

Jean-Louis Multon
coordonnateur



**Additifs et auxiliaires de fabrication
dans les industries agroalimentaires**
3^e édition



COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES

Editions
TEC
& **DOC**

2-664-22-1

2-664-22-1

COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES



Président du Directoire : J.-L. MULTON

Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires

À l'exclusion des produits utilisés au niveau
de l'agriculture et de l'élevage :
pesticides, hormones, etc.

3^e édition

Jean-Louis Multon

Coordonnateur

Préfaces

Francis Lepâtre
Christian Babusiaux

Editions
TEC
& **DOC**

11, rue Lavoisier
F-75008 Paris

LONDRES - PARIS - NEW YORK



Table des matières

Introduction

Les additifs alimentaires (Henri Hoellinger)	1
--	---

Première partie

Problématique générale des additifs et auxiliaires technologiques

Chapitre I

Définitions et classement (Paule Escargueil)	25
1. Définition de l'aliment	25
1.1. Ingrédients	26
1.2. Additifs	27
1.3. Auxiliaires technologiques	27
1.4. Arômes	27
2. Définition de l'additif	28
2.1. Définition de l'additif dans la réglementation française et dans le cadre de la CE	28
2.2. Définition de l'additif dans le cadre du Codex alimentarius	30
3. Définition de l'auxiliaire technologique	30
3.1. Définition de l'auxiliaire technologique en France et dans le cadre de la CE	30
3.2. Définition de l'auxiliaire technologique dans le cadre du Codex alimentarius	31
4. Classement des additifs	32
4.1. Classement, liste et numérotation des additifs en France et dans le cadre de la CE	32
4.2. Classement et numérotation des additifs dans le cadre du Codex alimentarius	44
5. Classement des auxiliaires technologiques	45
5.1. Classement et liste des auxiliaires technologiques en France et dans le cadre de la CE	45

5.2. Classement des auxiliaires technologiques dans le cadre du Codex alimentarius	46
5.3. Distinction entre additif et auxiliaire technologique	47
6. Conclusion	48

Chapitre 2

Rôle et intérêt des additifs alimentaires en technologie alimentaire (Juliette Mélédié)

49

1. Qu'entend-on par additif alimentaire ?	49
1.1. Définition légale	49
1.2. Bien-fondé de l'usage d'un additif alimentaire	50
2. Contribution des additifs à des produits alimentaires innovants et de qualité	51
3. Intérêt des additifs alimentaires	52
4. Amélioration de la conservation	54
4.1. Conservateurs	54
4.2. Antioxygènes	55
5. Amélioration des qualités organoleptiques	56
5.1. Texture	56
5.2. Saveur	58
5.2.1. Édulcorants	58
5.2.2. Sels	59
5.2.3. Acidifiants	60
5.2.4. Exhausteurs de goût	60
5.3. Couleur	59
5.4. Enzymes	61
6. Amélioration de la valeur nutritionnelle	61
7. Réponses aux nouvelles tendances de la consommation	62
8. Mention des additifs sur l'emballage des aliments	62
9. Innocuité des additifs alimentaires	63
Références bibliographiques	64

Chapitre 3

Substances ajoutées aux aliments et intérêt des consommateurs (Marc Chambolle)

65

1. Attitudes et réactions des consommateurs face aux substances ajoutées dans les aliments	65
1.1. Préoccupation générale : l'alimentation	65
1.2. Conditions d'admissibilité des additifs : le point de vue des consommateurs	66
1.3. Substances ajoutées aux aliments au cours du temps	67
1.4. Commentaires et enseignements	69
2. Préoccupations actuelles et futures des consommateurs en matière d'additifs	70
2.1. Définitions des substances ajoutées aux aliments	70
2.2. Évolution des réglementations	70
2.3. Justification technologique	71

2.4. Études toxicologiques	71
2.5. Additifs « naturels »	72
2.6. Additifs et produits nouveaux	72
Conclusion	73

Chapitre 4

Estimation des consommations d'additifs alimentaires

(Marc Chambolle)	75
Introduction	75
1. Obligations réglementaires de la surveillance des consommations d'additifs alimentaires	75
2. Place de l'estimation des consommations dans l'analyse des risques	76
3. Points critiques pour l'estimation des consommations d'additifs alimentaires	77
3.1. Connaissance des consommations alimentaires	77
3.1.1. Détermination des aliments qui contiennent des additifs	77
3.1.2. Données de consommation des aliments	78
3.1.3. Non-additivité des consommations pour un percentile donné	80
3.1.4. Consommations de groupes particuliers	80
3.2. Connaissance des teneurs en additifs dans les denrées alimentaires	81
3.3. Combinaison des consommations d'aliments et des teneurs en additifs alimentaires	81
3.3.1. Distribution des consommations d'aliments vecteurs	82
3.3.2. Distribution des teneurs en additifs	83
3.3.3. Application du calcul probabiliste	85
3.3.4. Marqueurs biologiques de la consommation d'additifs alimentaires	85
4. Détermination des priorités pour l'estimation des consommations d'additifs alimentaires	85
4.1. Recommandations du Codex alimentarius	85
4.2. Méthode du « budget danois »	86
4.3. Lignes directrices pour les études sur les additifs alimentaires (États-Unis)	88
4.4. Exemple de diagramme de décision	88
5. Méthodologie de l'estimation des consommations d'additifs alimentaires	90
5.1. Différentes approches et leurs caractéristiques	90
5.1.1. Approche par la consommation potentielle théorique	90
5.1.2. Approche par des modèles de consommation	90
5.1.3. Approche par les consommations mesurées sur la population générale	91
5.1.4. Approche par les consommations mesurées sur des populations ciblées	91
5.1.5. Approches complémentaires	93
5.2. Intérêt d'une démarche par étapes successives	93
6. Estimations des consommations d'additifs alimentaires en France	94
6.1. Avant 1999	94
6.2. Après 1999	94
Conclusion	97
Références bibliographiques	98

Chapitre 5

**Évaluation des risques toxicologiques et nutritionnels
liés à l'utilisation des additifs et auxiliaires de fabrication***(Dominique Parent-Massin et Georges de Saint Blanquat)* 103

