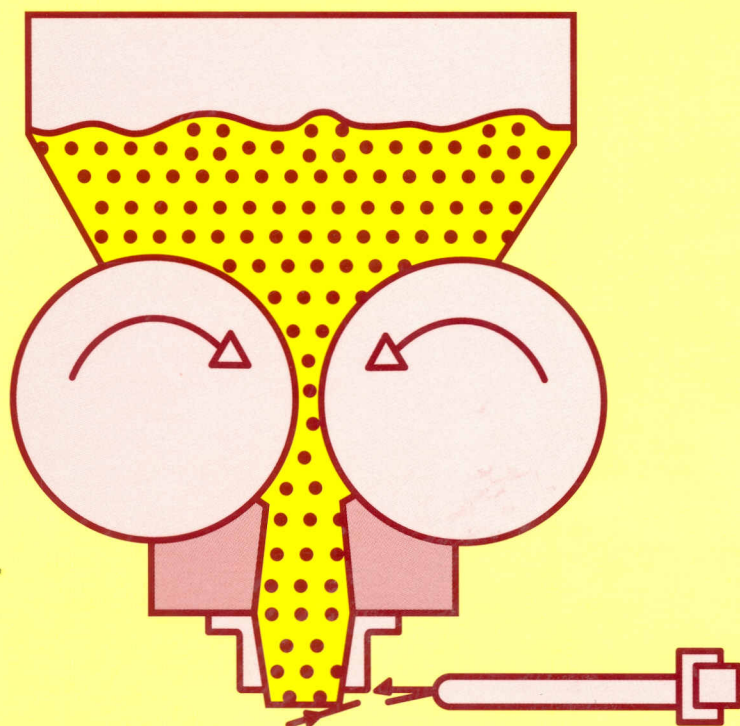


P. Fellows

Tecnología del procesado de los alimentos:

Principios y práctica

SEGUNDA EDICIÓN



Editorial ACRIBIA, S.A.



Índice de contenido

Agradecimientos	xix
Glosario	xxi
Símbolos	xxxiii
Acrónimos	xxxvii
Introducción	1
La industria alimentaria en la actualidad	1
Acerca de este libro	4
Notas a la segunda edición	5
 PRIMERA PARTE: PRINCIPIOS BÁSICOS	 7
1 Propiedades de los alimentos y teoría del procesado	9
1.1 Propiedades de líquidos, sólidos y gases	9
1.1.1 Densidad y peso específico	11
1.1.2 Viscosidad	14
1.1.3 Actividad superficial	16
1.1.4 Reología y textura	17
1.2 Transferencia de masa	19
1.3 Flujo de fluidos	23
1.3.1 Flujo de fluidos en lecho fluidificado	28
1.4 Transferencia de calor	30
1.4.1 Balances de energía	30
1.4.2 Mecanismos de transferencia de calor	30
1.4.3 Fuentes de calor y métodos para la utilización en el procesado de alimentos	43
1.4.4 Conservación de energía	44
1.4.5 Efecto del calor sobre los microorganismos	47
1.4.6 Efecto del calor sobre las propiedades nutritivas y organolépticas	50
1.5 Actividad de agua	51
1.5.1 Efecto de la actividad de agua sobre los alimentos	55

