



Química de los Alimentos

5^a edición

Salvador Badui Dergal

Contenido

Introducción	xvii
Prólogo	1
Capítulo 1 Agua	3
Introducción	3
Fuentes de agua para el ser humano	5
Propiedades del agua	6
Puentes de hidrógeno	7
Propiedades fisicoquímicas	8
Estados físicos del agua	11
Efecto de los solutos en el agua	14
Distribución del agua en los alimentos	16
Actividad del agua	17
Actividad del agua y estabilidad de los alimentos	21
Alimentos de humedad intermedia	23
Congelamiento de los alimentos	24
Dureza del agua	25
Agua potable	26
Agua en la industria alimentaria	26
Referencias bibliográficas	28

Capítulo 2 Hidratos de carbono

31

Introducción	31
Monosacáridos	32
Monosacáridos más comunes	36
Aminoazúcares, desoxiazúcares y polioles	38
Glucósidos	39
Reacciones de oscurecimiento	45
Caramelización	46
Reacción de Maillard	48
Oligosacáridos	55
Sacarosa	56
Maltosa	59
Lactosa	59
Rafinosa, estaquiosa y verbascosa	60
Otros oligosacáridos	61
Tecnología de los azúcares	61
Conservación	62
Cristalización	62
Hidratación	62
Poder edulcorante	63
Polisacáridos	64
Celulosa	65
Hemicelulosa	67
Almidón	68
Pectinas	78
Glucógeno	81
Gomas	81
Fructosanas	88
Otros polisacáridos	88
Hidratos de carbono y salud	88
Fibra	89
Referencias bibliográficas	91

Capítulo 3 Proteínas

95

Introducción	95
Aminoácidos	96
Del gen a la proteína	99
Estereoquímica de los α -aminoácidos	102
Clasificación de los aminoácidos	103
Reactividad química	103
Propiedades ácido-base	104
Péptidos y enlace peptídico	107
Estabilidad y formación del enlace peptídico	109

Organización estructural	112
Estabilidad de la estructura proteínica	112
Estructura primaria	114
Estructura secundaria	115
Estructura terciaria	120
Estructura cuaternaria	123
Detección y cuantificación de aminoácidos, péptidos y proteínas	124
Reacciones químicas de los grupos funcionales de las proteínas y métodos de tinción	128
Cuantificación de proteínas	130
Caracterización de proteínas	132
Análisis de los aminoácidos de las proteínas	135
Determinación de amino y carboxilo terminales y secuenciación	136
Desnaturalización	139
Termodinámica de la desnaturalización	140
Desnaturalización por cambios de temperatura	142
Desnaturalización por cambios de pH	145
Desnaturalización por urea y cloruro de guanidinio	145
Desnaturalización con detergentes	146
Desnaturalización con solventes orgánicos	147
Efecto de la adición de sales en la solubilidad de las proteínas	148
Inactivación mecánica	151
Proteólisis	151
Modificaciones químicas	152
Tratamientos térmicos moderados	152
Pirólisis	152
Racemización y formación de aminoácidos modificados	153
Entrecruzamientos	156
Reacciones de las proteínas con agentes oxidantes	158
Reacciones con nitritos	159
Reacciones con sulfitos	160
Reacciones carbonil amino	160
Formación de acrilamida en altas temperaturas	161
Pérdida de aminoácidos por fraccionación	163
Propiedades funcionales de las proteínas	163
Definición de funcionalidad y clasificación	163
Propiedades de hidratación	166
Propiedades interfaciales de las proteínas	170
Unión de sabores	176
Viscosidad	178
Gelación	179
Propiedades nutrimentales	181
Evaluación de la calidad proteínica en términos nutrimentales	182
Proteínas de algunos alimentos	184
Proteínas del huevo	185

Proteínas de la carne	188
Gelatina	191
Proteínas de pescado: surimi, hidrolizados de pescado	192
Proteínas lácteas	193
Proteínas vegetales	196
Proteínas edulcorantes	205
Péptidos de importancia en el campo de alimentos	206
Proteínas microbianas	208
Referencias bibliográficas	210

Capítulo 4 Lípidos 223

Introducción	223
Clasificación	224
Ácidos grasos	225
Acilglicéridos	231
Fosfoglicéridos o fosfolípidos	236
Ceras	237
Esteroides	238
Análisis físicos y químicos	239
Manufactura de grasas y aceites	242
Desgomado	243
Neutralización	244
Decoloración	244
Desodorización	245
Hibernación	245
Procesos de modificación de grasas y aceites	245
Hidrogenación	246
Interesterificación	250
Fraccionamiento	253
Sistemas grasos en alimentos	253
Margarina	253
Mantecas vegetales	255
Mantequilla	255
Grasas para alimentos infantiles	255
Helados	256
Mayonesa y aderezos	256
Sustitutos de manteca de cacao	257
Freído	257
Deterioro de los lípidos	259
Lipólisis o rancidez hidrolítica	259
Oxidación o rancidez oxidativa	260
Antioxidantes	264

