

### The recent revival of gelatine, continued

---

We are increasingly using the good film-forming capacity of gelatine to improve the shelf-life of food products (Said et al. 2023). Gelatine-based packaging films can prevent light and oxygen from directly entering into the food products. Their application can be very usefully extended by incorporating different additives in the films to improve the physical, mechanical and biological food properties.

Active packaging technologies affect the physical, chemical or biological actions by incorporating specific chemical components into the polymer and changing the interactions within the package, the products and/or the headspace within the food packaging. Recent advances in gelatine-based active packaging also include the incorporation of specific additives releasing active agents that can impart antimicrobial, antifungal, antioxidant and other biocatalytic activities.

#### Food spoilage is almost always caused by microbial contamination

Antimicrobial packaging systems involve the addition of a sachet or pad with volatile bioactive substances into the package, diffusion of bioactive agents into the packaging or diffusion of bioactive agents that were on the surface of packaging materials that act as carrier systems for antimicrobial agents. Currently, a wide variety of antimicrobial agents have already been proposed for gelatine-based films: essential oils, metal ions, polymers, natural extracts, organic acids, bacteriocins and enzymes (Said et al. 2023, and references herein).

Essential oils are natural compounds, their addition into the biodegradable film for antimicrobial purpose includes, for example, the oils extracted from clove, oregano, *ziziphora clinopodioides*, peppermint and citronella, cinnamon, bergamot and lemongrass, rosemary and garlic. Several studies focused on the use of essential oils as antimicrobials incorporated in gelatine-based foils from marine sources. (Wu et al. 2017). However, the use of essential oils is not limited to films of marine resources alone. Other gelatine-based and composite films also use essential oils to protect against spoilage microbes (Tian et al. 2023).

Metal ions and metal-based nanoparticles are also excellent antimicrobial agents. Several studies reported on the incorporation of metal ions in different types of mammalians as well as marine-derived gelatine films. For instance, the gelatine films with incorporation of copper(II)-exchanged montmorillonite have shown good inhibition against *Listeria monocytogenes* (Martucci & Ruseckaite 2017). Similar inhibition activity towards gram-positive as well as gram-negative bacteria were observed in active gelatine-based nanocomposite films containing silver nanoparticles (Yousefi et al. 2024) and, in addition, the incorporation of zinc oxide particles was also observed to induce inhibitory activity on bacteria (Zhang et al. 2024).

Finally, polymers with antimicrobial properties have attracted the attention of researchers, leading to a huge increase in the number of FDA-approved antimicrobial polymers. For example, antimicrobial polymers such as chitin and chitosan can be added to a gelatine-based active film. Investigating the incorporation of chitosan into pig skin gelatine-based composite film with added ethanolic extracts, Bonilla & Sobral (2016) observed excellent inhibition towards both gram-negative as well as gram-positive bacteria. Optimal antimicrobial activity was observed when chitosan was mixed with gelatine in a 50:50 ratio in the blended film. Incidentally, bovine hide gelatine/chitosan composite films were previously found to exhibit antimicrobial activity towards gram-negative bacteria, such as *Escherichia coli* (Pereda et al. 2011). However, it should be added here that the methods used during film development can affect the antimicrobial capacity both positively and negatively. Meanwhile, many studies have proven the usefulness of gelatine multilayer film; examples are gelatine-dialdehyde starch/gelatine-sodium montmorillonite/gelatine-dialdehyde starch as well as and PLA/gelatine/PLA. The research results demonstrated that the gelatine bilayer films can strengthen the film's mechanical properties, while also exerting antimicrobial activity. That makes them very suitable for application as active packaging films (Said et al. 2023 and references herein).

#### **Incorporation of antioxidant agents**

A recent review paper focusses also on improving or extending the functional properties of biodegradable active films by incorporating different antioxidant compounds derived from natural sources such as food and non-food plants, spices and food residues or alternatives to synthetic antioxidants, such as butylated hydroxytoluene and butylated hydroxyanisole (Ramos et al. 2016).

