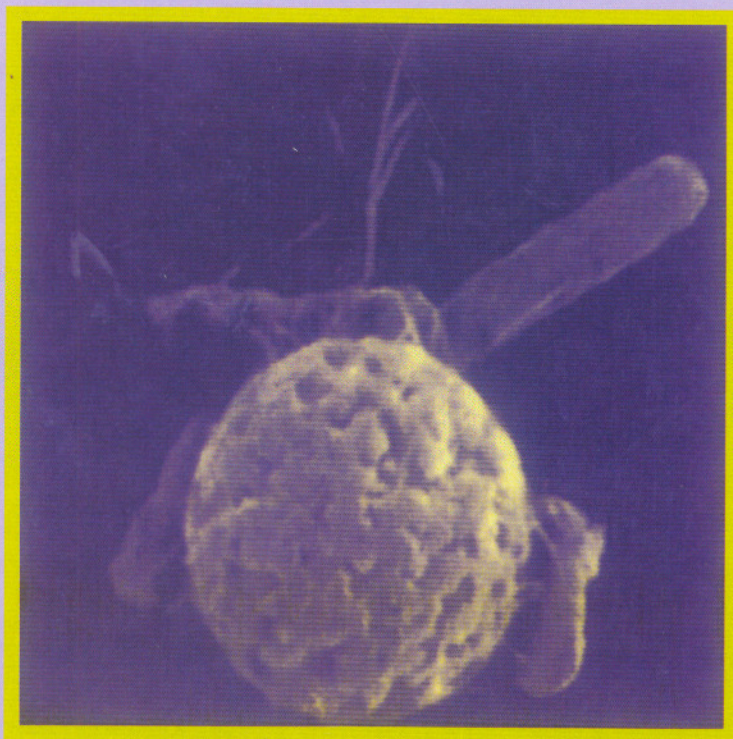


HIGIENE DE LOS ALIMENTOS, MICROBIOLOGÍA Y HACCP

2.^a EDICIÓN

S.J. Forsythe y P.R. Hayes



Editorial ACRIBIA, S.A.



Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP

Segunda edición

S.J. FORSYTHE

Department of Life Sciences,
The Nottingham Trent University,
Nottingham, UK

y

P.R. HAYES

formerly of Department of Microbiology,
The University of Leeds,
Leeds, UK

Traducción de

Bernabé Sanz Pérez

*Catedrático Emérito
Facultad de Veterinaria
Universidad Complutense de Madrid*

**Editorial ACRIBIA, S.A.
ZARAGOZA (España)**

Índice de contenido

Prólogo a la tercera edición	xv
Prólogo a la segunda edición	xvii
Prólogo a la primera edición	xix
1 Principios fundamentales de microbiología	1
1.1 Introducción	1
1.2 Características de las bacterias	2
1.2.1 Forma y tamaño	2
1.2.2 Reproducción	2
1.2.3 Estructura bacteriana	2
1.2.4 Reacción de Gram	4
1.3 Tipos de bacterias de interés en los alimentos	4
1.3.1 Bacterias Gram negativas	4
1.3.2 Bacterias Gram positivas	7
1.4 Características de los hongos	9
1.4.1 Mohos	9
1.4.2 Levaduras	12
1.5 Características de los virus y de los priones	13
1.6 Curva de crecimiento bacteriano	15
1.7 Factores que influyen en el crecimiento bacteriano	16
1.7.1 Nutrientes	16
1.7.2 Temperatura	17
1.7.3 Humedad	19
1.7.4 Oxígeno	19
1.7.5 Concentración de hidrogeniones (pH)	21
1.7.6 Sustancias inhibidoras	21
Bibliografía	22
Referencias	22
2 Toxiinfecciones alimentarias y otros peligros transmitidos por los alimentos	23
2.1 Introducción	23
2.2 Incidencia de las toxiinfecciones alimentarias	23
2.2.1 Bacterias responsables	25
2.2.2 Tipo de alimento	26

