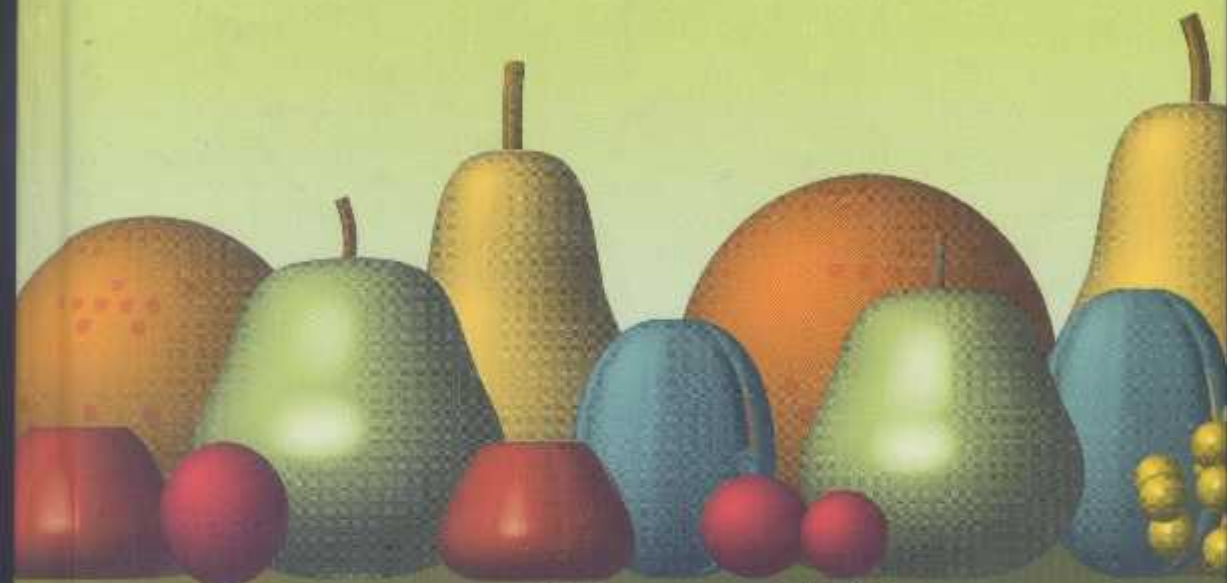


Claude Bourgeois
coordonnateur



Les vitamines dans les industries agroalimentaires



COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES

Editions
TEC
& **DOC**

COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES



Président du Directoire : J.-L. MULTON

34112
①

BL 363 / 1



Les vitamines dans les industries agroalimentaires

Claude Fernand Bourgeois

Coordonnateur

Editions
TEC
& **DOC**

11, rue Lavoisier
75008 Paris

LONDRES - PARIS - NEW YORK

Table des matières

Première partie Aspects généraux

Sous-partie I

Chapitre I

Structure chimique et propriétés physicochimiques (Jean Le Grusse)	5
1. Généralités	5
1.1. Définition	5
1.2. Structure chimique	5
1.3. Propriétés physicochimiques	5
2. Vitamine A	6
2.1. Structure chimique	6
2.2. Formules développées	7
2.3. Propriétés physicochimiques	7
3. Vitamine D	7
3.1. Structure chimique	7
3.2. Formules développées	8
3.3. Propriétés physicochimiques	8
4. Vitamine E	9
4.1. Structure chimique	9
4.2. Formules développées	9
4.3. Propriétés physicochimiques	10
5. Vitamine K	10
5.1. Structure chimique	10
5.2. Formules développées	10
5.3. Propriétés physicochimiques	11
6. Vitamine B ₁	11

6.1. Structure chimique	11
6.2. Formules développées	11
6.3. Propriétés physicochimiques	12
7. Vitamine B ₂	12
7.1. Structure chimique	12
7.2. Formules développées	13
7.3. Propriétés physicochimiques	13
8. Vitamine PP	14
8.1. Structure chimique	14
8.2. Formules développées	14
8.3. Propriétés physicochimiques	15
9. Vitamine B ₅	15
9.1. Structure chimique	15
9.2. Formules développées	16
9.3. Propriétés physicochimiques	17
10. Vitamine B ₆	17
10.1. Structure chimique	17
10.2. Formules développées	17
10.3. Propriétés physicochimiques	18
11. Vitamine B ₈	18
11.1. Structure chimique	18
11.2. Formules développées	18
11.3. Propriétés physicochimiques	19
12. Vitamine B ₉	19
12.1. Structure chimique	19
12.2. Radicaux fixés aux dérivés THF	19
12.3. Formules développées	20
12.4. Propriétés physicochimiques	21
13. Vitamine B ₁₂	21
13.1. Structure chimique	21
13.2. Formules développées	21
13.3. Propriétés physicochimiques	22
14. Vitamine C	22
14.1. Structure chimique	22
14.2. Formules développées	23
14.3. Propriétés physicochimiques	23
Références bibliographiques	23

Chapitre 2

Répartition des vitamines dans la nature (Jean-Claude Guillard)	25
1. Facteurs de variation de la teneur en vitamines	26
2. Protistes	29
2.1. Algues	29
2.2. Champignons	32
2.3. Bactéries	32
3. Monde végétal	34
3.1. Céréales	34

3.1.1. Vitamines du grain entier	34
3.2. Légumes et fruits	37
3.3. Graines et fruits oléagineux	40
4. Monde animal	42
4.1. Produits carnés	43
4.2. Lait	44
4.3. Œufs	47
4.4. Poisson et produits de la mer	49
5. Autres	52
5.1 Insectes	52
Références bibliographiques	52