1. Intérêt ou rôle des additifs alimentaires	103
2. Les additifs sont-ils toxiques ?	105
2.1. Études toxicologiques	106
2.1.1. Toxicité orale aiguë	106
2.1.2. Toxicité orale subchronique	107
2.1.3. Toxicité chronique	107
2.1.4. Effet sur la reproduction	108
2.1.5. Effet cancérogène	108
2.1.6. Études complémentaires	108
2.1.7. Approches de la dose journalière admissible (DJA)	109
2.2. Évaluation de l'exposition à partir des données de consommation	110
2.3. Évaluation du risque consommateur	111
3. Le risque additif	111
3.1. Pureté des additifs (aspects analytiques et microbiologiques)	112
3.2. Innocuité des additifs	112
3.2.1. Sécurité alimentaire	112
3.2.2. Équilibres nutritionnels	113
3.2.3. Problèmes allergiques	113
Conclusion	114
Références bibliographiques	115

Chapitre 6

**Législations française et européenne – Travaux internationaux
de la FAO/OMS et du Codex (Paule Escargueil)** 117

1. Principe des listes positives	117
1.1. Décret du 15 avril 1912	118
1.2. Décret du 12 février 1973	118
2. Réglementation communautaire	119
2.1. Dispositif communautaire	119
2.2. Présentation des textes communautaires	120
2.2.1. Directive cadre additifs	120
2.2.2. Directive n° 94/36/CE relative aux colorants	121
2.2.3. Directive n° 94/35/CE relative aux édulcorants modifiée par la directive 96/83/CE	121
2.2.4. Directive n° 95/2/CE relative aux additifs autres que les colorants et les édulcorants modifiée par la directive n° 96/85/CE, la directive n° 98/72/CE et la directive 2001/5/CE	122
2.2.5. Directives établissant des critères de pureté spécifiques pour les additifs	123
3. Réglementation nationale	123
3.1. Décret du 18 septembre 1989 et arrêté du 5 novembre 1991	124
3.2. Arrêté du 2 octobre 1997 relatif aux additifs pouvant être employés dans la fabrication des denrées destinées à l'alimentation humaine	125

3. Auxiliaires technologiques	126
4. Dispositions relatives à l'étiquetage	128
5. Travaux internationaux	129
Conclusion	130

Chapitre 7

Procédures légales d'autorisation d'emploi d'additifs alimentaires, d'auxiliaires technologiques, de matériaux et objets destinés à être en contact avec les denrées alimentaires

1. Additifs alimentaires	131
2. Auxiliaires technologiques	133
3. Matériaux et objets destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires	134
Annexe 1 : Présentation d'une demande d'évaluation d'un additif alimentaire, préalablement à son autorisation	136
Annexe 2 : Conseil supérieur d'hygiène publique de France – Section alimentation et nutrition	149

Deuxième partie

Additifs à finalité nutritionnelle

Chapitre 8

Vitamines, oligoéléments, suppléments divers :
Intérêt et risques (Ambroise Martin) _____

Introduction	159
I. Définitions	160
1.1. Enrichissement	160
1.2. Restitution (ou restauration) et normalisation	163
2. Intérêt des suppléments	162
2.1. Correction des carences ou subcarences	162
2.1.1. Causes économiques	162
2.1.2. Modifications des comportements alimentaires	162
2.1.3. Causes technologiques	163
2.1.4. Qualités intrinsèques initiales des aliments	167
2.2. Politique de santé publique	168
2.2.1. Principes généraux	168
2.2.2. Iodation du sel	169
2.2.3. Enrichissement en vitamine D	169
2.2.4. Enrichissement en acide folique	169
2.3. Initiative industrielle : les aliments fonctionnels	170
2.4. Preuves de l'intérêt des suppléments	171
2.4.1. Indicateurs pertinents	172
2.4.2. Consommation raisonnable	172
2.4.3. Réévaluation périodique des preuves	174
3. Risques des suppléments	175

3.1. Innocuité de la substance	175
3.1.1. Limites de sécurité	175
3.1.2. Évaluation de la substance, activité et pureté	176
3.1.3. Qualité des procédés d'adjonction	177
3.2. Cumul des sources	177
3.2.1. Pratiques agricoles	178
3.2.2. Compléments alimentaires	179
3.3. Risque comportemental	180
Conclusion	181
Références bibliographiques	182
Annexe : Conseil supérieur d'hygiène publique de France – Avis sur les limites de sécurité dans les consommations alimentaires des vitamines et de certains minéraux	187

Troisième partie Additifs de conservation

Chapitre 9

Additifs conservateurs (antibactériens, antifongiques)

(Jean-François Mesle)

1. Généralités	191
1.1. Définition des additifs conservateurs	191
1.2. Buts, intérêts et inconvénients de la conservation chimique	192
1.3. Conditions et modes d'utilisation des conservateurs chimiques	192
1.4. Aspects réglementaires de l'utilisation des conservateurs dans les aliments	193
1.5. Mode d'action d'un groupe important de conservateurs : les molécules à fonction acide faible	194
2. Agents conservateurs minéraux	196
2.1. Chlorures	196
2.2. Phosphates	196
2.3. Nitrates et nitrites de sodium et de potassium (NaNO_3 ; KNO_3 ; NaNO_2 ; KNO_2)	197
2.4. Anhydride sulfureux et sulfites	198
2.5. Anhydride carbonique et carbonates	199
3. Agents conservateurs organiques	200
3.1. Conservateurs organiques généralement autorisés dans les denrées alimentaires	200
3.2. Conservateurs organiques autorisés sous certaines conditions	201
3.2.1. Acide sorbique, sorbates de potassium et calcium	201
3.2.2. Acide benzoïque et benzoates de sodium, potassium et calcium	202
3.2.3. Esters de l'acide parahydroxybenzoïque ou (parabens)	202
3.2.4. Acide propionique et propionates de sodium, calcium et potassium	203
3.3. Autres conservateurs organiques autorisés sous condition	203
3.3.1. Dicarbonate de diméthyle (DCDM)	203
3.3.2. Biphényle, orthophénylphénol, thiabendazole	204

