

Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire

Les qualités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ième} siècle pour que les scientifiques commencent à s'y intéresser. Ces propriétés antimicrobiennes sont dues à la fraction d'huile essentielle contenue dans les plantes. Les huiles essentielles sont des substances odorantes concentrées, obtenues à partir de plantes par entraînement à la vapeur d'eau, hydrodistillation ou expression (pression à froid). Le terme "huile essentielle" a été inventé au 16^{ième} siècle par le médecin suisse Parascelsus von Hohenheim pour désigner le composé actif d'un remède naturel. Il existe aujourd'hui approximativement 3000 huiles, dont environ 300 sont réellement commercialisées, destinées principalement à l'industrie des arômes et des parfums. Mais la tendance actuelle des consommateurs à rechercher une alimentation plus naturelle, a entraîné un regain d'intérêt des scientifiques pour ces substances. Depuis deux décennies, des études ont été menées sur le développement de nouvelles applications et l'exploitation des propriétés naturelles des huiles essentielles dans le domaine alimentaire. Cette fiche a pour objet de synthétiser l'information disponible relative à l'utilisation potentielle des huiles essentielles comme agent de conservation.

Des agents naturels pour la conservation des aliments

Des propriétés antimicrobiennes importantes

Une efficacité remarquable

Mode d'action contre les bactéries

Des huiles essentielles prometteuses

Les paramètres à considérer pour la sélection d'une huile essentielle

Les applications alimentaires

Quelles perspectives pour les huiles essentielles ?

Des agents naturels pour la conservation des aliments

Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour augmenter la durée de vie des aliments. Ainsi, les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires sont également connus pour posséder des activités antimicrobiennes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires, et ce d'autant plus qu'ils sont pour la plupart classés "généralement reconnus comme sains" (Generally Recognized As Safe GRAS), ou approuvés comme additifs alimentaires par la Food and Drug Administration. Ils n'ont, par conséquent, pas besoin d'autorisation d'emploi dans les aliments, mais cependant des études préalables sont nécessaires afin de mieux cerner leur activité antimicrobienne.

Des propriétés antimicrobiennes importantes

Les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs. Elles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines. Pour les levures, elles agissent sur la biomasse et la production des pseudomycélium alors qu'elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures.

Une efficacité remarquable

Notre équipe, constituant le Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) de l'INRS-IAF travaille depuis seize ans sur le développement de traitements technologiques permettant de réduire l'incidence des bactéries pathogènes dans les produits alimentaires. Nous avons utilisé des traitements physiques et des composés antimicrobiens naturels (huiles essentielles) pour étudier la cinétique d'inhibition et la survie de bactéries pathogènes (*Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes...*) et de bactéries d'altération des aliments (*Pseudomonas*, *Serratia liquefaciens*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sake...*). De récentes études, pratiquées sur plus d'une centaine d'huiles essentielles et de composés d'arôme, nous ont permis de sélectionner une trentaine d'huiles dirigées spécifiquement contre les quatre bactéries pathogènes les plus répandues et contre la bactérie de détérioration la plus couramment trouvée dans les aliments. Parmi les huiles testées certaines sont extraites d'herbes et épices d'usage commun en cuisine (thym, coriandre, romarin...), d'autres relèvent plutôt des industries de la parfumerie et de la cosmétique (lavande, palmarose...), d'autres encore ont des vertus médicinales (sauge, bergamote...). Pour choisir des huiles essentielles comme agents de conservation alimentaires, il convient de connaître leur seuil d'efficacité (c'est à dire la plus faible concentration en huile capable d'inhiber toute croissance bactérienne), car selon l'effet recherché et les bactéries ciblées, la concentration ne sera pas la même. Chaque espèce microbienne réagit de façon particulière aux différents huiles essentielles, et certaines huiles ont des effets inhibiteurs spécifiques d'une bactérie. Le tableau 1 donne les valeurs du seuil d'efficacité pour 28 huiles essentielles dirigées contre quatre pathogènes alimentaires. Parmi les huiles sélectionnées, l'origan, la sarriette et la cannelle sont les plus efficaces contre les quatre souches de bactéries. Les résultats obtenus sur milieux de cultures synthétiques ont été confirmés dans les aliments, mais à des doses un peu plus élevées. Cependant, le seuil d'efficacité des huiles les plus efficaces étant très bas, souvent inférieur à 0.1%, leur ajout en très faibles quantités n'altère pas les qualités organoleptiques de l'aliment. En outre, les huiles essentielles possèdent des propriétés antioxydantes, et antiradicalaires qui améliorent la durée de vie de l'aliment et intéressent aussi le consommateur pour leurs valeurs nutraceutiques et les bienfaits sur la santé. Ainsi, l'incorporation des huiles essentielles directement dans les aliments (viandes

