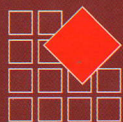


Jean Graille
coordonnateur



Lipides et corps gras alimentaires



COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES

Editions
TEC
& **DOC**

Table des matières

Chapitre 1

Corps gras alimentaires : aspects chimiques, biochimiques

et nutritionnels (Jean-Pierre Poisson, Michel Narce)

Introduction	1
1. Constituants des lipides	4
1.1. Acides gras	4
1.1.1. Acides gras saturés	5
1.1.2. Acides gras insaturés	8
1.2. Glycérides	16
1.2.1. Généralités	16
1.2.2. Glycérides partiels	18
1.3. Autres constituants	21
1.3.1. Phosphatides	21
1.3.2. Cérides	26
1.3.3. Insaponifiable	26
1.3.4. Chlorophylles et dérivés	35
1.3.5. Produits d'altération	35
1.3.6. Propriétés physicochimiques des lipides	35
2. Aspects nutritionnels des lipides	37
2.1. Place des acides gras polyinsaturés dans la chaîne alimentaire	38
2.2. Effets bénéfiques des AGPI	39
2.3. Spécificité des AGPI en n-3	39
2.4. Spécificités de l'acide arachidonique (AA)	40
2.5. Effets opposés de l'AA et des AGPI en n-3	40
2.6. AGPI et stress oxydatif	41
2.7. AGPI et pathologie cardiovasculaire	42
2.7.1. AGPI et cholestérol sérique	43
2.7.2. AGPI et homéostasie du glucose	43

2.7.3. Acides gras et cancer	44
2.7.4. Effet immunosuppresseur	45
2.8. Besoins en acides gras polyinsaturés durant la grossesse et la lactation	45
2.9. Besoins en AGPI chez les enfants à terme	47
2.10. Implication des AGPI dans la vision	47
Conclusions	47
Références bibliographiques	48

Chapitre 2

Problèmes de stabilité des produits alimentaires liés à la présence des lipides (Jan Pokorný)

Introduction	51
1. Mécanismes de l'oxydation des lipides	52
1.1. Mécanisme d'auto-oxydation des lipides	52
1.2. Produits primaires de la réaction d'auto-oxydation des lipides	53
1.3. Oxydation enzymatique des lipides	55
1.4. Oxydation des lipides par l'oxygène singulet	56
2. Formation de produits rances par décomposition des hydroperoxydes	56
2.1. Formation de produits volatils	56
3. Influence des métaux lourds sur l'oxydation des lipides	59
4. Interactions entre protéines et produits d'oxydation des lipides	60
4.1. Formation de lipoprotéines insolubles par interaction avec des protéines	60
4.2. Réactions avec les groupements soufrés	61
4.3. Réactions avec les groupements amines	61
4.4. Réactions de réticulation	62
4.5. Effet des produits de la réaction de Maillard	62
5. Influence des antioxydants	63
5.1. Action antiradicalaire des antioxydants	63
5.2. Stabilisation des hydroperoxydes	65
5.3. Antioxydants enzymatiques	65
5.4. Synergistes des antioxydants phénoliques	65
5.5. Autres mécanismes de l'inhibition de l'oxydation des lipides	65
5.6. Principaux composés alimentaires à activité antioxydante	66
5.7. Antioxydants en tant qu'additifs alimentaires	69
6. Influence de l'eau et des facteurs physiques	70
6.1. Effet de la distribution des lipides dans le produit	70
6.2. Prévention de la pénétration de l'oxygène dans les produits alimentaires	70
6.3. Effet de l'eau	71
6.4. Aspects sensoriels de l'effet des lipides dans les produits alimentaires	72
7. Dégradation hydrolytique	72
8. Autres produits de dégradation	73
8.1. Réactions d'isomérisation des doubles liaisons	73
8.2. Réaction de polymérisation des lipides insaturés	74
9. Perspectives futures	74
Références bibliographiques	75

