

CHIMIE ET HYGIÈNE ALIMENTAIRE

ADDITIFS ALIMENTAIRES
COURS 14

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- Il n'y a pratiquement aucune recette alimentaire qui ne contient pas de conservateurs, d'antioxydants, de colorants, d'activateurs ou d'édulcorants
- Même si pour chaque additif alimentaire la dose autorisée par unité de produit et l'aliment auquel il peut être utilisé sont établis par la loi, la complexité des ingrédients essentiels et facultatifs augmente la possibilité d'utiliser une large gamme d'additifs, avec le danger de ne pas connaître l'effet synergique de l'utilisation d'additifs alimentaires.
- Des recherches récentes menées dans divers pays du monde, y compris notre pays, ainsi que des études entreprises dans des organismes internationaux (FAO / OMS) ont montré que le concept de la qualité des aliments doit être amélioré; il doit répondre aux quatre caractéristiques indissociables: valeur psychosensorielle, valeur énergétique, valeur biologique et valeur hygiénique.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- Selon les règles officielles, les additifs alimentaires sont destinés:
 - toute substance qui n'est normalement pas consommée en tant qu'aliment en soi et qui n'est pas un ingrédient alimentaire caractéristique ayant ou non une valeur nutritive et par laquelle elle est destinée à être ajoutée à des denrées alimentaires à des fins technologiques pendant la fabrication, la transformation, la préparation, le traitement et l'emballage de ces aliments deviennent une composante de ces aliments.
 - substances ajoutées aux aliments afin d'y modifier ou de créer certaines propriétés, de faciliter certaines opérations de transformation et d'assurer une certaine stabilité dans le temps.
 - *toute substance, même de nature microbiologique, qui n'est normalement pas consommée comme aliment et qui n'est normalement pas utilisée comme ingrédient alimentaire typique, qu'elle ait ou non une valeur nutritionnelle, dont l'adjonction à l'aliment est liée à une finalité technologique (et organoleptique) dans la fabrication, l'emballage ou le stockage des denrées alimentaires, avec un effet certain ou à partir duquel des effets pratiques (directs ou indirects) sont attendus sur leurs propriétés. Le terme n'inclut pas les contaminants ou les substances ajoutés aux aliments pour maintenir ou améliorer les qualités nutritionnelles".*

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- La définition juridique de l'UE pour les additifs alimentaires est énoncée dans le règlement (CE) 1333/2008 sur les additifs alimentaires, qui s'applique depuis le 20 janvier 2010.
 - il est très proche de celui approuvé par le Codex Alimentarius
 - *„toute substance qui n'est pas normalement consommée comme aliment et qui n'est normalement pas utilisée comme ingrédient alimentaire typique, qu'elle ait ou non une valeur nutritive, dont l'adjonction aux aliments est liée à un objectif technologique (et organoleptique) pour la fabrication, l'emballage ou le stockage de denrées alimentaires ayant un effet certain ou censé avoir un effet pratique (direct ou indirect) sur leurs propriétés”.*

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- Les additifs alimentaires sont utilisés aux fins suivantes:
 - préserver la valeur nutritive d'un produit alimentaire;
 - améliorer la durée de conservation et la stabilité d'un produit alimentaire;
 - l'avantage de la fabrication, de l'emballage, du stockage et du transport des produits alimentaires;
 - améliorer les caractéristiques sensorielles des aliments.
- L'utilisation d'additifs n'est pas justifiée dans les cas suivants:
 - la dose d'utilisation met en danger la santé des consommateurs;
 - l'additif diminue considérablement la valeur nutritive de l'aliment cible;
 - par l'utilisation d'additifs, elle est destinée à masquer les défauts du produit alimentaire ou à masquer les défauts de fabrication ou de manipulation;
 - l'utilisation d'additifs induirait le consommateur en erreur.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

Aspects toxicologiques de l'utilisation d'additifs alimentaires

- L'additif alimentaire, autorisé pour une utilisation dans l'industrie alimentaire, nécessite des études toxicologiques:
 - études de toxicité aiguë,
 - études biochimiques,
 - toxicité à court et à long terme,
 - études de reproduction,
 - carcinogénicité,
 - mutagénicité et
 - observations chez l'homme.
- Pour protéger la santé des consommateurs, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a introduit le concept de l'apport journalier acceptable (DJA), qui est la quantité d'additif qui peut être ingérée quotidiennement par le biais des aliments, tout au long de la vie, sans risques.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- Les conditions qu'un additif alimentaire doit remplir sont les suivantes:
 - être non toxique et non cancérigène à différents niveaux d'utilisation,
 - ne pas contenir d'impuretés toxiques;
 - avoir une dispersibilité et / ou une solubilité adaptées à son incorporation dans la phase aqueuse et / ou la phase lipidique de l'aliment;
 - ne pas conférer un goût et une odeur particuliers à l'aliment dans lequel il est incorporé;
 - être stable à la lumière lorsqu'il est introduit dans le produit et être sous forme dispersée ou solubilisée à pH 2-8;
 - ne pas être affecté par les températures auxquelles le traitement thermique est effectué (pasteurisation, ébullition, stérilisation);
 - être stable pendant le stockage de l'aliment dans lequel il a été introduit;
 - ne pas réagir avec des traces de métaux ou d'agents oxydants ou réducteurs;
 - les caractéristiques sont identiques d'un lot à l'autre;
 - être disponible et relativement peu coûteux,
 - à approuver par la législation sanitaire en vigueur.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

Les conditions suivantes sont requises lors de l'utilisation d'additifs alimentaires:

- l'absence de danger, du fait d'une éventuelle accumulation de doses ou d'effets dans le temps, conditions vérifiées expérimentalement sur au moins deux espèces d'animaux;
- leur utilisation est acceptée comme nécessaire et motivée par des considérations scientifiques et / ou techniques. La FAO / OMS recommande l'utilisation prédominante de substances naturelles au lieu de synthétiques;
- la quantité ajoutée à l'aliment est aussi petite que possible, mais suffisante pour obtenir l'effet pour lequel l'additif alimentaire est indiqué;
- l'introduction d'une substance dans le groupe des additifs alimentaires n'entraîne pas le remplacement d'un des composants normaux de l'aliment;

ADDITIFS ALIMENTAIRES

Les conditions suivantes sont requises lors de l'utilisation d'additifs alimentaires:

- la pureté de l'additif alimentaire en testant ses qualités physico-chimiques, à réglementer par la loi;
- l'introduction d'additifs alimentaires devrait être précédée de la mise en place de méthodes simples et sensibles d'identification qualitative et de dosage quantitatif;
- l'ajout d'additifs alimentaires doit être marqué, visiblement, sur l'emballage, conformément aux dispositions légales;
- l'addition ne doit pas être toxique et ne doit pas être cancérigène et l'utilisation par le consommateur ne doit pas avoir de conséquences mutagènes tardives, tératogènes ou embryotoxiques.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

L'évaluation toxicologique d'une substance dont l'utilisation est proposée comme additif comprend deux étapes:

- le stade de la collecte de données sur la sécurité sanitaire de la substance, les tests de laboratoire sur des animaux de laboratoire et, dans la mesure du possible, les observations faites sur l'homme;
- stade d'interprétation et d'évaluation des données qui conduira à l'approbation ou à l'interdiction de l'utilisation de la substance comme additif.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

En fonction des résultats des évaluations toxicologiques, il est établi:

- la dose d'additif, admissible pour l'homme, qui peut être ingérée quotidiennement, tout au long de la vie, sans risque.
- dose quotidienne inconditionnellement admissible uniquement pour les additifs pour lesquels les données disponibles issues des études toxicologiques sont satisfaisantes, tant du point de vue biochimique que métabolique de l'additif.
- Dose journalière admissible temporaire dans les cas où les données toxicologiques obtenues sont suffisantes pour garantir une utilisation sûre de l'additif pendant une période de temps limitée, mais aucune donnée supplémentaire n'est disponible pour fixer la dose journalière admissible sans condition.
- Les doses sont exprimées en mg / kg de corps individuel standard.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- **Classification des additifs**

- Selon les directives du Parlement européen et du Conseil des gouverneurs 94/35 / CE et 96/83 / CE sur les édulcorants, 94/36 / CE sur les colorants, 95/2 / CE et 96/85 / CE sur les autres additifs, les additifs appartiennent aux groupes suivants.

Colorants

- Les colorants sont des substances utilisées pour restaurer la couleur d'un aliment. Les substances utilisées pour colorer la partie extérieure non comestible des denrées alimentaires ne sont pas considérées comme des colorants additifs.

Édulcorants (édulcorants)

- Ce groupe contient des substances qui sont utilisées pour donner le goût sucré à l'aliment dans lequel il est incorporé. Il ne rentre pas dans la catégorie des additifs édulcorants mono- et disaccharides ou aliments sucrés par leur nature (divers sirops naturels, miel, etc.).

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- **Classification des additifs alimentaires**

Conservateurs

- Cette catégorie de substances prolonge la durée de conservation des aliments en les protégeant contre l'action des micro-organismes.

Antioxydants

- Les antioxydants prolongent la durée de conservation des aliments en les protégeant contre les processus d'oxydation (rancissement des graisses et décoloration).

Supports (transporteurs)

- Les supports peuvent être solides (poudres) ou liquides (solvants). Les supports aident à disperser l'additif sans modifier les fonctions technologiques. Ils sont utilisés pour faciliter la manipulation ou l'utilisation d'additifs.

aigre

- Les substances de cette catégorie augmentent l'acidité des échantillons d'aliments et / ou altèrent le goût du produit.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- **Classification des additifs**

Régulateurs de pH

- Ces substances modifient ou contrôlent (stabilisent) l'acidité ou l'alcalinité d'un aliment.

Agents anti-agglomérants

- Ces produits chimiques réduisent la tendance des particules individuelles d'un aliment à adhérer.

Agents antimousse

- Le terme fait référence aux substances qui empêchent ou réduisent la formation de mousse.

Agents moussants

- Ces agents chimiques assurent la formation d'une dispersion homogène de gaz en phase liquide ou en phase solide.

Agents gonflants

- Cette classe contient des substances capables de contribuer au volume d'un produit alimentaire sans avoir d'effet significatif sur la valeur énergétique (par exemple le polydextrose).

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- **Classification des additifs**

Émulsifiants

- A l'aide de ces substances, la formation et le maintien d'émulsions de type A / U et U / A (eau dans huile, respectivement huile dans eau) sont assurés.

Sels émulsifiants

- Les sels émulsifiants transforment les protéines du fromage en une forme dispersée, ce qui assure une distribution uniforme des graisses et autres composants.

Agents de durcissement

- Le terme fait référence à des substances qui donnent et maintiennent une consistance forte et croquante aux tissus des fruits et légumes. Il est souvent utilisé pour produire un gel solide et cohérent avec une stabilité mécanique due à l'interaction avec des agents gélifiants.

Exhausteurs de goût

- Ces substances intensifient le goût et / ou l'odeur existants d'un produit alimentaire

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- **Classification des additifs**

Agents gélifiants

- La classe comprend les substances qui donnent de la texture à un produit alimentaire en formant une structure de gel.

Agents de vitrage

- Ces substances, appliquées à la surface d'un produit alimentaire, lui confèrent un aspect agréable et / ou un film protecteur.

humectants

- Ces substances empêchent la déshydratation des aliments et favorisent la dissolution ou la dispersion d'une poudre en milieu aqueux.

Amidons modifiés

- La classe d'amidon modifiée comprend les substances obtenues à partir d'amidon par des traitements chimiques, physiques ou enzymatiques.

Gaz d'emballage

- Les gaz d'emballage (autres que l'air) sont placés dans des conteneurs avant, pendant ou après l'introduction de l'aliment.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- **Classification des additifs**

Agents desserrants

- Ces agents libèrent des gaz et augmentent donc le volume d'une pâte ou d'une composition.

Séquestrants

- Cette classe comprend les substances qui forment des combinaisons complexes avec des ions métalliques dans les aliments.

Stabilisateurs

- Les stabilisants maintiennent l'état physico-chimique d'un produit alimentaire.

Substances épaississantes

- Avec l'aide de ces substances, la viscosité d'un produit alimentaire est augmentée.

Agents de traitement de la farine (autres que les émulsifiants)

- Ces substances sont ajoutées à la farine ou à la pâte pour améliorer les propriétés boulangères ou rhéologiques.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

Les catégories de substances suivantes **ne sont pas considérées comme des additifs**:

- substances utilisées pour le traitement de l'eau potable;
- produits contenant de la pectine et des dérivés de pulpe de pomme séchée ou d'écorces d'agrumes (pectine liquide);
- base de gomme à mâcher;
- dextrine blanche ou jaune, amidon grillé ou dextrinisé, amidon modifié par traitement avec des acides ou des alcalis et amidon traité avec des enzymes amylolytiques;
- chlorure d'ammonium;
- plasma sanguin, gélatine, hydrolysats de protéines et leurs sels, protéines de lait, gluten;
- les acides aminés et leurs sels (sauf l'acide glutamique, la glycine, la cystéine, la cystine et leurs sels);
- caséine et caséinates;
- inuline.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- Certains additifs ne se trouvent pas dans les produits finis; ils sont utilisés à un certain stade du processus technologique et sont éliminés ou décomposés avant la fin des aliments.
- L'Union européenne a formulé des directives approuvant un nombre important de substances pouvant être utilisées comme additifs.
- Ces additifs sont recommandés de manière sélective en fonction de l'âge du consommateur et sont codés par convention internationale, **plus de 1500 additifs codés** (forme de code: "E-" suivi d'un nombre naturel).

