

SCIENCES SUP

*Cours*

IUT • Licence • Écoles d'ingénieurs

# BIOCHIMIE ALIMENTAIRE

6<sup>e</sup> édition de l'abrégé

*Charles Alais  
Guy Linden  
Laurent Miclo*

DUNOD

043 883

(2)

BL 282

# BIOCHIMIE ALIMENTAIRE



**Charles Alais**

**Guy Linden**

Professeur honoraire de biochimie  
à l'université Henri Poincaré - Nancy 1

**Laurent Miclo**

Maître de conférences  
à l'université Henri Poincaré - Nancy 1

6<sup>e</sup> édition de l'abrégé

DUNOD

1.1	Données analytiques	5
1.2	Apports nutritionnels	8
1.3	Aliments fonctionnels	10
2	GLUCIDES SIMPLES ET PRODUITS DÉRIVÉS	12
2.1	Structure et isomérisation	12
2.2	Les pentoses	15
2.2.1	Arabinose	16
2.2.2	Xylose	16
2.3	Les hexoses	16
2.3.1	Glucose (D)	16
2.3.2	Mannose (D) et thallose (L)	18
2.3.3	Galactose	18

# Table des matières

## AVANT-PROPOS

### PARTIE 1

### LES CONSTITUANTS DES ALIMENTS

#### CHAPITRE 1 • GÉNÉRALITÉS SUR LA COMPOSITION DES ALIMENTS

1.1	Données analytiques	5
1.2	Apports nutritionnels	8
1.3	Aliments fonctionnels	10

#### CHAPITRE 2 • GLUCIDES SIMPLES ET PRODUITS DÉRIVÉS

2.1	Structure et isomérisation	12
2.2	Les pentoses	15
2.2.1	Arabinose	16
2.2.2	Xylose	16
2.3	Les hexoses	16
2.3.1	Glucose (D)	16
2.3.2	Mannose (D) et thallose (L)	18
2.3.3	Galactose	18

2.3.4	Fructose (D)	19
2.3.5	Sorbose (L)	20
2.4	Oses atypiques	20
2.5	Les polyols	21
2.5.1	Alditols	21
2.5.2	Cyclitols	22
2.6	La liaison osidique	23
2.7	Diholosides du glucose	24
2.8	Saccharose	24
2.8.1	Propriétés générales	24
2.8.2	Produits dérivés	25
2.8.3	Biodisponibilité du saccharose et de ses produits d'hydrolyse	26
2.9	Lactose	26
2.9.1	Propriétés générales	26
2.9.2	Transformation par voie chimique et enzymatique	27
2.9.3	Produits dérivés	28
2.10	Oligoholosides végétaux dérivés du saccharose	28
2.10.1	$\alpha$ -galactosides	28
2.10.2	Triholosides	29
2.11	Oligoholosides animaux	29
2.12	Hétérosides	30
2.12.1	Hétérosides d'alcools	31
2.12.2	Hétérosides de phénols	31
2.12.3	Hétérosides de stérols	32
2.12.4	Hétérosides antibiotiques	33
CHAPITRE 3 • GLYCANNES		34
3.1	Généralités	34
3.2	Amidons et glycogène	35
3.2.1	L'amylose	35
3.2.2	L'amylopectine	36
3.2.3	Le glycogène	36
3.2.4	Propriétés physiques des amidons	36
3.2.5	Propriétés fonctionnelles des amidons	37
3.3	Hydrolyse de l'amidon	37
3.3.1	Hydrolyse enzymatique	37
3.3.2	Hydrolyse chimique	39
3.3.3	Biodisponibilité des amidons des aliments	39

