pulsos eléctricos (pef) 298
 ▶ Procesamiento con presión hidrostática 299
 Antecedentes 299
 Métodos, mecanismos de desactivación microbiana
 y ventajas 300
 Destrucción de células microbianas 301
 Células bacterianas 301
 Endosporas bacterianas 301
 Mohos, hongos, virus y parásitos 301
 Aplicaciones en el proceso de alimentos 301
 ▶ Conclusión 303
 Referencias 303
 Prácticas 304

Capítulo 40

**Control por una combinación de métodos
 (concepto de barrera) 305**

▶ Introducción 305
 ▶ Mecanismos de acción antimicrobiana 305
 ▶ Estado actual 306
 Procesamiento con calor bajo 306
 Almacenamiento a baja temperatura 306
 pH bajo 306
 A_w baja 306
 Atmósfera modificada 306
 Conservadores 306
 Procesamiento con presión hidrostática (HPP) 307
 ▶ Conclusión 307
 Referencias 307
 Prácticas 307

PARTE VII**Detección de microbios y alimentos seguros 309****Capítulo 41****Métodos de detección de microorganismos en alimentos y su entorno, convencionales y con biosensores 311**

▶ Introducción	311
▶ Métodos utilizados	311
▶ Métodos estándar y recomendados	312
▶ Muestreo para análisis microbiano	312
La muestra y la toma de muestras	312
Procedimiento de muestreo	312
▶ Métodos cuantitativos para el conteo de población microbiana en alimentos	313
Conteo directo	313
Conteos al microscopio	313
Unidades formadoras de colonias (CFU) en medios de agar no selectivos	313
CFU en medios diferenciales no selectivos	313
CFU en medio de agar selectivo	313
CFU en medio de agar selectivo y diferencial	313
Cálculo indirecto	314
Dilución hasta la extinción en caldos no selectivos	314
Cuenta más probable (MPN) en caldo selectivo	314
Prueba de reducción de colorantes	314
Cuenta de grupos de microbios lesionados por medios selectivos	314
Esquema de dilución, preparación de placas de Petri, incubación, selección de placas para conteo de CFU e informe de resultados	314
▶ Métodos cualitativos para aislar microorganismos contenidos en alimentos	314
Aislamiento de patógenos	314
▶ Análisis en busca de toxinas bacterianas en alimentos	315
▶ Métodos rápidos y automatización	315
Características metabólicas distintivas	315
Inmunoanálisis para detección rápida de patógenos	316
Separación inmunomagnética (IMS)	316
Método de aglutinación pasiva inversa de látex (RPLA)	317
Prueba de inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA)	317
Análisis de inmunofluorescencia	318
Análisis inmunocromatográfico de flujo lateral	318
Citometría de flujo	319
Métodos de bioluminiscencia	319
Métodos basados en ácidos nucleicos	319
Método de hibridación	319
Reacción en cadena de polimerasa (PCR)	319
Identificación genética	320
Análisis de patogenicidad	320
▶ Biosensores para detección de patógenos	321
Biosensores de fibra óptica	321
Sensor de resonancia de plasmón superficial	322
Inmunosensor electroquímico	323
Biosensor piezoeléctrico (PZ)	323
Sensor de biochip de impedancia	323

Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR)	323
Dispersión de la luz	323
Sensores celulares	324
▶ Conclusión	324
Referencias	325
Prácticas	326

Apéndice A

Adhesión microbiana a los alimentos y superficies de los equipos 327	
▶ Importancia	327
▶ Mecanismos de adherencia	327
▶ Factores participantes	328
▶ Medidas de control	328
Referencias	328

Apéndice B

Modelo predictivo de proliferación microbiana en alimentos 329	
▶ Importancia	329
▶ Métodos tradicionales	329
Estudios de estimulación	329
Estudios de almacenamiento	329
Estudios de vida útil acelerados	329
▶ Microbiología predictiva	330
Modelo de raíz cuadrada	330
Modelo sigmoideal (Gompertz: modelo USDA)	330
▶ Conclusión	330
Referencias	330

Apéndice C

Agencias reguladoras encargadas de la monitorización de la seguridad microbiológica de alimentos en Estados Unidos 331	
▶ Regulaciones de seguridad alimentaria	331
▶ Agencias	331
Agencias federales	331
Agencias locales, estatales y gubernamentales	332
Organismos internacionales	332
Referencias	332

Apéndice D

Análisis de riesgo en puntos críticos de control 333	
▶ Introducción	333
▶ Principios del NACMCF aplicados al HACCP	333
Siete principios del HACCP	333
Descripción breve de los principios	334
Principio 1	334
Principio 2	334
Principio 3	334
Principio 4	334
Principio 5	334
Principio 6	335
Principio 7	335
▶ Conclusión	335
Referencias	335

Índice alfabético 337
