



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique.

Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi-Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des sciences de la Nature et de la
Vie.

Département de : **Biologie Appliquée.**

Domaine : Sciences de la nature et de la vie.

Filière : Sciences Alimentaires.

Option : sécurité alimentaire et assurance de qualité .

Mémoire présenter en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Thème

**Création d'un matériau
d'emballage biodégradable à partir
des pattes de volailles**

Présenté par :

BOUTELDJA MOHAMED EL HACHEMI
SOUAIDIA BRAHIM

Devant le jury composé de :

Président	MME. TALEB SALIMA	Pr.	Univ.E.C.L.T (Tébessa).
Examineur	MME MANSOUR FADILA	M.C.A.	Univ.E.C.L.T (Tébessa).
Promoteur	MME. FERHI SELMA	M.C.A.	Univ.E.C.L.T (Tébessa).

Date de soutenance : 10 juin 2023

Note :..... Mention :.....

Année universitaire 2022/2023



ملخص

تحتوي الأغشية النشطة القابلة للتحلل على مواد عضوية وحيوية. تم تصميم هذه الاغلفة لتتحلل بسرعة في البيئة. هذا ما يقلل من التأثير البيئي للتعبئة والتغليف.

لهذا الغرض، كان علينا تكيف طريقة لإدارة الكمية المتزايدة من النفايات التي كنا ننتجها. يمكن استخدام النفايات لإنتاج الطاقة، وكذلك لتصنيع وإنشاء منتجات جديدة.

الهدف من هذا العمل هو تطوير مادة تغليف نشطة قابلة للتحلل على أساس الجيلاتين المستخرج من أرجل الدجاج والتي يمكن أن تحسن الصفات العضوية والكيميائية الحيوية والصحية والمكروبيولوجية والفيزيائية للأطعمة المعبأة.

كان محصول استخراج الجيلاتين من أرجل الدجاج (9.04%). تم تطوير العديد من الاغلفة بتركيزات مختلفة من الجيلاتين وزيت الأساسي. بعد ذلك، تمت دراسة القابلية للتحلل البيولوجي والنشاط المضاد للأكسدة لهذه الأغلفة.

من الأغلفة المطورة تم اختيار غلافين، الغشاء الأول يتكون من 5 جرام جيلاتين و 1 جرام زيت اساسي والغلاف الثاني يتكون من 5 جرام جيلاتين و دون زيت اساسي جليسيرول وتوين 20 لتشكيل غشاء نشط قابل للتحلل. أظهر اختبار التحلل الحيوي للأغشية الحيوية المطورة نتائج المروج أو اختفت عبواتنا تمامًا بعد 10 أيام، وأظهرت نفس الأغشية الحيوية مع الزيت وبدونه نشاطًا مثيرًا للاهتمام لمضادات الأكسدة بنسبة 63% و 14% على التوالي. سمح لنا تطبيق الأغشية الحيوية الذي تم إنشاؤه للحفاظ على فاكهة الكرز الطازجة بالتحقق من أداء هذه العبوات التي حافظت على الفاكهة سليمة في الهواء الطلق لمدة ستة أيام.

الكلمات المفتاحية : فيلم قابل للتحلل ، جيلاتين، زيت أساسي، مضاد للأكسدة، أرجل الدجاج

Résumé

Les films biodégradables actifs contiennent des substances organiques et bioactif. Ces films sont conçus pour se dégrader rapidement dans l'environnement. C'est qui réduire l'impact environnemental des emballages.

Dont ce but, nous avons dû adapter une façon pour gérer la quantité croissante de déchets que nous produisons. Les déchets peuvent être utilisés pour la production d'énergie, ainsi que pour la fabrication et la création de nouveaux produits.

Le but de ce travail est de développer un matériau d'emballage biodégradable actif à base de gélatine extraite des pattes de poulet qui peut améliorer les qualités organoleptiques, biochimiques, hygiéniques, microbiologiques et physicochimiques des aliments emballés.

Le rendement de l'extraction de gélatine à partir de pattes de poulet était (9.04 %). Plusieurs films sont développés avec différents concentration de gélatine et de l'huile essentielle d'encens. Par la suite, la biodégradabilité et l'activité antioxydante de ces films ont été étudiées.

A partir des films développés deux films sont sélectionnés, le premier film composé de 5g de gélatine et 1g d'huile d'encens et le deuxième film composé de 5 g de gélatine et sans huile glycérol et de tween 20 afin de former un film biodégradable actif. Le test de biodégradabilité des deux biofilms développés a montré des résultats promoteurs ou notre emballage est disparu totalement au bout de 10 jours, les mêmes biofilms avec et sans huile ont montré une activité antioxydante intéressante 63% et 14% respectivement. Une application de biofilm crée sur la conservation des fruits de cerises fraîches nous a permis de valider la performance de ces emballages qui ont préservé le fruit intact à l'air libre pendant six jours.