Chapitre 3

L'huile d'olive : sa place dans l'alimentation humaine*(Claude-Louis Léger)*

81

Un peu d'histoire	81
1. Production actuelle	82
2. Progression de la consommation	83
3. Différentes huiles d'olive en Europe	83
4. Caractéristiques de composition	84
5. Biodisponibilité des constituants de l'HOVE	87
6. Rôle de l'acide oléique en relation avec la prévention cardiovasculaire	88
6.1. Remarque préliminaire	88
6.2. Acide oléique et cholestérolémie	88
6.3. Acide oléique et protection des lipoprotéines contre l'oxydation	92
6.4. Autres effets de l'acide oléique sur des processus impliqués dans l'athérosclérose	93
7. Propriétés biologiques des polyphénols	94
7.1. Considérations préliminaires	94
7.2. Propriétés antioxydantes des polyphénols	95
7.3. Autres propriétés des polyphénols	96
8. Propriétés des autres constituants mineurs de l'HOVE	97
9. Effets de l'HOVE en tant que telle	97
9.1. Dans l'inflammation et l'hémostase	97
9.2. Dans le diabète	98
9.3. Sur l'appareil digestif	98
9.4. Sur le cancer	99
Conclusion	99
Références bibliographiques	100

Chapitre 4

Technologies membranaires en lipotechnie *(Michel Parmentier,**Jacques Fanni, Michel Linder)*

107

1. Techniques de filtration membranaires	107
1.1. Généralités sur la séparation membranaire	107
1.1.1. Différentes techniques séparatives	108
1.1.2. Membranes utilisées	109
1.2. Filtration tangentielle	111
1.3. Considérations théoriques	111
1.3.1. Phénomènes à l'interface solution/membrane	114
1.4. Influence des paramètres de conduite sur la filtration	116
1.4.1. Choix de la membrane	116
1.4.2. Diamètres des pores	116
1.4.3. Pression transmembranaire	117
1.4.4. Vitesse d'écoulement	117
1.4.5. Concentration	118
1.4.6. Température	118

2. Techniques de filtration membranaires dans les procédés d'élaboration et de transformation des huiles et graisses	119
2.1. Vue générale de l'alternative « membrane » en lipotechnie	119
2.2. Procédés d'élaboration	121
2.2.1. Extraction	121
2.2.2. Raffinage	122
2.2.3. Décirage	126
2.3. Procédés de séparation et fractionnement	126
2.3.1. Fractionnement de la MGLA	127
2.3.2. Autres séparations dans le domaine des lipides	132
2.3.3. Extraction-purification en lipotransformation	133
2.4. Procédés périphériques de séparation	135
2.4.1. Traitement des eaux usées	135
2.4.2. Traitement des huiles de friture usagées	136
3. Avenir des technologies membranaires dans le domaine de la lipotechnie	137
3.1. Bilan	137
3.2. Conclusions à tirer	137
3.2.1. Extrapolation des techniques hydrophiles	138
3.2.2. Matériaux membranaires	138
3.3. Vers des mécanismes originaux	138
3.3.1. Spécificité des milieux hydrophobes	138
3.3.2. Quels mécanismes de discrimination mettre en œuvre ?	140
3.3.3. Quels matériaux utiliser comme barrière ?	141
Conclusion	142
Références bibliographiques	143

Chapitre 5

Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire (Élizabeth Prior)

1. Les corps gras sont des composants clefs de l'alimentation	148
2. Paramètres critiques influençant l'utilisation des corps gras	148
2.1. Quelques principes de la chimie lipidique	149
2.1.1. Approche du chimiste	149
2.1.2. Approche du biochimiste et du nutritionniste	149
3. Stabilité oxydative	151
3.1. Oxydation et qualité des aliments	151
3.2. Stabilité oxydative	153
3.2.1. Stabilité des acides gras polyinsaturés	153
3.2.2. Antioxydants	155
3.2.3. Pro-oxydants	155
3.2.4. Activité thermodynamique de l'eau et taille de l'interface avec l'air	155
3.3. Mécanismes d'oxydation des lipides	156
3.3.1. Auto-oxydation	156
3.3.2. Photo-oxydation	158
3.3.3. Oxydation enzymatique	159
3.3.4. Rancissement hydrolytique	161