1.6	Efectos del procesado en las características organolépticas de los alimentos	57
1.6.1	Textura	57
1.6.2	Sabor, flavor y aroma	58
1.6.3	Color	59
1.7	Efectos del procesado en las propiedades nutritivas	59
1.8	Seguridad alimentaria, buena práctica de fabricación y aseguramiento de la calidad	62
1.8.1	Análisis de Riesgos y Puntos de Control Crítico	65
1.8.2	Tecnología de vallado	67
1.9	Agradecimientos	70
1.10	Referencias	70
2	Control de procesos	75
2.1	Control automático	75
2.1.1	Sensores	78
2.1.2	Controladores	83
2.2	Sistemas basados en ordenador	85
2.2.1	Controladores lógicos programables (CLPs)	85
2.2.2	Tipos de sistemas de control	87
2.2.3	Desarrollos de software	89
2.2.4	Redes neuronales	91
2.3	Agradecimientos	92
2.4	Referencias	92
SEGUNDA PARTE: PROCESADO A TEMPERATURA AMBIENTE		95
3	Preparación de la materia prima	97
3.1	Lavado	97
3.1.1	Lavado húmedo	98
3.1.2	Limpieza en seco	99
3.1.3	Eliminación de contaminantes y cuerpos extraños	100
3.2	Clasificación	102
3.2.1	Clasificación por forma y tamaño	103
3.2.2	Clasificación por color	108
3.2.3	Clasificación por peso	109
3.3	Clasificación por calidad	111
3.4	Pelado	111
3.4.1	Pelado al vapor	112
3.4.2	Pelado a cuchillo	112
3.4.3	Pelado por abrasión	112
3.4.4	Pelado cáustico	113
3.4.5	Pelado a la llama	113
3.5	Agradecimientos	113
3.6	Referencias	114

4	Reducción de tamaño	115
4.1	Reducción de tamaño de alimentos sólidos	116
4.1.1	Teoría	116
4.1.2	Maquinaria	120
4.1.3	Efecto sobre los alimentos	127
4.2	Reducción de tamaño en alimentos líquidos (emulsificación y homogeneización)	128
4.2.1	Teoría	130
4.2.2	Maquinaria	132
4.2.3	Efecto sobre los alimentos	134
4.3	Agradecimientos	137
4.4	Referencias	137
5	Mezclado y moldeo	139
5.1	Mezclado	140
5.1.1	Teoría del mezclado de sólidos	140
5.1.2	Teoría del mezclado de líquidos	144
5.1.3	Maquinaria	147
5.1.4	Efectos sobre los alimentos	157
5.2	Moldeo	157
5.2.1	Moldeadoras de pan	158
5.2.2	Moldes para pasteles y bizcochos	160
5.2.3	Moldeadoras para confitería	160
5.3	Agradecimientos	163
5.4	Referencias	164
6	Separación y concentración de componentes de los alimentos	165
6.1	Centrifugación	166
6.1.1	Teoría	166
6.1.2	Maquinaria	168
6.2	Filtración	173
6.2.1	Teoría	173
6.2.2	Maquinaria	175
6.3	Extracción por presión	178
6.3.1	Teoría	178
6.3.2	Maquinaria	178
6.4	Extracción mediante disolventes	181
6.4.1	Teoría	181
6.4.2	Maquinaria	184
6.5	Concentración por membranas (hiperfiltración y ultrafiltración) ...	185
6.5.1	Teoría	190
6.5.2	Maquinaria	194
6.6	Efectos sobre los alimentos	198
6.7	Agradecimientos	199
6.8	Referencias	199

7	Tecnología de fermentación y enzimas	201
7.1	Fermentación	202
7.1.1	Teoría	202
7.1.2	Tipos de fermentaciones alimentarias	206
7.1.3	Maquinaria	217
7.1.4	Efectos sobre los alimentos	218
7.2	Tecnología de enzimas	218
7.2.1	Producción de enzimas a partir de microorganismos	221
7.2.2	Utilización de enzimas en los alimentos	222
7.3	Agradecimientos	229
7.4	Referencias	229
8	Irradiación	233
8.1	Teoría	235
8.2	Maquinaria	236
8.2.1	Medida de la dosis de radiación	238
8.2.2	Distribución de la dosis	238
8.3	Efecto de las radiaciones sobre los microorganismos	239
8.4	Aplicaciones	240
8.4.1	Esterilización	240
8.4.2	Reducción de agentes patógenos (o radicación)	241
8.4.3	Prolongación de la vida del producto (o radurización)	241
8.4.4	Control de la maduración	242
8.4.5	Desinsectación	242
8.4.6	Inhibición de la germinación	242
8.5	Efectos en los alimentos	242
8.5.1	Radiactividad inducida	242
8.5.2	Productos radiolíticos	243
8.5.3	Valor nutritivo y organoléptico	243
8.6	Efectos sobre el envasado	245
8.7	Detección de alimentos irradiados	245
8.7.1	Métodos físicos	246
8.7.2	Métodos químicos	246
8.7.3	Métodos biológicos	247
8.8	Agradecimientos	247
8.9	Referencias	248
9	Procesado mediante campos eléctricos, presión hidrostática elevada, luz o ultrasonidos	251
9.1	Procesado mediante campo eléctrico pulsante	252
9.1.1	Teoría	253
9.1.2	Maquinaria	257
9.2	Procesado a alta presión	257
9.2.1	Teoría	259
9.2.2	Procesado y maquinaria	260