ADDITIFS ALIMENTAIRES

Exigences pour un colorant alimentaire

- être non toxique ou cancérigène et ne contenir aucune impureté toxique;
- il doit avoir une dispersibilité ou une solubilité dans la phase aqueuse ou dans la phase lipidique de l'aliment;
- ne pas conférer un goût ou une odeur particulier à l'aliment dans lequel il est introduit;
- être stable à l'action de la lumière à pH compris entre 2 et 8, dans l'état dans lequel elle est incorporée au produit;
- ne pas être affecté par le traitement thermique (pasteurisation, ébullition, stérilisation) auquel est soumis l'aliment;

ADDITIFS ALIMENTAIRES

Exigences pour un colorant alimentaire

- être stable dans les conditions de stockage de l'aliment dans lequel il est incorporé;
- ne pas réagir avec des traces de métaux ou d'agents oxydants ou réducteurs;
- assurer l'identité des caractéristiques d'un lot à l'autre;
- être détectable dans l'aliment par des techniques d'analyse appropriées;
- être disponible et économiquement approprié;
- à approuver par la législation sanitaire en vigueur.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

Selon les résultats de l'évaluation toxicologique, les colorants ont été classés en plusieurs catégories (FAO / OMS), selon les spécifications chimiques.

- Catégorie A - colorants acceptés comme additifs alimentaires pour lesquels des doses journalières autorisées ont été fixées.
- Catégorie B - colorants pour lesquels les données toxicologiques ne sont pas suffisantes pour classer ces colorants dans la catégorie A.
- Catégorie C1 - colorants pour lesquels les données toxicologiques sont insuffisantes pour leur évaluation, bien qu'une quantité importante de données de toxicité à long terme soit disponible.
- Catégorie C2 - colorants pour lesquels les données toxicologiques sont insuffisantes pour leur évaluation et la toxicité à long terme est inconnue.
- Catégorie C3 - colorants pour lesquels les données toxicologiques sont insuffisantes pour leur évaluation et qui présentent un risque d'effets nocifs.
- Catégorie D - colorants pour lesquels il n'y a pratiquement pas de données toxicologiques.
- Catégorie E - colorants considérés comme nocifs et qui ne doivent pas être introduits dans les aliments.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- Les colorants utilisés dans la plupart des pays européens appartiennent aux catégories de toxicité A, B, C1 ou C2.
- La dose journalière admissible pour l'homme est obtenue en extrapolant les données des animaux aux humains, en utilisant un facteur de sécurité. Ce coefficient est estimé à quelques dizaines.
- La classification des colorants peut se faire selon deux critères supplémentaires:
 - par leur nature, lorsqu'ils peuvent être naturels ou synthétiques;
 - selon leurs propriétés tinctoriales, ils peuvent être:
 - jaune, orange, rouge, bleu, vert, marron, noir et autres nuances (classification également faite pour les colorants alimentaires approuvés par l'UE et les USA).

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- **Les colorants naturels** sont ceux pour lesquels les normes FAO / OMS limitent l'impureté en:
 - l'arsenic (max. 3 mg / kg),
 - plomb (max.10 mg / kg),
 - mercure (max.1 mg / kg),
 - métaux lourds (max.40 mg / kg).
- Les colorants naturels utilisés dans l'industrie alimentaire appartiennent aux classes:
 - anthocyanes et bétaciens,
 - caroténoïdes,
 - chlorophylle,
 - flavin,
 - chalcones,
 - anthraquinones
 - flavones.

ADDITIFS ALIMENTAIRES

- L'article 1er de la directive 94/36 CE du 30 juin 1994 du Parlement européen et du Conseil dispose que la catégorie des colorants naturels comprend les constituants naturels des denrées alimentaires et des sources naturelles qui ne sont pas normalement consommées en tant que telles, et qui ne sont pas utilisés comme ingrédients pour produire des aliments.
- Les colorants au **caramel** sont considérés comme des colorants alimentaires naturels bien qu'ils ne soient pas naturellement présents dans les produits comestibles, ils résultent plutôt d'un chauffage contrôlé sur des glucides nutritifs: saccharose, dextrose, sucre inverti, sirop de glucose.
- **Le rouge cochenille**, résultant du broyage fin de l'insecte *Coccus cacti* à l'état sec, est également classé comme colorant naturel.

Colorants naturels - Anthocyanes

- Ce nom regroupe des colorants que l'on trouve dans les fleurs, les feuilles ou les fruits et qui sont rouges, violets, bleus, selon l'origine et le pH de l'environnement.
- Chimiquement, ce sont des flavonoïdes substitués (la partie aglyconique) liés à divers résidus glucidiques.
- La structure de base est représentée par le cation tétrahydroxyflavyle substitué par des groupes hydroxy, méthyle ou méthoxy.
- Ces formes aglyconiques sont appelées anthocyanidines et sont obtenues par hydrolyse d'anthocyanes (les glucides dans la structure des anthocyanes sont le glucose, le galactose, le rhamnose).
- Six anthocyanidines sont connues: pelargonidine, cyanidine, peonidine, delphinidine, pétunidine et malvidine.

Colorants naturels - Anthocyanes

- Les sources industrielles d'anthocyanes sont:
 - peau de raisin,
 - chou rouge,
 - betterave,
 - bleuets,
 - cassis,
 - cerises,
 - cerises,
 - framboise.
- La couleur des anthocyanes dépend du pH du milieu dans lequel elles sont incorporées.
- À pH compris entre 2,5 et 3, les anthocyanes sont violette et à pH compris entre 4 et 4,5, elles sont violettes.
- Ils sont largement utilisés pour colorer les boissons sucrées et alcoolisées et les jus de fruits.
- Leur utilisation pour colorer les glaces est limitée en raison du pH du mélange.