Sous-partie 2 Sources industrielles

Chapitre 3

Synthèses des vitamines hydrosolubles (Mario Federici)	59
1. Vitamine C	59
2. Thiamine (vitamine B ₁)	60
3. Vitamine B ₆	63
4. Acide folique	65
5. Acide pantothénique	67
6. Biotine	68
7. Niacine (vitamine B ₃)	69
8. Vitamine E	69
8.1. Synthèse de la chaîne latérale	70
8.2. Synthèse de la partie dihydrobenzopyrane	70
Références bibliographiques	70

Chapitre 4

Synthèse des vitamines liposolubles (Alain Dehut)	71
1. Vitamine A	71
1.1. Synthèses industrielles	71
1.1.1. Synthèse de la bêta-ionone	71
1.1.2. Synthèse de l'acétate de rétinol	72
2. Vitamine E	74
2.1. Synthèses industrielles	74
2.1.1. Synthèse de l'acétate de tocophérol	74
2.1.2. Synthèse de la 2,3,6-triméthylhydroquinone (TMHQ)	74
2.1.3. Synthèse d'isophytol	75
3. Vitamine D	76
3.1. Synthèse industrielle de la vitamine D ₃	77
4. Vitamine K	78
Références bibliographiques	79

Chapitre 5

Extraction des vitamines d'origine naturelle (Bruno Baudoin et Wilhelm Johannsbauer)	81
1. Vitamine E, tocophérol, tocotriénol	81
1.1. Sources naturelles	83
1.2. Procédé de séparation des tocophérols	83
1.2.1. Production et raffinage d'huiles végétales	84
1.2.2. Procédé de concentration préliminaire	86
1.2.3. Purification finale	89
1.3. Transformation du mélange de tocophérols en alpha-tocophérol	91
1.3.1. Séparation des isomères de tocophérol	91
1.3.2. Conversion chimique	91
1.4. Dérivés du tocophérol	92
1.4.1. Esters de tocophérol	92
1.5. Tocotriénols	92
1.5.1. Procédé de séparation des tocotriénols	93
2. Vitamine A, caroténoïdes, bêta-carotène	93
2.1. Introduction	93
2.2. Sources naturelles	94
2.2.1. Huile de palme	95
2.2.2. Algue <i>Dunaliella salina</i>	96
2.2.3. Production fongique de β -carotène	97
Références bibliographiques	97

Sous-partie 3

Chapitre 6

Analyse des vitamines dans les aliments (Willy Schüep)	103
1. Laboratoire et équipement	104
2. Vitamines liposolubles	104
2.1. Vitamine A	104
2.1.1. Formules et propriétés	104
2.1.2. Dosage	105
2.2. Provitamine A	107
2.2.1. Formules et propriétés	107
2.2.2. Dosage	108
2.3. Vitamine E	111
2.3.1. Formules et propriétés	111
2.3.2. Dosage	112
2.4. Vitamine D	114
2.4.1. Formules et propriétés	115
2.4.2. Dosage	116
2.5. Vitamine K	118
2.5.1. Formules et propriétés	118
2.5.2. Dosage	119
3. Vitamines hydrosolubles	120

3.1. Thiamine – vitamine B ₁	121
3.1.1. Formules et propriétés	121
3.1.2. Dosage du dérivé thiochrome	121
3.1.3. Dosage par CLHP	122
3.2. Riboflavine – Vitamine B ₂	123
3.2.1. Formules et propriétés	123
3.2.2. Dosage	124
3.3. Pyridoxine – Vitamine B ₆	125
3.3.1. Formules et propriétés	125
3.3.2. Dosage	125
3.4. Vitamine B ₁₂	127
3.4.1. Formule et propriétés	127
3.4.2. Dosage	128
3.5. Folates	129
3.5.1. Formule et propriétés	129
3.5.2. Dosage	129
3.6. Acide pantothénique	130
3.6.1. Formules et propriétés	130
3.6.2. Dosage	131
3.7. Biotine	132
3.7.1. Formule et propriétés	132
3.7.2. Dosage	132
3.8. Acide nicotinique et nicotinamide (niacine)	134
3.8.1. Formules et propriétés	134
3.8.2. Dosage	135
3.9. Vitamine C	137
3.9.1. Formules et propriétés	137
3.9.2. Méthodes de dosage	138
Références bibliographiques	139

Deuxième partie

Alimentation humaine

Sous-partie 1

Chapitre 7

Les vitamines : rôles nutritionnels chez l'homme (Alain Lemoine)	147
1. Nomenclature et classification pratiques	148
1.1. Hydro ou liposolubilité	148
1.2. Classification	149
2. Des rôles très divers, ubiquitaires	150
2.1. Exemples de rôles plastique ou trophique	150
2.1.1. Métabolisme osseux	151
2.1.2. Métabolismes cutanéomuqueux et rétinien	151
→ 2.1.3. Exemple du métabolisme membranaire	151
2.1.4. Exemple du métabolisme du tissu conjonctif	152

2.1.5. Acides nucléiques	152
2.2. Rôle hormonal	153
2.2.1. Vitamine D	153
2.2.2. Fonctions hormonales de la vitamine A	153
2.3. Rôle de transporteur	153
→ 2.4. Rôle de coenzyme : les vitamines clés du métabolisme	154
2.5. Rôle de protection	155
2.5.1. Protection directe, chimique, et rôle « trophique »	155
2.5.2. Lutte contre les radicaux libres	155
3. Fragilités métaboliques	156
3.1. Le métabolisme vitaminique peut être perturbé par des états pathologiques	156
3.1.1. Troubles de l'absorption	156
3.1.2. Réductions de la mise en réserve et de l'activation	157
3.1.3. Anomalies du transport sanguin et de la clairance des vitamines	157
3.2. En cas d'alimentation déséquilibrée	157
3.2.1. Végétarisme et végétalisme	158
3.2.2. Régime sans résidu	158
3.2.3. Régime hypo-énergétique	158
3.3. Les perturbations du métabolisme vitaminique peuvent aggraver un état pathologique préexistant	159
3.3.1. Augmentation du catabolisme vitaminique (alcoolisme, tabagisme...)	159
3.3.2. Anomalies en rapport avec des interférences métaboliques	159
4. Les caractéristiques énoncées ci-dessus sont déterminantes	160
4.1. Quelles sont les vitamines qui risquent le plus d'être déficientes ?	160
4.2. Quelles sont les conditions qui favorisent les déficiences ?	160
4.3. Quels sont les groupes de population les plus concernés par les déficiences ?	161
4.4. Quelles sont les conséquences prouvées ou suspectées de ces déficiences ?	161
5. Place des vitamines dans l'alimentation	162
6. Conclusion générale	162
Références bibliographiques	163

