

Diplôme : BTSA Sciences et technologies des aliments

Module : M54 La composition et les évolutions des produits alimentaires

Objectif général du module : Expliquer l'incidence de la composition chimique, biochimique et microbiologique du produit sur sa qualité texturale, nutritionnelle, sanitaire et organoleptique. Utiliser une méthodologie adaptée pour la mesure de la qualité.

Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

- Objectif 1 - Expliquer les évolutions des produits alimentaires à partir de leur composition et des propriétés physico-chimiques de leurs constituants

Il s'agit à partir d'exemples pris dans la spécialité, de mettre en évidence que les modifications physiques ou organoleptiques des produits sont liées à des réactions de leurs constituants. Une approche comparative avec des produits des autres filières est recommandée. Les particularités liées à la spécialité seront détaillées dans le module M56. Ne présenter ici que les propriétés générales et mettre en avant leur importance relative dans les diverses filières.

- Objectif 1.1. Décrire la structure et les propriétés des constituants essentiels des aliments en lien avec leur structure biochimique

La description des différentes liaisons chimiques est un préalable important pour aborder avec profit les contenus de cet objectif : liaisons covalente et polarisée, liaisons de faible énergie (Van der Waals, hydrogène ...).

Les propriétés physico-chimiques principales des aliments sont abordées en relation avec les propriétés de l'eau (états de l'eau, polarité, solubilité, notion de disponibilité). Les propriétés physico-chimiques principales des glucides, lipides et protéides doivent permettre de comprendre leur incidence sur la texture des produits. Certaines propriétés chimiques particulières de ces biomolécules sont abordées dans le M56.

Il ne s'agit pas ici de développer un cours de biochimie structurale mais de cibler les propriétés physico-chimiques en lien avec les aliments. Éviter les monographies fastidieuses.

Décrire les groupements fonctionnels essentiels et leur nomenclature.

Les propriétés physico-chimiques principales permettent de développer les notions suivantes :

- les glucides : la classification, les oses (bases de stéréochimie, représentations de Fisher et de Haworth), les diholosides et les polyholosides ; les propriétés physiques (solubilité, liaisons chimiques notamment avec l'eau, pouvoir rotatoire, pouvoir sucrant).
- les protides : la classification, les acides aminés (bases de stéréochimie, représentation de Fisher, les propriétés acido-basiques, pKa, pHi, diagramme de prédominance), la liaison peptidique, les protéines (structures, liaisons chimiques notamment avec l'eau), la nature et la fonction des enzymes (vitesse de réaction, énergie d'activation, mode d'action, coenzymes, facteurs de l'activité enzymatique (pH, T), effecteurs).
- les lipides : les acides gras (nomenclatures, représentations et isoméries), les esters du glycérol, les phospholipides (lécithine), les stérols, la fraction insaponifiable (vitamine, carotène), les propriétés physiques (solubilité, émulsion, température de fusion).

Présenter, sans entrer dans les détails, les vitamines, les sels minéraux et les acides nucléiques.

Objectif 1.2. Décrire les principales réactions physico-chimiques et biochimiques susceptibles d'intervenir dans l'évolution d'un produit ainsi que leurs effets.

Cet objectif est abordé dans la continuité des notions acquises dans le secondaire. Celles-ci sont contextualisées pour :

- présenter les caractéristiques acido-basiques d'un aliment : forces des acides et des bases selon Brønsted, couples, KA et pKA, diagramme de prédominance, définition et principe de calcul du pH ; constitution, propriétés et préparation des solutions tampon ; réactions acido-basiques dans les cas classiques, extension à un polyacide et/ou une polybase.
- présenter les mécanismes de l'oxydoréduction en milieu aqueux : couples, potentiel d'oxydoréduction, relation de Nernst et influence du pH, prévision des réactions, nombre d'oxydation.

Cette partie est complétée par l'étude des bases de la cinétique chimique : notion de vitesse de réaction, constante de vitesse, influence de la température, énergie d'activation, catalyse. Énoncer différentes méthodes permettant de suivre l'évolution d'une réaction chimique.

Exposer l'hypothèse michaélienne : détermination graphique de la constante de Michaelis -Menten K_M et de la vitesse maximale V_{MAX} , paramètres qui influencent la cinétique michaélienne.

Aborder succinctement une cinétique non michaélienne (par exemple : cinétique allostérique).

Présenter les phénomènes de dégradation non enzymatique : brunissement non enzymatique, oxydation des lipides, dégradations thermiques, ainsi que les phénomènes de dégradation enzymatique : brunissement enzymatique, lipolyse, protéolyse.

