

Article de synthèse

Nutrithérapie

Les colorants naturels sont-ils de bons additifs alimentaires ?

H. Ben Mansour¹, L. Latrach Tlemcani²

¹Faculté de pharmacie de Monastir, rue Avicenne, 5000 Monastir, Tunisie

²Institut polytechnique IP 2, Université libre, Tunis, Tunisie

Correspondance : balhahbm@yahoo.fr

Résumé : Parmi tous les aliments, rares sont ceux qui ne contiennent pas de colorants. Ces derniers apportent de la couleur et de l'originalité à l'aliment et le rendent plus attractif aux yeux des consommateurs. Les colorants naturels, dont la plupart sont d'origine végétale, forment une gamme très étendue de nuances (du jaune au bleu, en passant par le vert et même le noir). La chlorophylle, le lycopène et le bêta-carotène sont parmi les colorants les plus rencontrés et les plus utilisés dans les industries agroalimentaires. À des doses réglementées, les colorants naturels sont bénéfiques pour la santé. Certains de ces colorants sont connus pour leurs activités antioxydantes, antimutagènes, voire anticarcinogènes.

Mots clés : Colorants naturels – Additifs alimentaires – Toxicité – Santé – Colorants de synthèse

Are natural food dyes good food additives?

Abstract: Very few foods are without colouring of some kind. Colouring brings colour and originality to food, thus making it more attractive to the consumer. Natural dyes, which are mainly produced from plants, provide a wide range of different hues (from yellow to blue, green and even black). Some of the most commonly used dyes in the agri-food industries are chlorophyll, lycopene and betacarotene. Controlled doses of natural food colourings are good for the health, and some are even known to have antioxidant, antimutagenic or even anticarcinogenic properties.

Keywords: Natural dyes – Food additive – Toxicity – Health – Synthetic dyes

Introduction

Prenez-vous toujours le temps de regarder les ingrédients contenus dans les aliments que vous consommez ? Bien sûr que non ! Cependant, si vous le faites, vous vous rendrez

compte rapidement que la majorité des produits de consommation courante contient des colorants. C'est pour cela que la publicité nous abreuve de nouveaux produits dans lesquels la couleur est primordiale. Les colorants alimentaires font partie de la grande famille des additifs et représentent « toute substance permettant de renforcer la couleur d'origine de l'aliment ou de lui en conférer une autre ».

Depuis quelques décennies, l'industrie alimentaire mondiale utilise une quantité de plus en plus importante de colorants naturels ou artificiels (en France, de 100 à 150 tonnes par an) surtout dans les conserves, les confiseries, les boissons, mais aussi dans la charcuterie, les fruits et légumes, les matières grasses (huile, beurre, fromage) et le sucre.

Les colorants alimentaires synthétiques sont créés industriellement par l'homme ; soit ils sont des copies conformes de colorants naturels, soit ils n'existent pas dans la nature. Ils ont pris une place de plus en plus importante et ont fini par supplanter les colorants naturels (dont la plupart sont encore utilisés aujourd'hui). Ces derniers sont sensibles à la lumière, à l'oxygène ou à l'action des micro-organismes. Ainsi, les colorants de synthèse, qui sont plus stables, ont une durée de vie plus longue et ont une coloration plus forte, ce qui permet de les utiliser à des quantités relativement faibles. Un autre avantage, c'est qu'ils sont moins coûteux et peuvent être fabriqués en grande quantité.

Bien que les colorants de synthèse embellissent nos assiettes et ravissent petits et grands en apportant de la couleur et de l'originalité dans leurs gourmandises, il semble important de se poser cette question : le plaisir des yeux prime-t-il sur la santé ? Chacun doit garder à l'esprit que ces substances sont continuellement étudiées, car leurs méfaits réels sont souvent mal connus. Il convient donc de surveiller la composition de son alimentation, car certaines études prouvent que la réglementation n'est pas toujours respectée de manière rigoureuse.

L'absorption des colorants de synthèse n'est pas toujours sans conséquences sur notre santé. En effet, certains d'entre eux sont mutagènes et génotoxiques [3,16] ou encore provoquent des cancers de la thyroïde, voire même des tumeurs des glandes surrénales et des reins chez les animaux [16].

Les colorants alimentaires de synthèse que l'on peut considérer comme toxiques pour l'homme et qui sont à éviter sont la tartrazine E102 et l'amarante E123 (interdit aux États-Unis et très réglementé en France). Ces additifs sont, entre autres, suspectés de jouer un rôle dans le syndrome d'hyperactivité et pourraient contenir des substances cancérigènes.

Contrairement aux colorants de synthèse, ceux d'origine végétale sont généralement bénéfiques pour la santé. En effet, beaucoup d'études ont prouvé leurs effets anti-oxydants [5], antimicrobiens [20] et anticarcinogènes [12].

Comme l'illustrent les divers exemples cités ci-dessus, notre exposé sera ciblé sur l'étude des colorants alimentaires naturels. Dans un premier temps, nous procéderons à une analyse descriptive de ces composés ; puis, nous nous intéresserons à l'importance de leurs applications dans le domaine agroalimentaire ; enfin, nous ferons le point sur les réglementations – différant d'un pays à un autre – appliquées dans le but de veiller ainsi à la bonne santé des consommateurs.