Colorants naturels - Caroténoïdes

- Les caroténoïdes sont un groupe de matière colorée naturelle, jaune-orange ou rouge, répandue dans les règnes végétal et animal.
- Leur structure en polyène peut être dérivée de l'isoprène.
- La plupart des caroténoïdes contiennent 40 atomes de carbone dans la molécule, mais des représentants avec un plus petit nombre d'atomes de carbone sont également connus.
- La catégorie des colorants caroténoïdes comprend les classes chimiques suivantes:
 - des hydrocarbures de formule moléculaire $C_{40}H_{56}$ (par exemple carotène, lycopène);
 - des alcools appelés xanthophylles ayant la formule moléculaire $C_{40}H_{56}O_2$ (par exemple xanthophylle, zéaxanthine, cryptoxanthine);
 - les oxydes (par exemple la flavoxanthine, la violaxanthine);
 - les cétones (par exemple astacine, axtaxanthine, canthaxanthine, capsanthine);
 - acides (par exemple bixine).

Colorants naturels - Caroténoïdes

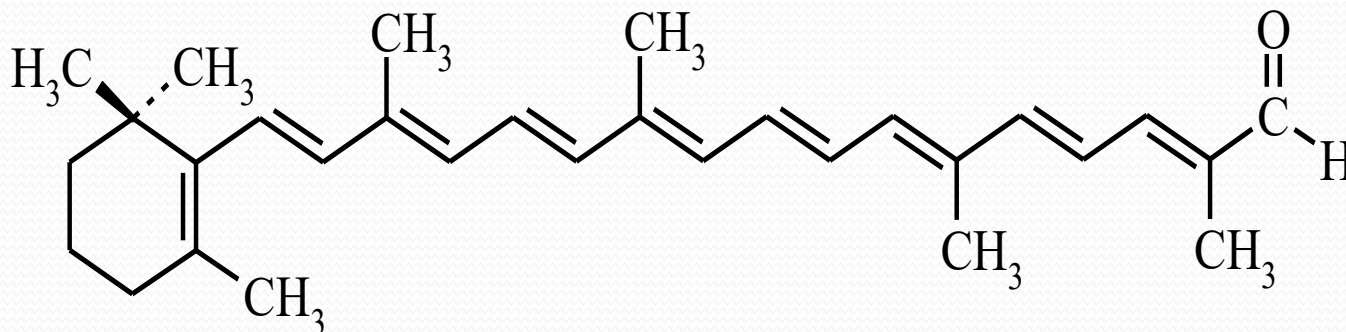
Carotène

- β -carotène est un hydrocarbure (formule moléculaire $C_{40}H_{56}$), synonyme de β -carotène, solaten ou L-orange3.
- Il est pratiquement insoluble dans l'eau, l'éthanol, la glycérine, le propylène glycol, légèrement soluble dans les huiles végétales.
- Forme des cristaux rouges (point de fusion 176-182°C, se décompose pendant la fusion).
- Il est sensible aux environnements acides ou alcalins, notamment en présence d'oxygène.
- Il doit également être protégé de l'action de la lumière.
- β -carotina utilisé pour colorer la margarine, le beurre, le fromage, la crème glacée, les macaronis, les huiles végétales, les bonbons, les crèmes, les desserts à la gélatine, les jus de fruits, les puddings.

Colorants naturels - Caroténoïdes

β -apo-8' carotenal

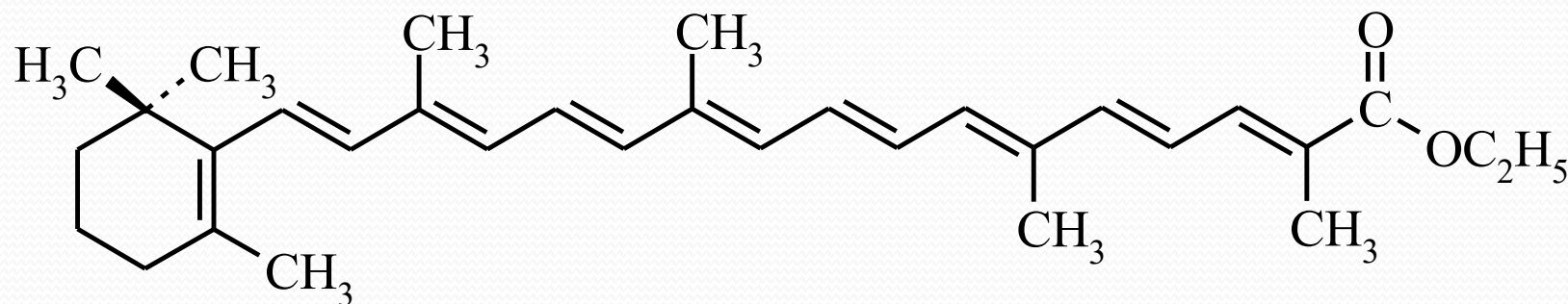
- Synonyme de L-orange, il appartient au groupe des caroténoïdes ($C_{30}H_{40}O$).
- La substance forme des cristaux violets avec un éclat métallique.
- Le produit commercial peut également se présenter sous forme de solutions dans des huiles végétales, des graisses ou des solvants organiques ou sous des formes dispersibles dans l'eau (poudre, granulés).
- La substance est insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'alcool éthylique et les huiles végétales.
- Les cristaux fondent dans l'intervalle 136-140°C.