Chapitre 8

Apports nutritionnels conseillés (Geneviève Potier de Courcy)	165
1. Que représentent les apports conseillés ou ANC ?	165
1.1. Définition théorique et statistique des ANC	165
1.2. Position des ANC par rapport aux autres repères de définition des apports	167
2. Valeurs conseillées	168
2.1. Situation actuelle	168
2.2. Modifications introduites pour l'adulte	169
2.3. Données concernant les enfants et les adolescents	170
3. Rôles et utilisations des ANC	172
3.1. Estimation des apports sur une population	172
3.1.1. Application de la méthodologie à la comparaison entre groupes	173
3.1.2. Application de la méthodologie selon les valeurs de référence de chaque pays	175
3.2. Simulations	176
3.3. Recommandations et applications aux différents groupes	177

3.4. Aide à la décision en santé publique	177
3.5. Réglementation ; étiquetage	178
4. Limites, potentialités et perspectives	179
4.1. Évaluation précise des besoins et des risques	179
4.2. Évaluation précise des apports	180
Conclusion	180
Références bibliographiques	180

Chapitre 9

Enquêtes nutritionnelles et études épidémiologiques sur le statut vitaminique des français : de l'évaluation à la compréhension des relations avec la santé

(Serge Hercberg, Brahim Rahim, Hamou Ait-Hadad)	183
1. Le statut vitaminique de la population française	184
1.1. Il n'existe pas de carence vitaminique majeure	184
1.2. Mais l'apport alimentaire en certaines vitamines ne semble pas optimal	184
1.3. Des fractions de la population présentent des valeurs « basses » pour les marqueurs biologiques du statut vitaminique	185
2. Connaissances sur les relations entre le statut minéral et vitaminique et la santé	187
2.1. Études de corrélation géographiques (ou études descriptives, ou études écologiques)	188
2.2. Études de corrélation cas/témoin et études de corrélation prospectives	188
2.3. Études de corrélation d'intervention	188
3. Conclusion	189
Références bibliographiques	190

Chapitre 10

Intérêt nutritionnel de l'addition de vitamines aux aliments

(Josée Cloutier et Jean-Pierre Mareschi)	193
1. Historique de l'enrichissement des aliments : hier et aujourd'hui	194
1.1. Hier	194
1.2. Aujourd'hui	194
2. Statut nutritionnel des populations	196
2.1. Aspects méthodologiques	197
2.2. Situation en France	197
2.3. Situation dans l'Union européenne	198
2.4. Statut nutritionnel des populations et évolution de leurs comportements alimentaires	199
2.5. Conclusions	200
3. Intérêt nutritionnel de l'addition de vitamines aux aliments	200
3.1. Quelles sont les diverses méthodes pour restaurer une situation nutritionnelle plus satisfaisante ?	201
3.2. Connaissances et attitudes de certains groupes de la population française face à l'alimentation, la nutrition et la santé	202
3.3. Le Programme national nutrition-santé a défini des objectifs de santé publique fondés sur la prévention	203
3.4. Une stratégie d'intervention pragmatique : éducation plus enrichissement	204

3.5. Mesure de la contribution de l'éducation	204
3.6. Mesure de la contribution de l'enrichissement des aliments	205
3.7. Influence des subcarences en vitamines sur la santé	207
4. Principes d'addition de nutriments aux aliments	208
5. Les divers facteurs qui permettent la maîtrise de la consommation de vitamines à travers leur addition aux aliments	209
5.1. L'addition de vitamines aux aliments est un processus auto-limitatif	210
5.2. Consommations alimentaires en France et au Royaume-Uni et limites de sécurité	210
5.5. Conclusions sur la sécurité de l'enrichissement	211
6. Conclusions générales	212
Références bibliographiques	213

Chapitre 11

Nutrition, santé et vitamines (Éric Postaire)	219
1. Rôle des vitamines dans la prévention et le traitement de maladies	219
1.1. Maladies cardiovasculaires	219
1.2. Cancer	220
1.2.1. Vitamines liposolubles	220
1.2.2. Vitamines hydrosolubles	221
1.3. Ostéoporose	222
1.4. Troubles digestifs	224
1.5. Maladies infectieuses	224
1.6. Vieillesse cérébrale et état démentiel	225
2. Cibles particulières bénéficiant d'un effet « santé » de vitamines	227
2.1. Grossesse	227
2.2. Nouveau-né	227
2.3. Enfant	228
2.4. Sportif	229
2.5. Personnes âgées	229
3. Maladies liées aux carences vitaminiques, prise en charge nutritionnelle	229
4. Conclusion	231
Références bibliographiques	231

Chapitre 12

Le marketing des vitamines (Bernard Von)	233
1. Compléments nutritionnels	234
1.1. Fondement de l'utilité des compléments nutritionnels	234
1.2. Dosages et prix des produits	235
1.3. Distribution	236
2. Produits alimentaires vitaminés	239
2.1. Fondement du marketing du produit alimentaire vitaminé	239
2.2. Marque d'accompagnement	241
3. Qualité des produits carnés	243
3.1. Amélioration de la conservation en termes de marketing	243
3.2. Accroissement de coût et accroissement de prix	244