Réglementation de l'utilisation des colorants

La réglementation touchant les colorants alimentaires naturels ou plutôt les additifs alimentaires en général est gérée sur trois niveaux :

- au niveau international par la Food and Agriculture Organization (FAO), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ou encore la World Health Organization (WHO) ;
- au niveau européen selon un protocole strict : *codex alimentarius* qui regroupe une multitude d'établissements ;
- au niveau national par le Conseil supérieur d'hygiène publique de France et l'Académie de médecine.

L'utilisation de ces colorants est strictement réglementée selon le principe dit de « liste positive », ce qui signifie que tout ce qui n'est pas expressément autorisé est interdit. Les colorants alimentaires autorisés en Europe sont dotés d'un numéro de code précédé de la lettre E et composé de trois chiffres dont celui des centaines est le 1. Celui des dizaines correspond à leur couleur : 0 : jaune ; 1 : orange ; 2 : rouge ; 3 : bleu ; 4 : vert ; 5 : brun ; 6 : noir.

Ainsi, avant de pouvoir mettre un nouveau colorant alimentaire sur le marché, l'industriel doit obligatoirement passer par un organisme public de contrôle. Toute demande doit fournir des preuves convaincantes que le colorant proposé est utile et satisfait son but prévu. S'il est autorisé, il lui sera remis un nom de code (voir précédemment) et un domaine d'utilisation spécifique. Des études sur animaux sont ensuite réalisées à court et à long terme pour déterminer si *oui* ou *non* l'additif est sans danger pour

l'homme. La sécurité absolue d'une substance n'est jamais prouvée, c'est pourquoi la législation peut être modifiée en fonction de l'évolution des connaissances. Si la substance est dangereuse à fortes doses (ce qui concerne pas moins de 80 % des cas), une dose journalière admissible (DJA) est fixée. Son unité se mesure en milligramme par kilogramme de masse corporelle.

Cette façon de procéder présente cependant d'importantes lacunes. D'une part, l'être humain ne réagissant pas comme les animaux, difficile alors de transposer des résultats obtenus sur l'animal à l'homme sans risque d'erreurs. D'autre part, les études consistent en une analyse de substances prises isolément. Or, notre alimentation contient un mélange de produits de toute sorte qui peuvent, comme on le sait aujourd'hui, se combiner et ainsi développer des effets synergiques. C'est le cas inverse de celui du chou. En effet, presque chaque composant de cette plante se révèle toxique si on l'isole, alors que le chou lui-même est inoffensif ! Il préviendrait aussi les cancers et autres maladies...

On peut donc dire que les colorants alimentaires ne sont dangereux que lorsqu'ils sont consommés à forte dose. Seule une minorité est admise sans DJA. Les études menées à l'heure actuelle ne permettent en aucun cas de conclure quant à leurs effets sur la santé. La législation évolue en fonction de ces connaissances. Ainsi, depuis le début du siècle où les colorants qui servaient à teindre les vêtements se retrouvaient aussi dans les aliments, de nombreuses substances ont été retirées de la circulation, grâce à la mise en place progressive d'institutions telle la Food and Drug Act (FDA, ex-FAO, en 1906) qui contrôlèrent et réglementèrent peu à peu leur utilisation.

Qu'est ce qu'un colorant ?

« On appelle couleur propre d'un corps, la propriété qu'il possède d'absorber une partie des rayons colorés du spectre et de laisser traverser les autres, s'il est transparent, ou de les réfléchir, s'il est opaque [19] ».

Les matières colorantes se caractérisent par leurs capacités à absorber les rayonnements lumineux dans le spectre visible (de 380 à 750 nm). La transformation de la lumière blanche en lumière colorée, par réflexion sur un corps ou par transmission ou diffusion, résulte de l'absorption sélective d'énergie par certains groupes d'atomes appelés chromophores, la molécule colorante étant le chromogène. Plus la facilité du groupe chromophore de donner un électron est grande plus la couleur sera intense (groupes chromophores classés par intensité décroissante dans le Tableau 1). D'autres groupes d'atomes du chromogène peuvent intensifier ou changer la couleur due au chromophore : ce sont les groupes auxochromes [19].

Les colorants d'origine végétale forment une gamme étendue de nuances (du jaune au bleu, au vert et même au noir). La Figure 1 non exhaustive page suivante présente les principaux colorants naturels montrant des nuances variées.

Tableau 1. Principaux groupes chromophores et auxochromes classés par intensité croissante

| Groupes chromophores | Groupes auxochromes <i>Groupes donneurs d'électrons</i> |
|--|--|
| Azo (-N=N-) | Amino (-NH ₂) |
| Nitroso (-N=O) | Méthylamino (-NHCH ₃) |
| Carbonyle (>C=O) | Diméthylamino (-N(CH ₃) ₂) |
| Vinyle (-C=CH ₂) ou méthine (>C=) | Hydroxyle (-OH) |
| Nitro (-NO ₂) | Alkoxy (-OR) |
| Thiocarbonyle (>C=S) | |

Numérotation

Les colorants alimentaires naturels ou synthétiques sont identifiés par des codes déterminés par la Communauté économique européenne (CEE), allant de E100 à E180 (E pour dire Europe), un autre système de numérotation, Système international de numérotation (SIN), est apparu ultérieurement ; il a été mis au point par la Codex Committee of Food Additive (CCFA) en vue de fournir un système numérique, internationalement reconnu, permettant l'identification des additifs alimentaires et, entre autres, les colorants alimentaires dans la liste d'ingrédients, au lieu de la déclaration du nom spécifique qui est généralement long et souvent associé à une structure chimique complexe. Ce système s'est inspiré du système restreint déjà introduit avec succès dans la CEE.