9.2.3	Efectos sobre microorganismos, enzimas y componentes de los alimentos	262
9.3	Procesado mediante luz pulsante	264
9.3.1	Teoría	265
9.3.2	Maquinaria y operación	265
9.3.3	Efectos sobre los microorganismos y los alimentos	266
9.4	Procesado mediante ultrasonidos	266
9.4.1	Teoría	267
9.4.2	Aplicación al procesado	267
9.5	Otros métodos	268
9.6	Referencias	269

TERCERA PARTE: PROCESADO MEDIANTE APLICACIÓN DE CALOR **273**

A. Tratamiento térmico por agua o vapor **275**

10	Escaldado	277
10.1	Teoría	277
10.2	Maquinaria	278
10.2.1	Escaldadores por vapor	279
10.2.2	Escaldadores por agua caliente	281
10.3	Efecto del escaldado sobre los alimentos	283
10.3.1	Nutrientes	284
10.3.2	Color y aroma	284
10.3.3	Textura	285
10.4	Agradecimientos	285
10.5	Referencias	285
11	Pasteurización	287
11.1	Teoría	287
11.2	Maquinaria	289
11.2.1	Pasteurización de alimentos envasados	289
11.2.2	Pasteurización de líquidos a granel	290
11.3	Efecto sobre los alimentos	295
11.3.1	Color, sabor y aroma	295
11.3.2	Pérdidas de vitaminas	296
11.4	Agradecimientos	296
11.5	Referencias	297
12	Esterilización por calor	299
12.1	Esterilización en el envase	299
12.1.1	Teoría	299
12.1.2	Tratamiento térmico	312
12.1.3	Maquinaria	314

12.2	Procesos de esterilización a temperaturas ultraelevadas	316
12.2.1	Teoría	316
12.2.2	Procesado	319
12.2.3	Maquinaria	320
12.3	Efectos sobre los alimentos	326
12.3.1	Color	326
12.3.2	Aroma y bouquet	327
12.3.3	Textura o viscosidad	327
12.3.4	Valor nutritivo	328
12.4	Agradecimientos	330
12.5	Referencias	330
13	Evaporación y destilación	333
13.1	Evaporación	333
13.1.1	Teoría	334
13.1.2	Maquinaria	341
13.2	Efectos sobre los alimentos	348
13.3	Destilación	349
13.4	Agradecimientos	351
13.5	Referencias	352
14	Extrusión	355
14.1	Teoría	357
14.1.1	Propiedades reológicas de los alimentos	357
14.1.2	Condiciones de operación	358
14.2	Maquinaria	361
14.2.1	Extrusores de tornillo único	361
14.2.2	Extrusores de tornillos gemelos	364
14.2.3	Maquinaria auxiliar	365
14.3	Aplicaciones	367
14.3.1	Extrusión en frío	367
14.3.2	Extrusión con cocción	367
14.4	Efectos sobre los alimentos	370
14.4.1	Características organolépticas	370
14.4.2	Valor nutritivo	371
14.5	Agradecimientos	371
14.6	Referencias	372
B.	Tratamiento térmico mediante aire caliente	375
15	Deshidratación	377
15.1	Teoría	377
15.1.1	Secado mediante aire caliente	379
15.1.2	Secado mediante intercambiadores de calor	386
15.2	Maquinaria	390
15.2.1	Deshidratadores de aire caliente	390
15.2.2	Deshidratadores de superficie caliente	403

