



Volume 1

Propriétés physico-chimiques des aliments

nouveaux outils de prédiction

Aïchatou Musavu-Ndob
Malik Melas et André Lebert

Conclusion. Les extensions de l'approche à l'échelle moléculaire	81
thermodynamique	81
Opérations	81
Chapitre 1. Le modèle UNIFAC. Larsen et al. (1980)	83
Chapitre 2. Le modèle UNIFAC. Larsen et al. (1980)	83

Table des matières

Introduction	9
Chapitre 1. Les principales propriétés physico-chimiques	11
1.1. Propriétés physico-chimiques et qualités des produits biologiques	11
1.2. Modélisation semi-empirique des propriétés physico-chimiques	14
1.2.1. Le modèle de Rougier <i>et al.</i>	14
1.2.2. L' a_w Designer	17
1.2.3. Le modèle de Wilson <i>et al.</i>	17
1.3. Des grandeurs d'état thermodynamiques aux propriétés physico-chimiques des aliments	19
1.3.1. Rapides rappels de thermodynamiques	19
1.3.2. Potentiel chimique, activité et coefficient d'activité	22
1.3.3. Activités et propriétés physico-chimiques	23
Chapitre 2. Une approche thermodynamique pour prédire les propriétés physico-chimiques	29
2.1. Un bref rappel historique	29
2.2. La structure du modèle thermodynamique	32
2.2.1. Les interactions à prendre en compte	32
2.2.2. Le modèle UNIFAC	33
2.2.3. Le modèle d'électrolytes	35

2.3. Le modèle d'Achard	37
2.3.1. Structuration de modèle d'Achard	37
2.3.2. Gestion des espèces chimiques	40
2.3.3. Décomposition en groupes fonctionnels	41
2.3.4. Avantages et inconvénients du modèle d'Achard	43
Chapitre 3. Applications aux milieux biologiques	45
3.1. Milieux simples	45
3.1.1. Solutions de sucres	45
3.1.2. Solutions de sels	47
3.1.3. Solutions d'acides aminés	48
3.2. Intégration de milieux complexes dans le modèle thermodynamique	51
3.3. Milieux de cultures de micro-organismes	53
3.3.1. Peptones et milieu BTV	54
3.3.2. Gélatine	57
3.3.3. Milieu BTVg	59
3.4. Produits carnés	60
3.4.1. Viande de bœuf et de porc	60
3.4.2. Viande de volaille	62
3.4.3. Poissons	65
3.5. Produits laitiers	66
3.6. Conclusion sur l'utilisation du logiciel de prédiction des propriétés physico-chimiques de milieux biologiques	71
Chapitre 4. Utilisation dans les simulateurs de procédés	73
4.1. Introduction à la simulation numérique	73
4.2. Prévision de la croissance de micro-organismes dans un procédé de séchage	74
4.2.1. Présentation du problème	74
4.2.2. Résultats de croissance	77
4.2.3. Utilisation de la simulation numérique pour comprendre les résultats de croissance	78

Conclusion. Les extensions de l'approche thermodynamique	81
Annexe 1. Le modèle UNIFAC Larsen <i>et al.</i> (1987)	83
Annexe 2. Expression de Debye-Hückel pour les interactions de longue portée	87
Annexe 3. Equations de solvatation	89
Annexe 4. Liste des groupes fonctionnels	91
Annexe 5. Paramètres d'interaction entre groupes fonctionnels	97
Bibliographie	101
Index	109

— amélioration des caractéristiques de l'aliment par ajout d'ingrédients (conservateurs) ou suppression d'éléments nuisibles à la qualité ;

— utilisation d'énergie sous différentes formes (chaleur, lumière, etc.) ;

— contrôle ou élimination de toute (re)contamination.

Les propriétés physico-chimiques des milieux biologiques tels le pH, l'activité de l'eau (a_w) et le potentiel d'oxydo-réduction ($E_{h,r}$) jouent — avec la température — un rôle crucial dans les domaines de la biotechnologie, des industries pharmaceutiques et des industries alimentaires. En effet, elles permettent de déterminer et de prédir aussi bien le comportement des micro-organismes que les réactions chimiques et biochimiques se produisent dans les milieux biologiques liquides, gelés ou solides. Ces milieux contiennent un composé important, l'eau — le solvant — et de nombreux solutés qui peuvent être des sucre-s acides tels que les sucres, les alcools ou bien des électrolytes plus

MODÉLISATION ET CONTRÔLE DES PROCÉDÉS ALIMENTAIRES

Série coordonnée par Jack Legrand et Gilles Trystram

La thermodynamique moléculaire permet d'analyser les propriétés physico-chimiques (pH, aw) des milieux biologiques et alimentaires.

Après avoir détaillé les bases physiques, cet ouvrage applique le modèle à des solutions aqueuses contenant des sucres, des sels ou des acides organiques, seuls ou en mélange. L'extension du modèle à des milieux de plus en plus complexes est détaillée : milieux de culture bactérienne ou aliments tels que les viandes ou les fromages.

Propriétés physico-chimiques des aliments montre enfin comment l'intégration de ce modèle dans un simulateur de procédés alimentaires permet de mieux interpréter les résultats en prenant l'exemple d'une croissance bactérienne.

Les auteurs

Aïchatou Musavu-Ndob effectue des recherches sur la mesure et la modélisation des propriétés physico-chimiques de produits carnés (porc, boeuf, poulet, saumon, morue...).

Malik Melas travaille sur la mesure et la modélisation des propriétés physico-chimiques de produits fromagers (comté, edam, emmental, fromage frais...).

André Lebert est professeur de génie des procédés à Polytech Clermont-Ferrand. Ses recherches portent sur la mesure, la modélisation et la prédition des propriétés physico-chimiques de milieux biologiques ou alimentaires.