Good antioxidant properties were abundantly illustrated by the incorporation of natural extracts such as ginkgo leaf, green tea, and grape seed into gelatine films derived from marine sources. The high antioxidant capacity was respectively attributed to flavonoids in ginkgo leaf extract, caffeic acid and epicatechin compounds in green tea extracts as well as epicatechin and catechin compounds found in grape seed extracts (Lopez et al. 2017).

#### **The future looks pretty bright**

The development of active and smart gelatine-based films designed in innovative ways creates new packaging materials and technologies by incorporating antimicrobial or antioxidant agents. Moreover, gelatine-based films possess a good matrix for the incorporation of those antimicrobial and antioxidant agents which perform their specific functions in enhancing safety, stability, functionality and shelf-life of food products, once released.

We better plan our research and development activities for the future on two parallel tracks: the optimisation of bioplastics and the study of natural antimicrobial and antioxidant chemicals. Additional extensive studies are required to improve techniques or innovate methods for enhancing the film

functionality as well as the extended application in various sectors, and more particularly in the realm of packaging materials and objects.

#### References

- Bonilla & Sobral (2016). Investigation of the physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatin-chitosan edible film mixed with plant ethanolic extracts. *Food Bioscience*, 16, 17-25
- López et al. (2017). Edible film with antioxidant capacity based on salmon gelatin and boldine. *Lwt*, 77, 160-169
- Martucci & Ruseckaite (2017). Antibacterial activity of gelatin/copper (II)-exchanged montmorillonite films. *Food hydrocolloids*, 64, 70-77
- Ramos et al. (2016). Gelatin-based films and coatings for food packaging applications. *Coatings*, 6(4), 41
- Said et al. (2023). A review on potential use of gelatin-based film as active and smart biodegradable films for food packaging application. *Food Reviews International* 39, 2, 1063–1085
- Tian et al. (2023). Biopolymer Food Packaging Films Incorporated with Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(3), 1325-1347
- Wu et al. (2017). Physicochemical properties, antimicrobial activity and oil release of fish gelatin films incorporated with cinnamon essential oil. *Aquaculture and Fisheries*, 2(4), 185-192
- Yousefi et al. (2024). Application of gelatin-silver nanocomposite film as an active packaging material in toast bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-12
- Zhang et al. (2024). A novel multilayer film based on sodium alginate/k-carrageenan-gelatin incorporated with ZnO nanoparticles and oregano essential oil for active food packing. *Progress in Organic Coatings*, 187, 108170

### De recente heropleving van gelatine, vervolg

---

We maken steeds vaker gebruik van de goede filmvormende eigenschappen van gelatine om de houdbaarheid onze voedingsproducten te verbeteren (Said et al. 2023). Verpakkingsfolies op basis van gelatine kunnen de directe blootstelling van het voedselproduct aan licht en zuurstof verhinderen. Bovendien kan hun toepassingsdomein nog nuttig worden uitgebreid door verschillende additieven in de folie te verwerken en zo de fysische, mechanische en biologische voedsleigenschappen te verbeteren.

De gebruikte technologieën voor actieve verpakkingen beïnvloeden zowel de fysische, chemische als biologische werking door specifieke chemicaliën in het polymeer te verwerken en de interacties met de verpakking, de producten en/of met de vrije ruimte in de verpakking van voedingsmiddelen te veranderen. De recente ontwikkelingen op het gebied van actieve verpakkingen op basis van gelatine omvatten ook de toevoeging van specifieke additieven die actieve stoffen kunnen vrijgeven en op die manier antimicrobiële, schimmelwerende, antioxiderende of andere biocatalytische activiteiten ontplooiën.

#### **Voedselbederf wordt bijna altijd veroorzaakt door een microbiële besmetting**

De antimicrobiële verpakkingssystemen omvatten de toevoeging aan de verpakking van een zakje of een pleister met vluchtige bioactieve stoffen, de diffusie van bioactieve stoffen in de verpakking ofwel de diffusie van bioactieve stoffen uit een coating, die is aangebracht op het oppervlak van het verpakkingsmateriaal en fungeert als vector voor antimicrobiële stoffen. Momenteel werd er reeds een grote verscheidenheid aan antimicrobiële stoffen voorgesteld voor films op basis van gelatine, met name essentiële oliën, metaalionen, polymeren, natuurlijke extracten, organische zuren, bacteriocines en enzymen (Said et al. 2023, en referenties hierin).