3.4. Stratégies de limitation de l'oxydation	161
4. Propriétés physiques	163
4.1. Point de fusion	165
4.2. Teneur en solide	166
4.3. Structure cristalline	166
4.4. Plasticité	169
4.5. Point de fumée et point éclair	170
5. Goût	170
6. Modification de paramètres critiques	171
6.1. Hydrogénation	171
6.2. Fractionnement	172
6.3. Interestérification	173
6.4. Wintérisation	174
6.5. Mélange	174
7. Rôle des graisses et des huiles dans la technologie alimentaire	175
7.1. Agent de transfert de chaleur	176
7.2. Aide technologique	176
7.3. Rôle barrière à l'humidité, à l'air et à la perte d'arôme	177
7.4. Protection contre les attaques microbiennes	177
7.5. Rôle de vecteur	178
7.6. Sensoriel	178
7.6.1. Aspect	178
7.6.2. Texture et texture en bouche (<i>mouthfeel</i>)	178
7.6.3. Flaveur	179
8. Rôle structurant clé des lipides dans les produits alimentaires	180
8.1. Chocolat	180
8.2. Crèmes glacées	182
8.3. Mayonnaise	182
8.4. Margarine	183
8.5. Produits de boulangerie	184
8.5.1. Croissants et pâte feuilletée	184
8.5.2. Gâteaux	184
8.5.3. Pâtes brisées et autres produits « sablés »	185
9. Tendances du futur	186
Références bibliographiques	187

Chapitre 6

Matière grasse en cuisine : problème central de la gastronomie moléculaire

(Hervé This)	189
1. Point de vue de la gastronomie moléculaire	189
1.1. Gastronomie moléculaire	189
1.2. Matières grasses d'usage culinaire	192
2. Usages physiques	192
2.1. Matières grasses à l'état liquide	193
2.1.1. Intermédiaire de cuisson	193
2.1.2. Dissolution de molécules aromatiques et sapides	203

2.1.3. Émulsions et sauces	207
2.1.4. Composant constitutif des aliments	220
2.1.5. Auxiliaire de préparation	221
2.2. Matières grasses à l'état solide	221
2.2.1. Intermédiaire de cuisson	221
2.2.2. Élément de préservation	221
2.2.3. Support de matières aromatiques, sapides et colorantes	221
2.2.4. La matière grasse comme solvant : l'enfleurage	221
2.2.5. Dans les systèmes pâteux	222
2.2.6. Dans les mousses	223
2.2.7. À l'état pur	224
3. Usages chimiques	224
3.1. Dans les réactions de Maillard	225
3.2. Rancissement	225
3.3. Autres réactions	226
4. Questions ouvertes	226
Références bibliographiques	228

Chapitre 7

Procédé de friture et produits frits (*Olivier Vitrac, Gilles Trystram, Anne-Lucie Raoult-Wack*) 231

Introduction	231
1. Principes de base et applications du procédé de friture	233
1.1. Principes de base	234
1.2. Intérêt technologique et économique de l'opération de friture	234
1.3. Principaux produits frits alimentaires	235
2. Diversité des applications de l'opération de friture	235
2.1. Applications à l'élaboration de produits alimentaires	235
2.1.1. Cas des produits amylacés	236
2.1.2. Cas des fruits	236
2.2. Application de la friture à l'extraction d'huiles et de matières grasses animales ou végétales	237
2.2.1. Séchage de l'amande de coco par friture dans de l'huile de coco	237
2.2.2. Séchage de déchets par friture	237
2.3. Applications non conventionnelles du procédé de friture	238
3. Mécanismes de transfert de chaleur et de départ d'eau au cours de la friture	238
3.1. Transfert de chaleur du bain de matière grasse au matériau	238
3.1.1. Transfert de chaleur par conduction lors de la friture plate	239
3.1.2. Transfert de chaleur par convection dans le cas de la friture profonde	240
3.1.3. Procédés permettant la réalisation de densités surfaciques de flux équivalentes à celles rencontrées en friture	241
3.2. Mécanisme de départ de l'eau au cours de la friture	242
4. Transformations au cours de la friture en relation avec la nature des matériaux transformés (composition, dimension, etc.)	244
4.1. Diversité des réactions et transformations en relation avec l'historique hydrothermique du matériau	245
4.2. Développement de la structure et de la texture finale	247