4. Conclusion	245
Références bibliographiques	246

Chapitre 13

Addition des vitamines dans les produits alimentaires –

Point de la législation française (Catherine Mignot, Yves Le Bail-Collet et Juliette Mélédié)

1. Généralités	248
1.1. Dans quels cas peut-on ajouter des vitamines et des minéraux aux produits alimentaires ?	248
1.2. Définitions des termes et concepts	248
1.2.1. Denrées d'alimentation courante	248
1.2.2. Denrées destinées à une alimentation particulière (DDAP)	248
1.2.3. Compléments alimentaires	249
1.2.4. Restauration	249
1.2.5. Fortification ou enrichissement	249
1.2.6. Aliments de remplacement et équivalence nutritionnelle	251
2. Produits d'alimentation courante – Cas général hors compléments alimentaires	251
2.1. Restauration des aliments courants	251
2.2. Fortification – Enrichissement des aliments courants	251
3. Denrées destinées à une alimentation particulière (DDAP)	252
3.1. Différentes catégories de DDAP	252
3.2. Restauration des DDAP	253
3.3. Enrichissement des DDAP	254
4. Procédure applicable à l'addition de vitamines et de minéraux dans les denrées d'alimentation courante ou dans les DDAP	255
4.1. Produits restaurés	255
4.2. Produits enrichis	255
4.2.1. DDAP	255
4.2.2. Aliments courants	255
5. Compléments alimentaires	256
5.1. Complément alimentaire répondant à la définition d'une DDAP	256
5.2. Complément alimentaire ne répondant pas à la définition d'une DDAP	257
5.2.1. Substances	257
5.2.2. Doses	257
5.3. Critères d'identité et de pureté	257
6. Entraves aux échanges	258
7. Étiquetage – Allégations	259
7.1. Étiquetage nutritionnel	259
7.1.1. Exemples	260
7.1.2. À noter 2 points	260
7.2. Allégations	260
7.2.1. Allégations nutritionnelles	260
7.2.2. Allégation santé	261
7.3. Évolutions futures	262
7.3.1. Initiatives françaises	262
7.3.2. Initiative communautaire	263

8. Principales références – Liste au 13 mars 2002	263
8.1. Au niveau européen	263
8.1.1. Textes généraux	263
8.1.2. Directives spécifiques de l'alimentation particulière	264
8.1.3. Étiquetage	265
8.1.4. Étiquetage nutritionnel	265
8.1.5. Projets	265
8.1.6. Papiers de discussion	265
8.1.7. Avis du SCF (Scientific Committee on Food)	266
8.1.8. Document technique du Conseil de l'Europe	266
8.1.9. Position de la CIAA (Confédération des industries agroalimentaires de l'UE)	266
8.2. Au niveau français	267
8.2.1. Textes généraux	267
8.2.2. Textes spécifiques à l'alimentation particulière	267
8.2.3. Étiquetage	268
8.2.4. Note d'information de l'Administration	268
8.2.5. Avis des instances consultatives	269

Chapitre 14

Formes technologiques des vitamines pour l'alimentation humaine (Jean-Claude Tritsch)	271
1. Exigences de l'industrie agroalimentaire	272
1.1. Stabilité	272
1.2. Mise en œuvre	273
1.3. Solubilité	273
1.4. Biodisponibilité	273
1.5. Caractéristiques organoleptiques	274
2. Formulation des vitamines liposolubles	274
2.1. Microencapsulation	274
2.1.1. Matières premières	275
2.1.2. Technique de microencapsulation	277
2.2. Traitements complémentaires	283
2.2.1. Réticulation thermique	283
2.2.2. Enrobage	283
3. Formulation des vitamines hydrosolubles	284
3.1. Spray cooling et Spray chilling	284
3.2. Granulation	285
3.3. Enrobage	285
4. Conclusion	285
Références bibliographiques	286

Chapitre 15

Stabilité des vitamines (Jean-Pierre Belliot)	289
1. Sensibilité spécifique de chaque vitamine	290
1.1. Vitamines liposolubles	290

1.1.1. Vitamine A	290
1.1.2. β -carotène	291
1.1.3. Vitamine D	292
1.1.4. Vitamine E	293
1.1.5. Vitamine K	294
1.2. Vitamines hydrosolubles	294
1.2.1. Vitamine C	294
1.2.2. Vitamine B ₁	296
1.2.3. Vitamine B ₂	298
1.2.4. Vitamine B ₃ (PP)	299
1.2.5. Vitamine B ₅	299
1.2.6. Vitamine B ₆	300
1.2.7. Vitamine B ₉	301
1.2.8. Vitamine B ₁₂	302
1.2.9. Biotine	304
2. Interactions	304
2.1. Entre les vitamines	304
2.2. Entre les vitamines, les ions métalliques et autres produits	304
3. Cinétique de dégradation des vitamines	305
4. Stabilité des vitamines dans les aliments courants	306
4.1. Traitements de conservation	309
4.1.1. Blanchiment des légumes	309
4.1.2. Pasteurisation	309
4.1.3. Stérilisation	309
4.1.4. Ionisation	310
4.2. Stockage	310
4.2.1. Réfrigération	311
4.2.2. Congélation	312
4.2.3. Déshydratation	313
4.2.4. IV ^e gamme	313
5. Traitements culinaires ménagers	313
5.1. Cuisson au four	313
5.2. Cuisson à l'eau	315
5.3. Cuisson à l'huile	315
5.4. Grillade	316
5.5. Chauffage par micro-ondes	316
6. Restauration collective	316
7. Traitements industriels	317
8. Aliments supplémentés en vitamines	318
8.1. Stabilité des vitamines au cours du processus de fabrication	318
8.1.1. Solutions aqueuses concentrées de vitamines devant être introduites dans le processus de fabrication	318
8.1.2. Processus de fabrication	319
8.2. Stabilité des vitamines au cours du stockage des produits supplémentés	319
8.2.1. Température	320
8.2.2. Humidité	320
8.2.3. pH	320
8.2.4. Présence de peroxyde d'hydrogène H ₂ O ₂	320
8.2.5. Oxygène	320