Colorants alimentaires naturels

Les colorants sont, comme leur nom l'indique, des additifs destinés à modifier la couleur d'un produit alimentaire, dans sa masse ou en surface.

Les colorants naturels dérivent essentiellement des lichens, des champignons et des plantes (ces derniers nous intéressent plus particulièrement). Les lichens forment un groupe distinct, car ils sont classés entre les algues et les champignons. Ils fournissent des couleurs rouges, brunes et ont une très grande capacité à teindre, c'est-à-dire qu'il suffit de peu de lichen pour réaliser une teinture. Cependant, leur principal inconvénient est qu'ils poussent très lentement (de 4 à 5 mm par an) et qu'on ne peut donc pas les récolter en grande quantité. Les champignons utilisés donnent des roux, des gris et des bruns. Il est intéressant de préciser que de nombreux bolets (ou cèpes) contiennent des pigments tinctoriaux. Toutefois, la cinétique lente de croissance des champignons réduit leurs capacités à produire les colorants. En contrepartie, c'est avec les plantes que nous avons la plus grande variété de couleurs, passant du rouge de la garance au bleu du pastel, mais se sont surtout les jaunes qui sont les plus répandus. Les différents pigments des plantes sont classés en grandes familles. Faisons le tour des pigments responsables de toutes les couleurs que nous offrent les plantes :

- les anthraquinones colorent en rouge (exemple : la garance) : ce sont des dérivés du benzène ;
- les flavonoïdes donnent des teintures jaunes (du latin *flavus* : jaune). Presque toutes les plantes contiennent des

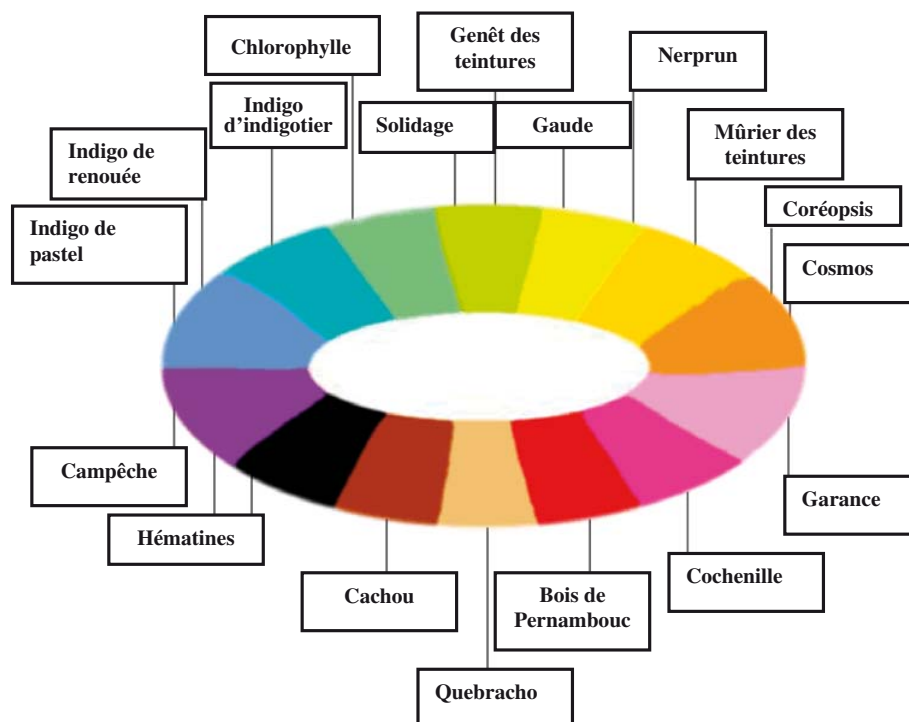


Fig. 1. Différentes nuances des colorants végétaux selon la société SCRD (Société commerciale Raoul-Duval)

flavonoïdes (par exemple le dahlia, la gaude, le tournesol, le trèfle pour ne citer qu'eux) ;

- les anthocyanes sont une famille de structure très proche des flavonoïdes, on les classe donc dans ce groupe, mais ils donnent une coloration rouge et bleue violacé ;

- d'autres plantes peuvent teindre en jaune mais ne sont pas classées dans les flavonoïdes. C'est le cas pour les curcumines (contenues dans le curcuma) et les caroténoïdes (dérivés du carotène) ;

- les plantes à indigo sont également très utilisées, car elles donnent les tons bleus très recherchés en teinture. Elles sont majoritairement représentées par le pastel (*Isatis tinctoria* en latin) dont on utilise les feuilles et l'indigo ;

- enfin, les plantes à tanins donnent les tons beiges, gris et noirs. Les tanins sont contenus dans les feuilles des arbres (chêne, frêne).

Pourquoi des colorants alimentaires ?

L'homme donne une grande importance aux colorants alimentaires. Ainsi, l'aspect esthétique des aliments affecte, dans une certaine mesure, la vente des produits. Des enquêtes ont montré que la couleur de l'aliment influe fortement le goût que perçoit le consommateur. En effet, ceux-ci préféreront acheter une tomate bien rouge plutôt que légèrement tachetée de vert. Ce qui est vrai même si le goût n'est pas modifié par la couleur des aliments. D'un point de vue nutritionnel, l'usage des colorants alimentaires naturels n'est pas toujours nécessaire.