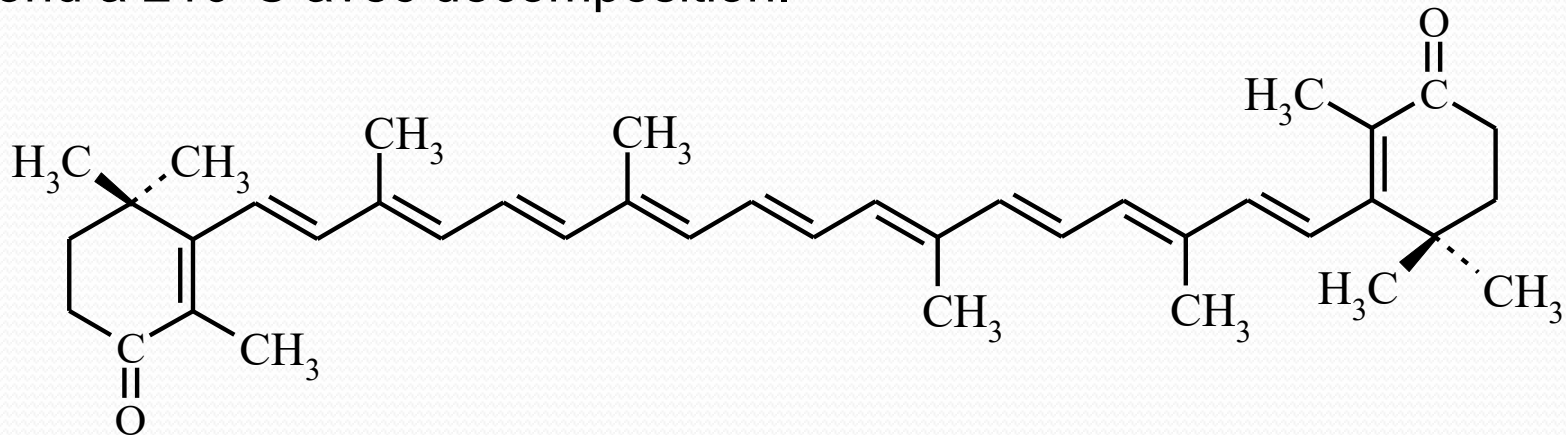


Colorants naturels - Caroténoïdes

Ester éthylique d'acide β -apo-8' carotenoic

- Il est synonyme de L-orange 9
- La substance est utilisée sous forme de solutions dans l'huile, les graisses, les solvants organiques ou sous forme de dispersions dans l'eau de préparations sèches (poudre, granulés).
- L'ester est sensible à l'action de la lumière et de l'oxygène, c'est pourquoi il est stocké dans des récipients opaques et du gaz inerte.
- Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool éthylique et les huiles végétales.
- La substance cristalline fond dans la plage 134-138°C.





Colorants naturels - Caroténoïdes

Xantofile (luteine)

- C'est un alcool caroténoïde, très répandu dans la nature, présent dans les algues, dans le jaune d'oeuf, dans les pétales de diverses fleurs jaunes.
- Forme des cristaux jaunes avec un éclat de surface violet et métallique, insoluble dans l'eau, soluble dans l'éthanol et les graisses, les cristaux fondent à 190°C.

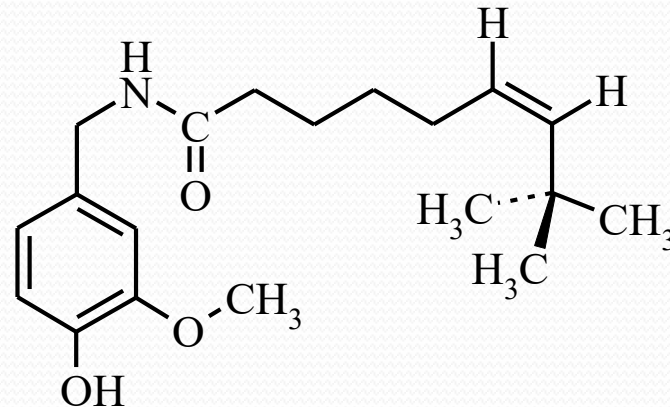
Capsantine

- A l'état pur, la capsanthine forme des cristaux rouge carmin avec une température de fusion de l'ordre de 175-176°C.
- la substance est optiquement active, la rotation spécifique est $[\alpha]_D = +36^\circ$.
- La capsantine est extraite du poivron rouge (d'où le nom du colorant).
- Il est utilisé pour colorer les plats de viande, les fromages, les pâtes, les frites *etc.*

Lycopine

- C/C=C(C)/CC/C=C(C)/C/C=C(C)/C/C=C(C)/C/C=C(C)/C/C=C(C)/C/C=C(C)/C/C=C(C)/C/C=C(C)C

Colorants naturels - Caroténoïdes



Capsaïcine

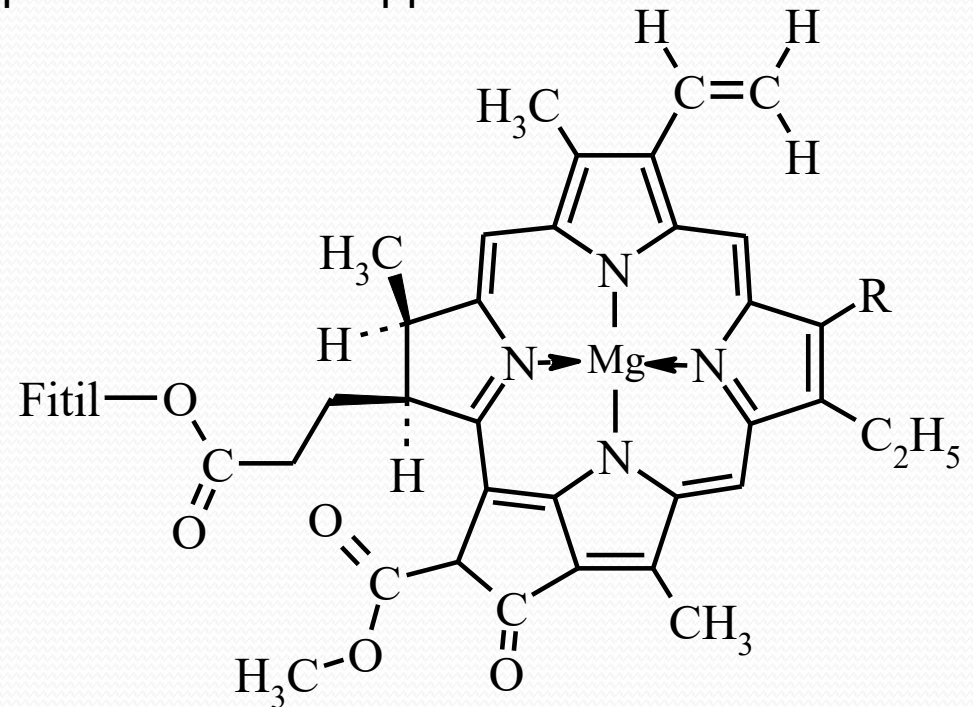
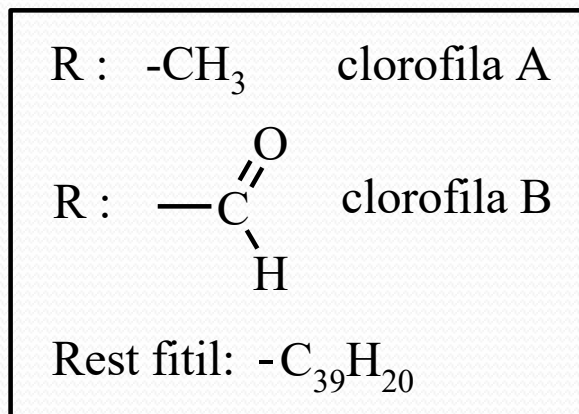
- Des fruits de *Capsicum annuum* est extrait avec des solvants organiques (dichlorométhane, trichloroéthène, acétone, propanol, méthanol, éthanol, hexane) un mélange de principes actifs épicés.
- L'évaporation du solvant d'extraction donne un résidu solide appelé oléorésines.
- Le produit se présente comme un liquide rouge vif, légèrement visqueux, avec une odeur caractéristique et un goût épicé et brûlant.
- Le composant dominant est la capsaïcine, représentée par la formule de structure adjacente.
- L'oléorésine de *Capsicum* n'est pas incluse dans la liste de l'UE en tant qu'additif.

