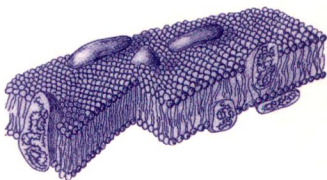
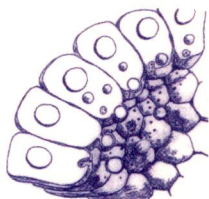
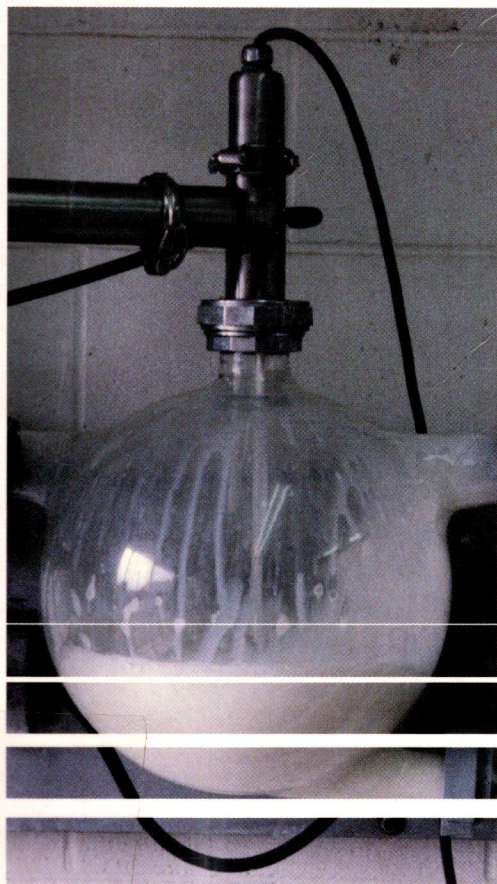


GUIDES TECHNOLOGIQUES DES IAA

Initiation à la physicochimie du lait

Jacques Mathieu



Le lait contient de nombreuses substances qu'il importe de connaître afin de mieux comprendre et de maîtriser les étapes de la transformation laitière. Les équilibres dont il est le siège en font un milieu complexe et fragile. Grâce à *Initiation à la physicochimie du lait*, le technicien sera à même de cerner l'ensemble des processus qui régissent le lait.

L'ouvrage rappelle dans une première partie les différentes étapes de la synthèse du lait. L'organisation de ses différents constituants est ensuite décrite. Le milieu aqueux et ses différentes modifications au cours des traitements physiques ainsi que les caractères et les facultés du lait et de ses constituants sont passés en revue.

Destiné aux étudiants des filières agroalimentaires ou biotechnologiques (brevet de technicien ou de technicien supérieur), cet ouvrage s'avérera également utile aux techniciens en activité.

Jacques Mathieu est professeur à l'École nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-sur-Foron.

2-7430-0233-6



9782743002336

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	VII
PETIT PANORAMA DU LAIT	1

PREMIÈRE PARTIE

LA SYNTHÈSE ET LA COMPOSITION DU LAIT

Chapitre 1 ■■■■ DU SANG AU LAIT À TRAVERS LA GLANDE MAMMAIRE

1 - L'élaboration du lait par les cellules lactogènes	5
2 - Les cellules présentes dans le lait	9
3 - Incidence de l'infection de la mamelle sur la composition du lait	9
4 - Quelques aspects de l'éjection du lait	10

Chapitre 2 ■■■■ PRÉSENTATION DES CONSTITUANTS DU LAIT

1 - L'eau	13
2 - Le lactose, constituant glucidique le plus abondant du lait	13
2.1 - Les glucides, généralités	13
2.2 - Le lactose ou sucre du lait	16
3 - Les matières grasses et les protéines	18
4 - Les matières azotées non protéiques	21
5 - Les sels et les constituants salins	23
6 - Les groupes de constituants mineurs	23
6.1 - Les gaz dissous	23
6.2 - Les substances azotées non protéiques mineures	24
6.3 - Les constituants à activité biologique	24
7 - La matière sèche et la matière sèche dégraissée	25
8 - Les variations de la composition du lait	26