En fait, dans certains cas, ils sont utilisés pour abuser le consommateur en donnant une fausse impression sur la qualité de l'aliment (par exemple, lorsqu'un colorant jaune est ajouté aux pâtes ou aux gâteaux pour faire croire à une plus grande quantité d'œufs). Les colorants ont pour but d'améliorer l'aspect des aliments. Ils permettent de palier une perte de coloration pendant la production, de colorer des aliments incolores et de renforcer une idée gustative spécifique (comme dans la confiserie, l'utilisation du vert ou du jaune pour le goût citron, etc.). Ils compensent également les variations saisonnières (le beurre n'est jaune qu'en été, alors qu'en hiver, il est jugé trop pâle par les industriels qui lui ajoutent un colorant jaune, le bêta-carotène).

L'utilisation de ces colorants alimentaires reflète nos habitudes alimentaires et notre société de consommation : repas rapides sortant du congélateur, désir de consommer des produits « exotiques » en toutes saisons, etc. Habitué à manger du beurre jaune et des glaces à la pistache colorées en vert, les consommateurs sont souvent déconcertés devant des couleurs inhabituelles, même naturelles comme celle des pommes de terre « vitelotte noire » dont la chair est d'un beau violet.

Heureusement pour le consommateur, tous les colorants alimentaires naturels ne sont pas dangereux pour la santé. C'est le cas des caroténoïdes, que l'on retrouve dans

presque tous les fruits et les légumes, ils font partie des colorants naturels les plus utilisés et les plus connus. Le Tableau 2 présente la contenance moyenne en caroténoïdes de quelques fruits et légumes.

Mais les caroténoïdes ne sont pas uniquement des pigments de plantes ; on les retrouve également beaucoup dans les bactéries, les champignons et les algues. La production de caroténoïdes par les algues s'élève à des centaines de millions de tonnes par an, et on a pu isoler et caractériser plus de 100 types de caroténoïdes à partir de ces organismes.

Le lycopène E160d, la bêta-carotène E160a (deux colorants de type caroténoïdes) et la chlorophylle (pigment vert) font partie des colorants naturels les plus utilisés dans les produits alimentaires.

Lycopène E160d

Origine

Le lycopène ($C_{40}H_{56}$) fait partie de la famille des pigments appelés caroténoïdes que l'on retrouve dans les fruits et les légumes. Il est à noter que l'on retrouve aussi le bêta-carotène dans cette famille. Il doit son nom au nom latin de la tomate (*Solanum lycopersicum*), mais c'est en réalité la pastèque qui en contient la plus forte concentration naturelle. On trouve le lycopène dans le fruit du rosier, le pamplemousse rose et rouge, la goyave, le melon d'eau et surtout les tomates. En effet, environ 85 % de ce colorant naturel provient des tomates et des produits à base de tomates. Contrairement aux autres nutriments contenus dans les fruits et légumes dont la quantité diminue pendant la cuisson (comme par exemple la vitamine C), la cuisson augmente la quantité de lycopène biodisponible : la chaleur libère des cellules de la tomate par exemple. Ainsi, il y a environ quatre fois plus de lycopène biodisponible dans la sauce tomate que dans la tomate fraîche. Pour cette raison, les aliments courants qui contiennent le plus de lycopène biodisponible sont les produits transformés à base de tomate : jus, soupe, sauce tomate ou ketchup.

Tableau 2. Contenance moyenne en caroténoïdes de quelques fruits et légumes en milligrammes par 100 g

| | |
|----------------|-----|
| Abricots | 1,6 |
| Brocolis | 1,5 |
| Carottes | 6,6 |
| Cerises | 0,6 |
| Chou frisé | 5,1 |
| Haricots | 0,4 |
| Mangues | 2,9 |
| Melon | 2 |
| Pastèque | 0,4 |
| Patates douces | 5,9 |
| Pêches | 0,5 |
| Persil | 4,9 |
| Pommes | 0,1 |
| Tomates | 0,5 |

Bénéfices

Le lycopène est un antioxydant qui, une fois absorbé par l'organisme, aide à protéger et à réparer les cellules endommagées [5,12]. Les antioxydants sont des composés qui luttent contre les radicaux libres dans le corps humain, et ils ont démontré leur capacité à empêcher l'oxydation de l'ADN, qui serait susceptible de provoquer certains cancers. En effet, selon de nombreuses études, le lycopène empêcherait le développement du cancer de la prostate, de l'appareil digestif, du sein, des poumons et du col de l'utérus [7,9]. Le lycopène est facilement accessible grâce à notre régime alimentaire. Par ailleurs, une étude récente a démontré qu'il est 2,5 fois mieux absorbé par l'organisme s'il provient de tomates transformées que lorsqu'il provient de tomates fraîches. Ainsi, pour que l'absorption du lycopène dans le système sanguin soit plus efficace, il est préférable de consommer des produits de tomates transformées. De plus, bien qu'on reconnaisse de plus en plus les bienfaits du lycopène, celui-ci n'est pas encore considéré comme un élément nutritif par les autorités de la santé. Il faudra attendre jusqu'à ce que des études plus poussées sur le lycopène soient menées et qu'une recherche clinique et biologique de grande envergure ait été effectuée pour établir les bienfaits directs du lycopène sur la santé.