Determinación de la oxidación	268
Evaluación sensorial	268
Índice de peróxido	269
Método del ácido tiobarbitúrico	269
Método del oxígeno activo	269
Otros métodos	269
Aspectos nutricionales	270
Referencias bibliográficas	272

Capítulo 5 Enzimas 275

Introducción	275
Nomenclatura	278
Las enzimas como catalizadores	279
Especificidad	281
Sitio activo	283
Factores que afectan la velocidad de las reacciones enzimáticas	285
Efecto del pH	285
Efecto de la temperatura	286
Efecto de la concentración de sustrato	289
Efecto de la actividad acuosa	290
Efecto de otros agentes en la actividad enzimática	290
Cinética de las reacciones enzimáticas	292
Cuantificación de la actividad enzimática	294
Uso industrial de las enzimas	296
Revisión de enzimas de importancia en alimentos	299
Carbohidrasas	301
Proteasas	311
Lipasas	316
Oxidorreductasas	318
Transferasas	326
Isomerasas	329
Procesos de interés en alimentos con enzimas o células inmovilizadas	330
Análisis químico con enzimas	332
Tecnología de ADN recombinante aplicada a la producción y modificación de enzimas de interés en alimentos	333
Referencias bibliográficas	337

Capítulo 6 Vitaminas y nutrientes inorgánicos 341

Introducción	341
Contenido de vitaminas en los alimentos	344

Vitaminas liposolubles	347
Vitamina A	348
Vitamina D	349
Vitamina E	351
Vitamina K	352
Vitaminas hidrosolubles	354
Tiamina (B ₁)	354
Riboflavina (B ₂)	356
Vitamina B ₆	359
Vitamina B ₁₂	359
Biotina	361
Folatos	361
Niacina	362
Ácido pantoténico	363
Vitamina C	364
Compuestos asociados a las vitaminas	367
Resumen de la estabilidad de las vitaminas	368
Nutrientes inorgánicos o minerales	371
Calcio	373
Fósforo	374
Hierro	374
Sodio	374
Otros elementos	375
Referencias bibliográficas	376

Capítulo 7 Pigmentos 379

Introducción	379
Pigmentos naturales y sintéticos	380
Pigmentos naturales	380
Pigmentos sintéticos	381
Carotenoides	382
Estructura y características químicas	384
Carotenoides en alimentos	384
Obtención	387
Estabilidad	388
Usos	390
Carotenoides en la salud humana	390
Clorofilas	391
Estructura	392
Efecto del procesamiento	394
Pigmentos fenólicos	396
Flavonoides	396
Antocianinas	399
Taninos	403

Betalainas	405
Estructura	406
Estabilidad	406
Hemopigmentos	407
Estructura	408
Color en carne fresca	409
Color de carne curada	411
Otros pigmentos naturales	411
Cúrcuma	411
Ácido carmínico	412
Quinonas	414
Xantonas	414
Color caramelo	415
Gluconato ferroso	415
Pigmentos de origen microbiano	415
Pigmentos de origen marino	416
Referencias bibliográficas	418

Capítulo 8 Olor y sabor de los alimentos 429

Introducción	429
Gusto	430
Gusto dulce	432
Gusto amargo	436
Gusto salado	437
Gusto ácido	438
Umami	439
Fenómenos de percepción asociados con los gustos básicos	440
Moduladores del gusto	440
Aromas	442
Aspectos fisicoquímicos en la percepción del olor y el sabor	444
Proceso de masticación	444
Efecto de macromoléculas en la percepción del sabor	446
Microencapsulación y nanoemulsiones	448
Materiales de empaque	450
Mecanismos de la generación de olores y sabores	450
Biosíntesis	452
Generación de aromas por el efecto de tratamiento térmico	469
Precusores y desarrollo del aroma y el sabor en alimentos	482
Carne y sus derivados	482
Leche y sus derivados	483
Bebidas alcohólicas	483
Análisis de compuestos de aroma y sabor	488
Extracción de compuestos del aroma y el sabor	489
Identificación de compuestos del aroma y el sabor	493
Referencias bibliográficas	501

Capítulo 9 Aditivos**511**

Introducción	511
Aspectos legales	513
Conservadores	517
Ácido benzoico y benzoatos	517
Ácido sórbico y sorbatos	518
Ácido acético y acetatos	519
Parabenos	519
Ácido propiónico y propionatos	519
Sulfitos y dióxido de azufre	520
Nitritos y nitratos	521
Antibióticos	522
Pirocarbonato de dietilo	523
Epóxidos	523
Otros conservadores	524
Emulsionantes	525
Polioles o polialcoholes	527
Potenciadores del sabor	529
Acidificantes, alcalinizantes y reguladores de pH	530
Secuestradores o quelantes	533
Edulcorantes	534
Gasificantes para panificación	537
Acondicionadores de panificación	539
Antiaglomerantes	540
Antiespumantes	540
Colorantes	541
Clarificantes	544
Sustancias para masticar	544
Humectantes	545
Sustitutos de grasas	545
Saborizantes	546
Otros aditivos	547
Referencias bibliográficas	548