Coloranți porfirinici

- Cette catégorie comprend la chlorophylle et les pigments sanguins.

Chlorophylle

- Représente le pigment vert des plantes.
- Elle se présente sous deux formes chimiques: la chlorophylle A et la chlorophylle B.
- Ces formes se trouvent dans les plantes dans le rapport molaire 3:1.



Coloranți porfirinici

Chlorophylle

- Dans la structure de la molécule se trouve, sous forme complexe, l'ion magnésium. Il est facilement éliminé avec des acides dilués et peut être remplacé par d'autres ions: cuivre, zinc, fer, nickel résultant en des complexes plus stables que la chlorophylle.
- Dans l'industrie alimentaire, le complexe de cuivre obtenu à partir de la chlorophylle, un complexe soluble dans les huiles végétales, est utilisé. Des sels de sodium ou de potassium de l'acide obtenu à partir de la chlorophylle par hydrolyse alcaline du groupe ester, des sels hydrosolubles, sont également utilisés.
- Lors de la saponification alcaline, le groupe méthyle et le groupe mèche sont éliminés des deux fractions ester.
- Dans l'industrie alimentaire, la chlorophylle et ses dérivés sont utilisés pour reverdir les légumes décolorés pour diverses raisons et pour la coloration verte de diverses préparations alimentaires.

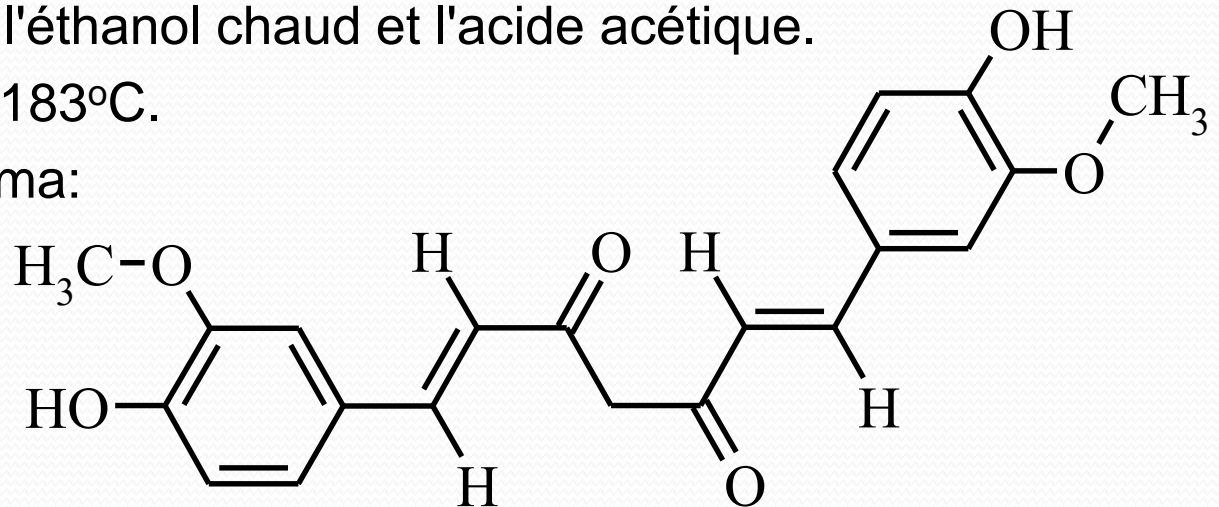
Coloranți porfirinici

Dinitrozil hemocrom (DNHF)

- Il s'agit d'un colorant rouge obtenu par la réaction entre l'hémine (la partie porphyrinique de l'hémoglobine) et l'anion nitrite(NO_2^-) en présence d'un agent réducteur.
- Le DNHF est utilisé dans les compositions avec des additifs non charnus et dans celles composées de porc (sans boeuf).

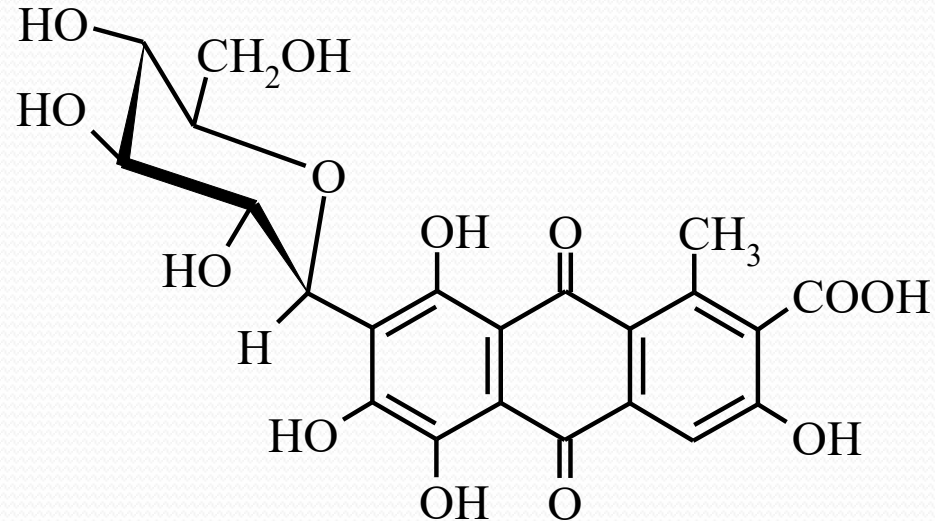
Coloranți chalconici

- Le représentant le plus important de cette classe est le curcuma.
- Le curcuma est une poudre obtenue en broyant les rhizomes de la plante *Curcuma longa*.
- Le colorant a une couleur jaune et un goût particulièrement aromatique.
- La poudre cristalline de colorant au curcuma est insoluble dans l'eau mais se dissout dans l'éthanol chaud et l'acide acétique.
- Il a un point de fusion 183°C .
- La structure du curcuma:



Coloranți antrachinonici

- De la classe particulièrement importante des colorants à base d'anthraquinone, l'industrie alimentaire utilise du carmin de cochenille.
- Le carmin de cochenille est obtenu par extraction aqueuse du corps sec de l'insecte femelle *Dactylopius coccus* Costa, qui vit sur l'espèce de cactus *Nepalea coccinellifera*.
- Le colorant principal de l'extrait est l'acide carminique rendu par la formule de structure adjacente.
- L'acide carminique est souvent utilisé sous forme de chélate d'aluminium hydraté.