Utilisations

Du fait de sa grande disponibilité, le lycopène est très utilisé comme colorant alimentaire (E160d). On le retrouve dans les croûtes de fromage, les sucreries, les décors de pâtisserie, les boyaux pour charcuterie, les pâtes de fruits, les confiseries, les bonbons, les chewing-gums, les fourrages de chocolat, les fruits confits, les glaces, les moutardes vertes, le caviar, les crevettes, les poudres ou concentrés pour boissons sans alcool, les sirops (sauf ceux de cassis, framboises, groseilles, guignes), les liqueurs (sauf celles des mêmes fruits), les pâtisseries fraîches et sèches, les biscuiteries, les préparations pour desserts instantanés, les desserts instantanés, l'assaisonnement d'usage ménager pour le riz, les beurres et les fromages, les laits et laits fermentés aromatisés, les huiles et graisses (sauf margarines), les bouillons et potages, les condiments et sauces (sauf mayonnaise), les charcuteries et salaisons, les confitures, gelées et marmelades, les boissons alcoolisées, les eaux-de-vie autres que celles naturelles.

Extraction du lycopène

Le lycopène est obtenu par extraction par solvants (dichlorométhane, dioxyde de carbone, acétone, méthanol, etc.) qui sont ensuite éliminés, et cela à partir de souches naturelles de tomates rouges (*Lycopersicon esculentum* en particulier). Les produits obtenus sont majoritairement sous forme trans. Ici, nous avons affaire à un pigment employé pour des colorations homogènes des aliments [7].

Bêta-carotène E160a

Origine

Le bêta-carotène (C₄₀H₁₀) est un pigment jaune présent dans toutes les plantes contenant de la chlorophylle. À l'état naturel, il est aussi présent dans un grand nombre de fruits et de légumes comme le brocoli, les épinards, le chou frisé, la betterave, la poire, le cardon, les carottes, les citrouilles, les patates douces, les abricots, les pêches, les papayes, les cantaloups et les melons.

Bénéfices

Son rôle est similaire à celui de la vitamine A. Appelé « provitamine A », le bêta-carotène doit être digéré avant de pouvoir être transformé en vitamine A. Il appartient au groupe des caroténoïdes, tout comme le lycopène, et il possède la plus grande activité provitaminique (activité biologique) de tous les pigments connus de ce groupe. À l'heure actuelle, il n'y a aucune norme concernant l'apport requis de bêta-carotène. Toutefois, nous avons indirectement besoin de bêta-carotène en tant que précurseur de la vitamine A. Dans les cellules de la paroi intestinale, il est transformé en rétinol (vitamine A préformée). Cette transformation est régie en partie par les besoins organiques en vitamine A. Il est d'ailleurs recommandé dans le cas de vieillissement prématuré (aux adeptes du soleil) et en cas de troubles de la vision. Pour ce qui est de la vitamine A (rétinol), prise à des doses pharmacologiques, elle réduit l'incidence de la cancérogenèse. Cependant, si elle est consommée à trop fortes doses, il y a des risques de toxicité.

Utilisations

L'utilisation du bêta-carotène en tant que colorant alimentaire concerne pratiquement la même gamme des aliments décrite pour le lycopène.

Extraction

Bêta-carotène des plantes

Le colorant est obtenu par extraction à l'aide de solvants organiques à partir des souches naturelles des plantes comestibles, de carottes, de tomates, de luzernes et d'orties.

Le bêta-carotène est majoritaire par rapport à l'alpha-carotène ou au gammacarotène. En dehors des pigments colorés, les extraits peuvent contenir des huiles, des graisses et des cires.

Seuls le méthanol, l'éthanol, le propan-2-ol, l'hexane, le dichlorométhane et le dioxyde de carbone peuvent être utilisés comme solvants pour l'extraction.

Bêta-carotène des algues

Le bêta-carotène peut être obtenu également à partir des algues, en particulier *Dunaliella salina* cultivée dans des grands lacs salins.

Le bêta-carotène est extrait à l'aide d'une huile essentielle. La préparation est une suspension 20-30 % dans l'huile de soja contenant des tocophérols naturels (jusqu'à 0,3 %). La principale matière colorante est le bêta-carotène, mais des quantités significatives de lutéine et de zéaxanthine peuvent également être présentes.

Pour être utilisé comme colorant alimentaire, l'extrait doit contenir plus de 20 % de bêta-carotène.

Chlorophylle E140

Origine

Les chlorophylles font partie d'un groupe de pigments tétrapyrroliques avec des fonctions et des éléments structuraux communs. Elles sont caractérisées par un isocycle à cinq membres et par la présence d'un atome de magnésium complexé en leur centre. On trouve ces pigments verts dans tous les organismes photosynthétiques, à savoir les photobactéries, les cyanobactéries, les algues et les plantes supérieures.

Contrairement au bêta-carotène et au lycopène qui appartiennent à la famille des caroténoïdes, la chlorophylle constitue à elle seule une famille. Aujourd'hui, nous pouvons distinguer plus de 50 chlorophylles différentes. Toutefois, la chlorophylle a et b restent majoritaires et dominent le marché des colorants alimentaires.

Bénéfices

La chlorophylle possède une grande activité antioxydante et antimutagène. Cette molécule est décrite par plusieurs auteurs [4,10,23] pour son pouvoir antimutagène vis-à-vis des carcinogènes chimiques et biologiques, en particulier le benzo(a)pyrène. En effet, cette molécule accélère la dégradation du carcinogène ultime (époxyde) issu de la métabolisation du benzo(a)pyrène [6]. Un autre travail a montré une amélioration remarquable chez 47 patients sur une totalité de 50 patients souffrant d'un ulcère chronique, suite à l'utilisation d'un onguent contenant les dérivés hydrosolubles de la chlorophylle [8].