Chapitre 3 ■■■ L'EAU

1 - La liaison de deux atomes	27
2 - La liaison oxygène - hydrogène et la molécule d'eau	30
3 - La liaison hydrogène et la substance eau	31
4 - Les molécules et les groupes d'atomes hydrophiles et hydrophobes	31
4.1 - Les groupements hydrophiles et les liaisons hydrogène	32
4.2 - Les groupements hydrophobes et les associations hydrophobes	33
5 - L'eau et l'hydratation des ions	34
6 - L'eau, les acides et les bases	34
6.1 - Définition des acides et des bases	35
6.2 - L'eau, ses ions hydronium et ses ions hydroxyde	35
6.3 - L'eau et le pH	36
6.4 - L'eau et la dissociation des acides	37
6.4.1 - Pourcentage de dissociation et nature de l'acide	38
6.4.2 - Pourcentage de dissociation et concentration molaire de l'acide	39
6.4.3 - Pourcentage de dissociation et pH du milieu	39
6.4.4 - Pourcentage de dissociation et force ionique du milieu	40

Chapitre 4 ■■■ LA MATIÈRE GRASSE

1 - Les acides gras	46
1.1 - Quelques types d'acides gras	48
1.2 - Leurs propriétés physiques	48
1.3 - Leurs propriétés chimiques	48
1.4 - Leurs propriétés organoleptiques	50
2 - Les lipides	51
2.1 - Les glycérides	51
2.2 - Les glycérophospholipides et les sphingolipides	53
2.3 - Les cérides et les stérides	55
2.4 - Quelques propriétés des lipides	57
2.4.1 - L'hydrolyse et l'apparition d'acides gras libres	57
2.4.2 - Les indices d'iode et de saponification	58
2.4.3 - Le point de fusion des glycérides	59
3 - La matière grasse du lait	60
3.1 - Vue d'ensemble	60
3.2 - La place des triglycérides	60
3.3 - Les acides gras	61
3.4 - L'origine des acides gras et du glycérol	65

Chapitre 5 ■■■ LES PROTÉINES

1 - Généralités	67
1.1 - La forme de l'enchaînement protéique	70
1.2 - La charge électrique des protéines et son évolution en fonction du pH du milieu	71
1.3 - La dénaturalisation des protéines	74
2 - Les protéines du lait	75
2.1 - Les caséines	76
2.1.1 - Isolement et préparation de la caséine entière	76
2.1.2 - Son fractionnement	76
2.1.3 - Composition et caractéristiques des différentes caséines	78
2.1.4 - Leur structure	83

2.1.5 - Quelques-unes de leurs propriétés	83
2.1.6 - La caséine κ	86
2.2 - Les protéines solubles	88
2.3 - Les protéines mineures	93
2.4 - Les propriétés biologiques des protéines du lait	94

Chapitre 6 ■ LES SELS

1 - Les sels organiques et les sels minéraux	95
2 - Les matières salines, les matières minérales et les cendres	96
3 - Les constituants salins du lait	98
3.1 - Les constituants salins mineurs	98
3.2 - Les constituants salins majeurs	99
4 - Les sels du lait	99

DEUXIÈME PARTIE

L'ORGANISATION DU LAIT

Chapitre 7 ■ LE LAIT, MÉLANGE ORDONNÉ

1 - La dispersion d'une substance dans un liquide	105
2 - Les propriétés associantes et dispersantes de l'eau	106
2.1 - Les substances solubles et les substances insolubles dans l'eau	106
2.2 - Hydrophilie, hydrophobie et solubilité	107
2.3 - Les facultés d'agrégation des molécules protéiques	109
3 - Les particules du lait	110
3.1 - Les degrés de division de la matière dans l'eau	110
3.2 - Les ions, molécules, macromolécules, micelles et globules gras du lait	111
4 - Les modes de dispersion des constituants du lait	113
5 - L'ordre des substances du lait	114
6 - Voyager au centre d'une goutte de lait	116

Chapitre 8 ■ ENTRE EAU ET TRIGLYCÉRIDES : UNE MEMBRANE

1 - Les constituants de la membrane	120
1.1 - Leur diversité	120
1.2 - Les protéines	120
1.3 - Les lipides complexes, glycérophospholipides et sphingolipides	121
1.4 - Les composés liposolubles	121
1.5 - Les protéines adsorbées à la surface des globules gras	121
2 - Formation et structure de la membrane	121
2.1 - Les molécules amphiphiles et leur faculté de s'orienter	121
2.1.1 - Émulsion d'huile dans l'eau et molécules amphiphiles	122
2.1.2 - Les liposomes	123
2.2 - Les membranes cellulaires	124
2.3 - Naissance d'un globule et architecture de sa membrane	126
2.4 - La membrane, trait d'union entre les milieux lipidique et aqueux	130
3 - La membrane et la stabilité des globules	130