3.3.3. Nisine	204
3.3.4. Natamycine	204
3.3.5. Éthylènediaminetétracétate de calcium disodium (calcium disodium EDTA)	204
Conclusion	205

Chapitre 10

Aditifs antioxygènes (Marie-Élisabeth Cuvelier et Paule Martel)

1. Autoxydation – Mesures de prévention	208
1.1. Autoxydation	208
1.2. Mesures de prévention	212
2. Antioxygènes	212
2.1. Mécanisme d'action	212
2.2. Antioxygènes de synthèse et antioxygènes naturels	216
2.2.1. Additifs antioxygènes alimentaires	216
2.2.2. Extraits végétaux antioxygènes	217
2.3. Utilisation technologique des antioxygènes	219
3. Toxicologie des antioxygènes	221
3.1. Évolution des DJA	223
3.2. Résumé des données toxicologiques pour les principaux antioxygènes	224
3.2.1. Acide ascorbique et dérivés	224
3.2.2. Tocophérols	225
3.2.3. Gallates	226
3.2.4. BHA	226
3.2.5. BHT	227
3.3. Perspectives	228
3.3.1. Niveaux de consommation	228
3.3.2. Influence des conditions d'emploi	228
3.3.3. Effets modulateurs de la cancérogenèse	229
3.3.4. Mécanismes d'action	229
3.3.5. Effets bénéfiques potentiels	231
Conclusion	231
Références bibliographiques	231

Chapitre 11

Aditifs et agents dépresseurs de l'activité de l'eau

(Stéphane Guillbert)

1. Introduction	237
2. Principaux groupes d'agents dépresseurs de l'activité de l'eau : caractéristiques et efficacité	239
2.1. Sels minéraux	242
2.2. Acides organiques « alimentaires » et leurs sels	244
2.2.1. Acide acétique et ses sels	244
2.2.2. Acide lactique	244
2.2.3. Acides citriques, tartrique et leurs sels	245
2.3. Mono, di et oligosaccharides	245
2.3.1. Glucides conventionnels	245

2.3.2. Glucides non conventionnels	248
2.4. Alcools et polyols	248
2.4.1. Éthanol	248
2.4.2. Sorbitol, glycérol, mannitol, xylitol, maltitol, lactitol et propylène glycol	249
2.4.3. Autres polyols	250
2.5. Protéines et dérivés	250
2.5.1. Acides aminés et leurs sels	250
2.5.2. Protéines et hydrolysats de protéines	251
2.6. Lipides et dérivés ; émulsions	251
3. Mode d'action des agents dépresseurs de l'activité de l'eau	252
3.1. Abaissement de l' A_w	252
3.1.1. Loi de Raoult	252
3.1.2. Interactions entre les solutés et l'eau	252
3.1.3. Interactions entre solutés et entre solutés et substances insolubles	255
3.1.4. Autres facteurs susceptibles d'affecter l' A_w de mélanges complexes	255
3.1.5. Calculs de l' A_w de mélanges complexes	256
3.2. Influence des agents dépresseurs de l' A_w sur les réactions de détérioration des aliments	257
3.2.1. Influence de l'abaissement de l' A_w	258
3.2.2. Influence directe de l'agent dépresseur de l' A_w	258
4. Technologie	259
4.1. Principaux rôles et applications des agents dépresseurs de l' A_w en technologie alimentaire	259
4.2. Évaluation de l'intérêt technologique et du pouvoir dépresseur sur l' A_w	260
4.3. Critères de choix d'un agent dépresseur de l' A_w	261
4.4. Techniques de concentration en agents dépresseurs de l' A_w	262
4.5. Interaction avec d'autres procédés de conservation des aliments	264
4.6. Formulation et dosage	264
4.7. Analyse	265
Références bibliographiques	266

Chapitre 12

Additifs antirassissants

(Roland Guinet, Alain Chargelegue et Hubert Leroux)

1. Évolution des produits après cuisson – Vieillissement rassissement	269
2. Agents antirassissants	271
2.1. Émulsifiants	272
2.1.1. Monoglycérides d'acides gras distillés	272
2.1.2. Autres types d'émulsifiants	273
2.2. Rétenteurs d'eau	273
Mode d'action	274
2.3. Enzymes	275
Alpha-amylases	275
Conclusion	277
Références bibliographiques	277

Quatrième partie
Additifs améliorants des propriétés sensorielles

Chapitre 13

Rôle des additifs dans le maintien et l'amélioration des propriétés organoleptiques des produits alimentaires (Félix Depledge)	281
1. Propriétés organoleptiques	282
1.1. Définition	282
1.1.1. Réglementation	282
1.1.2. Vocabulaire	282
1.2. Analyse sensorielle	283
1.2.1. Définition	283
1.3. L'homme ne mange pas seulement pour se nourrir	283
1.4. L'homme ne mange pas n'importe quoi	284
2. Rôle des propriétés organoleptiques dans l'alimentation	284
3. Perception des propriétés organoleptiques	286
3.1. Couleur, odeur, arôme et saveur	286
3.2. Texture, dureté et flaveur	287
Conclusion	287
Références bibliographiques	288

Chapitre 14

Additifs aromatisants et additifs exhausteurs de goût (Jean-Noël Jaubert)	291
1. Rôle des aromatisants, besoin	292
1.1. Rôle des aromatisants	292
1.1.1. Aspect physiologique	293
1.1.2. Aspect psychologique	293
1.2. Besoin d'aromatisants	294
1.2.1. Fragilité de l'arôme	294
1.2.2. « Méfaits » de l'industrie	294
1.2.3. Impact de l'aliment	295
2. Nature des aromatisants	296
2.1. Différentes classes de compositions disponibles	296
2.1.1. Caractéristiques physiques	296
2.1.2. Concentrations	297
2.1.3. Notes aromatiques	297
2.1.4. Critères réglementaires	298
2.2. Matières premières aromatiques	298
2.2.1. Extraits naturels de végétaux	298
2.2.2. Produits de réaction	299
2.2.3. Produits de synthèse	299
2.3. Formulation et fabrication des compositions	300
3. Emploi des aromatisants	301
3.1. Avantages et inconvénients de différents types d'aromatisants	301
3.2. Aromatisation de l'aliment	302