Utilisations

La chlorophylle est le colorant naturel le plus utilisé comme additif alimentaire commercialisé. Ce colorant est utilisé dans la croûte de fromage, les sucreries, les décors de pâtisserie, les boyaux pour charcuterie, les pâtes de fruits, les confiseries, les bonbons, les chewing-gums, les fourrages de chocolat, les fruits confits, les glaces, les moutardes vertes, le caviar, les crevettes, les poudres ou concentrés pour boissons sans alcool, les sirops (sauf ceux de cassis, framboises, groseilles, guignes), les liqueurs (sauf celles des mêmes fruits), les pâtisseries fraîches et sèches, les biscuiteries, les préparations pour desserts instantanés, les desserts instantanés, l'assaisonnement d'usage ménager

pour le riz, les beurres et fromages, les laits et laits fermentés aromatisés, les huiles et graisses (sauf margarines), les bouillons et potages, les condiments et sauces (sauf mayonnaise), les confitures, gelées et marmelades, les boissons alcoolisées, les eaux-de-vie autres que celles naturelles.

Extraction de la chlorophylle

Les chlorophylles sont obtenues par macération à l'aide d'un solvant organique à partir de souches naturelles d'herbes, de luzerne, d'orties et d'autres matières végétales comestibles. L'élimination subséquente du solvant peut conduire à une séparation partielle ou totale du magnésium naturel lié par coordination aux chlorophylles et à la formation des phéophytines correspondantes, qui sont à leur tour des colorants.

Après élimination du solvant, l'extrait peut contenir d'autres métabolites secondaires tels que les caroténoïdes, des huiles, de la graisse (stérols) et des cires. Seuls les solvants suivants peuvent être utilisés pour l'extraction : acétone, méthyléthylcétone, dichlorométhane, dioxyde de carbone, méthanol, éthanol, propan-2-ol et hexane.

Autres colorants

Le bêta-carotène, le lycopène (caroténoïdes) et la chlorophylle sont les plus utilisés dans les industries agroalimentaires. Cela est expliqué d'une part, par le fait que ces colorants existent dans la majorité des plantes et d'autre part, car ils présentent un rendement important comparé aux autres types de colorants.

Toutefois, il existe d'autres colorants qui sont plus ou moins utilisés comme additifs alimentaires et qui présentent des vertus thérapeutiques importantes pour l'homme (Tableau 3).

Effets néfastes des colorants naturels

Parmi tous les aliments, rares sont ceux qui ne contiennent pas de colorants (naturels ou synthétiques). Heureusement pour le consommateur, tous les colorants alimentaires naturels ne sont pas dangereux pour la santé. Or, *tout est toxique rien n'est toxique ; tout dépend de la dose*. Cette citation de Paracelse est tout à fait applicable aux colorants naturels alimentaires. En effet, l'absorption de ceux-ci à forte dose n'est pas toujours sans conséquences pour notre santé. Consommé à forte dose, l'acide carminique peut provoquer une allergie respiratoire et être responsable d'anaphylaxie. Également, le bêta-carotène peut provoquer des problèmes chez les allergiques, alors que la bixine (caroténoïdes) provoque des chocs anaphylactiques chez les personnes âgées. Une étude réalisée par Kanki et al. [9] a montré qu'à forte dose, l'extrait de paprika entraîne une augmentation du taux de cholestérol et une infiltration

Tableau 3. Colorants d'origine naturelle, groupes d'aliments dans lesquels le colorant est utilisé et les bénéfices qu'il présente dans l'aliment

| Dénomination usuelle (n° CEE) | Plante | Groupes d'aliments où le colorant est autorisé | Bénéfice |
|---|--|---|---|
| Jaune | | | |
| Lutéine = xanthophylle (E161 b) | Fruits, plantes comestibles, herbes, luzerne (alfalfa), <i>Tagètes erecta</i> . Carottes, mais | Pâtisserie (au cours de la préparation des gâteaux), confiserie (pour les sucettes) et charcuteries | <ul style="list-style-type: none"> - Une alimentation riche en lutéine et en zéaxanthine est associée à un risque moindre de cancer du poumon [21] ; - Effets antioxydants [15]. |
| Lactoflavine (E101) Riboflavine phosphate (E101a) | Soya, feuilles des légumes verts, riz | Croûtes de fromage, sucreries, décors de pâtisserie, boyaux pour charcuterie, glace et mayonnaise | Très efficace contre la migraine |
| Curcumine (E100) | Racine de <i>Curcuma (Crocus sativus)</i> : famille des Iridacées [15] | Croûtes de fromage, sucreries, décors de pâtisserie, boyaux pour charcuterie, pâtes de fruits, confiseries, bonbons, chewing-gum, fourrages de chocolat, fruits confits, glaces, moutardes vertes, caviar, crevettes, poudres ou concentrés pour boissons sans alcool, sirops (sauf ceux de cassis, framboises, groseilles, guignes), liqueurs (sauf celles des mêmes fruits), pâtisseries fraîches et sèches, biscuiteries, préparations pour desserts instantanés, desserts instantanés, assaisonnement d'usage ménager pour le riz. Utilisé aussi dans les sauces (sauf mayonnaise), charcuteries et salaisons, confitures, gelées et marmelades, boissons alcoolisées, eaux-de-vie autres que celles naturelles | <ul style="list-style-type: none"> - Activité anti-inflammatoire [2] ; - Une des propriétés de la curcumine, qui la différencie de beaucoup d'autres phytoconstitués anticancéreux, est sa capacité à empêcher l'entrée des produits chimiques dans la cellule ; - Elle interfère avec les composés chimiques présentant des propriétés estrogéniques importantes comme la DDT ou la dioxine. Elle a en effet la possibilité d'emprunter le même passage que les estrogènes au niveau cellulaire. Et grâce à cette faculté, elle peut interdire le passage dans la cellule des produits toxiques mimant les estrogènes. Ainsi, il a été observé, lors d'une étude portant sur des cellules cancéreuses du sein, que la curcumine bloque la croissance de la tumeur induite par des pesticides à caractère estrogénique, de 75 à 90 % [22]. |
| Rouge | | | |
| Cochenille : acide carmique (E120) | <i>Dactylopius coccus</i> costa (à partir de carapace séchée de l'insecte femelle) [1] | Même utilisation que pour la curcumine E100 | Aucune vertu thérapeutique n'a été notée jusqu'à maintenant |
| Extrait de paprika = capsanthéine = capsorubine (E160c) | Cosses de paprika moulus avec ou sans les graines [18] | Fromage fondu, confitures, marmelades | Une étude réalisée par Maoka et al. [13] a montré que l'extrait de paprika est doté d'une activité antitumorale contre des tumeurs induites par le virus d'Epstein-Barr |
| Rouge betterave (E162) | <i>Bêta vulgaris</i> | Pâtisserie, chewing-gums, yogourt, sauces et charcuterie | Idem |
| Anthocyanes (E163) | Nombreux fruits, notamment les fraises, et les légumes | Très peu utilisés dans l'industrie alimentaire, et cela du fait de leur instabilité vis-à-vis de facteurs physicochimiques ainsi que les réactions avec le dioxyde de soufre, utilisé comme agent conservateur des aliments, et de leur faible solubilité dans l'eau. Utilisées surtout dans la préparation de certaines boissons, glaces et sucrerie | Les anthocyanes sont dotées d'une activité antioxydante [18] |
| Extrait d'annatto = vixine = norbixine (E160E) | Graines d'Annatto (<i>Bixa orellana</i> L.) | Très utilisé dans la pâtisserie, charcuterie, fromage, margarine, boissons, etc. | Activité antioxydante [11] |