Essentiële oliën zijn natuurlijke verbindingen. De toevoeging ervan aan biologisch afbreekbare folies met de bedoeling er antimicrobiële folies van te maken zijn bijvoorbeeld de oliën uit kruidnagel, oregano, *ziziphora clinopodioides*, pepermint en citronella, kaneel, bergamot en citroengras, rozemarijn en knoflook. Heel wat studies spitsten zich toe op het gebruik van etherische oliën, die als antimicrobiële stoffen verwerkt worden in gelatinefolies van mariene bronnen (Wu et al. 2017). Het gebruik van essentiële olie is evenwel niet beperkt tot folies van mariene oorsprong. Andere op gelatine gebaseerde folies en composietfilms gebruiken ook essentiële oliën ter bescherming tegen bederfmicroben (Tian et al. 2023).

Metaalionen en nanodeeltjes op basis van metalen zijn eveneens uitstekende antimicrobiële middelen. Verschillende onderzoeken rapporteerden over de verwerking van metaalionen in verschillende soorten gelatinefilms afkomstig van zoogdieren en mariene organismen. Zo kunnen gelatinefilms waarin koper (II)-

gewijzigd montmorilloniet werd verwerkt bijvoorbeeld *Listeria monocytogenes* zeer goed inhiberen (Martucci & Ruseckaite 2017). Een vergelijkbare remmende activiteit tegen zowel grampositieve als

gramnegatieve bacteriën werd vastgesteld in actieve nanocomposietfilms op basis van gelatine die zilver nanodeeltjes bevatten (Yousefi et al. 2024). En tevens bleek de incorporatie van zinkoxide deeltjes ook een remmende factor voor bacteriën (Zhang et al. 2024).

Tot slot kregen polymeren met antimicrobiële eigenschappen veel aandacht van de wetenschappers en dat heeft geleid tot een enorme toename van het aantal antimicrobiële polymeren dat door de FDA was goedgekeurd. Antimicrobiële polymeren zoals chitine en chitosan kunnen bijvoorbeeld worden toegevoegd aan een actieve film op basis van gelatine. Bonilla & Sobral (2016) onderzochten de integratie van chitosan in een op gelatine gebaseerde composietfilm van varkenshuid met toegevoegde ethanolische extracten en observeerden uitstekende inhibitie van zowel gramnegatieve evenals grampositieve bacteriën. De optimale antimicrobiële activiteit werd waargenomen toen chitosan in een verhouding van 50:50 werd vermengd met gelatine in de gemengde folie. Overigens werd eerder ontdekt dat mengfilms van runderhuidgelatine en chitosan antimicrobiële activiteit vertoonden tegen gramnegatieve bacteriën, zoals *Escherichia coli* (Pereda et al. 2011). Hier moet echter aan worden toegevoegd dat de methoden die worden gebruikt tijdens de ontwikkeling van de film de antimicrobiële capaciteit zowel positief als negatief kunnen beïnvloeden. Inmiddels hebben meerdere onderzoeken het nut van meerlaagse films op basis van gelatine aangetoond; voorbeelden zijn gelatine-dialdehyde zetmeel/natrium montmorilloniet/gelatine-dialdehyde zetmeel en PLA/gelatine/PLA. De onderzoeksresultaten hebben aangetoond dat de tweelaagse folies op basis van gelatine een verbetering betekenen van de mechanische eigenschappen van de film en tegelijkertijd antimicrobiële activiteit uitoefenen. Dat maakt ze zeer geschikt voor toepassing als actieve verpakkingsfolie (Said et al. 2023 en referenties hierin).