3.2.1.	Le « bon aromatisant »	302
3.2.2.	Le bon moment	303
3.2.3.	Le bon dosage	303
3.3.	Contrôle des aromatisants	305
3.3.1.	Innocuité	306
3.3.2.	Adultérations	306
3.3.3.	Constance de l'approvisionnement	307
3.3.4.	Rendement dans le produit fini	307
4.	Modificateurs de flaveur	308
4.1.	Substances agissant sur les autres sens	308
4.1.1.	Goût	301
4.1.2.	Autres sens	309
4.2.	« Exhausteurs de goût »	309
4.2.1.	Glutamate de sodium (MSG)	309
4.2.2.	Autres « exhausteurs »	310
	Conclusion	311
	Références bibliographiques	312

Chapitre 15

Polyols (Yves Le Bot)	313
Généralités	313
1. Aspects réglementaires	314
1.1. Dans l'Union européenne	314
1.2. Aux États-Unis	314
1.3. Au Japon	314
1.4. Valeur énergétique des polyols	315
2. Sorbitol	315
2.1. Sorbitol stabilisant/humectant	317
2.2. Sorbitol « édulcorant de charge »	317
2.2.1. Métabolisme – cas des diabétiques	318
2.2.2. Sorbitol et carie dentaire	318
3. Mannitol	319
4. Xylitol	320
5. Maltitol et sirops à base de maltitol	320
5.1. Maltitol	320
5.2. Sirops de maltitol (ou sirops de glucose hydrogénés)	321
6. Isomalt	321
7. Lactitol	324
Conclusion	324
Références bibliographiques	325

Chapitre 16

Édulcorants intenses (Chantal Ribière)	327
1. Définition et classification	327
1.1. Définition	327
1.2. Classification des édulcorants intenses	327

2. Législation	329
2.1. Arrêté du 2 octobre 1997 (publié au JORF du 8 novembre 1997)	329
2.1.1. Conditions d'utilisation	329
2.1.2. Interdiction d'emploi	329
2.1.3. Édulcorants de table	333
2.2. Étiquetage des denrées alimentaires contenant des édulcorants intenses	333
2.3. Dérogation à l'étiquetage	333
2.4. Critères de pureté des édulcorants intenses	333
3. Physiologie du goût sucré	333
3.1. Historique : premières hypothèses	334
3.2. Acquisitions récentes	334
3.2.1. Cellule sensorielle gustative	334
3.2.2. Trois grands types de modèles	335
3.2.4. Transduction : entre le stimulus et la perception de la saveur sucrée	337
3.3. Analyse sensorielle dans le développement de produits édulcorés	338
3.3.1. Panel de dégustateurs	338
3.3.2. Évaluation du pouvoir sucrant	338
3.3.3. Élaboration d'un profil sensoriel	339
4. Édulcorants intenses	339
4.1. Édulcorants autorisés dans l'Union européenne	339
4.1.1. Acésulfame de potassium (E 950)	339
4.1.2. Aspartame (E 951)	340
4.1.3. Cyclamates (E 952)	342
4.1.4. Néohespéridine dihydrochalcone (NHDC) (E 959)	343
4.1.5. Saccharine (E 954)	344
4.1.6. Thaumatine (E 957)	346
4.2. Autres édulcorants intenses	347
4.2.1. Alitame	347
4.2.2. Néotame	348
4.2.3. Stéviolside	348
4.2.4. Sucralose	349
4.2.5. Twinsweet™	350
5. Édulcorants intenses en technologie alimentaire	352
5.1. Motivation des industriels et des distributeurs	352
5.2. Aspects technologiques	352
5.2.1. Différentes fonctions du sucre à remplacer	352
5.2.2. Caractéristiques de l'édulcorant intense idéal	352
5.2.3. Contraintes techniques de mise en œuvre des édulcorants intenses	353
6. Édulcorants intenses et prise alimentaire	354
Références bibliographiques	355

Chapitre 17

Colorants autorisés en alimentation humaine

(Claude Atgié et Georges de Saint Blanquat)

357

1. Différentes approches de la coloration	358
2. Exigences requises pour les colorants	358

3. Historique de l'utilisation des colorants en alimentation	359
4. Essais de classification	364
5. Colorants jaunes	365
5.1. Curcumine (<i>E 100</i>)	365
5.2. Riboflavine (<i>E 101</i>)	366
5.3. Tartrazine (<i>E 102</i>)	366
5.4. Jaune de quinoléine (<i>E 104</i>)	367
6. Colorants oranges et rouges	367
6.1. Jaune orangé S (<i>E 110</i>)	367
6.2. Cochenille, acide carminique (<i>E 120</i>)	368
6.3. Azorubine (<i>E 122</i>)	368
6.4. Amarante (<i>E 123</i>)	368
6.5. Rouge cochenille A (Ponceau 4 R) (<i>E 124</i>)	369
6.6. Érythrosine (<i>E 127</i>)	369
6.7. Rouge allura AC (<i>E 129</i>)	370
7. Colorants bleus	370
7.1. Bleu patenté V (<i>E 131</i>)	370
7.2. Indigotine (<i>E 132</i>)	370
8. Colorants verts	371
8.1. Chlorophylles, chlorophyllines et complexes cuivriques (<i>E 140 E 141</i>)	371
8.2. Vert acide brillant (<i>E 142</i>)	372
9. Colorants bruns et noirs	372
9.1. Caramels (<i>E 150</i>)	372
9.2. Brun FK (<i>E 154</i>)	373
9.3. Charbon végétal médicinal (<i>E 153</i>)	373
9.4. Noir brillant BN (<i>E 151</i>)	373
10. Colorants de nuances diverses	374
10.1. Caroténoïdes (<i>E 160</i>)	374
10.2. Xanthophylles (<i>E 161</i>)	377
10.3. Rouge de betterave (<i>E 162</i>)	379
10.4. Anthocyanes (<i>E 163</i>)	379
11. Aspects toxicologiques	380
11.1. Pharmacocinétique et métabolisme	380
11.1.1. Action de la flore bactérienne	380
11.1.2. Absorption intestinale – Réexcrétion biliaire	381
11.1.3. Catabolisme hépatique	381
11.1.4. Effets biochimiques et métaboliques	381
11.2. Cancérogenèse et colorants	382
11.3. Colorants et allergie	383
11.4. Quelques cas particuliers	383
11.4.1. Rouge allura AC	383
11.4.2. Amarante	383
11.4.3. Noir brillant BN	384
11.4.4. Azorubine (carmoisine)	384
12. Consommation	384
Conclusions	385
Références bibliographiques	385