(Suite page suivante)

Tableau 3. (suite)

| Dénomination usuelle (n° CEE) | Plante | Groupes d'aliments où le colorant est autorisé | Bénéfice |
|---|---|---|---|
| Noir <i>Cargo medicinalis vegetalis</i> (E153) | <i>Carbo medicinalis vegetalis</i> | Croûtes de fromage, sucreries, décors de pâtisserie, boyaux pour charcuterie, pâtes de fruits, confiseries, bonbons, chewing-gum, fourrages de chocolat, fruits confits, glaces, moutardes vertes, caviar, crevettes, poudres ou concentrés pour boissons sans alcool, sirops (sauf ceux de cassis, framboises, groseilles, guignes), liqueurs (sauf celles des mêmes fruits), pâtisseries fraîches et sèches, biscuiteries | Aucune vertu thérapeutique n'a été notée jusqu'à maintenant. |
| Charbon végétal (E151) | Produit par carbonisation de matières végétales telles que le bois, les résidus de cellulose, la tourbe, la noix de coco et d'autres enveloppes végétales | Recouvrement de cire pour les fromages et pâtisserie | <ul style="list-style-type: none"> - Dans le tube digestif, le charbon végétal absorbe les gaz, les toxines et les bactéries. Il est donc utilisé pour traiter les troubles digestifs tels que douleurs abdominales, ballonnements, troubles du transit. Il supprime l'aérophagie, les éructations, les gaz intestinaux, la mauvaise haleine due à une trop forte fermentation intestinale ; - En formant un pansement intestinal et en absorbant les bactéries, il aide au traitement des diarrhées (attention, il peut donc chez certains causer un peu de constipation) ; - Pour ceux et celles qui veulent se désintoxiquer du tabac, de l'alcool ou de la drogue, le charbon s'avère un allié précieux, car en adsorbant les substances chimiques, responsables de la dépendance, il permet de s'en libérer plus rapidement. Aucune vertu thérapeutique n'a été mise en évidence jusqu'à maintenant |
| Carmels (E150 a, b, c et d) | Préparés à partir du sucre ou du sirop de maïs ou de blé placés sous traitements thermiques et dans des conditions alcalines | Boissons (Coca-Cola : E150d), pâtisserie, pain, vinaigre, essence de café, boissons alcoolisées et chocolat | Aucune vertu thérapeutique n'a été mise en évidence jusqu'à maintenant |

inflammatoire au niveau des cellules du myocarde. Le rouge de la cochenille E124 provoque, dans quelques rares cas, des allergies. Il met ainsi en jeu le système immunologique contrairement à l'intolérance.

Conclusion

Dans la présente étude, nous avons montré que les colorants alimentaires naturels, dont la plupart sont d'origine végétale, occupaient une place très importante dans l'alimentation, et cela depuis quelques décennies. D'une part, ces colorants améliorent l'aspect esthétique des aliments et affectent positivement, dans une certaine mesure, leur succès commercial. D'autre part, ces molécules sont bénéfiques pour la santé. En effet, les colorants

naturels sont doués d'activités biologiques intéressantes, notamment antimicrobiennes, antioxydantes, antimutagènes et anticarcinogènes. Toutefois, ces activités dépendent essentiellement de la concentration employée. Certains colorants naturels peuvent être toxiques à des doses élevées (pas moins de 80 % des cas). Pour ces raisons, une DJA de chaque colorant est fixée. Malgré tous les avantages qu'ils présentent, l'usage des colorants naturels dans les produits alimentaires reste très limité comparé à celui des colorants de synthèse. Ces derniers ont l'avantage d'être moins coûteux, présentant une production rapide, une synthèse facile et donnant une gamme de nuance de couleurs plus étendue. Cependant, ces colorants sont pour la plupart toxiques même à des faibles concentrations [3]. À travers cette étude, nous espérons sensibiliser les organismes de

contrôle ainsi que les industries agroalimentaires à l'importance des colorants naturels dans nos aliments, afin de mettre fin à l'usage des colorants de synthèse.