8.2.6. Lumière	322
8.2.7. Conditionnement	324
9. Stabilité moyenne des vitamines dans des aliments supplémentés	324
10. Comment palier les pertes – Surdosages à appliquer	326
Références bibliographiques	327

Sous-partie 2

Filières

Chapitre 16

Les vitamines dans le lait

(Jose-Antonio Mateos Guardia et Anna Burnat Vilà) 335

1. Vitamines du lait	335
1.1. Influence de l'alimentation	338
1.2. Vitamines dans le lait maternel	339
2. Effet des traitements sur les vitamines	340
2.1. Traitements thermiques	340
2.2. Fermentation	341
2.2.1. Lait de base	342
2.2.2. Types de micro-organismes	342
2.2.3. Conditions d'incubation	342
2.2.4. Entreposage	342
3. Produits lactés	342
3.1. Produits lactés fermentés	342
3.2. Fromage	345
7. Conclusion	345
Références bibliographiques	346

Chapitre 17

Alimentation infantile (Daniel Cosset) 347

1. Alimentation des nourrissons et enfants en bas âge	347
2. Vitamines dans les laits pour nourrissons	348
2.1. Réglementation internationale	348
2.1.1. <i>Codex alimentarius</i>	349
2.1.2. Communauté européenne	349
2.1.3. France	349
2.1.4. Laits « Gounelle »	350
3. Apports nutritionnels conseillés et quantités à prendre en compte dans les préparations pour nourrissons	350
3.1. Apports nutritionnels conseillés	350
3.2. Vitamine D	351
3.3. Vitamine K	351
4. Préparations et laits pour nourrissons	351
5. Préparations et laits de suite	353
5.1. <i>Codex alimentarius</i>	353
5.2. Communauté européenne et France	353

6. Lait de croissance	355
7. Aliments de diversification	355
7.1. Céréales et aliments pour bébés	355
7.2. <i>Codex alimentarius</i>	356
7.3. Communauté européenne et France	356
7.4. Limites maximales pour les vitamines	357
8. Absorption des vitamines	357
8.1. Vitamines liposolubles	358
8.2. Vitamines hydrosolubles	359
9. Contraintes technologiques	359
10. Conclusion	359
Références bibliographiques	359

Chapitre 18

Les vitamines dans les boissons aux fruits (Sophie Hrebicek)	361
1. Boissons naturellement riches en vitamines	362
1.1. Vitamines naturellement présentes dans les fruits	362
1.2. Vitamines naturellement présentes dans les boissons aux fruits	363
1.2.1. Différentes boissons aux fruits	363
1.2.2. Effet du process	365
1.2.3. Effet de l'emballage	370
1.2.4. Effet du stockage et du mode de consommation	373
2. Boissons supplémentées en vitamines	374
2.1. Vitamines ajoutées pour enrichir la boisson	375
2.1.1. Raisons d'une supplémentation en vitamines	375
2.1.2. Législation	375
2.1.3. Différentes boissons supplémentées en vitamines	379
2.2. Vitamines ajoutées pour colorer la boisson	380
2.3. Vitamines ajoutées pour conserver la boisson	381
2.4. Importance de l'étape de développement de la boisson	381
2.4.1. Importance de la formulation	381
2.4.2. Incorporation des vitamines	383
3. Conclusion	385
Références bibliographiques	386

Chapitre 19

Les vitamines dans les jus de fruits (Roland Gissinger)	387
1. Historique	387
2. Teneur naturelle en vitamines dans les jus de fruits	387
2.1. Quantités trouvées dans les jus de fruits	387
2.1.1. Vitamine C	390
2.1.2. β -carotène	390
2.1.3. Vitamine E	391
3. Analyse des vitamines dans les jus de fruits	391
3.1. Méthodes d'analyse de la vitamine C	391
3.1.1. Méthode classique (IFU 17)	391
3.1.2. Méthode HPLC selon IFU 17a	392

3.2. Méthodes officielles d'analyse des vitamines	392
4. Législation sur les vitamines dans les jus de fruits	392
4.1. Allégations sur les vitamines	392
4.2. Restauration des vitamines	392
4.3. Enrichissement	393
4.4. Acide L-ascorbique utilisé comme antioxydant dans les jus et nectars de fruits	393
5. Effets du process sur les vitamines	393
5.1. Aération et oxydation des jus de fruits	393
5.2. Pasteurisation et stockage des jus de fruits	394
6. Effets de l'emballage sur les vitamines	395
6.1. Effets du verre et de complexes carton-aluminium-polyéthylène	395
6.2. Comparaison de la stabilité de la vitamine C dans différents complexes carton- aluminium-polyéthylène et verre	395
7. Conclusion	396
Références bibliographiques	396

Chapitre 20

Les vitamines dans les soupes (Anne Enon et Ismène Giachetti)	397
1. Cadre réglementaire et détermination des vitamines à garantir	397
2. Influence du process de fabrication sur la stabilité des vitamines à garantir	398
2.1. Potages déshydratés	398
2.2. Potages en brique	399
3. Évaluation des pertes au stockage des potages	399
4. Détermination du mélange de vitamines à utiliser et auto-contrôles	401
Références bibliographiques	401

Sous-partie 3

Rôles technologiques des vitamines

Chapitre 21

Vitamines à pouvoir colorant (Jean-Pierre Belliot)	405
1. Domaine d'application du β -carotène	408
1.1. Stabilité du β -carotène	408
2. Domaine d'application de la riboflavine	408
2.1. Stabilité de la riboflavine	408
3. Mesure de la couleur	409
Références bibliographiques	410