15.3	Efectos sobre los alimentos	407
15.3.1	Textura	408
15.3.2	Flavor y aroma	410
15.3.3	Color	411
15.3.4	Valor nutritivo	412
15.4	Rehidratación	413
15.5	Agradecimientos	414
15.6	Referencias	414
16	Horneo y asado	417
16.1	Teoría	417
16.2	Maquinaria	419
16.2.1	Hornos de calentamiento directo	419
16.2.2	Hornos de calentamiento indirecto	420
16.2.3	Hornos discontinuos	422
16.2.4	Hornos continuos y semicontinuos	422
16.3	Efectos sobre los alimentos	426
16.3.1	Textura	426
16.3.2	Flavor, aroma y color	427
16.3.3	Valor nutritivo	428
16.4	Agradecimientos	430
16.5	Referencias	431
C.	Tratamiento térmico mediante aceites calientes	433
17	Fritura	435
17.1	Teoría	435
17.1.1	Fritura por contacto	437
17.1.2	Fritura por inmersión	437
17.2	Maquinaria	439
17.3	Efectos sobre los alimentos	441
17.3.1	Efecto del calor en el aceite	442
17.3.2	Efecto del calor de la fritura en los alimentos	442
17.4	Agradecimientos	444
17.5	Referencias	444
D.	Tratamiento térmico mediante energía directa y radiante	445
18	Calentamiento dieléctrico, óhmico e infrarrojo	447
18.1	Calentamiento dieléctrico	448
18.1.1	Teoría	448
18.1.2	Maquinaria	451
18.1.3	Aplicaciones	453
18.1.4	Efectos sobre los alimentos	457

18.2	Calentamiento óhmico	458
18.2.1	Teoría	459
18.2.2	Maquinaria y aplicaciones	462
18.3	Calentamiento infrarrojo	466
18.3.1	Teoría	466
18.3.2	Maquinaria	468
18.3.3	Efectos sobre los alimentos	468
18.4	Agradecimientos	470
18.5	Referencias	470

CUARTA PARTE: PROCESOS QUE IMPLICAN ELIMINACIÓN DE CALOR 473

19	Refrigeración	475
19.1	Teoría	476
19.1.1	Alimentos frescos	476
19.1.2	Alimentos procesados	481
19.1.3	Sistemas de cocción-enfriamiento	484
19.2	Maquinaria	486
19.2.1	Sistemas de refrigeración mecánicos	486
19.2.2	Enfriamiento criogénico	489
19.3	Almacenamiento en refrigeración	491
19.3.1	Control de las condiciones de almacenamiento	491
19.4	Efectos sobre los alimentos	493
19.5	Agradecimientos	494
19.6	Referencias	495
20	Almacenamiento y envasado en atmósferas controladas o modificadas	499
20.1	Almacenamiento en atmósferas modificadas y controladas (AAM y AAC)	500
20.2	Envasado en atmósfera modificada (EAM)	503
20.2.1	EAM para alimentos frescos	503
20.2.2	EAM para productos procesados	506
20.2.3	Materiales para el EAM	508
20.2.4	Sistemas de envasado activos	508
20.3	Agradecimientos	511
20.4	Referencias	511
21	Congelación	515
21.1	Teoría	516
21.1.1	Formación de cristales de hielo	517
21.1.2	Concentración de solutos	518
21.1.3	Cambios de volumen	520
21.1.4	Cálculo del tiempo de congelación	521