Bibliographie

- Allevi P, Anastasia M, Ciuffreda P, et al. (1991) The 1st total synthesis of carminic acid. *J Chem Soc Chem Commun* 18: 1319-20
- Ammon HPT, Safayhi H, Mack T, Sabieraj J (1993) Mechanism of anti-inflammatory actions of curcumin and boswellic acids. *J Ethnopharmacol* 38: 105-12
- Ben Mansour H, Corroler D, Barillier D, et al. (2007) Evaluation of genotoxicity and pro-oxidant effect of the azo dyes: acids yellow 17, violet 7 and orange 52, and of their degradation products by *Pseudomonas putida* mt-2. *Food Chem Toxicol* 45: 1670-7
- Dashwood RH, Breinholt V, Bailey G (1991) Chemopreventive properties of chlorophyllin: inhibition of aflatoxin B₁ (AFB₁)-DNA-binding in vivo and antimutagenic activity against AFB₁ and two heterocyclic amines in the *Salmonella* mutagenicity assay. *Carcinogenesis* 12: 939-42
- Liu D, Shi J, Ibarra AC, et al. (2008) The scavenging capacity and synergistic effects of lycopene, vitamin E, vitamin C and betacarotene mixtures on the DPPH free radical. *LWT* 4: 1344-9
- Ferruzzi MG, Bohm V, Courtney PD, Schwartz SJ (2002) Antioxidant and antimutagenic activity of dietary chlorophyll derivatives determined by radical scavenging and bacterial reverse mutagenesis assays. *J Food Sci* 67: 2589-95
- Hanssen M (1988) E comme additif, produits chimiques au menu, Éditions Flammarion, p. 156
- Joseph B, Cady MD, Winfield S, Morgan MD (1984) Treatment of chronic ulcers with chlorophyll, review of a series of fifty cases. *Am J Surg* 75: 562-9
- Kandi K, Nishikawa A, Furukawa F, et al. (2003). A 13-week subchronic toxicity study of paprika color in F344 rats. *Food Chem Toxicol* 41: 1337-43
- Katoh Y, Nemoto N, Tanaka M (1983) Inhibition of benzo[a]pyrene mutagenesis in Chinese hamster V79 cells by hemin and related compounds. *Mutat Res* 121: 153-215
- Kiokias S, Gordon MH (2003) Antioxidant properties of annatto carotenoids. *Food Chem* 83: 523-9
- Lynn CB, Rice E, Fischer T, et al. (2008) Lycopene has limited effect on cell proliferation in only two of seven human cell lines (both cancerous and non-cancerous) in an in vitro system with doses cross the physiological range. *Toxicol In Vitro* 22: 1297-300
- Maoka T, Mochida K, Kozuka M, et al. (2001) Cancer chemopreventive activity of carotenoids in the fruits of red paprika *Capsicum annum* L. 172: 103-9
- Mandal V, Mohan Y, Hemalatha S (2008) Microwave assisted extraction of curcumin by sample solvent dual-heating mechanism using Taguchi L₉ orthogonal design. *J Pharm Biomed Anal* 46: 322-7
- Massacesi KR, Faletra R, Gerosa F (2001) The effect of oral supplementation of macular carotenoids (lutein and zeaxanthin) on the prevention of age-related macular degeneration: a 18 months of follow-up study. *Assoc Res Vision Ophthalmol* 42: 234. Étude mentionnée et résumée dans : anonyme. Lutein and zeaxanthin. *Monograph Altern Med Rev* 10: 128-35
- Rafii F, Hall JD, Cernigalia CE (1997) Mutagenicity of azo dyes used in foods, drugs and cosmetics before and after reduction by *Clostridium* species from the human intestinal tract. *Food Chem Toxicol* 35: 897-901
- Rivero-Pérez MD, Muñoz P, González-Sanjosé ML (2008) Contribution of anthocyanin fraction to the antioxidant properties of wine. *Food Chem Toxicol* 46(8): 2815-22
- Sébastien DC, Katherine DB, Claudia G, Isabelle P (2003) Étude de la coloration alimentaire et les impacts de celle-ci sur l'homme. Éditions Hill Book, Québec, pp. 26-64
- Seyewetz A, Sisley P (1896) Chimie des matières colorantes artificielles. Paris Masson & Éditeurs Libraires de l'Académie de Médecine, France
- Singh R, Jain A, Panwar S, et al. (2005) Antimicrobial activity of some natural dyes. *Dyes and Pigments* 66: 99-102
- Slattery ML, Benson J, Curtin K, et al. (2000) Carotenoids and colon cancer. *Am J Clin Nutr* 71: 575-82
- Tian B, Wang Z, Zhao Y, et al. (2008) Effects of curcumin on bladder cancer cells and development of urothelial tumors in a rat bladder carcinogenesis model. *Cancer Letters* 264: 299-308
- Warner JR (1991) Antimutagenicity studies of chlorophyllin using the *Salmonella* arabinose-resistant assay system. *Mutat Res* 262: 25-30