hachées, légumes hachés, purées de fruit, yaourts...) ou l'application par vaporisation en surface de l'aliment (pièce de viande, charcuterie, poulet, fruits et légumes entiers...) contribuent à contrôler la flore microbienne et à préserver l'aliment des phénomènes d'oxydation. Par exemple, nos études ont montré que l'incorporation d'huile essentielle dans du bœuf haché a contribué au maintien de la qualité microbiologique et à la réduction de l'oxydation des gras au delà de sa durée normale d'entreposage. Notre équipe a aussi démontré que l'utilisation des huiles essentielles pouvait augmenter la sensibilité des bactéries à différents procédés de conservation des aliments (chauffage, pasteurisation, atmosphère modifiée). Selon la bactérie et le procédé utilisé, la sensibilisation augmente de 2 à 10 fois. Par exemple, l'huile essentielle mélangée à des carottes hachées, emballées sous air ou sous atmosphère modifiée (MAP) permet de multiplier par trois la sensibilité de *Listeria*, de même que pour de la viande hachée emballée sous les mêmes conditions, une augmentation très significative de la sensibilité de *E. coli* (2.5 fois) et de *Salmonella* (4.5 fois) est constatée en présence d'huile essentielle. Aussi, l'huile essentielle combinée à un chauffage doux (55°C pendant 1 minute) a permis d'inhiber totalement *Salmonella* alors qu'en absence d'huile, un chauffage de plus d'une heure était nécessaire pour arriver au même résultat. Enfin, pour renforcer leur efficacité, nous avons stabilisé les huiles essentielles dans des polymères comestibles (biofilm, enrobage, capsule, émulsion), qui permettent leur diffusion vers l'aliment tout au long de son entreposage. L'application de bio-films contenant des huiles essentielles sur des tranches de viande contaminée, a permis de réduire très significativement la croissance de bactéries pathogènes au delà d'une semaine d'entreposage.

Table 1- Seuil d'efficacité (Concentration Minimale Inhibitrice) des huiles essentielles sélectionnées contre quatre bactéries pathogènes