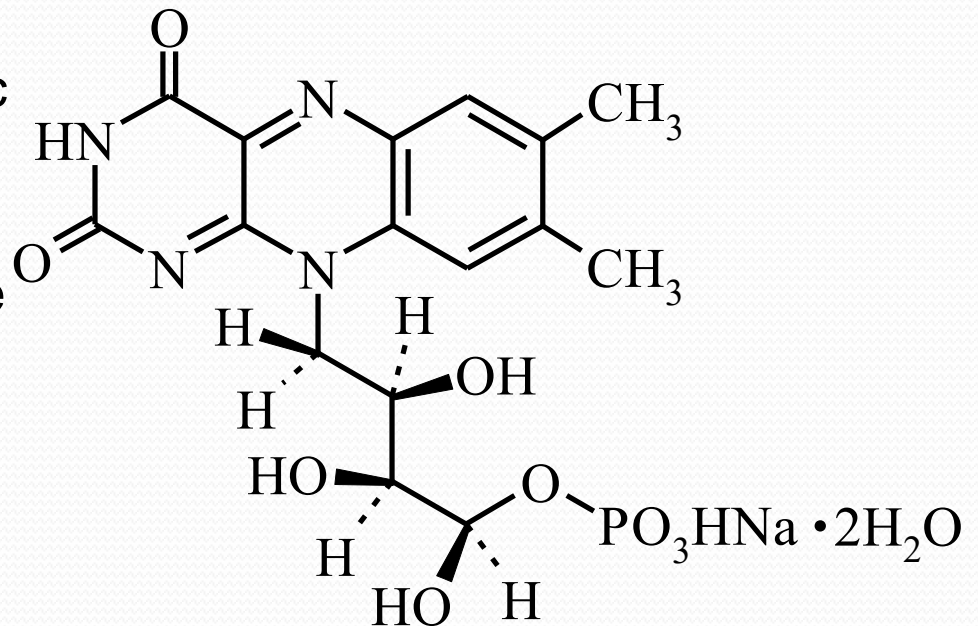
Coloranți antrachinonici

Carmin de cochenille

- Dans les préparations alimentaires, le principe colorant est présent en association avec les cations d'ammonium, de calcium, de potassium et de sodium.
- L'acide carminique est synonyme de Natural Red 4, il est soluble dans l'eau et l'alcool éthylique.
- Il se décompose à une température de 135°C.
- La couleur dépend du pH du milieu: à pH 4,8, l'acide carminique est jaune et à 6,2 il est violet.
- En combinaison avec le cation ammonium, le complexe acide carminique-aluminium est soluble dans l'eau à pH 3 et pH 8,5.
- En combinaison avec le cation calcium, le complexe acide carminique-aluminium est très légèrement soluble dans l'eau à pH 3, mais est soluble à pH 8,5.

Coloranți flavinici

- Le représentant le plus connu de la classe est ***Riboflavin-5'-fosfatul de sodium***.
- La substance pure cristallise avec deux molécules d'eau de cristallisation.
- Il se présente sous la forme d'une poudre cristalline hygroscopique jaune-orange.
- Il a un goût légèrement amer.
- Il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'éthanol.
- Il a une activité optique



Colorants alimentaires naturels

Propriétés des colorants alimentaires naturels

- Le pouvoir colorant des colorants naturels dépend de l'intensité intrinsèque de la couleur et de la capacité de fixer le colorant sur le support sur lequel il est appliqué.
- Le support peut être de l'amidon, de la cellulose, des protéines ou un produit complexe (par exemple de la farine).
- En général, la couleur dépend du pH de l'environnement.
- Les anthocyanes, les bétacyans et la curcumine nécessitent un pH légèrement acide pour conserver leur couleur.
- Cependant, d'autres colorants à pH acide perdent leur stabilité et peuvent même devenir insolubles (par exemple la norbixine ou l'extrait de cochenille).
- La plupart des colorants naturels sont sensibles à la chaleur, en particulier à l'état dissous.
- Par exemple, la bétanine se décompose pour former du cyclo-DOPA et de l'acide bétalamique (Glu est un résidu de glucose).

Colorants alimentaires naturels

Propriétés des colorants alimentaires naturels

- Les anthocyanes sont également sensibles à la chaleur. Lorsqu'il est chauffé, des produits bruns de haut poids moléculaire se forment. Cette dégradation est diminuée par la présence de sulfite de sodium.
- Les colorants naturels jaunes ou jaune-orange ont une stabilité thermique raisonnable jusqu'à une température de 100°C. Au-dessus de cette température, les colorants peuvent se dégrader.
- Il a été observé qu'à mesure que la polarité des molécules de colorant jaune augmente, sa thermostabilité diminue. Le plus thermostable de ces colorants est la norbixine, suivie de la bixine, du carmin de cochenille, de la canthaxanthine et du β -carotène.
- Lors du chauffage, les colorants à noyau β -ionique subissent une oxydation. Ce processus est ralenti par les antioxydants (butylhydroxytoluène, acide ascorbique, *etc.*).

Colorants alimentaires synthétiques

Colorants synthétiques

- Les colorants synthétiques ne sont pas présents en tant que tels dans les sources comestibles naturelles; ils sont extraits de sources non comestibles ou obtenus par synthèse chimique.
- Les représentants de cette classe de colorants contiennent fréquemment dans leur structure moléculaire des noyaux aromatiques (parfois hétérocycliques) et des portions à conjugaison p-p étendue.
- Leur solubilité dans l'eau est assurée par la présence de fonctions polaires (dans les colorants anioniques: groupe sulfonique- SO_3H , groupe carboxylique- COOH *etc.*, et dans les colorants cationiques: groupes amines primaires ou substitués $-\text{NH}_2$, $-\text{NH-CH}_3$, $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ *etc.*).