5. Imprégnation en matière grasse au cours de la friture et du refroidissement	248
5.1. Localisation et relation avec les transferts et transformations dans le matériau	248
5.2. Effet des propriétés de l'huile sur l'imprégnation en matière grasse	251
5.3. Principales transformations physiques et chimiques des huiles au cours de la friture	252
5.3.1. Réactions d'oxydation	252
5.3.2. Réactions de polymérisation	252
5.3.3. Réactions d'hydrolyse	252
5.4. Choix des huiles de friture	253
5.5. Gestion des huiles de friture	254
5.5.1. Évaluation de la qualité des huiles de friture	255
5.5.2. Réduction du niveau de dégradation des huiles de friture	255
5.5.3. Protection de l'environnement et débouchés des huiles de friture usagées	256
5.6. Aspects réglementaires	256
6. Éléments pour la conduite et l'optimisation du procédé de friture en fonction des qualités finales recherchées	257
6.1. Équipements de friture	257
6.2. Variables opératoires du procédé et prétraitements influant sur la qualité finale du matériau transformé	259
6.2.1. Variables opératoires	259
6.2.2. Pré et post-traitements combinés à la friture	260
6.3. Optimisation et commande du procédé de friture	261
6.3.1. Exemple d'optimisation multicritère en relation avec les propriétés de la matière première	261
6.3.2. Exemples de commande en ligne de procédés continus	263
6.4. Sécurité et environnement	264
6.4.1. Sécurité	264
6.4.2. Gestion des effluents gazeux : filtration et condensation des vapeurs	265
6.5. Stabilité des produits frits	265
6.5.1. Mobilité de l'eau dans le matériau et hydratation au cours du stockage	265
6.5.2. Oxydation des matières grasses au cours du stockage	267
Conclusion	267
Références bibliographiques	269

Chapitre 8

Technologie du chocolat et produits (Michel Ollivon, Hervé Adenier)	275
Introduction	275
1. Composition du chocolat et obtention des matières premières	277
1.1. Recette du chocolat	277
1.2. Contraintes réglementaires et naturelles	277
1.3. Obtention des fèves de cacao	279
2. Fabrication du chocolat	280
2.1. Constituants de base	280

2.1.1. Traitement des fèves	280
2.1.2. Pâte de cacao ou cacao en pâte	283
2.1.3. Beurre de cacao	283
2.1.4. Sucre	284
2.1.5. Poudre de cacao	285
2.2. Ingrédients d'origine lactique	285
2.3. Broyage du chocolat	286
2.4. Conchage	288
2.5. Tempérage du chocolat	289
2.6. Cristallisation du chocolat	290
2.6.1. Comportement thermique des matières grasses et du beurre de cacao	290
2.6.2. Polymorphisme des triglycérides	290
2.6.3. Polymorphisme du beurre de cacao et de ses principaux triglycérides	293
2.6.4. Diagramme de phase ternaire SOS/POS/POP	294
3. Tempérage du chocolat : cristallisation du BC	296
3.1. Principe	297
3.2. Mesure de la quantité de germes cristallins présents en cours de tempérage	300
3.3. Méthode simple de mesure de la quantité de germes cristallins par ATD simplifiée	300
4. Structure du chocolat et blanchiment gras	301
4.1. Structure du chocolat	301
4.2. Blanchiment gras (BG)	303
4.2.1. Origine du BG	304
4.2.2. Composition du blanchiment gras	306
4.2.3. Diagramme de phase mono-insaturés/polyinsaturés	307
4.2.4. Porosité au mercure et perméabilité au gaz	308
4.2.5. Remèdes actuellement proposés contre le blanchiment gras	310
5. Compatibilité du beurre de cacao avec d'autres matières grasses	311
5.1. Matières grasses de lait	311
5.2. Autres matières grasses	312
Références bibliographiques	313

Chapitre 9

Émulsions et mousses alimentaires (Jean-François Platon)	317
1. Généralités sur les émulsions	317
1.1. Types de dispersion	317
1.2. Définition des émulsions	317
1.3. Création des interfaces	318
2. Stabilité des émulsions	318
2.1. Tension interfaciale	318
2.2. Stabilité physique	318
2.2.1. Sédimentation ou crémage	319
2.2.2. Floculation ou coagulation	320
2.2.3. Coalescence ou rupture de l'émulsion	321
3. Additifs permettant d'améliorer la stabilité	322
3.1. Macromolécules	322