Chapitre 22

Utilisation technologique des vitamines comme antioxygènes (Claude Fernand Bourgeois)	411
1. Oxydation des aliments	411
2. Réaction en chaîne d'autoxydation	412

3. Action antioxygène (AO)	413
4. Mesure de l'oxydation	413
4.1. Indice de peroxyde (IP) – Afnor T60-220	413
4.2. Indice TBA – IUPAC 2.531	414
4.3. Indice de p-anisidine (IpA) (IUPAC 2.504)	414
4.4. Indice TOTOX	414
4.5. Rancimat	414
4.6. Analyse sensorielle	414
5. Antioxygènes vitaminiques	415
5.1. Vitamine C et ses dérivés – Applications	415
5.2. Vitamine E	416
Références bibliographiques	417

Troisième partie

Alimentation animale

Sous-partie 1

Chapitre 23

Rôle nutritionnel des vitamines et besoins en alimentation animale (Jean-Claude Blum)	423
1. Importance des animaux dans la découverte des vitamines	423
2. Caractéristiques et activité des sources de vitamines utilisées en alimentation animale	424
3. Rôle nutritionnel et métabolique des différentes vitamines	427
4. Besoin en vitamines des animaux	441
4.1. Détermination du besoin	441
4.2. Couverture des besoins	445
4.2.1. Supplémentation obligatoire	445
4.2.2. Supplémentations facultatives optionnelles	447
5. Conclusion	447
Références bibliographiques	448

Sous-partie 2

Aspects industriels

Chapitre 24

Technologie de la fabrication des aliments des animaux (Jean-Pierre Melcion)	453
1. Opérations communes à la fabrication d'un aliment composé	454
1.1. Broyage	454
1.1.1. Définition et but	454
1.1.2. Évaluation du travail d'un broyeur	454

1.1.3. Broyeurs et paramètres de commande	455
1.1.4. Notion d'aptitude au broyage des matières premières	458
1.2. Pesage – Dosage	458
1.3. Homogénéisation (= mélangeage)	459
1.3.1. Évaluation de l'homogénéité d'un mélange	460
1.3.2. Élaboration du mélange	461
1.4. Incorporation de liquides	462
1.5. Agglomération (= pressage)	463
1.5.1. But	463
1.5.2. Presse et paramètres de l'agglomération	464
1.5.3. Évaluation des produits	466
1.5.4. Refroidissement	466
1.5.5. Tamisage et émiettage	467
1.6. Transferts et diagrammes de fabrication	467
2. Opérations particulières	469
2.1. Classement – Séparation	469
2.1.1. Fractionnement d'une matière première	469
2.1.2. Économie d'énergie et contrôle de la granulométrie des aliments composés	469
2.2. Cuisson-extrusion	470
2.2.1. « Expandage »	472
2.3. Autres traitements hydrothermiques	472
2.3.1. Traitements hydrothermiques des grains et graines	473
2.3.2. Traitement hydrothermique des aliments : la thermisation	474
3. Incorporation des additifs, vitamines et oligoéléments	474
3.1. Additifs pulvérulents : technologie des prémélanges	474
3.1.1. Principe	474
3.1.2. Facteurs à considérer	475
3.1.3. Aptitude au mélange d'un additif	476
3.1.4. Support de prémélange	476
3.1.5. Matériels et mise en œuvre	477
3.2. Additifs liquides	477
Références bibliographiques	478

Chapitre 25

Hydrosols polyvitaminés (Jean-Pierre Belliot)	481
1. Définition	481
2. Utilisation	481
3. Composition de l'hydrosol polyvitaminé	481
4. Stabilité des vitamines dans l'hydrosol	482
4.1. Qualité bactériologique de l'eau	482
4.2. Oxygène dissous	482
4.3. pH	483
4.4. Lumière	483
4.5. Interaction entre les vitamines	483
4.6. Chaleur	483
4.7. Pertes moyennes en vitamines dans les hydrosols	483

5. Conclusion	484
Références bibliographiques	484

Chapitre 26

Formes technologiques des vitamines (Laurent Dussert)	485
--	-----

1. Critères d'efficacité des produits vitamines	485
1.1. Stabilité du produit en l'état, dans les prémélanges et dans les aliments	485
1.2. Coulabilité	486
1.3. Aptitude à former un mélange homogène	486
1.4. Efficacité biologique	486
2. Caractéristiques physiques et chimiques des matières actives issues de synthèse	488
3. Formulation des matières actives en produit prêt à l'emploi	488
3.1. Vitamines liposolubles	488
3.2. Vitamines hydrosolubles	489
Références bibliographiques	493

Chapitre 27

Stabilité des vitamines en fonction de la composition du mélange, du processus de production et de la durée de stockage (Norbert Albers)	495
---	-----

1. Facteurs qui influencent la stabilité des vitamines	496
2. Dégradation des vitamines dans différents types de mélanges	498
3. Prémélanges vitaminiques (concentrés de vitamines)	499
4. Prémixes et aliments minéraux	499
5. Aliments minéraux granulés	501
6. Mélanges riches en magnésium	501
7. L'addition d'antioxydants	503
8. Acides organiques	503
9. Aliments composés farines et aliments composés granulés	504
10. Remarques	508
Références bibliographiques	508

Sous-partie 3

Filières

Chapitre 28

Importance des vitamines dans l'alimentation des poissons (Jacques Chemillier)	511
---	-----

1. Historique	511
2. Particularités des poissons	511
3. Besoins qualitatifs	512
3.1. Symptômes non spécifiques	512
3.2. Symptômes spécifiques	513
3.2.1. Vitamine A	514
3.2.2. Vitamine D	515