2.3	Toxiinfecciones alimentarias bacterianas	26
2.3.1	Salmonelas	27
2.3.2	Enteritis producidas por especies de <i>Campylobacter</i>	35
2.3.3	<i>Staphylococcus aureus</i>	39
2.3.4	<i>Bacillus cereus</i>	43
2.3.5	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	45
2.3.6	Botulismo	48
2.3.7	Listeriosis	53
2.3.8	<i>Clostridium perfringens</i>	58
2.3.9	<i>Escherichia coli</i>	62
2.3.10	Toxiinfecciones bacterianas misceláneas y nueva variante de CJD	65
2.4	Micotoxicosis	69
2.4.1	Aflatoxinas	69
2.4.2	Micotoxinas diversas	73
2.5	Virus y alimentos	74
2.5.1	Virus estructurados redondos pequeños (SRSV)	74
2.5.2	Hepatitis infecciosa	75
2.5.3	Rotavirus	75
2.5.4	Encefalopatía espongiiforme bovina y nueva variante de CJD	75
2.5.5	Medidas generales de control	76
2.6	Toxinas animales e infestaciones parasitarias	76
2.6.1	Animales venenosos para el hombre en condiciones naturales	76
2.6.2	Intoxicaciones secundarias	77
2.6.3	Infestaciones parasitarias	79
2.7	Plantas venenosas	82
2.8	Intoxicación química	84
	Bibliografía	85
	Referencias	86
3	Deterioro alimenticio	95
3.1	Introducción	95
3.2	Alteración de las carnes frescas	97
3.2.1	Contaminación de los tejidos con microorganismos	97
3.2.2	Control del crecimiento microbiano	97
3.2.3	Efecto de la temperatura de almacenamiento	99
3.2.4	Cambios químicos producidos por las bacterias en las carnes refrigeradas	103
3.3	Alteración de las carnes curadas	104
3.3.1	Agentes del curado	104
3.3.2	El proceso de curado	105
3.3.3	Microbiología y alteración del bacon y del jamón	105
3.4	Alteración de las carnes envasadas a vacío	108
3.4.1	Tipos de material de envasado	108
3.4.2	Influencia de los materiales de envasado en la flora microbiana	108
3.4.3	Alteración de las carnes frescas envasadas	109

3.4.4	Alteración del bacon envasado a vacío	111
3.4.5	Envasado en atmósferas modificadas	112
3.4.6	<i>Sous vide</i>	113
3.5	Alteración de la carne de aves	114
3.5.1	Efectos del procesado en la flora microbiana	114
3.5.2	Alteración de la carne de pollo mantenida a temperaturas de refrigeración	115
3.6	Alteración del pescado y del marisco	116
3.6.1	Bacteriología del pescado recién capturado	116
3.6.2	Efecto del tratamiento inicial y del almacenamiento con hielo a bordo	117
3.6.3	Efecto de la manipulación en tierra	118
3.6.4	Cambios químicos inducidos por las bacterias del pescado	119
3.6.5	Pescado salado	120
3.6.6	Pescado ahumado	121
3.6.7	Pescado envasado	121
3.6.8	Marisco	122
3.7	Productos lácteos	123
3.7.1	Leche	123
3.7.2	Mantequilla	126
3.7.3	Queso	127
3.7.4	Yogur	129
3.8	Huevos y ovoproductos	129
3.8.1	El huevo de gallina y su alteración	129
3.8.2	Ovoproductos	131
3.9	Hortalizas y frutas	132
3.9.1	Alteraciones por hongos	132
3.9.2	Alteración por bacterias	133
3.9.3	Control de la alteración microbiana	134
3.10	Productos de cereales	135
3.11	Cerveza	136
3.12	Vino	137
3.13	Col ácida (chucrut)	138
3.14	Alimentos enlatados	138
3.14.1	Alteración por fugas	139
3.14.2	Alteración debida a un tratamiento térmico inadecuado	142
3.15	Alimentos congelados	146
3.15.1	Influencia de las temperaturas subcero en los microorganismos	146
3.15.2	Factores que influyen en la viabilidad microbiana durante la congelación	147
3.15.3	Efecto del almacenamiento en frío	148
3.15.4	Lesión celular por congelación	148
3.15.5	Alimentos descongelados y su alteración	149
3.16	Alimentos deshidratados	150
3.16.1	Métodos de deshidratación	150
3.16.2	Influencia de la deshidratación y liofilización en los microorganismos	151

