L'usage des huiles essentielles biosourcées comme antimicrobiens puissants pour la désinfection des surfaces à contact alimentaire

Jina YAMMINE[1*], Adem GHARSALLAOUI[2], Layal KARAM[3], Ali ISMAIL[4], Nour-Eddine CHIHIB[1]

[1]Univ Lille, CNRS, INRAE, Centrale Lille, UMR 8207 – UMET – Unité Matériaux et Transformations, Lille, France
[2]Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, LAGEPP UMR 5007, Villeurbanne, France
[3]Human Nutrition Department, College of Health Sciences, QU Health, Qatar University, Doha, Qatar
[4]Plateforme de Recherches et d'Analyses en Sciences de l'Environnement (PRASE), Ecole Doctorale des Sciences et Technologies, Université Libanaise, Hadath, Lebanon

*Auteur correspondant : jina.yammine@inrae.fr

Contexte scientifique

Les contaminations microbiologiques continuent de susciter de grandes inquiétudes dans le monde entier, vu qu'elles entraînent une augmentation de l'incidence des maladies d'origine alimentaire, des épidémies ainsi que de pertes socio-économiques coûteuses dans les industries agro-alimentaires. Récemment en 2020, l'Union Européenne a signalé un total de 3 086 épidémies d'origine alimentaire avec la *Salmonelle* restant l'un des principaux agents pathogènes responsables de 22,5 % de l'ensemble des épidémies signalées (European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control, 2021).

L'adhésion bactérienne aux surfaces en contact avec les aliments et la formation subséquente de biofilms sont une source primaire de contaminations croisées et de recontaminations dans les industries alimentaires. Les bactéries à l'état de biofilm ont montré une résistance accrue aux différents agents antimicrobiens. Pour surmonter ces contaminations, plusieurs mesures de contrôle, y compris l'utilisation d'antimicrobiens synthétiques, ont été adoptées. Néanmoins, ces agents sont devenus beaucoup moins efficaces en raison de la résistance microbienne développée à leur égard, de leurs effets secondaires toxiques et environnementaux, ainsi que des perceptions négatives des consommateurs et des producteurs (Campana et al., 2017). Par conséquent, il est urgent de redoubler d'efforts pour trouver des alternatives efficaces pour contrôler les biofilms.

Dans ce projet, les antimicrobiens biosourcés et en particulier le carvacrol, un composant actif principal de plusieurs HE, notamment l'origan et le thym, a été utilisé comme un alternative naturel aux antimicrobiens synthétiques. Les HE sont dérivées des sources végétales, elles sont respectueuses pour l'environnement, biodégradables en produits non-toxiques avec des activités antimicrobiennes puissantes contre les biofilms. Jusqu'à présent, aucune résistance antimicrobienne particulière aux HE n'a encore été signalée, car elles présentent plusieurs modes d'action contre des sites cibles multiples dans les cellules bactériennes (Vidács et al., 2018). Néanmoins, les HE appliquées sous leur forme libre présentent plusieurs limitations comme leur faible stabilité, leur faible solubilité dans l'eau, leur forte volatilité, ainsi que leur faible biodisponibilité qui limitent souvent leurs différentes applications (Radünz et al., 2018). Par conséquent, des méthodes récentes de nanoencapsulation ont été développées pour surmonter ces défis et assurer la protection des molécules d'HE libres contre les conditions environnementales externes. En outre, l'encapsulation a été signalée pour masquer les propriétés organoleptiques négatives des HE, améliorer leur activité antimicrobienne et assurer une libération contrôlée.

Approches expérimentales et résultats

Dans ce projet, des nanocapsules de carvacrol ont été développées en utilisant la technique de séchage par pulvérisation. Ensuite l'activité antimicrobienne du carvacrol sous forme libre et nanoencapsulée a été évaluée contre des biofilms de *Salmonelle* Enteritidis développés sur des coupons en acier inoxydable en utilisant le système de réacteur à biofilms *NEC*. Le principal mécanisme d'action antimicrobien du carvacrol a été déterminé en mesurant la fuite des micro et macromolécules intracellulaires des cellules bactériennes. L'écotoxicité du carvacrol envers les crustacés d'eau douce *Daphnia magna* a été également évaluée.

Une fois développées, la morphologie et les caractéristiques physico-chimiques des nanocapsules ont été visualisées au microscope électronique à balayage. Les nanocapsules ont démontré une morphologie sphérique avec un vide au centre entouré d'une coque protectrice. Les résultats ont également montré que le carvacrol possède un effet antimicrobien significatif sur les biofilms de *S.* Enteriditis développés sur les coupons en acier inoxydable. Les nanocapsules ont amélioré significativement l'effet antibiofilm du carvacrol libre en raison de la taille réduite des particules avec une augmentation subséquente du rapport surface/volume qui facilite la diffusion du carvacrol dans les couches profondes des biofilms. De plus, l'effet antibiofilm du carvacrol a été observé sous microscopie électronique à balayage. Il a été montré que le carvacrol induit des altérations morphologiques évidentes des cellules bactériennes. Elles semblaient déformées et lysées avec des trous dans leurs parois cellulaires. En outre, le mécanisme d'activité antimicrobienne du carvacrol a été étudié en endommageant la membrane cellulaire et en provoquant la fuite d'ions potassium et de protéines fluorescentes vertes. L'écotoxicité contre les organismes crustacés *Daphnia magna* s'est également avérée être réduite de manière significative lors de l'encapsulation de carvacrol.

Conclusions

Le carvacrol a montré une puissante activité antimicrobienne contre les biofilms de *Salmonelle* Enteritidis et donc pourrait être utilisé comme une alternative naturelle prometteuse aux désinfectants chimiques utilisés dans les industries alimentaires. La nanoencapsulation a permis de renforcer l'activité antibiofilm et de réduire l'écotoxicité du carvacrol tout en réduisant les quantités utilisées ce qui garantit un développement durable.

Références bibliographiques

Campana, R. ; Casettari L, Fagioli L, Cespi M, Bonacucina G, and Baffone W, Activity of Essential Oil-Based Microemulsions against *Staphylococcus aureus* Biofilms Developed on Stainless Steel Surface in Different Culture Media and Growth Conditions, *International Journal of Food Microbiology*, 2017, 241, 132–140.

European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control, The European Union One Health 2020 Zoonoses Report, *EFSA Journal*, 2021, 19, e06971.

Radünz, M. ; Helbig E, Borges C.D, Gandra T.V, and Gandra E.A, A Mini-Review on Encapsulation of Essential Oils, *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 2018, 7, 00205.

Vidács, A. ; Kerekes E, Rajkó R, Petkovits T, Alharbi N.S, Khaled J.M, Vágvölgyi C, and Krisch J, Optimization of Essential Oil-Based Natural Disinfectants against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* Biofilms Formed on Polypropylene Surfaces, *Journal of Molecular Liquids*, 2018, 255, 257–62.