3.2.3. Vitamine E	516
3.2.4. Vitamine K	516
3.2.5. Vitamine B ₁	516
3.2.6. Vitamine B ₂	516
3.2.7. Vitamine B ₆	517
3.2.8. Acide pantothénique	517
3.2.9. Biotine	517
3.2.10. Niacine	517
3.2.11. Acide folique	518
3.2.12. Vitamine B ₁₂	518
3.2.13. Vitamine C	518
3.2.14. Choline et inositol	519
3.3. Remarques sur la spécificité des symptômes de carence	519
4. Besoins quantitatifs	520
4.1. Choix des critères	520
4.2. Facteurs de variation	520
4.2.1. Le besoin peut varier selon les espèces	520
4.2.2. La composition de la ration peut modifier les besoins vitaminiques	521
4.2.3. L'état sanitaire du poisson ou la recherche de certains objectifs peuvent modifier le besoin vitaminique	521
4.2.4. Autres facteurs de variation	521
4.3. Définition des besoins	522
4.3.1. Besoins pour une croissance normale	522
4.3.2. Besoins thérapeutiques	522
4.4. Toxicité	522
4.5. Couverture des besoins vitaminiques	522
Références bibliographiques	523

Chapitre 29

L'alimentation vitaminique des ruminants (Catherine Hamelin)	527
1. Détermination des besoins – Facteurs qui influencent les besoins – Recommandations	527
2. Innocuité des vitamines	530
3. Sources de vitamines – Biodisponibilité	531
3.1. Vitamine A (rétinol) et bêta-carotène	531
3.2. Vitamine D	533
3.3. Vitamine E ou tocophérol	533
4. Supplémentation des ruminants vitamine par vitamine	534
4.1. Vitamine A et bêta-carotène	534
4.2. Vitamine D	534
4.3. Vitamine E ou tocophérol	535
4.3.1. Qualité des viandes	535
4.3.2. Reproduction, stimulation de l'immunité, mammites et métrites	536
4.3.3. Dégénérescence des tissus	536
4.4. Vitamines du groupe B	537
4.4.1. Vitamine B ₁ ou thiamine	537
4.4.2. Vitamine PP ou niacine	538

4.4.3. Vitamine H ou biotine	538
4.4.4. Acide folique	539
4.4.5. Vitamine B ₁₂ ou cyanocobalamine	539
5. Conclusion	539
Remerciements	540
Références bibliographiques	540
Annexe (Table de recommandation vitaminique pour les ruminants)	542

Chapitre 30

La filière volailles (Jean-Claude Blum)	547
1. Avitaminoses : maladies par carences	548
2. Hypervitaminoses et surcharges	558
2.1. Hypervitaminoses	558
2.1.1. Hypervitaminose A	558
2.1.2. Hypervitaminose D	559
2.1.3. Hypervitaminoses E et K	559
3.2. Surcharges alimentaires en vitamines	559
3. Besoins des volailles et suppléments recommandés	562
3.1. Besoins minimum : les valeurs indiquées par le « National Research Council »	562
3.2. Apports alimentaires	564
3.3. Supplémentations recommandées	565
3.3.1. Volailles de chair	565
3.3.2. Pondeuses et reproductrices	567
3.4. Supplémentation optionnelle : la vitamine C	569
4. Conclusion	569
Références bibliographiques	569

Chapitre 31

Besoins en vitamines en production porcine (Alain Guyonvarch)	571
1. Détermination des besoins	571
2. Apports	572
2.1. Modes d'apport	572
2.2. Composition des prémélanges	573
3. Besoins	573
3.1. Estimation des besoins	573
3.2. Commentaires particuliers sur les besoins et leur estimation	578
3.2.1. Vitamine A	578
3.2.2. Vitamine D	578
3.2.3. Vitamine E	578
3.2.4. Vitamine K	579
3.2.5. Biotine	579
3.2.6. Choline	579
3.2.7. Acide folique	579
3.2.8. Acide nicotinique	580
3.2.9. Acide pantothénique	580

3.2.10. Riboflavine	580
3.2.11. Thiamine	580
3.2.12. Pyridoxine	580
3.2.13. Vitamine B ₁₂	580
3.2.14. Vitamine C	581
Références bibliographiques	581

Chapitre 32

Besoins vitaminiques du lapin (François Lebas)	583
1. Vitamines hydrosolubles	583
1.1. Vitamines du groupe B	583
1.2. Vitamine C	584
2. Vitamines liposolubles	585
2.1. Vitamine A	585
2.2. Vitamine D	589
2.3. Vitamine E	590
2.4. Vitamine K	591
3. Recommandations pratiques et notion de risque	593
Références bibliographiques	593

Chapitre 33

Alimentation vitaminique du cheval (Jean-Louis Tisserand)	597
1. Place des vitamines dans l'alimentation des chevaux	597
2. Problèmes posés par l'apport de vitamines chez les chevaux	598
2.1. Vitamines liposolubles	598
2.1.1. Vitamine A	599
2.1.2. Vitamine D	600
2.1.3. Vitamine E	601
2.1.4. Vitamine K	602
2.2. Vitamines hydrosolubles	603
2.2.1. Vitamine B ₁ ou thiamine	603
2.2.2. Vitamine B ₂ riboflavine	604
2.2.3. Niacine	604
2.2.4. Acide pantothénique	604
2.2.5. Vitamine B ₆ ou pyridoxine	604
2.2.6. Biotine	604
2.2.7. Acide folique	605
2.2.8. Choline	605
2.2.9. Vitamine B ₁₂	605
2.2.10. Vitamine C	606
3. Conditions pratiques de supplémentation	606
3.1. Besoins des chevaux herbivores	606
3.2. Besoins du cheval athlète	607
4. Conclusion	607
Références bibliographiques	610