Chapitre 18

Agents épaississants et gélifiants de nature glucidique*(Jean-Louis Doublier et Jean-François Thibault)*

1. Origine et structure chimique	387
1.1. Extraits d'algues	388
1.1.1. Extraits d'algues rouges : agar-agar, carraghénanes	388
1.1.2. Extraits d'algues brunes : alginates	390
1.2. Extraits de graines : galactomannanes	392
1.3. Extraits de sous-produits végétaux : pectines	393
1.4. Exsudats de plantes	394
1.5. Polyosides d'origine microbienne	395
1.5.1. Gomme xanthane	395
1.5.2. Gomme gellane	396
1.6. Modifications chimiques de la cellulose et de l'amidon	396
1.6.1. Dérivés de cellulose	396
1.6.2. Dérivés de l'amidon	397
2. Propriétés et mécanismes	398
2.1. Comportement en milieu aqueux	398
2.1.1. Solubilité des polyosides	398
2.1.2. Conformation des macromolécules en milieu aqueux	399
2.2. Propriétés épaississantes	401
2.3. Propriétés gélifiantes	403
2.3.1. Phénomènes généraux liés à la gélification	403
2.3.2. Mécanismes de gélification	404
2.4. Synergies entre polyosides	411
2.4.1. Mélanges d'hydrocolloïdes	411
2.4.2. Systèmes amidon-hydrocolloïdes	413
2.5. Interactions avec les protéines	413
2.5.1. Interactions ioniques	414
2.5.2. Interactions carraghénanes-protéines du lait	414
2.5.3. Autres types d'interactions	415
3. Utilisations	416
3.1. Denrées épaissies	417
3.2. Denrées gélifiées	418
Conclusion	421
Références bibliographiques	421

Chapitre 19

Agents émulsifiants (Didier Marion et Jean-Paul Douliez)

1. Origines et structure chimiques	427
1.1. Monoglycérides et diglycérides	428
1.1.1. Procédés de fabrication	428
1.1.2. Purification – Distillation	429
1.1.3. Génération <i>in situ</i> de monoglycérides	430
1.2. Les dérivés des monoglycérides	430
1.3. Sucroesters et sucroglycérides	431

Chapitre 18

Agents épaississants et gélifiants de nature glucidique

(Jean-Louis Doublier et Jean-François Thibault) 387

1. Origine et structure chimique	388
1.1. Extraits d'algues	388
1.1.1. Extraits d'algues rouges : agar-agar, carraghénanes	388
1.1.2. Extraits d'algues brunes : alginates	390
1.2. Extraits de graines : galactomannanes	392
1.3. Extraits de sous-produits végétaux : pectines	393
1.4. Exsudats de plantes	394
1.5. Polyosides d'origine microbienne	395
1.5.1. Gomme xanthane	395
1.5.2. Gomme gellane	396
1.6. Modifications chimiques de la cellulose et de l'amidon	396
1.6.1. Dérivés de cellulose	396
1.6.2. Dérivés de l'amidon	397
2. Propriétés et mécanismes	398
2.1. Comportement en milieu aqueux	398
2.1.1. Solubilité des polyosides	398
2.1.2. Conformation des macromolécules en milieu aqueux	399
2.2. Propriétés épaississantes	401
2.3. Propriétés gélifiantes	403
2.3.1. Phénomènes généraux liés à la gélification	403
2.3.2. Mécanismes de gélification	404
2.4. Synergies entre polyosides	411
2.4.1. Mélanges d'hydrocolloïdes	411
2.4.2. Systèmes amidon-hydrocolloïdes	413
2.5. Interactions avec les protéines	413
2.5.1. Interactions ioniques	414
2.5.2. Interactions carraghénanes-protéines du lait	414
2.5.3. Autres types d'interactions	415
3. Utilisations	416
3.1. Denrées épaissies	417
3.2. Denrées gélifiées	418
Conclusion	421
Références bibliographiques	421

Chapitre 19

Agents émulsifiants (Didier Marion et Jean-Paul Douliez) 427

1. Origines et structure chimiques	428
1.1. Monoglycérides et diglycérides	428
1.1.1. Procédés de fabrication	428
1.1.2. Purification – Distillation	429
1.1.3. Génération <i>in situ</i> de monoglycérides	430
1.2. Les dérivés des monoglycérides	430
1.3. Sucroesters et sucroglycérides	431

1.4. Esters de propylène-glycol	433
1.5. Esters polyglycéridiques d'acides gras	433
1.6. Dérivés de l'acide lactique	434
1.7. Esters du sorbitol	434
1.8. Phospholipides (lécithines)	435
1.8.1. Lécithines naturelles	435
1.8.2. Fractionnement et modification des lecithines	438
1.8.3. Lécithines « cachées »	439
1.8.4. Lécithines de synthèse ou lecithine YN	440
2. Caractéristiques et fonctions des émulsifiants	441
2.1. Caractéristiques physicochimiques	441
2.1.1. Solubilité	441
2.1.2. Importance de l'état physique : mésomorphisme des agents émulsifiants	442
2.2. Fonctions des agents émulsifiants	449
2.2.1. Transfert des agents tensioactifs de la phase aqueuse aux interfaces	449
2.2.2. Stabilisation des émulsions	451
2.2.3. Stabilisation des mousses et foisonnement	451
2.2.4. Formation de complexes avec les macromolécules	452
2.2.5. Contrôle de cristallisation des matières grasses	457
3. Utilisations alimentaires	457
3.1. Exemples d'utilisation des émulsifiants	458
3.1.1. Crèmes glacées	458
3.1.2. Sauces émulsionnées	458
3.1.3. Produits de cuisson	459
Conclusion	461
Références bibliographiques	462