Capítulo 10 Estado de dispersión**551**

Introducción	551
Clasificación de los coloides	553
Estabilidad de los coloides	556
Soles	557
Propiedades reológicas de los soles	558
Geles	560
Espumas	561

Emulsiones	563
Nuevas tendencias para elaborar alimentos emulsionados bajos en calorías	567
Referencias bibliográficas	569

Capítulo 11 Tóxicos presentes en los alimentos **571**

Introducción	571
Leguminosas	572
Glucósidos cianogénicos	572
Promotores de flatulencia	574
Inhibidores de proteasas como la tripsina	575
Fitohemaglutininas	576
Saponinas	576
Favismo	576
Cereales	577
Toxinas producidas por hongos (micotoxinas)	577
Ácido fítico	582
Inhibidores de amilasas	583
Bebidas estimulantes	583
Péptidos, proteínas y aminoácidos tóxicos	584
Amatoxina y falotoxina	584
Islanditoxina	585
Toxina botulínica	586
Toxinas de <i>Stafilococcus</i> sp.	586
Selenoaminoácidos	586
Canavanina	587
Mimosina	587
Gosipol	588
Capsaicina	588
Solanina y chaconina	589
Sustancias promotoras de bocio	590
Toxinas en mariscos y peces	591
Saxitonina	591
Tetradoxina	592
Antivitaminas	593
Tóxicos presentes en la miel de abeja	593
Compuestos tóxicos generados por proceso	595
Compuestos producidos por altas temperaturas	595
Racemización de aminoácidos y formación de isopéptidos	601
Formación de aminas biógenas	602
Fumigantes y disolventes	602
Comentarios finales	603
Referencias bibliográficas	606

Capítulo 12 Leche

611

Introducción	611
Composición de la leche	612
Lípidos	613
Lactosa	615
Proteínas	617
Enzimas	623
Vitaminas	624
Sales y nutrimentos inorgánicos	625
Algunas propiedades físicas y químicas de la leche	625
Estado de dispersión de la leche	626
Fase micelar	626
Fase lipídica	629
Productos lácteos	629
Leche pasteurizada, ultrapasteurizada y esterilizada	629
Quesos	633
Yogur	636
Otros productos lácteos	636
Referencias bibliográficas	638

Capítulo 13 Soya

641

Introducción	641
Proteínas de la soya	643
Formas comerciales de la soya	646
Harinas	646
Concentrados	648
Aislados	649
Propiedades funcionales	651
Modificaciones de las proteínas	653
Factores antifisiológicos	653
Soya y nutrición	654
Mejora genética de la soya	656
Referencias bibliográficas	657

Capítulo 14 Alimentos transgénicos

661

Introducción	661
Ingeniería genética y OGMs	662
¿Cómo se obtiene una planta transgénica? Una visión general	662
El vector de transformación y sus elementos	663
Principales métodos para la transferencia de genes	665

Los OGMs comerciales para la alimentación	669
FlavrSavr™, el primer alimento GM	669
Cultivos GM en el comercio internacional	670
OGMs en México	674
Microorganismos GM para producción de enzimas auxiliares de proceso	675
Peces GM destinados a la alimentación	676
OGMs en desarrollo	677
OGMs de segunda generación	677
Microorganismos GM para mejorar la composición nutrimental de los alimentos y/o sus cualidades organolépticas	682
OGMs de tercera generación	682
Animales domésticos GM	683
Análisis de riesgos y marco regulatorio	684
Análisis de riesgos aplicados a OGMs	684
Evaluación de la inocuidad de los alimentos transgénicos	686
Marco regulatorio en materia de bioseguridad. El caso de México	688
Métodos de detección de OGMs en alimentos	688
El enfoque de las proteínas	689
El enfoque del ADN	691
Conclusiones	694
Referencias bibliográficas	696

Capítulo 15 Nutracéuticos, fitoquímicos y alimentos funcionales

	701
Introducción	701
Oxidación celular	702
Nutraceuticos	702
Fitoquímicos	703
Carotenoides	704
Polifenoles	704
Derivados azufrados	705
Fitoesteroles	706
Otros nutraceuticos	706
Probióticos y prebióticos	706
Aminoácidos y proteínas	707
Hidratos de carbono	707
Lípidos	708
Vitaminas y minerales	708
Resumen de su función biológica	708
Antioxidantes	709
Salud cardiovascular	709
Anticancerígeno	709
Diabetes	709

Energía	710
Reducción de peso	710
Sistema nervioso	711
Sistema óseo	711
Salud cerebral	711
Otras funciones de los nutraceuticos	711
Alimentos funcionales	712
Referencias bibliograficas	713

Índice

717