Chapitre 34

Alimentation vitaminique des carnivores domestiques (Lucile Martin) — 611

1. Spécificité des manifestations cliniques des carences et excès vitaminiques chez les carnivores domestiques	612
1.1. Vitamine A	612
1.2. Vitamine D	613
1.2.1. Synthèse de la vitamine D : particularités des carnivores domestiques	614
1.2.2. Carences et excès de vitamine D	614
1.2.3. Implications thérapeutiques de la vitamine D	615
1.3. Vitamine E	615
1.4. Vitamine K	616
1.5. Vitamine C	617
1.6. Groupe vitaminique B	617
1.6.1. Thiamine (B ₁)	618
1.6.2. Riboflavine (B ₂)	618
1.6.3. Niacine (B ₃)	618
1.6.4. Pyridoxine (B ₆)	619
1.6.5. Acide pantothénique	619
1.6.6. Acide folique – folates	620
1.6.7. Cobalamine (B ₁₂)	620
1.6.8. Biotine (B ₇)	621
1.6.9. Facteurs vitamine-like	621
1.7. Conclusion	624
2. Besoins et apports en vitamines	626
3. Conclusion	630
Références bibliographiques	630

Sous-partie 4

Rôles fonctionnels des vitamines

Chapitre 35

Vitamine E et qualité de la viande (Guy Janssens et Gilbert Weber) — 635

1. Oxydation des lipides dans la viande	636
1.1. Mécanisme d'oxydation des lipides	636
1.2. Conséquences de l'oxydation des lipides sur la qualité de la viande	637
1.2.1. Altération du goût de la viande	637
1.2.2. Oxydation des pigments musculaires	637
1.2.3. Perte de sang par ressuyage	638
1.2.4. Oxydation du cholestérol	638
2. Vitamine E	639
2.1. Propriétés chimiques	639
2.2. Métabolisme	640
2.3. Localisation au niveau des membranes cellulaires	640
3. Effets d'une supplémentation alimentaire en vitamine E sur la viande de bœuf	640

3.1. Effets de suppléments de vitamine E sur l'accumulation d' α -tocophérol dans les muscles de bœuf	640
3.2. Effets d'une supplémentation alimentaire en vitamine E sur la couleur de la viande bovine et la stabilité de sa teneur en lipides	643
3.2.1. Bœuf frais réfrigéré	643
3.2.2. Bœuf frais haché réfrigéré	644
3.2.3. Bœuf congelé	646
3.2.4. Seuil critique de la concentration de vitamine E dans la viande de bœuf	646
3.2.5. Effet de suppléments alimentaires de vitamine E sur la prolifération microbienne	646
3.2.6. Amélioration par supplémentation alimentaire du profil des acides gras dans la viande de bœuf	647
3.2.7. Avantages de la vitamine E pour l'industrie bovine	648
4. Effets d'une supplémentation alimentaire en vitamine E sur la viande de porc	648
4.1. Effet de suppléments de vitamine E sur l'accumulation d' α -tocophérol dans les tissus porcins	648
4.2. Viande de porc crue réfrigérée	650
4.3. Viande de porc hachée	652
4.4. Viande de porc congelée	652
4.5. Produits porcins cuits, précuits et transformés	652
4.6. Amélioration par supplémentation alimentaire du profil des acides gras de la viande de porc	653
5. Effets d'une supplémentation alimentaire en vitamine E sur la viande de volaille	653
5.1. Effet de suppléments de vitamine E sur l'accumulation d' α -tocophérol dans la viande de volaille	653
5.2. Viande de volaille fraîche	654
5.3. Viande de volaille cuite	656
5.4. Viande de volaille congelée	656
5.5. Amélioration par supplémentation alimentaire du profil des acides gras de la viande de volaille	656
6. Recommandations nutritionnelles	657
7. Conclusion	658
Liste des abréviations	658
Références bibliographiques	659

Chapitre 36

Vitamine E et réponses immunitaires (Thomas Keller)	665
1. Réponse immunitaire	665
2. Effets de la vitamine E en réponse immunitaire	666
2.1. Influence de la vitamine E chez les volailles	667
2.2. Effets de la vitamine E chez les porcins	669
2.3. Effets de la vitamine E sur les vaches	669
3. Conclusion	671
Références bibliographiques	672

Sous-partie 5

Législation

Chapitre 37

Aspects réglementaires (André Appert)	679
1. Introduction	679
1.1. Historique	679
1.2. Objectifs réglementaires	680
1.3. Évolution	680
2. Directive du Conseil 70/524/CEE	680
2.1. Définitions	680
2.2. Catégories	681
2.3. Utilisation	684
2.4. Mise en circulation	686
2.4.1. Conditionnement	686
2.4.2. L'autorisation communautaire	686
2.4.3. L'étiquetage	686
3. Directive 87/153/CEE	688
4. Directive 95/69/CE du Conseil : agrément enregistrement des établissements	689
5. Directive 95/53/CE du Conseil	691
6. Conclusion	691
Références bibliographiques	691
Index	693

Pour la première fois en langue française, cet ouvrage rassemble la quasi-totalité des données biochimiques, médicales et industrielles sur les treize vitamines nécessaires à l'homme et à l'animal. Ce traité est divisé en trois grandes parties. La première s'intéresse aux propriétés physicochimiques des vitamines, à leur répartition dans la nature, aux sources industrielles et à l'analyse des vitamines dans les aliments de l'homme ou de l'animal.

Les deux autres parties sont respectivement consacrées à l'alimentation humaine et animale. Ces volets passent en revue tous les aspects nutritionnels : le rôle des vitamines, les apports nutritionnels conseillés, les enquêtes nutritionnelles et études épidémiologiques, les formes technologiques propres aux différentes filières.

Deux chapitres importants sur la réglementation complètent ce traité.

À la fois « bible » et guide pratique, cet ouvrage a été rédigé par des experts, chercheurs, médecins et industriels de tous les domaines. Il sera indispensable pour toutes les professions concernées par la nutrition humaine et animale : les chercheurs, les ingénieurs et les techniciens de l'industrie agroalimentaire, les agronomes, les nutritionnistes, les diététiciens, les vétérinaires ainsi que les biochimistes.

2-7430-0524-6



9782743005245