Il apparaît important de contextualiser l'action des différents paramètres (T, pH, oxydation..)

Objectif 2 - Présenter les systèmes microbiens et leurs comportements dans les produits alimentaires au cours du processus de transformation

Il s'agit d'aborder la microbiologie sous l'angle de l'écologie microbienne dans les produits et les matières premières pour comprendre d'une part l'évolution des produits sous l'action des microorganismes, qu'ils soient utilisés comme auxiliaires de fabrication ou qu'ils entraînent des problèmes d'altération, et d'autre part les risques sanitaires microbiens.

Objectif 2.1. Présenter les principaux groupes de microorganismes susceptibles d'être présents dans les produits alimentaires

Il s'agit de présenter la classification générale des micro-organismes après l'avoir située dans la classification des êtres vivants actuelle (arbre phylogénétique de Woese, Fox et Logan). Indiquer que les critères de classification sont très divers et évolutifs et doivent être adaptés à l'usage prévu. Il ne doit pas s'agir d'un cours sur la classification, mais on doit aboutir à une classification pratique permettant de situer les micro-organismes utilisés en fabrication, ceux préjudiciables à la qualité des produits et les pathogènes responsables de problèmes sanitaires. Cette présentation doit permettre d'aboutir à l'identification des micro-organismes.

Objectif 2.2. Présenter les principaux écosystèmes microbiens des produits alimentaires

La définition de l'écosystème microbien s'appuie sur des exemples dans différents produits (saucisson sec, fromages affinés, choucroute...). Les différents éléments de l'écosystème étudiés sont le biotope, les différents paramètres d'état (température, pH...) et les organismes vivants présents. Il est intéressant de montrer qu'il existe des écosystèmes homogènes (produits ou matières premières liquides) et d'autres hétérogènes (produits solides ou semi-solides).

Objectif 2.3. Décrire la dynamique des écosystèmes microbiens

Il s'agit de présenter le comportement des différents microorganismes en fonction de l'évolution des paramètres environnementaux (T°C, Aw, rH, pH, ...) en évoquant également la réponse cellulaire au stress (sporulation). La nutrition et la croissance sont présentées en culture pure et mélangée, en milieu artificiel et dans les aliments, ce qui permet en particulier d'aborder les calculs de DLC.

A partir d'exemples mettre en évidence les interactions microbiennes dans les aliments
Distinguer la dynamique des écosystèmes et la dynamique des populations (métabiose).

Objectif 2.4. Présenter l'incidence des populations microbiennes sur la qualité et l'évolution des produits alimentaires

Discuter les termes « utiles » et « nuisibles » que l'on applique couramment aux micro-organismes.

Présenter et expliquer les processus microbiologiques de transformation des produits alimentaires (principales fermentations ...).

Décrire les risques d'altérations microbiennes liés à la composition et à l'évolution des matières premières et produits finis.

Objectif 3 - Caractériser les produits alimentaires sur le plan nutritionnel

Il ne s'agit pas dans cet objectif de développer le fait alimentaire, mais de rappeler que les aliments répondent à des besoins de l'organisme et que chaque aliment a des propriétés nutritionnelles particulières, liées à sa composition et à son mode de transformation. Des illustrations concrètes sont recommandées.

Objectif: 3.1. Présenter les recommandations nutritionnelles nécessaires à un bon équilibre alimentaire en relation avec la composition des aliments

La présentation des comportements alimentaires est faite dans le module M51.

Définir les termes : besoin énergétique, métabolisme basal, besoins nutritionnels, apports nutritionnels conseillés... A partir d'un ou plusieurs cas concrets, analyser la composition d'un repas au regard des besoins d'un individu. Mettre l'accent sur l'aspect à la fois quantitatif et qualitatif des besoins.

Présenter les PNNS.

Rappeler les objectifs de la transformation alimentaire : rendre les matières premières agricoles consommables par l'homme, les conserver, améliorer les caractéristiques organoleptiques ...Montrer à partir d'exemples que le mode de transformation peut modifier l'intérêt nutritionnel d'une matière première (composition différente).

Objectif 3.2. Mettre en relation les aliments, les comportements alimentaires et la santé du consommateur

Présenter les différents risques alimentaires : troubles du comportement alimentaire, allergies, déséquilibres alimentaires (ne pas faire un développement de tous les déséquilibres alimentaires, mais, à partir d'exemples, présenter certaines pathologies liées à l'alimentation : obésité, diabète, excès alimentaires), allergies, intolérances, intoxications.

Mettre l'accent sur l'inadéquation entre apports et besoins, qui amplifie ces risques.

