

Table des matières

Avant-propos	1
Mohamed GHOUL	
Introduction	3
Mohamed GHOUL	
Partie 1. Les procédés enzymatiques en industries agro-alimentaires	5
Introduction de la partie 1.	7
Isabelle CHEVALOT	
Chapitre 1. Caractéristiques générales des enzymes	11
Isabelle CHEVALOT, Mohamed GHOUL et Seraphim PAPANIKOLAOU	
1.1. Notion de catalyse	11
1.2. Notion de spécificité	13
1.3. Nomenclature	13
1.4. Mécanisme de la catalyse enzymatique	15
1.5. Cinétique enzymatique à un substrat	17
1.6. Effets de l'environnement sur l'activité	19
1.6.1. Effet du pH sur l'activité enzymatique	20
1.6.2. Effet de la température sur l'activité enzymatique.	20
1.6.3. Effet des inhibiteurs sur l'activité enzymatique	21

1.7. Cinétique enzymatique à plus d'un substrat	24
1.7.1. Mécanisme séquentiel ordonné	24
1.7.2. Mécanisme séquentiel au hasard	25
1.7.3. Mécanisme ping-pong	25

Chapitre 2. Classification des enzymes utilisées en agro-alimentaire

27

Latifa CHEBIL et Mohamed GHOUL

2.1. Les oxydoréductases (CE1)	28
2.2. Les transférases (CE2)	28
2.3. Les hydrolases (CE3)	29
2.4. Les lyases (CE4)	30
2.5. Les isomérases (CE5)	31
2.6. Les ligases (CE6)	31

Chapitre 3. Mode d'action des principales enzymes utilisées en agro-alimentaire

33

Catherine HUMEAU, Mohamed GHOUL et Seraphim PAPANIKOLAOU

3.1. Les enzymes impliquées dans la réaction de la dégradation de l'amidon	33
3.2. Les enzymes impliquées dans la dégradation des substrats lignocellulosiques.	35
3.3. Les enzymes impliquées dans la dégradation des substrats de type pectine.	39
3.4. Les enzymes impliquées dans la dégradation des substrats lipidiques	42
3.5. Les enzymes impliquées dans la dégradation des protéines	43

Chapitre 4. La production d'enzymes pour des applications alimentaires

47

Mohamed GHOUL et Seraphim PAPANIKOLAOU

4.1. Les amylases	48
4.2. Les pullulases	51
4.3. Les lignocellulases	51
4.4. Les pectinases	56

4.5. Les lipases	59
4.6. Les protéases	61
4.7. Conclusion	65
Chapitre 5. Voies d'amélioration des procédés enzymatiques . . .	67
Isabelle CHEVALOT et Catherine HUMEAU	
5.1. Ingénierie enzymatique	67
5.1.1. Méthodes d'ingénierie enzymatique	68
5.1.2. Amélioration de la stabilité des enzymes	75
5.1.3. Amélioration de la spécificité et de la sélectivité enzymatique . .	86
5.1.4. Amélioration des performances catalytiques	92
5.2. Ingénierie de procédés	98
5.2.1. Introduction	98
5.2.2. Technologie d'immobilisation des enzymes	98
5.2.3. Procédés enzymatiques assistés par micro-ondes ou ultrasons . .	110
5.2.4. Intensification de procédés	113
Chapitre 6. Principaux procédés enzymatiques en industries agro-alimentaires	117
Latifa CHEBIL et Mohamed GHOUL	
6.1. Boulangerie et pâtisserie	117
6.2. Malterie et brasserie	121
6.2.1. Malterie	121
6.2.2. Brasserie	122
6.3. Amidon et ses dérivés	124
6.4. Lait	126
6.5. Matières grasses	130
6.6. Produits carnés et marins	134
6.6.1. Produits carnés	134
6.6.2. Produits marins	135
6.7. Arômes et additifs	137
6.8. Jus de fruits et vins	140
6.8.1. Jus de fruits	140
6.8.2. Vins	144
Bibliographie de la partie 1	147

Partie 2. Bactéries lactiques et bifidobactéries, source d'aliments fermentés	177
Introduction de la partie 2.	179
Marie-Bénédictte ROMOND	
Chapitre 7. Bactéries lactiques et bifidobactéries.	181
Jennifer BURGAIN et Marie-Bénédictte ROMOND	
7.1. Notions taxonomiques et définition de « probiotique »	181
7.2. Marché des probiotiques et allégation santé.	184
7.3. Les prébiotiques	185
7.3.1. Définition.	185
7.3.2. Prébiotiques, synbiotiques et allégations santé.	186
Chapitre 8. Bifidobactéries : de la bactérie commensale aux probiotiques et métabiotiques/postbiotiques.	189
Frank PIVA et Marie-Bénédictte ROMOND	
8.1. Taxonomie et aspects écologiques des bifidobactéries commensales : découverte et critères d'identification	189
8.1.1. Répartition des espèces bifides chez l'être humain et chez l'animal	199
8.1.2. Distribution topographique et cinétique chez l'être humain	200
8.1.3. Innocuité et activité en santé	202
8.2. Production de probiotiques et métabiotiques/postbiotiques.	205
8.2.1. Besoins nutritionnels des bifidobactéries : utilisation d'oligosaccharides complexes et production d'exopolysaccharides	205
8.2.2. Technologie de concentration et de conservation des probiotiques vivants (sélection de souches, encapsulation).	208
8.3. Applications en industrie	210
8.3.1. Producteurs de ferments et caractéristiques des produits commercialisés	210
8.3.2. Les produits biotechnologiques vivants et les contraintes de la Pharmacopée européenne.	212

8.4. Perspectives de développement et d'innovation : métabiotiques/ postbiotiques (lipoprotéines bifides), cibles thérapeutiques	213
8.4.1. Bactériocines bifides et conservation des aliments	223

Chapitre 9. Lactobacilles : sélection des souches et effets probiotiques

Jennifer BURGAIN et Marie-Bénédictte ROMOND

9.1. Espèces, identité des souches et origine	227
9.2. Physiologie des souches probiotiques	229
9.3. Impact des lactobacilles sur la santé digestive	231
9.3.1. Effets généraux sur la santé	231
9.3.2. Mécanismes d'action sur le système digestif	232
9.3.3. <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> GG (LGG) (nouvelle nomenclature)	236
9.3.4. <i>Lacticaseibacillus casei</i> et <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> (nouvelle nomenclature)	237
9.3.5. <i>Lactobacillus acidophilus</i> (<i>Lb. acidophilus</i>)	238

Chapitre 10. Procédés d'encapsulation

Jennifer BURGAIN, Joël SCHER et Claire GAIANI

10.1. Définition et buts de l'encapsulation	241
10.2. Atomisation	243
10.3. Extrusion	247
10.4. Émulsification	248
10.5. Enrobage	250

Chapitre 11. Matrices d'encapsulation

Jennifer BURGAIN, Joël SCHER et Claire GAIANI

11.1. Polysaccharides	253
11.2. Protéines	255
11.3. Adhésion des bactéries aux matériaux d'encapsulation	256
11.4. Conclusion	260

Chapitre 12. Aliments fermentés

Frank PIVA et Marie-Bénédictte ROMOND

12.1. Les aliments fermentés traditionnels	262
12.2. Les nouvelles approches fermentaires	271

Bibliographie de la partie 2	273
Conclusion	311
Mohamed GHOUL	
Liste des auteurs	313
Index	315