Additifs alimentaires antioxydants

- Les antioxydants alimentaires assurent la stabilité des graisses et des aliments contenant des graisses, à l'exception du beurre (dans lequel leur utilisation n'est pas autorisée).
- Il existe une gamme d'antioxydants qui peuvent être utilisés pour stabiliser les aliments, mais leur utilisation est limitée par les réglementations sanitaires.
- Les conditions qu'un antioxydant alimentaire doit remplir pour bénéficier de l'autorisation légale d'utilisation dans les produits alimentaires sont:
- l'action de l'antioxydant ne doit pas se limiter à la matière grasse en tant que telle et doit se refléter dans les aliments dans lesquels la matière grasse a ensuite été incorporée comme ingrédient;
- l'ajout de l'antioxydant doit être autorisé par la loi du pays dans lequel l'aliment doit être consommé;

Additifs alimentaires antioxydants

Conditions auxquelles doit satisfaire un antioxydant alimentaire:

- l'ajout de l'antioxydant doit être simple, sans manipulations longues ou compliquées;
- l'antioxydant doit être efficace en très petites quantités, de sorte que son ajout a une influence insignifiante sur le prix de revient du produit concerné;
- l'apparence ou le goût du produit en question ne doivent en aucun cas être altérés par la présence de l'antioxydant;
- aucun effet négatif sur le corps humain n'est autorisé, même après une incorporation continue et prolongée dans la ration alimentaire quotidienne;
- La présence de l'antioxydant dans les graisses ou autres aliments doit pouvoir être déterminée par une simple analyse, de préférence à la fois quantitativement et qualitativement

Additifs alimentaires antioxydants

Antioxydants pour les systèmes lipidiques

- Ils sont connus et utilisés dans l'industrie alimentaire.

Il en existe plusieurs types:

- le palmitate d'ascorbyle est l'ester de l'acide palmitique avec l'acide ascorbique, obtenu par la synthèse de deux composants que l'on trouve naturellement dans les aliments.
- butylhydroxyanisole (BHA), un mélange de 2 et 3 isomères de tributyl-4-hydroxyanisole ($C_{11}H_{16}O_2$).
 - Il s'agit d'une substance cristalline blanc jaunâtre insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool éthylique et d'autres solvants organiques.
 - Il est utilisé à des concentrations de 0,01-0,02%, satisfaisant à toutes les conditions requises pour un antioxydant efficace, il résiste aux températures élevées, il peut être utilisé pour la friture, l'ébullition et les produits de boulangerie;

Additifs alimentaires antioxydants

Antioxydants pour les systèmes lipidiques

- **butilhidroxitoluol** ($C_{15}H_{24}O$), également connu sous le nom de BHT se présente sous la forme de cristaux blancs ou de paillettes, avec une faible odeur phénolique, insoluble dans l'eau mais soluble dans l'alcool.
- les esters d'acide gallique ont une large utilisation comme antioxydants, étant des dérivés de l'acide gallique.
- Actuellement, il est préférable d'utiliser des esters d'acide gallique à longue chaîne, tels que les octal et les dodécylgalates, qui ont un bien meilleur coefficient de partage, étant plus efficaces pour la protection des systèmes graisse / eau;
- les tocophérols sont répandus dans la nature, agissant comme des antioxydants naturels et de la vitamine E.
- Parmi les isomères du tocophérol, il a la plus grande efficacité en tant qu'antioxydant δ -tocophérol. C'est une huile visqueuse jaunâtre.

Additifs alimentaires antioxydants

- L'action antioxydante est due au fait que ces substances ont une capacité accrue à se lier à l'oxygène, par rapport aux glycérides, acides gras insaturés qui se lient plus difficilement (augmente la période d'induction du rancissement), exemples: α -tocophérol et substances synthétiques: gallate de propyle, gallate d'octyle, gallate de duodécyle.
- Certains produits chimiques augmentent l'effet antioxydant de ces substances (substances synergiques): l'acide citrique et l'acide ascorbique.
- L'effet synergique est dû au blocage des métaux qui favorisent le rancissement des graisses.

Additifs alimentaires antioxydants

- Dans la législation roumaine, les catégories d'additifs antioxydants suivantes sont autorisées, ce qui prolonge la durée de conservation des produits alimentaires, les protégeant contre la détérioration causée par l'oxydation:
- E₃₀₀ – E₃₀₂ (acide ascorbique et ascorbates de sodium et de potassium);
- E₃₀₄ (esters d'acide ascorbique et d'acides gras);
- E₃₀₆ – E₃₁₂ (vitamine E, tocophérols, gallate de propyle, gallate d'octyle et gallate de dodécyle);
- E₃₁₅ (acide isoascorbique);
- E₃₁₆ (isoascorbate de sodium);
- E₃₂₀, (butylhydroxianisol – BHA);
- E₃₂₁ (butylhydroxytoluène – BHT);
- E₃₂₂ (lécithine).
- Les antioxydants d'origine naturelle ont une utilisation plus large en raison de la toxicité des antioxydants synthétiques.

Ingrédients et aides technologiques pour l'industrie alimentaire

- La catégorie des ingrédients comprend des substances ou des produits qui sont utilisés en grande quantité à diverses fins.
- Les représentants typiques sont: les épices et les épices, les édulcorants (autres que les édulcorants), les dérivés protéiques de diverses sources, les hydrolysats de protéines, les fibres alimentaires, les graisses alimentaires spéciales, le café, le cacao, etc.
- La principale différence avec les additifs alimentaires est que les ingrédients contribuent (à quelques exceptions près) à la valeur énergétique et nutritionnelle des aliments dans lesquels ils sont incorporés.

Ingrédients et aides technologiques pour l'industrie alimentaire

- Les directives CEE du 21.12.1988 sur les additifs alimentaires spécifiaient dans le premier article la notion d '"aide technologique", imposée dans les pays de l'UE: "toute substance qui n'est pas consommée comme ingrédient alimentaire en tant que tel, mais qui est utilisée dans la transformation primes aux denrées alimentaires, pour répondre aux exigences technologiques et qui peuvent être présentes en tant que telles ou à travers ses dérivés dans le produit fini, mais qui ne présentent pas de risques pour la santé et n'ont pas d'effets technologiques sur le produit fini ».

Ingrédients et aides technologiques pour l'industrie alimentaire

Assistants technologiques

- sont des substances qui sont intentionnellement ajoutées aux aliments dans un but technologique spécifique, à un stade intermédiaire du processus de fabrication et qui sont retirées ou décomposées avant la fabrication du produit fini.
- Les principaux auxiliaires technologiques sont les antimousses, certains agents de nettoyage et de filtration, les agents de lavage et d'épluchage, les résines échangeuses d'ions, les solvants, les adjuvants pour les milieux de culture microbiens, les préparations enzymatiques, les adjuvants pour la cristallisation, etc.
- Le terme "assistant technologique" est relativement récent; La Commission du Codex Alimentarius ne l'a adopté qu'à sa 13e session en décembre 1979.