#### **De verwerking van antioxiderende chemicaliën**

In een recent overzichtsartikel wordt ook aandacht besteed aan het verbeteren of uitbreiden van de functionele eigenschappen van biologisch afbreekbare actieve folies door er verschillende antioxiderende chemicaliën in te stoppen die afkomstig zijn van natuurlijke bronnen zoals eetbare en niet-eetbare planten, kruiden en afval van voedingsproducten of alternatieven voor de synthetische antioxidanten, zoals butylhydroxytolueen en butylhydroxylanisool (Ramos et al. 2016).

Goede antioxiderende eigenschappen werden overvloedig geïllustreerd door de verwerking in gelatinefilms afgeleid van mariene bronnen van natuurlijke extracten zoals ginkgo bladeren, groene thee en druivenpitten. Hun groot antioxidant vermogen werd respectievelijk toegeschreven aan flavonoïden

in extracten van ginkobladeren, cafeïnezuur en epicatechineverbindingen in groene thee-extracten en epicatechine- en catechineverbindingen in druivenpitextracten (Lopez et al. 2017).

#### **De toekomst ziet er rooskleurig uit**

De ontwikkeling van actieve en intelligente folies op basis van gelatine die op innovatieve manieren zijn ontworpen, creëert nieuwe verpakkingsmaterialen en -technologieën door antimicrobiële of antioxidanta

in te bouwen. Bovendien bezitten films op basis van gelatine een goede matrix voor de incorporatie van die antimicrobiële en antioxidanta die hun specifieke functies vervullen bij het verbeteren van de veiligheid, stabiliteit, functionaliteit en houdbaarheid van voedingsproducten zodra ze vrijkomen.

We kunnen maar best onze onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten voor de toekomst op twee parallelle sporen plannen, met name de optimalisatie van bioplastics en de studie van natuurlijke antimicrobiële en antioxiderende chemicaliën. Bijkomende uitgebreide studies zijn nodig om de technieken te verbeteren of methoden te innoveren voor het verbeteren van de functionaliteit van de folie en de uitgebreide toepassing in verschillende sectoren, en meer in het bijzonder op het gebied van verpakkingsmaterialen en objecten.

#### **References**

Bonilla & Sobral (2016). Investigation of the physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatin-chitosan edible film mixed with plant ethanolic extracts. *Food Bioscience*, 16, 17-25

López et al. (2017). Edible film with antioxidant capacity based on salmon gelatin and boldine. *Lwt*, 77, 160-169

Martucci & Ruseckaite (2017). Antibacterial activity of gelatin/copper (II)-exchanged montmorillonite films. *Food hydrocolloids*, 64, 70-77

Ramos et al. (2016). Gelatin-based films and coatings for food packaging applications. *Coatings*, 6(4), 41

Said et al. (2023). A review on potential use of gelatin-based film as active and smart biodegradable films for food packaging application. *Food Reviews International* 39, 2, 1063–1085

Tian et al. (2023). Biopolymer Food Packaging Films Incorporated with Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(3), 1325-1347

Wu et al. (2017). Physicochemical properties, antimicrobial activity and oil release of fish gelatin films incorporated with cinnamon essential oil. *Aquaculture and Fisheries*, 2(4), 185-192

Yousefi et al. (2024). Application of gelatin-silver nanocomposite film as an active packaging material in toast bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-12



**BELGISCH VERPAKKINGSINSTITUUT vzw**  
**INSTITUT BELGE DE L'EMBALLAGE asbl**

Zhang et al. (2024). A novel multilayer film based on sodium alginate/k-carrageenan-gelatin incorporated with ZnO nanoparticles and oregano essential oil for active food packing. *Progress in Organic Coatings*, 187, 108170

### La résurgence récente de la gélatine, suite

---

Nous utilisons de plus en plus la bonne capacité de formation des films de gélatine pour améliorer la durée de conservation des produits alimentaires (Said et al. 2023). Les films d'emballage à base de gélatine peuvent empêcher l'exposition directe des produits alimentaires à la lumière et à l'oxygène. Leur application peut être bien utilement étendue en incorporant différents additifs dans les films pour améliorer les propriétés physiques, mécaniques et biologiques des aliments.