21.2	Maquinaria	523
21.2.1	Congeladores de aire	524
21.2.2	Congeladores líquidos	528
21.2.3	Congeladores de superficie enfriada	528
21.2.4	Congeladores criogénicos	529
21.3	Efectos sobre los alimentos	532
21.3.1	Efecto de la congelación	532
21.3.2	Efectos del almacenamiento en congelación	534
21.3.3	Descongelación	540
21.4	Agradecimientos	541
21.5	Referencias	541
22	Liofilización y concentración por congelación	545
22.1	Liofilización	545
22.1.1	Teoría	546
22.1.2	Maquinaria	551
22.1.3	Efectos sobre los alimentos	553
22.2	Concentración por congelación	554
22.2.1	Teoría	555
22.2.2	Maquinaria	556
22.3	Agradecimientos	557
22.4	Referencias	557
QUINTA PARTE: OPERACIONES DE POST-PROCESADO		559
23	Aplicación de recubrimientos	561
23.1	Materiales de recubrimiento	562
23.1.1	Papillas, polvos y pan rallado	562
23.1.2	Chocolate y recubrimientos compuestos	562
23.2	Rebozadores	564
23.3	Espolvoreado o empanado	566
23.4	Recubrimiento con bandeja	566
23.4.1	Recubrimientos duros	567
23.4.2	Recubrimientos blandos	567
23.4.3	Recubrimiento de chocolate	567
23.5	Agradecimientos	568
23.6	Referencias	568
24	Envasado	571
24.1	Teoría	575
24.1.1	Luz	576
24.1.2	Calor	576
24.1.3	Humedad y gases	577
24.1.4	Microorganismos, insectos, animales y suciedad	581
24.1.5	Resistencia mecánica	582

24.2	Tipos de materiales de envasado	584
24.2.1	Tejidos y madera	584
24.2.2	Metal	584
24.2.3	Vidrio	589
24.2.4	Películas flexibles	592
24.2.5	Envases rígidos y semirrígidos	599
24.2.6	Papel y cartón	603
24.2.7	Sistemas de envasado combinados	610
24.2.8	Tecnologías de envasado activo	611
24.3	Impresión	612
24.3.1	Códigos de barras y otros marcajes	615
24.4	Interacciones entre el envase y los alimentos	617
24.5	Consideraciones medioambientales	617
24.5.1	Costes de envasado	618
24.5.2	Manufactura de materiales de envasado	618
24.5.3	Distribución de materiales de envasado e ingredientes para la producción de alimentos	621
24.5.4	Distribución a vendedores y consumidores	622
24.5.5	Reciclaje por parte del consumidor	622
24.6	Agradecimientos	623
24.7	Referencias	624
25	Llenado y sellado de envases	629
25.1	Envases rígidos y semirrígidos	630
25.1.1	Llenado	630
25.1.2	Sellado	631
25.2	Envases flexibles	639
25.3	Tipos de selladores	640
25.3.1	Equipo de conformado-llenado-sellado	640
25.4	Envasado en películas retráctiles y extensibles	644
25.5	Envasado con control de violación del cierre	645
25.6	Etiquetado	646
25.7	Control de peso	647
25.8	Detección de metales	647
25.9	Agradecimientos	648
25.10	Referencias	648
26	Manipulación de materiales, almacenamiento y distribución	651
26.1	Manipulación de materiales	652
26.1.1	Equipo de manipulación para materias primas e ingredientes	653
26.1.2	Equipo de manipulación para procesado	654
26.2	Gestión y eliminación de residuos	661
26.3	Almacenamiento	665
26.4	Distribución	668

26.5	Agradecimientos	670
26.6	Referencias	670

Apéndices

A	Vitaminas en los alimentos	673
B	Propiedades nutritivas y funcionales de los minerales en los alimentos	675
C	Aditivos alimentarios permitidos en la UE	679
D	Unidades y dimensiones	687

Índice alfabético	691
--------------------------------	------------