Huiles essentielles				Concentration minimale inhibitrice (CMI) ²			
Nom commun	Origine	Partie de la plante utilisée ¹	Composés majoritaires de l'huile essentielle (en %)	pour chaque bactérie testée (en %)			
				<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
Cannelle de Chine	Chine	Rameau	Cinnamaldehyde (65), methoxy-cinnamaldehyde (21)	0.05	0.025	0.025	0.05
Cannelle de Ceylan	Skri Lanka	Écorce	Cinnamaldehyde (87)	0.025	0.05	0.025	0.05
Cannelle de Ceylan	Madagascar	Feuilles	Eugenol (63), β -caryophyllene (5)	0.1	0.1	0.05	0.2
Coriandre	Russie	Fruit	Linalool (70), α -pinene (6)	0.2	0.2	0.2	>0.8
Origan d'Espagne	Espagne	Plante en fleur	Carvacrol (76), thymol (5%)	0.025	0.025	0.013	0.025
Schénanthe	Guatemala	Herbe	Geraniol (45), neral (32), limonene (9)	>0.8	0.8	0.1	0.4
Lemongrass	Inde	Herbe	Geraniol (46), neral (31)	>0.8	0.4	0.1	0.4
Palmarose	Inde	Herbe	Geraniol (80), geranyl acetate (9)	0.2	0.2	0.1	0.2
Citronnelle de Ceylon	Skri Lanka	Herbe	Geraniol (19), limonene (10), camphene (9)	>0.8	0.8	0.4	0.8
Citronnelle de Java	Vietnam	Herbe	Citronnellal (34), geraniol (21), Citronnellol (11)	>0.8	0.4	0.05	0.4
Clou de girofle	Madagascar	fleur	Eugenol (78), eugenyl acetate (14)	0.1	0.1	0.05	0.2
Inule odorante	France	Plante en fleur	Bornyl acetate (51), borneol (23), camphene (7)	>0.8	>0.8	0.2	0.8
Lavandin reydovan	France	Plante en fleur	Linalool (51), linalyl acetate (19), camphor (8)	>0.8	0.4	0.8	>0.8
Lavande aspic à cinéole	France	Plante en fleur	Linalool (34), 1,8-cineole (22), camphor (15)	>0.8	0.8	0.2	>0.8
Melaleuque à feuilles linéaires	Australie	Feuilles	Terpine-ol-4 (30), γ -terpinene (19), 1.8 cineole (14)	>0.8	0.8	0.4/	>0.8
Origan à inflorescences	Moroc	Plante en fleur	Carvacrol (22), γ -terpinene (23), thymol (19)	0.025	0.05	0.013	0.1
Origan de Grèce	France	Plante en fleur	Carvacrol (54), paracymene (14), γ -terpinene (14)	0.025	0.05	0.013	0.05
Marjolaine des jardins	Egypte	Plante en fleur	Terpinene-4-ol (26), γ -terpinene (12), thuyanol (10)	>0.8	0.4	0.2	>0.8
Piment	Antilles	Feuilles	Eugenol (48), myrcene (27), geraniol (10)	0.1	0.1	0.1	0.2
Sarriette des jardins	France	Plante en fleur	Carvacrol (41), γ -terpinene (33), <i>p</i> -cymene (6)	0.05	0.05	0.013	0.1
Sarriette des montagnes	Slovenie	Plante en fleur	Thymol (43), <i>p</i> -cymene (12), γ -terpinene (9)	0.05	0.05	0.013	0.05
Thym sauvage	Spain	Plante en fleur	1,8-cineole (47), linalool (24), limonene (7)	>0.8	>0.8	0.8	>0.8
Thym à bornéol	Moroc	Plante en fleur	Borneol (26), camphene (9), carvacrol (7)	0.2	0.2	0.05	0.4
Serpolet	Albanie	Plante en fleur	Cavacrol (23), <i>p</i> -cymene (20), γ -terpinene (18)	0.1	0.1	0.05	0.2
Thym à carvacrol	France	Plante en fleur	Cavacrol (33), <i>p</i> -cymene (24), thymol (12)	0.05	0.05	0.025	0.1
Thym à linalol	France	Plante en fleur	Linalool (60), linalyl acetate (10)	>0.8	0.2	0.1	>0.8
Thym à thujanol	France	Plante en fleur	<i>Trans</i> -thujanol-4 (44), mycene 8-ol (13)	0.8	0.4	0.4	>0.8
Thym à thymol	France	Plante en fleur	Thymol (38), <i>p</i> -cymene (19), γ -terpinene (17)	0.05	0.1	0.025	0.2

¹Chaque huile essentielle possède une activité spécifique variable selon les microorganismes et les conditions environnementales.

²Le seuil d'efficacité ou concentration minimale inhibitrice (CMI) est défini comme étant la plus faible concentration en huile capable d'inhiber toute croissance bactérienne. Ces résultats expérimentaux ont été obtenus dans un milieu modèle et sont donnés à titre indicatif. Pour toute application, des études préalables sont nécessaires pour déterminer le seuil d'efficacité dans l'aliment.

Source : OUSSALAH M., S. CAILLET, L. SAUCIER and M. LACROIX. *Food Control*. 18 (5), 414-420, 2007.

Mode d'action contre les bactéries

Les huiles essentielles possèdent plusieurs modes d'action sur les différentes souches de bactéries, mais d'une manière générale leur action se déroulent en trois phases :

- attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie.