Mots-clés : film biodégradable, gélatine, huile essentielle, antioxydant, pattes de poulet.

Abstract

Active biodegradable films contain organic and bio-active substances. These films are designed to degrade rapidly in the environment. This reduces the environmental impact of packaging.

To this end, we had to adapt a way of managing the growing amount of waste we were producing.

Waste can be used to produce energy, as well as to manufacture and create new products.

The aim of this work is to develop an active biodegradable packaging material based on gelatin extracted from chicken feet, which can improve the organoleptic, biochemical, hygienic, microbiological and physico-chemical qualities of packaged foods.

The yield of gelatin extraction from chicken feet was 9.04%. Several films were developed with different concentrations of gelatin and frankincense essential oil. The biodegradability and antioxidant activity of these films were then studied.

From the films developed, two films were selected, the first composed of 5g gelatin and 1g frankincense oil, and the second composed of 5g gelatin and no glycerol oil and tween 20, to form an active biodegradable film. Biodegradability testing of the two biofilms developed showed promising results, with our packaging disappearing completely after 10 days. The same biofilms with and without oil showed interesting antioxidant activity of 63% and 14% respectively. An application of biofilms created to preserve fresh cherry fruit enabled us to validate the performance of these packages, which preserved the fruit intact in the open air for six days..

Keywords: biodegradable film, gelatin, essential oil, antioxidant, chicken feet

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier le bon Dieu le tout Puissant de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, également nous remercions infiniment nos parents, qui nous encouragé et aidé à arriver à ce stade de notre formation.

Nous tenons particulièrement à remercier notre Enseignante DR. Ferhi. S nous avons l'honneur d'être parmi vos étudiants et de bénéficier de votre riche enseignement. Vos qualités pédagogiques et humaines sont pour moi un modèle. Votre gentillesse, et votre disponibilité permanente ont toujours suscité mon admiration. Veuillez bien recevoir mes remerciements pour le grand honneur que vous m'avez fait d'accepter l'encadrement de ce travail.

Nous remercions spécialement, Pr Taleb SALIMA professeur au département de biologie appliquée, pour avoir Accepté de présider le jury et discuter ce travail.

Nous remercions Pr. Menaceur FOUAD, qui nous fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement, tous nos proches et tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont apporté leurs sollicitudes pour accomplir ce Travail.

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude et sincère mots, que nous dédions ce modeste travail

A nos chers parents qui depuis notre jeune âge ont toujours fait leur maximum et qui ont sacrifié leur vie pour notre succès.

Pour avoir contribué a la réussite de ce travail d'une manière indirecte, et pour tout le soutien moral.

A nos familles et à tous nos proches grands et petits. A nos amis fidèles et à tous ceux qui nous sont chers. A tous les enseignants de notre faculté

Et à la personne qui m'a aidée de près et de loin. Que dieu les protèges tous. . . .

Sommaire

ملخص

Résumé

Abstract

Remerciement

DEDICACE

Sommaire

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des Diagrammes

Introduction

I. L'emballage biodégradable actif

1. Définition	3
2. Histoire de l'emballage.....	3
3. Définition d'un film biodégradable	4
4. La biodégradation	5
5. Processus de la biodégradation	5
6. Définition d'un emballage actif.....	6
7. Les propriétés de l'emballage biodégradable actif.....	7
8. Les matériaux interviennent dans la synthèse d'un film biodégradable	8
8.1 les polysaccharides	8
8.2 les lipides.....	9
8.3 les protéines.....	9

II. La Gélatine

1. Le Collagène	11
2. La conversion du collagène en gélatine.....	11
3. La structure de la gélatine.....	12
4. La composition de la gélatine.....	13
5. Les sources de protéine (gélatine) utilisées dans l'emballage	13
6. Les pattes de poulet	14
7. Gélatine des pattes de poulet.....	15
8. Film à base de gélatine.....	16

III. L'huile essentielle

1. L'huile essentiel	16
2. L'huile essentiel d'Encens oliban.....	16
3. Compositions des huiles essentielles... ..	16
4. Les propriétés d l'huile essentielles.....	17
5. L'activité antimicrobienne de l'huile essentielles	17
6. Activité antioxydant des huiles essentielles.....	18

PARTIE PRATIQUE

Chapitre 01 : Matériel et

Méthode Lieu de

l'étude.

L'objectif

de l'étude.

Matière

animale.