Cinquième partie Auxiliaires technologiques de fabrication

Chapitre 20

Utilisation des enzymes en technologie alimentaire (Paul Ducroo)	471
1. Généralités	471
1.1. Définition	471
1.2. Classification IUPAC	473
1.3. Marché mondial des enzymes et l'AMFEP	473
1.4. Fabrication d'une préparation enzymatique	474
1.5. Formes commerciales des préparations enzymatiques	474
1.6. Méthodes d'analyse enzymatique	475
2. Généralités sur les applications des enzymes	477
2.1. Raisons d'utiliser les enzymes	477
2.1.1. Recherche de la spécificité	477
2.1.2. Accélération ou régularisation des phénomènes enzymatiques	477
2.1.3. Amélioration des conditions de travail dans l'industrie concernée	478
2.1.4. Amélioration de la qualité du produit fabriqué	478

2.1.5. Réalisation de produits nouveaux	478
2.1.6. Régularisation des prix sur le marché	479
2.2. Rôle technologique	479
2.2.1. Propriétés générales des enzymes	479
2.2.2. Rôle technologique	480
3. Risques éventuels d'emploi	481
3.1. Risques technologiques	482
3.2. Risques nutritionnels	482
4. Application	483
4.1. Récapitulation historique	483
4.2. Emploi des enzymes en glucoserie	483
Conclusion	486
Références bibliographiques	487

Chapitre 21

Agents de clarification et de stabilisation des boissons

(*Alain Razungles, Aude Vernhet, Michel Salgues*) 489

1. Introduction	489
1.1. Élimination	489
1.2. Stabilisation	489
2. Protéines	490
2.1. Mécanisme d'action	490
2.2. Gélatine	491
2.3. Ichthyocolle ou colle de poisson	493
2.4. Albumine d'œuf	493
2.5. Caséine	494
3. Macromolécules saccharidiques et protéoglycanes	496
3.1. Mécanismes d'action	496
3.1.1. Stabilisants	496
3.1.2. Flocculants	496
3.2. Limite d'emploi de ces produits	496
3.3. Gomme arabique	497
3.4. Acides alginiques	497
3.5. Mannoprotéines de levures	498
3.6. Carboxyméthylcellulose de sodium	498
4. Substances minérales	498
4.1. Bentonites	499
4.2. Dioxyde de silicium	501
5. Macromolécules synthétiques	501
5.1. Polyvinylpyrrolidone (PVPP)	502
5.2. Résines échangeuses d'ions	502
6. Autres composés	503
6.1. Charbons	504
6.2. Tanins	504
6.3. Divers	505
Conclusions	505
Références bibliographiques	506

Chapitre 22

Agents antimousses (*Claude Schuhmacher*) 509

1. Mousses	509
1.1. Causes de formation	509
1.2. Différentes sortes de mousse	510
1.2.1. Mousse sphérique ou occluse	510
1.2.2. Mousse polyédrique ou superficielle	511
2. Mécanismes de destruction des mousses	512
2.1. Moyens mécaniques	512
2.2. Moyens thermiques	512
2.3. Moyens chimiques et physicochimiques	512
2.4. Antimousse	512
2.4.1. Formation d'un complexe avec le ou les agents tensio-actifs responsables de la formation de mousses	513
2.4.2. Formation d'un film superficiel à la surface du liquide	513
2.4.3. Mécanismes d'action de l'antimousse	513
2.4.4. Importance de l'aération dans les procédés de fermentation	515
3. Agents antimousses	518
3.1. Corps gras et dérivés	518
3.1.1. Corps gras d'origine animale et végétale	518
3.1.2. Dérivés de corps gras	519
3.1.3. Alcools gras	520
3.2. Condensats d'oxydes d'éthylène et/ou de propylène	520
3.2.1. Polyglycols	520
3.3. Silicones	521
3.4. Application en dispersion	521
4. Utilisation des agents antimousses dans les industries alimentaires	522
4.1. Industries de transformation directe	522
4.1.1. Lavage des végétaux avant épluchage	522
4.2. Industries d'extraction	523
4.2.1. Extraction fourragère et séchage	523
4.2.2. Sucreries	523
4.2.3. Féculeries	525
4.3. Industries de fermentation et de biosynthèse	526
4.3.1. Levures	526
4.3.2. Production d'acides organiques	526
4.3.3. Acides aminés	527
4.3.4. Distillerie	527
4.4. Lavage du matériel et traitement des eaux résiduelles	528
5. Méthodes de simulation utilisées pour la détermination du pouvoir moussant des milieux et du pouvoir inhibiteur et désaérateur des antimousses	529
5.1. Méthode à la baratte	529
5.2. Utilisation combinée des méthodes statiques et dynamiques	529
5.3. Mesure de l'indice d'aération et de l'efficacité des antimousses	530
5.3.1. Test par circulation sans aération	531
5.3.2. Test par circulation et aération	531
Références bibliographiques	532

Sixième partie
Utilisation des additifs et adjuvants
par les principales industries agroalimentaires

Chapitre 23

Produits carnés, charcuteries, salaisons, plats cuisinés
et produits dérivés de la viande (Paule Durand)