Des huiles essentielles prometteuses

Dans de nombreux pays, les huiles essentielles sont actuellement étudiées pour mieux cerner leur efficacité comme agents de conservation naturels pour les aliments. Une large gamme d'huiles a été testée contre des dizaines de microorganismes. Ces études montrent que sur des centaines d'huiles essentielles testées, celles de l'angélique, du laurier, de la cannelle, du clou de girofle, de l'amande amère, de la marjolaine, du piment et de l'origan inhibent le plus grand nombre de bactéries d'origine humaines, animales, ou encore issues de l'environnement (sol, milieu aquatique...). En revanche, les huiles essentielles de noix de muscade, de gingembre, de cumin, de mélisse et d'origan semblent les plus efficaces contre les champignons et les moisissures. Pour les levures, ce sont les huiles essentielles de poivre, de cannelle, de clou de girofle, d'ail, d'oignon, d'origan, de sarriette et de thym qui sembleraient les plus inhibitrices. Toutefois, les études se poursuivent et selon le but et l'utilisation recherchés d'autres huiles essentielles devraient présenter un potentiel intéressant.

Les paramètres à considérer pour la sélection d'une huile essentielle

Les huiles essentielles sont extraites soit des feuilles, des graines, des écorces, des racines ou d'autres structures spécialisées. Une huile essentielle est un mélange complexe de plusieurs composés d'arômes volatils qui appartiennent aux différentes classes de la chimie organique : phénols (ex : carvacrol), hydrocarbures (composés terpéniques comme le limonène), alcools (ex : linalol), aldéhydes (ex : cinnamaldéhyde), cétone (ex : menthone), esters (ex : acétate de linalyle) et éthers. La plupart de ces composés est dotée de propriétés antimicrobiennes, mais ce sont les composés volatils majeurs qui présentent les propriétés antimicrobiennes les plus importantes, et en particulier les phénols, les alcools et les aldéhydes (voir tableau 1) : carvacrol (origan, sarriette), eugénol (feuille de cannelle de Ceylan, clou de girofle), linalool (coriandre), cinnamaldéhyde (cannelle de Chine), thymol (thym)...

la composition des huiles essentielles d'une même espèce varie selon la localisation géographique, les conditions climatiques, la période de récolte, la partie de la plante utilisée... Par conséquent, leurs propriétés antimicrobiennes varient également. Il est donc important de sélectionner une huile essentielle standardisée dont les composants actifs sont clairement identifiés et quantifiés.

D'autres facteurs influencent les propriétés antimicrobiennes des huiles. Selon les aliments, certains facteurs comme la température, les conditions de stockage, le pH ou la composition de l'aliment, peuvent avoir une influence sur l'action des huiles. Il est établi que l'efficacité de l'huile augmente avec la diminution du pH de l'aliment, de la température de stockage ou encore de la quantité d'oxygène dans l'emballage. Cela est d'autant plus intéressant que les quantités d'huiles nécessaires pour le contrôle de la croissance bactérienne dans les aliments conservés à basse température pourraient être réduites. Il est également prouvé qu'une même huile sera plus efficace dans un aliment pauvre en gras et/ou en protéines. Les fortes teneurs en eau et en sels d'un aliment vont aussi favoriser l'action de l'huile essentielle, alors qu'une structure gélatineuse va au contraire la limiter.