4 - L'interface glycérides, eau ou la surface du secteur globulaire	131
5 - Les propriétés adsorbantes de la membrane et le phénomène de crémage	132
5.1 - Agglutination réversible des globules gras et crémage spontané	132
5.2 - Adsorption de bactéries et de spores	133
5.3 - Adsorption de particules ajoutées au lait	133
6 - Les modifications de la membrane	134

TROISIÈME PARTIE

LE MILIEU AQUEUX, MILIEU DE TRANSFORMATIONS ET D'ÉCHANGES

Chapitre 9 ■■■ LES MICELLES DE CASÉINES

1 - Leur composition	140
2 - Leur architecture	141
3 - Les facteurs responsables de leur stabilité	144

Chapitre 10 ■■■ LES FORMES ET LA RÉPARTITION DES CONSTITUANTS SALINS ET AUTRES SUBSTANCES

1 - Les diverses formes des constituants du lait	145
2 - La répartition des constituants salins à pH = 6,7 et à 25 °C	147
2.1 - Les constituants salins en totalité solubles	150
2.2 - Les constituants à la fois solubles et micellaires	151
2.3 - La calcium	152
3 - Les affinités des constituants salins et leur répartition	153

Chapitre 11 ■■■ LES ÉQUILIBRES ET LES POUVOIRS TAMPONS DU LAIT

1 - Les principaux équilibres	156
1.1 - Entre les formes soluble et insoluble d'un constituant	156
1.2 - Entre les deux formes solubles d'un même constituant	156
2 - L'évolution des équilibres	157
3 - Interdépendance des équilibres et influence des paramètres physicochimiques sur la répartition des constituants du lait	160
3.1 - Influence d'une variation de la température	161
3.1.1 - Sur les équilibres salins	161
3.1.2 - Sur la teneur en dioxyde de carbone	162
3.1.3 - Sur l'équilibre caséinique	163
3.2 - Influence d'une variation de la concentration de quelques types d'ions	165
3.2.1 - L'ion hydronium	165
3.2.2 - L'ion calcium, le chlorure de calcium et le citrate de sodium	167
3.3 - Influence de la concentration du lait sur les équilibres salins	170
4 - Les équilibres et l'unité du milieu aqueux	171
5 - La vitesse de déplacement des équilibres	171
6 - L'inversibilité des échanges entre la solution et les micelles	172
7 - Les pouvoirs tampons du lait	172

7.1 - Le lait, tampon des ions calcium et magnésium	172
7.2 - Le lait, tampon de l'ion hydronium	174

Chapitre 12 ■■■ LES ÉQUILIBRES, LE pH ET L'ACIDITÉ DU LAIT

1 - Le pH du lait	178
2 - L'acidité du lait	181
2.1 - L'acidité naturelle	181
2.2 - L'acidité développée	183
3 - Les relations entre le pH et l'acidité	185
4 - Que nous apprennent pH et acidité ?	188

QUATRIÈME PARTIE

LES CARACTÈRES ET LES FACULTÉS DU LAIT ET DE SES CONSTITUANTS

Chapitre 13 ■■■ QUELQUES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU LAIT

1 - Densité et masse volumique	191
2 - Les lumières et le lait	193
2.1 - Aspect et couleur du lait	193
2.2 - L'absorption des radiations lumineuses par les substances du lait	195
3 - La pression osmotique du lait.....	196
4 - La constante moléculaire du lait.....	198
5 - L'abaissement du point de congélation du lait.....	199

Chapitre 14 ■■■ LES CONSTITUANTS MINEURS DOUÉS D'UNE ACTIVITÉ BIOLOGIQUE

1 - Le rôle des constituants à activité biologique	202
2 - Les constituants mineurs du lait à activité biologique	203
3 - Les enzymes	204
3.1 - Leur origine	204
3.2 - Leur multiplicité	204
3.3 - Leur activité	205
3.4 - Quelques-unes des enzymes du lait	205
3.4.1 - Les oxydoréductases	206
3.4.2 - Les enzymes hydrolytiques ou hydrolases	208
4 - Les vitamines	210
5 - Les hormones	211
6 - Les oligoéléments	212

ANNEXE : GRANDEURS, UNITÉS ET SYMBOLES EMPLOYÉS DANS L'OUVRAGE