3.4	Inuline	40
3.5	Cellulose ✓	41
3.5.1	La cellulose	41
3.5.2	Les dérivés de la cellulose	42
3.6	Hydrocolloïdes épaississants et gélifiants	43
3.7	Les gommes	44
3.7.1	Gommes d'arbres	44
3.7.2	Gommes de graines	45
3.8	Pectines ✓	46
3.9	Substances provenant des algues marines	47
3.9.1	Les carraghénanes	47
3.9.2	Les alginates	49
3.10	Glycosamino-glycannes	49
3.11	Les glycannes et la gélification	50
<b>CHAPITRE 4 • LIPIDES ✓</b>		52
4.1	Rappels	52
4.2	Les acides gras	53
4.2.1	Enchaînement	53
4.2.2	Prédominance	53
4.2.3	Proportions	54
4.3	Propriétés physiques des acides gras	54
4.3.1	Configuration	54
4.3.2	Point de fusion	56
4.3.3	Structure	57
4.4	Les acides gras insaturés	57
4.4.1	Position	57
4.4.2	Fonctions physiologiques	59
4.4.3	L'indice d'iode	61
4.4.4	Les lipides de poisson	61
4.5	Les acylglycérols	61
4.5.1	Les triacylglycérols	61
4.5.2	Analyse directe	62
4.5.3	Lipolyse	62
4.5.4	Les réactions de la liaison ester	63

4.6	Les phospholipides	64
4.6.1	Phosphoacylglycérols	64
4.6.2	Sphingomyélines	66
4.7	Les cérides	66
4.8	Les lipoides, caroténoïdes et stéroïdes	66
4.8.1	Les caroténoïdes	67
4.8.2	Les stéroïdes	69
4.9	Oxydation des lipides	69
4.9.1	Mécanisme général	69
4.9.2	Conséquences des réactions d'oxydation	71
4.9.3	Facteurs influençant l'oxydation	71
<b>CHAPITRE 5 • PROTÉINES</b>		73
5.1	Acides aminés	73
5.2	Peptides et protéines	76
5.2.1	Taille	76
5.2.2	Classification	77
5.3	Structure primaire et polymorphisme	78
5.3.1	Structure primaire	78
5.3.2	Polymorphisme héréditaire	79
5.4	Structure spatiale. Dénaturation	79
5.4.1	Conformation	79
5.4.2	Structure secondaire	80
5.4.3	La structure tertiaire	81
5.4.4	Dénaturation	83
5.5	Relation protéine-eau	84
5.5.1	Solubilité	84
5.5.2	Fixation de l'eau	85
5.6	Scléroprotéines	86
5.7	Propriétés bio- et techno-fonctionnelles des protéines	87
5.8	La protéolyse	88
5.8.1	Gastro-intestinale	88
5.8.2	Technique	90
5.9	Brunissement non enzymatique : la réaction de Maillard	91
5.9.1	Biochimie des réactions	91
5.9.2	Incidences de la réaction de Maillard en technologie alimentaire	93

<b>CHAPITRE 6 • MINÉRAUX</b>	95
6.1 Points importants	95
6.2 Macroéléments	97
6.2.1 Sodium	97
6.2.2 Potassium	98
6.2.3 Calcium et phosphore	98
6.2.4 Magnésium	99
6.3 Sources alimentaires et rôles des principaux oligo-éléments	99
6.3.1 Fer	100
6.3.2 Cuivre	100
6.3.3 Zinc	101
6.3.4 Sélénium	101
6.3.5 Chrome	101
6.3.6 Iode	102
6.3.7 Manganèse	102
6.3.8 Molybdène	102
6.4 Activités biologiques des éléments minéraux	102
<b>CHAPITRE 7 • EAU</b>	104
7.1 Propriétés de l'eau dans les aliments	105
7.1.1 Propriétés fondamentales de l'eau	105
7.1.2 Disponibilité de l'eau dans les aliments	106
7.2 Activité de l'eau et modifications des aliments	111
7.2.1 Altérations chimiques et enzymatiques	111
7.2.2 Développement des micro-organismes	113
<b>CHAPITRE 8 • VITAMINES</b>	115
8.1 Généralités	115
8.2 Utilisation des vitamines	121
8.3 Stabilité des vitamines	121
<b>CHAPITRE 9 • PIGMENTS</b>	123
9.1 Les chlorophylles	123
9.1.1 Structure	123
9.1.2 Dégradation	124
9.2 Flavonoïdes et dérivés	125
9.2.1 Structure	125
9.2.2 Importance en technologie alimentaire	126
9.3 Autres composés	128