3.1.1. Mode d'action des polysaccharides	322
3.1.2. Gélifier ou figer le milieu	322
3.1.3. Épaissir ou changer la mobilité du milieu	322
3.1.4. Stabiliser ou maintenir en suspension	322
3.2. Surfactants	325
3.2.1. Définitions	325
3.2.2. Balance hydrophile-lipophile (HLB)	326
3.2.3. Propriétés des tensioactifs	331
3.2.4. Sélection des émulsifiants dans l'industrie alimentaire	331
4. Mousses	334
4.1. Mode d'obtention	334
4.2. Théorie de Gibbs	335
4.3. Stabilité	335
4.4. Propriétés des émulsions liquide-gaz	336
5. Exemples d'émulsions alimentaires	337
5.1. Lait gélifié	337
5.1.1. Lait	337
5.1.2. Amidon et carraghénanes	338
5.2. Liégeois	338
5.3. Crème fouettée	339
5.4. Mousse au chocolat	340
5.5. Crèmes glacées	341
5.5.1. Procédé	341
5.5.2. Formation de l'émulsion	343
5.5.3. Foisonnement et déstabilisation de l'émulsion	344
5.6. Sauces	346
5.6.1. Caractéristiques de l'huile	346
5.6.2. Émulsifiants et épaississants	346
5.6.3. Mayonnaise	347
5.6.4. Sauces salades	349
5.7. Margarine	350
5.7.1. Importance de la cristallisation	350
5.7.2. Fabrication	351
5.7.3. Margarines	351
5.7.4. Margarines à faible taux de matière grasse	352
Références bibliographiques	353

Chapitre 10

Dérivés de lipides acaloriques et bathcaloriques : substituts de matières grasses (Pierre Villeneuve)

Introduction	355
1. Types de substituts de matières grasses	356
1.1. Imitateurs de matières grasses	356
1.2. Substituts de matières grasses	356
1.2.1. Molécules à fort encombrement stériques	358
1.2.2. Molécules sans liaison ester ou avec une liaison « inversée »	358

2. Polyesters de sucres	359
2.1. Olestra	359
2.1.1. Synthèse	360
2.1.2. Fonctionnalités et champs d'application	361
2.1.3. Métabolisme et propriétés nutritionnelles	362
2.2. Polyesters de sorbitol : exemple de Sorbestrin	364
2.3. Autres esters de sucres	364
3. Triglycérides d'acides gras ramifiés	365
4. Polyesters de polyglycérols	365
5. Cires	370
6. Di- et tri-éthers de glycérol	367
7. Esters polycarboxyliques	368
8. Triglycérides structurés	368
8.1. Salatrim	369
8.1.1. Synthèse	370
8.1.2. Fonctionnalités et champs d'application	370
8.1.3. Métabolisme et propriétés nutritionnelles	372
8.2. Caprénine	373
Conclusion et perspectives	374
Références bibliographiques	375

Chapitre 11

Quel avenir pour les antioxydants naturels ? (Toshiaki Ohshima) 379

1. Oxydation des lipides et la qualité/détérioration des aliments	379
2. Systèmes multiphasés dans les aliments	380
3. Oxydation des lipides dans les systèmes multiphasés	382
4. Mécanisme d'antioxydation	384
4.1. Antioxydants bloquant la réaction en chaîne	384
4.2. Décomposition non enzymatique des peroxydes	385
4.3. Inactivateurs métalliques	385
4.4. Pièges à oxygène singulet	386
4.5. Agents enzymatiques de décomposition des peroxydes	387
5. Effets pro-oxydants de l'acide ascorbique et des tocophérols	387
6. Antioxydants naturels dans les aliments	388
6.1. Tocophérols	388
6.2. Acides phénols	389
6.3. Flavonoïdes	389
6.4. Extraits d'épices	390
7. Antioxydation des milieux polyphasés	392
8. Nutrition : propriétés biologiques des antioxydants/ santé et maladie	394
9. Tendances futures pour le développement des systèmes antioxydants	396
Références bibliographiques	398

Chapitre 12

Apports potentiels des oléagineux génétiquement modifiés

(Jean-Claude Kader) 403

Introduction	403
1. Biosynthèse des acides gras	406
1.1. Étapes plastidiales	406
1.2. Étapes extra-plastidiales	408
2. Cibles enzymatiques potentielles pour le génie génétique	409
2.1. Acyl-désaturases	409
2.1.1. Désaturases solubles	409
2.1.2. Désaturases membranaires	410
2.2. Thioestérases (et autres enzymes)	410
2.3. Acyltransférases	411
3. Manipulation de la qualité des huiles	412
4. Effets de l'accumulation d'acides gras inhabituels	414
Conclusions	415
Abréviations	415
Références bibliographiques	416