Mettre en avant la nécessité de la mise en œuvre d'outils relatifs au maintien de la qualité sanitaire.

Présenter les compléments alimentaires, les alicaments, les produits allégés, diététiques, OGM... , leurs atouts et les problèmes qu'ils posent.

Objectif 4 - Mettre en œuvre les techniques d'analyse nécessaires aux contrôles des produits alimentaires

Cet objectif est basé sur des travaux pratiques.
Sécurité, hygiène, environnement au laboratoire

Objectif 4.1. Expliquer et mettre en œuvre les techniques d'analyse physico-chimiques et biochimiques des produits alimentaires en fonction de la réglementation et de besoins spécifiés

Appliquer les dosages acido-basiques à l'analyse des aliments : courbes de neutralisation avec mise en évidence de l'effet tampon, TA, TAC, en profiter pour aborder le TH par complexométrie.

Appliquer les dosages d'oxydoréduction à l'analyse des aliments : dosages potentiométrique et/ou chimique (manganimétrie). DCO. Degré chlorométrique.

Caractériser les constituants biochimiques et minéraux des aliments : séparation des lipides, dosage de l'azote par la méthode de Kjeldahl, dosage des chlorures, utilisation de techniques chromatographiques.

Présenter des techniques d'analyses rapides : kits enzymatiques, trousse de dosage, *tests bandelettes*....

Objectif 4.2. Expliquer et mettre en œuvre les techniques d'analyse microbiologiques des produits alimentaires en fonction de la réglementation et de besoins spécifiés

Objectif 5 - Utiliser une démarche scientifique pour s'assurer de la qualité de la production et pour interpréter les résultats

Le tableur informatique et la calculatrice sont des outils indispensables à la fois pour introduire les nouvelles notions mais aussi pour traiter les exemples d'application. En particulier certains logiciels constitués de macro instructions d'un tableur sont des outils efficaces dans le cas d'analyses multidimensionnelles.

Objectif 5.1. Maîtriser la variabilité d'une production

intervalle de confiance d'une variance, conformité d'une variance

L'intervalle de confiance et le test de conformité sont construits à partir de la variable aléatoire $\frac{nS^2}{\sigma^2}$. On veille à attirer l'attention sur la non symétrie de cet intervalle.

Objectif 5.2. Maîtriser la normalité d'une production

test de normalité.

Le test de référence est le test du khi deux d'ajustement. Les différentes probabilités sont données a priori dans le premier exemple traité. On s'assure que les effectifs théoriques sont au moins égaux à 5. Dans le cas contraire certains regroupements judicieux sont effectués. Dans certaines situations la moyenne ou la variance peuvent être connues, ce qui entraîne certaines précautions dans la détermination du nombre de degrés de liberté.

Objectif 5.3. Comparer deux méthodes d'analyse d'échantillons par paires

Objectif 5.4. Suivre la fabrication à l'aide d'une carte de contrôle

Les cartes de contrôles sont associées à un test de conformité de moyenne. Pour un risque de 0,05, respectivement de 0,01, les bornes de l'intervalle d'acceptation de la conformité sont définies comme les limites inférieures et supérieures de surveillance, respectivement comme limites inférieures et supérieures de contrôle. Lorsque les moyennes sont extérieures à ces intervalles, dans le premier cas la fabrication est soumise à une surveillance, dans le second cas, elle entraîne une correction.

Objectif 5.5. Comparer deux classements

test non paramétrique de Mann-Whitney.

Objectif 5.6. Interpréter les résultats d'une analyse sensorielle

test triangulaire

La variable de décision associée à ce test est distribuée suivant une loi binomiale de paramètre $p=1/3$. Les tables statistiques sont construites en travaux dirigés à l'aide du tableur. Elles permettent de déterminer les nombres critiques de réponses correctes reliées à un risque donné.

Objectif 5.7. Interpréter des données multifactorielles

analyse en composantes principales.

L'ACP est introduite à partir de l'étude de trois variables. Une présentation géométrique est alors possible. Lorsque les variables sont de type différent, une réduction est nécessaire. On veille à donner une interprétation des axes principaux en fonction des variables étudiées. Il est indispensable d'apprécier la qualité globale de représentation dans le plan principal en prenant en considération le pourcentage d'inertie expliquée. Cette démarche doit être systématique pour la représentation de chaque individu. Tout développement théorique est exclu.

Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

Les références bibliographiques relatives à ce module sont thématiques. Elles sont présentées dans les fiches d'accompagnement thématique (chimie, biochimie, microbiologie).