PARTIE 2  
BIOCHIMIE DES PRINCIPAUX ALIMENTS

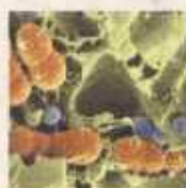
<b>CHAPITRE 10 • LES CÉRÉALES – LE PAIN</b>		
10.1	Généralités sur les céréales	133
10.2	Le grain	135
10.2.1	Fibres alimentaires	135
10.2.2	Composition du grain de blé	135
10.3	Protéines de réserve	136
10.4	Les gliadines du blé	138
10.5	Les gluténines	138
10.6	Le polymorphisme biochimique des protéines végétales	139
10.7	Le pain	141
10.7.1	La farine	141
10.7.2	La préparation de la pâte	142
10.7.3	Fermentation panaire	143
10.7.4	La cuisson	143
10.7.5	Refroidissement du pain	144
10.8	Pâtes alimentaires	144
<b>CHAPITRE 11 • LÉGUMINEUSES - PROTÉINES VÉGÉTALES – PROTÉINES D'ORGANISMES UNICELLULAIRES</b>		146
11.1	Composition	146
11.2	Le soja - Fractionnement	147
11.3	Les constituants de la farine de soja	149
11.3.1	Glucides	149
11.3.2	Lipides	149
11.3.3	Protéines	149
11.4	Les globulines du soja	150
11.4.1	Inhibiteurs de trypsine (fraction 2S)	150
11.4.2	Glycine (fraction 11S)	150
11.4.3	Conglycine	151
11.5	La féverole	151
11.6	Protéines des feuilles	152
11.7	La pomme de terre	152
11.8	Traitements de conservation et de préparation culinaire	153
11.9	Texturation des protéines végétales	153

11.10 Protéines issues de micro-organismes	154
11.10.1 Micro-organismes et substrats	155
11.10.2 Extraction et obtention de concentrés protéiques	157
11.10.3 Valeur nutritionnelle et utilisations	159
<b>CHAPITRE 12 • BOISSONS FERMENTÉES</b>	<b>160</b>
12.1 Les fermentations	160
12.2 Le vin	161
12.2.1 Préparation	161
12.2.2 Composition	162
12.3 La bière	163
12.3.1 Maltage	163
12.3.2 Brassage	164
12.3.3 Fermentation	165
12.3.4 Composition	165
12.4 Le trouble de la bière	166
12.5 Substances amérisantes du houblon ( <i>Humulus lupulus</i> )	167
12.5 Boissons aromatiques et rafraîchissantes	168
12.7 L'alcool. Aspects biologiques	168
<b>CHAPITRE 13 • LAITS ET PRODUITS LAITIERS</b>	<b>170</b>
13.1 Généralités	170
13.2 Le lactose et les oligoholosides	172
13.3 Les lipides. Aspects chimiques	174
13.3.1 La matière grasse	174
13.3.2 Les triacylglycérols	174
13.3.3 Les acides gras insaturés	176
13.3.4 L'acide linoléique	176
13.3.5 Oxydation de la matière grasse	177
13.4 Les lipides: l'état globulaire	178
13.4.1 Les globules gras	178
13.4.2 Séparation des globules gras	178
13.5 Butyrication	178
13.6 Les matières azotées. Les caséines	180
13.7 Les protéines du lactosérum	184
13.7.1 La $\beta$ -lactoglobuline	184
13.7.2 L' $\alpha$ -lactalbumine	185
13.7.3 Les immunoglobulines	185
13.7.4 Les protéoses-peptones	185