Les applications alimentaires

Plusieurs huiles essentielles, ont en laboratoire, une activité antimicrobienne avérée. Mais avant leur adoption en tant qu'agent de conservation alimentaire, il convient de vérifier les résultats expérimentaux dans l'aliment sélectionné. En général, les résultats expérimentaux obtenus en milieu modèle se confirment sur les aliments, mais avec des concentrations d'huiles essentielles un peu plus élevées. Les études faites à travers le monde, montrent que les huiles essentielles peuvent être ajoutées à peu près à tous les aliments. Ainsi, les huiles essentielles d'origan, de thym, de cannelle ou de coriandre sont efficaces pour les viandes, les volailles, les charcuteries et les légumes; l'huile essentielle de menthe pour les produits frais (salades, yaourts...); les huiles essentielles à base de carvacrol ou de citral pour les poissons; les huiles essentielles de thym, de noix de muscade ou de gingembre pour les céréales (plus particulièrement celles riches en carvacrol pour le riz); et les huiles essentielles à base de carvacrol ou de cinnamaldéhyde pour les fruits. Toutefois, quelques limites existent à l'utilisation des huiles essentielles comme agents de conservation dans les aliments, notamment le pouvoir aromatisant de certaines d'entre elles. Cependant des techniques de désaromatisation existent et sont de plus en plus efficaces. D'autre part, les effets organoleptiques indésirables peuvent être limités en sélectionnant soigneusement l'huile essentielle selon le type d'aliment considéré, mais il est important de noter, que dans la plupart des cas, les concentrations d'huiles utilisées sont si faibles, qu'elles ne modifient pas les qualités organoleptiques de l'aliment. Un autre aspect à prendre en compte, c'est de vérifier que l'huile essentielle sélectionnée n'a pas d'effet antimicrobien contre les bactéries utiles, notamment les ferments d'acidification, d'aromatisation et d'affinage, indispensables à la fabrication des produits. Moyennant ces précautions d'usage, l'emploi des huiles essentielles lors de la transformation des aliments peut présenter un triple intérêt: aromatisant, antioxydant et antimicrobien.

Quelles perspectives pour les huiles essentielles ?

Les nombreuses propriétés naturelles des huiles essentielles en font à la fois des ingrédients nutraceutiques et des agents de conservation très prometteurs pour l'industrie alimentaire. Chaque huile essentielle possède une activité spécifique variable selon les

microorganismes et les conditions environnementales, aussi la généralisation de leur action antimicrobienne n'est pas facilement envisageable à tous les aliments. Mais, le recours aux huiles essentielles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques. Aussi, leur utilisation en très faibles quantités est envisageable en raison de leur grande efficacité, contrairement à certains additifs comme les sels ou les épices entières. Leur utilisation combinée à d'autres procédés de conservation en feront certainement dans les prochaines années l'agent antimicrobien naturel incontournable pour améliorer la durée de vie des aliments. En outre, l'ajout d'huiles essentielles dans un aliment pourrait lui conférer une valeur nutraceutique. D'autres propriétés des huiles, notamment antiparasitaire, insecticide, antifongique et antivirale sont actuellement à l'étude par plusieurs équipes, dont la notre, pour répondre aux exigences de l'agriculture biologique en développant des biopesticides ou des suppléments alimentaires pour animaux, enrichis en substances naturelles efficaces contre les infections. À plus ou moins long terme, ces travaux pourraient être une réponse face au problème des antibiotiques et de leur résistance, et avoir une application en santé humaine et animale.

Par Stéphane Caillet, Ph.D., Associé de Recherche

Et

Monique Lacroix, Ph.D. Professeur et Responsable de Laboratoire

Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA)

INRS-Institut Armand-Frappier

531, Boul. des Prairies

Laval (Qc) H7V 1B7

Tel: (450) 687-5010 ext. 4489

Fax : (450) 686-5501

Monique.Lacroix@iaf.inrs.ca

Sources :

OUSSALAH M., S. CAILLET, L. SAUCIER and M. LACROIX. Inhibitory effects of selected plant essential oils on four pathogen bacteria growth: E. coli O157:H7, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. Food Control. 18 (5), 414-420, 2007.

OUSSALAH M., S. CAILLET, L. SAUCIER and M. LACROIX. Inhibitory effects of selected plant essential oils on Pseudomonas putida growth, a bacterial spoilage meat. Meat Science. 73, 236-244, 2006.

OUSSALAH M., S. CAILLET, S. SALMIÉRI, L. SAUCIER and M. LACROIX. Antimicrobial effects of alginate based film containing essential oils for preservation of whole beef muscle. Journal of food Protection. 69 (10), 2364-2369, 2006.

OUSSALAH M., S. CAILLET and M. LACROIX. Mechanism of Action of Spanish oregano, Chinese cinnamon and savory essential oils on Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes. Journal of food Protection. 69 (5), 1046-1055, 2006.

BURT S., essential oils : a review. International Journal of Food Microbiology. 94, 223-253, 2004.