3.16.3	Estabilidad de los alimentos deshidratados durante su almacenamiento	151
3.16.4	Rehidratación	152
3.16.5	Alimentos de humedad intermedia	152
3.17	Alimentos irradiados	153
3.17.1	Tipos de radiación	153
3.17.2	Efectos de la radiación en los microorganismos	153
3.17.3	Aplicaciones de las dosis grandes	155
3.17.4	Aplicaciones de las dosis bajas y alteración de los alimentos así tratados	156
	Bibliografía	157
	Referencias	158
4	Métodos de examen microbiológico	165
4.1	La razón del examen microbiológico	165
4.2	Muestreo	165
4.2.1	Plan de muestreo	165
4.2.2	Muestra representativa	167
4.2.3	Técnicas de muestreo	168
4.2.4	Tratamiento de la muestra	169
4.2.5	Métodos de análisis	171
4.3	Ensayos microbiológicos	172
4.3.1	Recuento viable total	172
4.3.2	Bacterias viables pero no cultivables	174
4.4	Métodos tradicionales	174
4.4.1	Organismos indicadores	174
4.4.2	Bacterias productoras de toxiinfecciones alimentarias	178
4.4.3	Microorganismos alterantes de los alimentos	185
4.4.4	Alimentos enlatados	187
4.4.5	Alimentos congelados y deshidratados	188
4.5	Técnicas de detección rápidas	189
4.5.1	Técnicas de separación y concentración	189
4.5.2	Microbiología de impedancia	195
4.5.3	Inmunoensayos enzimáticos y pruebas de aglutinación en látex	198
4.5.4	Pruebas de ácido nucleico y PCR	200
4.5.5	Técnicas de bioluminiscencia del ATP y control higiénico	203
4.5.6	Tecnología del gen <i>lux</i>	207
4.5.7	Citometría de flujo	208
4.5.8	Pruebas misceláneas	209
4.6	Criterios microbiológicos y especificaciones	210
	Bibliografía	211
	Referencias	212
5	Diseño y construcción de la fábrica	225
5.1	El solar para la fábrica	225
5.2	Fundamentos generales de diseño y técnicas estructurales	226
5.2.1	Techumbres e iluminación	227

5.3	Construcción de techos, paredes y suelos	229
5.3.1	Techos y accesorios aéreos	229
5.3.2	Paredes	230
5.3.3	Suelos y drenajes	232
5.4	Ventilación y aire acondicionado	235
5.5	Ruidos y vibraciones	236
	Bibliografía	237
6	Disposición de la fábrica	239
6.1	Manipulación de las sustancias alimenticias	239
6.1.1	Modelos de marcha del trabajo y disposición de la fábrica	240
6.2	Disposición e integración de las diferentes áreas de trabajo	242
6.2.1	Materias primas: recepción	242
6.2.2	Materias primas: almacenamiento	242
6.2.3	Área de procesado	244
6.2.4	Almacenamiento del producto terminado	246
6.2.5	Áreas de servicio y de descanso del personal	246
6.2.6	Edificios de oficinas y administración general	252
6.2.7	Laboratorios	252
6.2.8	Áreas de mantenimiento y almacenamiento de las máquinas	253
6.2.9	Integración de las principales zonas de trabajo	253
	Bibliografía	256
	Referencias	256
7	Diseño del equipo de procesado de alimentos	257
7.1	Introducción	257
7.2	Legislación	259
7.3	Materiales de construcción	261
7.3.1	Condiciones generales	261
7.3.2	Acero inoxidable	262
7.3.3	Corrosión del acero inoxidable	262
7.3.4	Hierro y acero blando	263
7.3.5	Cobre y sus aleaciones	264
7.3.6	Metales diversos	264
7.3.7	Plásticos	265
7.3.8	Goma, vidrio y madera	266
7.3.9	Antimicrobianos de las superficies de trabajo	266
7.4	«Depósitos» de crecimiento	267
7.5	Facilidad de desmantelamiento y montaje del equipo	268
7.6	Accesibilidad y estructura de soporte	270
7.7	Superficies externas	272
7.8	Detalles del diseño de ciertas partes del equipo	272
7.8.1	Tanques, cubas, etc.	272
7.8.2	Bombas	275
7.8.3	Válvulas	277
7.8.4	Tuberías	283
7.8.5	Líneas de vapor y de aire	286