Les technologies d'emballage actif affectent les actions physiques, chimiques ou biologiques en incorporant des composants chimiques spécifiques dans le polymère et en modifiant les interactions au sein d'un emballage, des produits et/ou de l'espace libre à l'intérieur de l'emballage alimentaire. Les progrès récents dans le domaine des emballages actifs à base de gélatine comprennent également l'incorporation d'additifs spécifiques libérant des agents actifs qui peuvent conférer des activités antimicrobiennes, antifongiques, antioxydantes et autres activités biocatalytiques.

#### **La détérioration des aliments est généralement due à une contamination microbienne**

Les systèmes d'emballage antimicrobien impliquent l'ajout d'un sachet ou d'un tampon contenant des substances bioactives volatiles dans l'emballage, la diffusion d'agents bioactifs dans l'emballage ou la diffusion d'agents bioactifs du revêtement sur la surface du matériau d'emballage, qui agit comme un système porteur pour les agents antimicrobiens. Actuellement, une grande variété d'agents antimicrobiens a été proposée pour les films à base de gélatine : huiles essentielles, ions métalliques, polymères, extraits naturels, acides organiques, bactériocines et enzymes (Said et al. 2023, et références).

Les huiles essentielles sont des composés naturels, leur ajout dans le film biodégradable à des fins antimicrobiennes comprend, par exemple, les huiles extraites du clou de girofle, de l'origan, de la *ziziphora clinopodioides*, de la menthe poivrée et de la citronnelle, de la cannelle, de la bergamote et de l'herbe de Cochi, du romarin et de l'ail. C'est ce qu'ont montré, par exemple, des études sur l'utilisation d'huiles essentielles en tant qu'agents antimicrobiens, incorporées dans des films à base de gélatine dérivés de sources marines (Wu et al. 2017). D'autres films composites et à base de gélatine utilisent également des huiles essentielles pour protéger les produits contre les microbes de détérioration (Tian et al. 2023).

Les ions métalliques et les nanoparticules à base de métaux sont également d'excellents agents antimicrobiens. Plusieurs études ont fait état de l'incorporation d'ions métalliques dans différents types de films de gélatine dérivés de mammifères ou d'organismes marins. Par exemple, les films de gélatine



avec incorporation de montmorillonite échangée au cuivre(II) ont montré une bonne inhibition contre la bactérie *Listeria monocytogenes* (Martucci & Ruseckaite 2017). Une activité d'inhibition similaire à l'égard des bactéries gram-positives et gram-négatives a été observée dans les films nano composites actifs à base de gélatine contenant des nanoparticules d'argent (Yousefi et al. 2024) et, en outre, l'incorporation de particules d'oxyde de zinc s'est également avérée induire une activité inhibitrice sur les bactéries (Zhang et al. 2024).

Enfin, les polymères ayant des propriétés antimicrobiennes ont attiré l'attention des chercheurs, ce qui a entraîné une augmentation considérable du nombre de polymères antimicrobiens approuvés par la FDA. Par exemple, des polymères antimicrobiens tels que la chitine et le chitosane peuvent être ajoutés à un film actif à base de gélatine. En étudiant l'incorporation de chitosane dans un film composite à base de gélatine de peau de porc additionnée d'extraits éthanoliques, Bonilla & Sobral (2016) ont observé une excellente inhibition des bactéries gram-négatives et gram-positives. Une activité antimicrobienne optimale a été observée lorsque le chitosane était mélangé à la gélatine dans un rapport 50:50 dans le film mélangé. Par ailleurs, les films composites de gélatine de peau de bœuf/chitosane ont déjà montré une activité antimicrobienne contre les bactéries gram-négatives, telles que *Escherichia coli* (Pereda et al. 2011). Toutefois, il convient d'ajouter ici que les méthodes utilisées pendant le développement des films peuvent affecter la capacité antimicrobienne de manière positive ou négative. Entre-temps, de nombreuses études ont prouvé l'utilité des films multicouches à base de gélatine, par exemple les films gélatine-amidon de dihydroxyde, gélatine-montmorillonite sodique, gélatine-amidon de dihydroxyde, ainsi que les films PLA-gélatine-PLA. Les résultats de la recherche ont démontré que les films de gélatine à deux couches peuvent renforcer les propriétés mécaniques du film, tout en exerçant une activité antimicrobienne. Ils conviennent donc parfaitement à une application en tant que films d'emballage actifs (Said et al. 2023 et références dans le présent document).