Produits carnés, charcuteries, salaisons, plats cuisinés et produits dérivés de la viande (Paule Durand)	537
1. Nitrate, nitrite	538
1.1. Transformation du nitrate en nitrite	539
1.2. Influence du nitrite sur la couleur	539
1.2.1. Couleur de la viande	539
1.2.2. Couleur des produits traités en salaison	541
1.2.3. Stabilité des pigments nitrosés	541
1.2.4. Méthodes pour stabiliser les pigments nitrosés	544
1.3. Influence sur le goût	546
1.4. Influence sur la microbiologie	546
1.5. Sites de fixation du nitrite	548
1.6. Conditions d'utilisation des nitrates et des nitrites	550
1.6.1. Salaison au nitrate seul	550
1.6.2. Salaison au nitrite seul	551
1.6.3. Salaison mixte	551
1.7. Pénétration et évolution du nitrate et du nitrite	551
1.8. Doses résiduelles, toxicité	555
2. Acides ascorbique et érythorbique, ascorbates, érythorbates	559
3. Phosphates et polyphosphates	559
3.1. Constitution des polyphosphates	559
3.2. Influence sur le pouvoir de rétention d'eau ou PRE	560
3.3. Influence sur la solubilité et le pouvoir émulsifiant des protéines	564
3.4. Influence sur la rancidité et la stabilité de la couleur	566
3.5. Influence sur la microbiologie	567
3.6. Influence sur la corrosion	567
3.7. Hydrolyse des polyphosphates	567
3.8. Choix des polyphosphates	568
4. Acides organiques, lactates, acétates	570
5. Glucono- δ -lactone (GDL)	571
6. Conservateurs	572
6.1. Acide sorbique, sorbates, acide benzoïque, benzoates, parahydroxybenzoates	572
6.2. Sulfites	573
6.3. Natamycine	573
7. Exhausteurs de goût	573
8. Liants	573
8.1. Amidons modifiés chimiquement	574
8.2. Cellulose et dérivés cellulosiques	575
8.3. Farines de caroube et de guar	575
8.4. Extraits d'algues	576

8.4.1. Carraghénanes	576
8.4.2. Alginates	578
8.5. Gommages de fermentation	579
8.5.1. Gomme xanthane	579
8.5.2. Gomme gellane	579
8.6. Dérivés des lipides	579
9. Colorants	580
9.1. Colorants de masse	580
9.1.1. Sang	580
9.1.2. Colorants	580
9.2. Colorants d'enveloppe et de décors	582
10. Commercialisation des additifs	583
Références bibliographiques	583

Chapitre 24

Conserves appertisées (Michel Biton)	587
1. Aspects réglementaires	587
2. Additifs utilisés dans les conserves de légumes appertisés	588
2.1. Acidifiants	588
2.2. Antioxygènes	588
2.3. Affermissants	588
2.4. Autres additifs	588
2.5. Auxiliaires technologiques utilisés pour le pelage	588
3. Additifs utilisés dans les conserves de fruits appertisés	590
3.1. Colorants	590
3.2. Acidifiants	590
3.3. Affermissants	590
3.4. Gélifiants	590
4. Additifs utilisés dans les plats cuisinés appertisés et les conserves à base de viandes	591
4.1. Colorants	591
4.2. Antioxygènes	591
4.3. Gélifiants et épaississants	591
4.4. Émulsifiants et stabilisants	591
4.5. Exhausteurs de goût	592
4.6. Autres additifs	592
Conclusion	592

Chapitre 25

Produits de boulangerie et de cuisson des céréales	
Panification – pâtisserie – biscuiterie – biscotterie	
(Véronique Fabien-Soulé et Bernard Pratz)	593
1. Réglementation	593
2. Définition des produits	594
2.1. Catégorisation européenne	594
2.2. Définition des produits	595
3. Additifs autorisés	597

3.1. Additifs autres que colorants et édulcorants	597
3.1.1. Produits de la boulangerie ordinaire	597
3.1.2. Produits de boulangerie fine	598
3.1.3. Nappages, fourrages, enrobages	599
3.1.4. Divers	600
3.2. Colorants	600
3.2.1. Pain et produits apparentés	600
3.2.2. Produits de boulangerie fine	601
3.3. Édulcorants	602
4. Enzymes autorisées en France	603
5. Conclusion	603
Sommaire : Additifs généralement autorisés dans les denrées alimentaires	608

Chapitre 26

Additifs utilisés dans les produits laitiers (Lucien Mouillet)	611
1. Colorants	612
2. Agents conservateurs	613
3. Antioxygènes	614
4. Émulsifiants, stabilisants, épaississants, gélifiants	615
5. Arômes	616
6. Édulcorants	617
6.1. Édulcorants intenses	617
6.2. Édulcorants massiques (arrêté du 24 juillet 87)	618
7. Additifs dans les produits laitiers diététiques	618
7.1. Additifs à but diététique	618
7.2. Additifs dans les produits diététiques	620
8. Auxiliaires de fabrication	620
8.1. Catalyseurs biochimiques	620
8.2. Modificateurs de pH	621
8.3. Agents de texture	621
8.4. Agents liés à l'utilisation d'additifs	622
8.5. Agents d'enrobage	622
8.6. Agents propulseurs	622
Sommaire : Additifs utilisés par produits	623

Chapitre 27

Industries des corps gras (Odile Morin et Xavier Pagès)	627
1. Procédés et leurs auxiliaires technologiques	627
1.1. Trituration des graines oléagineuses	627
1.1.1. Opérations de préparation de la graine oléagineuse	627
1.1.2. Pression	629
1.1.3. Extraction	630
1.1.4. Perspectives et techniques alternatives	633
1.2. Obtention des huiles vierges	633
1.3. Raffinage des huiles brutes	634
1.3.1. Dégommage ou conditionnement acide	635

1.3.2.	Neutralisation alcaline	635
1.3.3.	Décoloration	636
1.3.4.	Désodorisation	637
1.3.5.	Frigélisation ou « winterisation »	637
1.3.6.	Spécifications minimales des corps gras alimentaires raffinés fixées par la réglementation	638
1.4.	Transformation des corps gras	638
1.4.1.	Hydrogénation	638
1.4.2.	Fractionnement	639
1.4.3.	Interestérification	639
2.	Produits et leurs additifs	640
2.1.	Huiles vierges	640
2.2.	Huiles raffinées	640
2.3.	Margarines et pâtes à tartiner	640
2.3.1.	Présentation des produits	640
2.3.2.	Procédé de fabrication	644
2.3.3.	Additifs	645
2.3.4.	Ajouts de vitamines	648
2.4.	Émulsions de matières grasses destinées à d'autres produits alimentaires – Autres additifs	649
	Références bibliographiques	650