7.8.6	Motores	286
7.8.7	Equipo de reducción de tamaño	288
7.8.8	Mezcladoras	289
7.8.9	Equipo para dar forma	290
7.8.10	Separadoras mecánicas	290
7.8.11	Equipo para transferir alimentos sólidos	292
7.8.12	Equipo calefactor	297
7.8.13	Seguridad	301
	Bibliografía	302
	Referencias	302
8	HACCP y calidad del producto	303
8.1	HACCP y esquemas de calidad	303
8.2	Orígenes del HACCP	304
8.3	Objetivos del HACCP	305
8.4	Los siete principios del HACCP	306
8.4.1	Principio 1	306
8.4.2	Principio 2	306
8.4.3	Principio 3	308
8.4.4	Principio 4	308
8.4.5	Principio 5	308
8.4.6	Principio 6	308
8.4.7	Principio 7	308
8.5	Implementación de sucedáneos de HACCP	309
8.6	HACCP genérico	309
8.6.1	CCP de los alimentos refrigerados	309
8.6.2	CCP de las canales enteras de pollos	310
8.7	Principio 1: Análisis de peligros	310
8.7.1	Peligros microbiológicos	311
8.7.2	Parámetros extrínsecos	315
8.8	Principio 2: Puntos de control críticos (CCPs)	318
8.8.1	Árbol de decisiones de CCP	319
8.8.2	Tendencias en la implementación del CCP	320
8.9	Límites críticos	320
8.9.1	Límites críticos durante el termoprocesado	321
8.10	Bioluminiscencia del ATP y control del HACCP	323
8.11	Análisis del producto final y criterios microbiológicos	323
8.11.1	Verificación	324
8.11.2	Archivo de informes	324
8.11.3	Industria láctea	325
8.11.4	Industria cárnica	325
8.11.5	Industria del pescado	328
8.11.6	Catering, alimentos cocinados refrigerados y alimentos <i>sous vide</i>	330
8.12	Problemas de implementación	331
8.13	HACCP y microbiología predictiva	332
8.14	Establecimiento del riesgo	333
8.15	Aseguramiento y control de la calidad	334

8.16	Control de la materia prima	337
8.16.1	Inspección	337
8.16.2	Temperatura ambiente del almacén	337
8.16.3	Almacenamiento en frío	338
8.16.4	Almacenamiento en congelación	339
8.16.5	Zonas de almacenamiento	339
8.17	Control del proceso	340
8.17.1	Relaciones temperatura/tiempo de procesado	341
8.17.2	Diseño y puntos críticos del procesado de pasteles de carne de cerdo	342
8.17.3	Materiales de desecho	345
8.17.4	Mantenimiento de las líneas de procesado	345
8.18	Envasado	346
8.18.1	Condiciones requeridas de los materiales de envasado	346
8.18.2	Principales tipos de materiales de envasado y de envases	346
8.18.3	Aspectos microbiológicos de los materiales de envasado	347
8.18.4	Almacenamiento de los materiales de envasado	348
8.19	Almacenamiento del producto terminado	348
8.20	Transporte y distribución	349
8.21	Gestión de la calidad total y aseguramiento de la seguridad longitudinal integrada	351
	Bibliografía	353
	Referencias	354
9	Limpieza y desinfección: métodos	359
9.1	Introducción	359
9.2	Definiciones	360
9.3	Tipos de suciedad	361
9.4	Eliminación de la suciedad grosera	361
9.5	Detergentes	362
9.5.1	Propiedades deseables	362
9.5.2	Clasificación de los detergentes	364
9.5.3	Formulación de detergentes	371
9.5.4	Factores que influyen en la eficacia de los detergentes	372
9.6	Desinfectantes químicos	373
9.6.1	Propiedades deseables	373
9.6.2	Clasificación de los detergentes	374
9.6.3	Evaluación de los desinfectantes	381
9.7	Empleo del calor	386
9.7.1	Vapor	386
9.7.2	Agua caliente	386
9.8	Limpieza en seco	387
9.9	Limpieza <i>in situ</i> (CIP)	387
9.9.1	Sistemas CIP	388
9.9.2	Diseño de nebulizadores	391
9.9.3	Ventajas de la CIP	391
9.10	Ayudas de limpieza mecánicas	392
9.10.1	Vapor a presión	392
9.10.2	Aparatos hidráulicos	392
9.10.3	Aire comprimido	393