Chapitre 13

Aspects économiques du marché des oléagineux (Tancrède Voiturier) 419

Introduction	419
1. Les grandes caractéristiques du marché mondial des huiles et graisses	420
1.1. Pays et produits fournisseurs d'huiles et graisses	421
1.1.1. Oléagineux et différents produits agricoles	421
1.1.2. Production et échange	421
1.1.3. Grands produits	423
1.2. Évolution de la production et échanges sur un siècle	424
1.2.1. Production au ^{xx} e siècle	424
1.2.2. Échanges au ^{xx} e siècle	425
1.3. Cycle des cultures pérennes et tropicales dans les échanges internationaux	426
1.3.1. Échange d'oléagineux pérennes	426
1.3.2. Production d'oléagineux pérennes	426
2. Déterminants de la demande	427
2.1. Demande historique de corps gras	427
2.1.1. Effets de la révolution industrielle	427
2.1.2. Savonnerie	429
2.1.3. Margarine	432
2.2. Transition alimentaire du « grain » au « gras »	435
2.3. Goût et physiologie : l'exemple chinois	437
2.4. Courbe de Engel et effet revenu	438
3. Libre-échange et réponse de l'offre	440
3.1. Mondialisation des échanges à la fin du ^{xix} e siècle	440
3.2. Mondialisation des échanges à la fin du ^{xx} e siècle	441
4. Risque et couverture du risque	442

4.1. L'exemple malaysien	444
4.2. Marché à terme et couverture du risque-prix	445
4.2.1. Principaux marchés	445
4.2.2. Principaux contrats	445
5. L'Afrique en retrait	447
Conclusion	450
Références bibliographiques	451

Chapitre 14

Réglementation des corps gras (Michel Ollé)	453
Réglementation des corps gras	453
1. Décret du 11 mars 1908 modifié	453
1.1. Huiles	454
1.2. Graisses	454
1.3. Traitements autorisés	454
1.4. Traitements interdits	456
2. Huile d'olive	456
Annexes	457
3. Beurre et margarine	457
4. Additifs	458
4.1. Huiles et graisses	458
4.2. Margarines	460
4.3. Corps gras composés et produits allégés	461
5. Réglementation internationale	462
Conclusion	462
Index	463

Longtemps appréciés sans restriction par les consommateurs, les « corps gras » ou « lipides alimentaires » ont vu leur prestige tempéré par la mise à jour de l'activité des lipoprotéines macromoléculaires comme facteurs de risque pour le développement du cancer et des maladies cardiovasculaires.

Les lipides n'en demeurent pas moins indispensables à la santé humaine. Ils jouent un rôle essentiel dans le développement et l'entretien des fonctions cérébrales, du système nerveux central et sensoriel. Les constituants lipidiques des aliments fournissent à l'organisme d'importantes vitamines liposolubles (A, D, E, K). Les lipides ont aussi une forte influence sur les propriétés rhéologiques et sensorielles des aliments. Leur interaction avec les autres constituants, durant les procédés d'élaboration industrielle, détermine en effet les propriétés fonctionnelles des systèmes alimentaires.

Si les lipides doivent indéniablement être apportés en quantité suffisante par les aliments, les progrès technologiques (techniques de raffinage, fractionnement, modification, restructuration, stabilisation et encapsulation des lipides, nouvelles techniques de fabrication d'émulsions et de mousses alimentaires industrielles) permettent d'améliorer la gestion de cet apport, facilitant notamment une plus large utilisation des lipides insaturés.

Rédigé par les meilleurs spécialistes, *Lipides et corps gras alimentaires* présente l'état actuel des connaissances et les grands axes de recherche concernant les lipides alimentaires envisagés sous tous leurs aspects : la production, la modification, les propriétés physiques, chimiques et biologiques, l'exploitation culinaire et industrielle. Il expose clairement aux lecteurs les avancées scientifiques et technologiques qui marquent ce domaine et qui influent fortement sur l'évolution de l'alimentation humaine. Outil de référence indispensable pour les ingénieurs de la recherche et développement de l'industrie agroalimentaire, pour les chercheurs et les étudiants des grandes écoles, cet ouvrage intéressera également les nutritionnistes.

Ancien responsable de l'unité Sciences des matériaux alimentaires et du laboratoire de lipotechnie (CIRAD-AMIS, Montpellier), **Jean Graille**, coordonnateur de cet ouvrage, est actuellement consultant en technologie des lipides.

2-7430-0594-7



9782743005940