Chapitre 28

Boissons : vin, bière (<i>Bruno Duteurtre et Bertrand Robillard</i>)	651
1. Additifs et auxiliaires technologiques utilisés en œnologie	652
1.1. Additifs	652
1.1.1. Antioxydants	652
1.1.2. Additifs à base de sucre	653
1.1.3. Additifs de clarification	654
1.1.4. Additifs de stabilisation ionique et tartrique	655
1.1.5. Additifs d'acidification et de désacidification	655
1.1.6. Additifs employés pour le développement des levures	656
1.2. Auxiliaires technologiques	657
1.2.1. Auxiliaires utilisés pour la stabilisation ionique et tartrique	657
1.2.2. Auxiliaires utilisés pour les opérations de collage	658
1.2.3. Auxiliaires utilisés pour les opérations de clarification	660
2. Additifs et auxiliaires technologiques utilisés en malterie et brasserie	661
2.1. Additifs en malterie	661
2.1.1. Acide gibbérellique	661
2.1.2. Bromate de potassium et de sodium	661
2.1.3. Glucose	662
2.1.4. Formaldéhyde	662
2.1.5. Culture starter	662
2.2. Additifs en brasserie	662
2.2.1. Additifs au brassage	662
2.2.2. Additifs de stabilisation de la bière	666
Références bibliographiques	666

Chapitre 29

Additifs et suppléments en alimentation animale

(Jean-Pierre Melcion et Christian Janet)

	669
1. Additifs et suppléments : présentation	669
1.1. Produits régis par plusieurs réglementations	670
1.2. Produits nombreux et divers	672
1.2.1. Supplémentations nutritionnelles	672
1.2.2. Additifs d'activation de la croissance et de prévention des maladies	673
1.2.3. Autres additifs	673
1.3. Utilisations différenciées selon les spéculations animales	675
2. Réglementation et son évolution	675
2.1. Effet de l'évolution des connaissances scientifiques	675
2.2. Pression des consommateurs	677
3. Aspects technologiques : incorporation aux aliments composés	680
3.1. Additifs pulvérulents	680
3.1.1. Technologie des prémélanges	680
3.1.2. Incorporation aux aliments composés	683
3.1.3. Contrôle de la qualité des pré-mélanges et des mélanges	683
3.2. Additifs liquides	684
4. Additifs à rôle technologique : cas des liants et antimottants	685
4.1. Définitions	685
4.2. Origines et propriétés	686
4.2.1. Adjuvants d'origine minérale	686
4.2.2. Adjuvants d'origine organique	688
4.3. Évaluation de l'efficacité des liants et antimottants	689
4.3.1. Évaluation des propriétés liantes (et lubrifiantes)	689
4.3.2. Évaluation des propriétés antimottantes	691
Conclusion	693
Références bibliographiques	694
Annexe : Calcul de l'aptitude au mélange d'un additif : exemple d'un concentrat	
Annexe	697

Chapitre 30

Produits de la mer (Guy Piclet et Henri Loréal)

	699
1. Considérations générales	699
2. Catégories	700
2.1. Œufs de poisson	700
2.1.1. Caviar et succédanés de caviar	700
2.1.2. Autres œufs de poissons	701
2.1.3. Tarama	701
2.2. Poissons séchés, salés, fumés	701
2.2.1. Haddock et produits du type haddock	701
2.2.2. Succédanés de saumon fumé	702
2.3. Crevettes	702
2.4. Produits à base de surimi	703
2.5. Saumons et truites	703

3. Conservateurs et séquestrants	704
3.1. Poissons salés, séchés	704
3.2. Crustacés crus	705
3.3. Crustacés et céphalopodes cuits	707
3.3.1. Cas de la crevette grise	707
3.3.2. Autres crevettes cuites	708
3.3.3. Autres crustacés et céphalopodes cuits	708
3.4. Caviar et succédanés de caviar – Semi-conserves d’œufs de poisson	708
3.5. Semi-conserves marinées	709
3.6. Conserves, semi-conserves, produits congelés	711
4. Antioxygènes	714
4.1. Préparations de poissons en conserve ou congelés	714
5. Agents émulsifiants, épaississants et gélifiants	716
5.1. Alginates, agar-agar et carraghénanes	717
5.2. Gomme xanthane	717
5.3. Farines des graines de guar et de caroube	718
5.4. Amidons modifiés	718
5.5. Carboxyméthylcellulose	718
6. Stabilisants et cryoprotecteurs	719
7. Auxiliaires technologiques	721
7.1. Pelage chimique du maquereau destiné à la conserve	721
7.2. Décoloration des pulpes de poisson à l’ozone	721
Annexe : Tableau synoptique des additifs et auxiliaires technologiques autorisés en France dans les poissons, crustacés, autres animaux marins et dans les préparations dérivées	722
Références bibliographiques	730
Index	733



Demande pressante en nouveaux produits, en nouvelles saveurs et flaveurs, impératifs de conservation et de sécurité alimentaire... L'utilisation des additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires revêt une importance primordiale sur les plans technologique, toxicologique et psychologique. Les évolutions techniques, économiques et réglementaires depuis la précédente édition (1992) ont imposé la refonte totale de ce traité de référence.

Sa rédaction a réuni 42 spécialistes : fabricants d'additifs, industriels utilisateurs, mais aussi toxicologues, associations de consommateurs, administrations et instituts de recherche. Cette approche multidisciplinaire permet une analyse objective et complète passant en revue les règles d'emploi, les structures chimiques et fonctionnelles des diverses catégories d'additifs et adjuvants, ainsi que les réglementations qui régissent leurs utilisations pour la plus grande sécurité du consommateur.

Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires propose aux industriels les clés indispensables pour rester compétitifs en gardant les spécificités de leurs produits et en préservant le haut niveau de sécurité requis pour la consommation.

Jean-Louis Multon, ingénieur Ensia (École nationale supérieure des Industries agricoles et alimentaires), docteur ès sciences, directeur de recherches à l'Inra, président de la SSHA (Société scientifique d'hygiène alimentaire), professeur consultant à l'Ensia, est expert agréé par la Cour de cassation et par la cour d'appel de Paris.

2-7430-0436-3



9782743004361