9.10.4	Ultrasonidos	393
9.10.5	Máquinas de limpieza portátiles	393
9.10.6	Sistemas de limpieza fijos	394
9.11	Limpieza con espuma	396
9.12	Limpieza del equipo pequeño	396
9.13	Adsorbentes de papel y tejidos	397
	Bibliografía	397
	Referencias	397
10	Limpieza y desinfección: aplicaciones prácticas	399
10.1	Objetivos	399
10.2	Programas de limpieza	400
10.3	Biopelículas	401
10.4	Empleo de mano de obra	402
10.5	Papel de la gerencia	403
10.6	Problemas misceláneos encontrados	404
10.7	Confirmación de la eficacia de la limpieza	405
	Bibliografía	406
	Referencias	406
11	Higiene y aprendizaje del personal	407
11.1	Lavado y cuidado de las manos	407
11.1.1	Higiene personal	408
11.1.2	Jabones y cremas bactericidas	409
11.1.3	Empleo de guantes	409
11.2	Prácticas buenas y malas	410
11.2.1	Ropas y joyas	410
11.2.2	Pelo	410
11.2.3	Otras malas prácticas	411
11.3	Supervisión del estado de salud	411
11.3.1	Examen médico previo al empleo	411
11.3.2	Seguimiento sanitario de los empleados	412
11.4	Incorporación al servicio y entrenamiento	413
	Bibliografía	414
	Referencias	415
12	Programas y legislación mundiales de seguridad alimentaria	417
12.1	Programas municipales de seguridad alimentaria	417
12.1.1	Brotos de toxiinfecciones alimentarias a nivel mundial	417
12.1.2	Red de salmonelosis (<i>Salm-net</i>)	419
12.1.3	Resistencia a los antibióticos	421
12.2	Legislación	422
12.3	Legislación alimentaria de la Comunidad Europea	423
12.3.1	Proceso legislativo	423
12.3.2	Criterios microbiológicos de los alimentos	424
12.3.3	Ejemplos de legislación alimentaria de la CE	426

12.4	Normas alimentarias internacionales	442
12.4.1	Implementación internacional del concepto de HACCP	443
12.5	Higiene alimentaria y legislación en el RU	444
12.5.1	Ley de Seguridad de los Alimentos (1990)	444
12.5.2	Códigos de prácticas	445
12.5.3	Seguridad de los alimentos (Higiene General Alimentaria) 1995	446
12.5.4	Reglamentaciones de Seguridad Alimentaria (Temperatura) 1995	446
12.5.5	Reglamentaciones de los productos lácteos (Higiene) (1995)	450
12.5.6	Reglamentaciones de los helados (Tratamiento térmico) (1959); Reglamentaciones de los huevos líquidos (Pasteurización) (1963)	450
12.5.7	Agencia de Normas Alimentarias	451
12.5.8	Observancia de las reglamentaciones	451
12.6	Legislación alimentaria de algunos países europeos	452
12.6.1	Francia	453
12.6.2	Italia	455
12.6.3	Alemania	457
12.6.4	Holanda	458
12.6.5	Implementación de la Directiva de Higiene Alimentaria (93/43/CEE)	459
12.7	Legislación alimentaria de EE UU	459
12.7.1	Las reglamentaciones de GMP	461
12.7.2	Reglamentaciones que afectan a ciertos alimentos	463
12.7.3	Normas microbiológicas de los EE UU	469
12.8	Legislación alimentaria de Japón y de Corea	469
12.8.1	Normas microbiológicas de Japón y Corea	470
12.9	Resumen final	471
	Bibliografía	472
	Referencias	472

Índice alfabético

477