### **Incorporation d'agents antioxydants**

Un article de synthèse récent se concentre également sur l'amélioration ou l'extension des propriétés fonctionnelles des films actifs biodégradables en incorporant différents composés antioxydants dérivés de sources naturelles telles que des plantes alimentaires et non alimentaires, des épices et des résidus alimentaires ou des alternatives aux antioxydants synthétiques, tels que l'hydroxytoluène butylé et l'hydroxyanisole butylé (Ramos et al. 2016).

L'incorporation d'extraits naturels tels que la feuille de ginkgo, le thé vert et les pépins de raisin dans des films de gélatine dérivés de sources marines a abondamment illustré les bonnes propriétés antioxydantes. La capacité antioxydante élevée a été attribuée respectivement aux flavonoïdes présents dans l'extrait de feuille de ginkgo, à l'acide caféique et au composé d'épicatéchine dans les extraits de thé vert, ainsi qu'aux composés d'épicatéchine et de catéchine présents dans les extraits de pépins de raisin (Lopez et al. 2017).

### L'avenir s'annonce prometteur

Le développement de films actifs et intelligents à base de gélatine, conçus de manière innovante, permet de créer de nouveaux matériaux et technologies d'emballage en incorporant des agents antimicrobiens ou antioxydants. En outre, les films à base de gélatine possèdent une bonne matrice pour l'incorporation des agents antimicrobiens et antioxydants qui, une fois libérés, remplissent leurs fonctions spécifiques en améliorant la sécurité, la stabilité, la fonctionnalité et la durée de conservation des produits alimentaires. Nous avons intérêt à planifier nos activités de recherche et de développement pour l'avenir sur deux voies parallèles : l'optimisation des bioplastiques et l'étude des produits chimiques antimicrobiens et antioxydants naturels. D'autres études approfondies sont nécessaires pour améliorer les techniques ou innover dans les méthodes afin d'améliorer la fonctionnalité des films ainsi que l'extension de leur application dans divers secteurs, et plus particulièrement dans le domaine des matériaux et objets d'emballage.

### Références

- Bonilla & Sobral (2016). Investigation of the physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatin-chitosan edible film mixed with plant ethanolic extracts. *Food Bioscience*, 16, 17-25
- López et al. (2017). Edible film with antioxidant capacity based on salmon gelatin and boldine. *Lwt*, 77, 160-169
- Martucci & Ruseckaite (2017). Antibacterial activity of gelatin/copper (II)-exchanged montmorillonite films. *Food hydrocolloids*, 64, 70-77
- Ramos et al. (2016). Gelatin-based films and coatings for food packaging applications. *Coatings*, 6(4), 41
- Said et al. (2023). A review on potential use of gelatin-based film as active and smart biodegradable films for food packaging application. *Food Reviews International* 39, 2, 1063–1085
- Tian et al. (2023). Biopolymer Food Packaging Films Incorporated with Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(3), 1325-1347
- Wu et al. (2017). Physicochemical properties, antimicrobial activity and oil release of fish gelatin films incorporated with cinnamon essential oil. *Aquaculture and Fisheries*, 2(4), 185-192
- Yousefi et al. (2024). Application of gelatin-silver nanocomposite film as an active packaging material in toast bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-12
- Zhang et al. (2024). A novel multilayer film based on sodium alginate/k-carrageenan-gelatin incorporated with ZnO nanoparticles and oregano essential oil for active food packing. *Progress in Organic Coatings*, 187, 108170