13.8 Association des caséines-Micelles	186
13.8.1 En l'absence de calcium	186
13.8.2 En présence de calcium	186
13.9 La coagulation du lait	187
13.10 Principes de fromagerie	189
13.10.1 Le fromage	189
13.10.2 L'enzyme coagulante traditionnelle	189
13.10.3 Le salage	190
13.10.4 La disparition du lactose	190
13.10.5 La microflore des fromages	190
13.10.6 Les actions enzymatiques	191
13.11 Autres produits laitiers	192
13.11.1 Lait de consommation	192
13.11.2 Lait fermentés - Yaourt	193
13.11.3 Desserts lactés	193
13.11.4 Lait concentrés	193
13.11.5 Lait en poudre	194
13.11.6 Caséines - Caséinates	195
13.11.7 Lactosérum - Concentré de protéines	195
<b>CHAPITRE 14 • VIANDES ET SANG</b>	<b>197</b>
14.1 Protéines musculaires	197
14.2 Protéines du stroma - Collagène - Tendreté de la viande	198
14.2.1 Le collagène	198
14.2.2 L'élastine	201
14.3 Protéines sarcoplasmiques - La myoglobine - Coloration de la viande	202
14.4 Protéines myofibrillaires - Contraction	204
14.4.1 La myosine	204
14.4.2 L'actine	205
14.4.3 La contraction musculaire	207
14.5 Obtention des viandes	207
14.5.1 La rigidité cadavérique	207
14.5.2 La maturation	208
14.5.3 Influence de la température	208
14.5.4 Bilan de la transformation du muscle en viande	208
14.6 Salaisons - Saucisson	209
14.6.1 Le sel	209
14.6.2 Additifs	209
14.6.3 Saucisson sec	210
14.7 Gélatine alimentaire	212

16.4	Margarines et graisses émulsifiées	238
16.4.1	Fabrication des margarines	238
16.4.2	Composition et différents types	239
<b>CHAPITRE 17 • ADDITIFS</b>		241
17.1	Définitions	241
17.2	Additifs technologiques	242
17.2.1	Qualité de conservation	242
17.2.2	Effet antioxygène	245
17.2.3	Disponibilité de l'eau	246
17.2.4	Rassissement	246
17.3	Additifs sensoriels	246
17.3.1	Aromatisation	246
17.3.2	Édulcorants à pouvoir sucrant élevé	249
17.3.3	Colorants	249
17.3.4	Agents de texture	250
17.4	Addition de substances à finalité nutritionnelle	251
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		253
<b>INDEX</b>		255

Charles Alais  
Guy Linden  
Laurent Miclo



6<sup>e</sup> édition  
de l'abrégé

## BIOCHIMIE ALIMENTAIRE

Cette sixième édition actualisée intéressera les étudiants des IUT et les élèves ingénieurs qui s'orientent vers les filières agro-alimentaires. Elle sera aussi utile aux biologistes en général et aux biochimistes en particulier, pour leur apporter des rappels leur permettant de résoudre certains de leurs problèmes.

La plupart des aliments de l'Homme sont des substances complexes issues des animaux et des végétaux. L'aliment idéal, source de tous les macro- et micronutriments, n'existe pas, d'où la nécessité d'un apport quotidien et varié de toutes les catégories d'aliments.

Cet ouvrage décrit les particularités de la biochimie dans le domaine des sciences et technologies des aliments. Dans la première partie, sont passées en revue les notions sur la constitution des substances alimentaires et, dans la seconde, sont présentées les particularités de la biochimie des principaux aliments de l'Homme dans nos contrées.

CHARLES ALAIS  
était professeur de biochimie  
à l'université Henri Poincaré  
- Nancy I

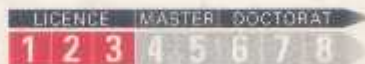
GUY LINDEN  
est professeur honoraire  
à l'université Henri Poincaré  
- Nancy I

LAURENT MICLO  
est maître de conférences  
à l'université Henri Poincaré  
- Nancy I



6661649

ISBN 978-2-10-051930-9



[www.dunod.com](http://www.dunod.com)