1. Préparation de l'échantillon... ..	20
2. L'extraction de la gélatine	21
2.1 Détermination du rendement d'extraction.....	26
3. Préparation de film de gélatine	26
4. La création de film.....	29
5. Analyse sensorielle	32
6. Test de bio dégradation.....	32
7. Activité antioxydante.....	33
8. Test de conservation... ..	33

Résultat et discussion

Conclusion et perspective

Références bibliographiques

Liste des Abréviations

Ala	Alanine
Arg	Arginine
CH₄	Méthane
CO₂	Dioxyde de carbone
ESB	L'Encéphalopathie spongiforme bovine
Glu	Glutamate ou acide glutamique
Gly	Glycine
g	Gramme
H₂O	Molécule d'eau
Hyp	L'hydroxyproline
Ph	Potentiel d'Hydrogène
Pro	Proline
UICPA	L'Union internationale de chimie pure et appliquée
TCAC	Taux de croissance annuel composé
C°	Degré Celsius
%	Pourcentage

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Présente quelques propriétés physiques en fonction de l'origine de la gélatine.	14
2	Matériel et produit utilisés dans l'extraction de la gélatine	20
3	Matériel et produit utilisés dans la création du film	28
4	Rendement en pourcentage du gélatine extraite des pattes de poulets par divers traitements acides	34
5	Caractéristiques sensorielles de gélatine extraite à partir des pattes de poulet	36
6	Caractéristiques sensorielles de différents biofilm	36
7	Pourcentage de l'activité antioxydante du film	38
8	Critères sensoriels de l'échantillon témoin négatif ou de cerise fraîches	39

Liste des Figures

N°	Titre	Page
1	Le processus de dégradation biologique des polymères biodégradables	6
2	Exemple de l’emballage actif	7
3	Structure des polysaccharides	9
4	La triple hélice de collagène	11
5	du collagène en gélatine	12
6	Structure de la gélatine	12
7	La patte de poulet après le coupage des ongles et enlever la croûte extérieure	19
8	Broyage des pattes de poulet par hachoir à viande	21
9	Les pattes après le traitement par NaOH	22
10	Filtration par toile de mousseline.	22
11	Le bouillon de la gélatine	23
12	Séchage du bouillon de gélatine dans l’étuve	24
13	Poudre de gélatine	24
14	Flacon de l'huile essentielle d'encens	28
15	Préparation de la solution filmogène	29
16		
17	La filtration du solution filmogène	30
18		
19	Ecoulement de la solution filmogène dans les boîtes de Pétri	30
20		
21	5(g) de G et 1% HE	37
22	5(g) de G et 0% HE	37
23	État de biofilm développé après 6 jours de test de bio dégradation	38
24	Photo de cerise fraîche	41
25	Cerise 1er jour d’application de biofilm	42
26	Cerise après 6 -ème jours d’application de biofilm	42
27	Cerise au début de teste	42
28	Cerise à la fin du teste	42

Liste des Diagramme

N°	Titre	Page
1	L'extraction de gélatine à partir des pattes de poulet	25
2	La création de biofilm	31

Introduction

Introduction

L'emballage définit matériellement une atmosphère favorable à la préservation des qualités gustatives, nutritionnelles et sanitaires de l'aliment. En conséquence, l'aliment est conservé dans une atmosphère à l'abri des contaminants (poussières, micro-organismes, substances chimiques) et des agents extérieurs (oxygène), qui peuvent causer une dégradation accélérée de sa qualité et de sa sécurité **(Guillard et Gontard, 2017)**.

Les plastiques et les emballages en matière thermoplastique sont désormais un matériau indispensable dans toutes les économies. Il est difficile d'imaginer un monde aujourd'hui sans eux. Le problème est que leur utilisation de masse a créé un problème mondial considérable avec des conséquences environnementales, économiques, sociales et sanitaires qu'il faut aborder de manière beaucoup plus déterminée **(Simon et Schulte, 2017)**.

De nombreux plastiques biosourcés et/ou biodégradables ont été introduits sur le marché des matériaux d'emballage depuis environ vingt ans dans le but principal de remplacer les plastiques d'origine pétrochimique. Certains chercheurs tentent de relever un défi très attendu dans la recherche agro-alimentaire : la substitution des matériaux d'origine pétrochimique par des matériaux biodégradables et issus de ressources non seulement renouvelables mais aussi non alimentaires, comme les résidus des industries agro-alimentaires. Les études portent également sur les avantages environnementaux, la stabilité économique, la gestion des problèmes éthiques et les effets potentiels sur la qualité et la sécurité des aliments emballés. **(Guillard et Gontard, 2017)**.

Ces emballages peuvent améliorer les qualités organoleptiques, biochimiques, hygiéniques, microbiologiques et/ou physicochimiques des aliments emballés. Il s'agit d'un rôle de support pour des substances actives (comme des médicaments, des vitamines, des antioxydants, des antimicrobiens, etc.), des agents de surface (comme des colorants, des agents brillants, etc.), des arômes, ou encore de renforcer la structure de produits fragiles **(Benbettaieb, 2015)**.

Les films biodégradables ont été largement étudiés pour leur capacité à protéger les matériaux alimentaires et leur fonction de barrière contre l'humidité, les gaz, les arômes et les transferts de solutés, tout en offrant des avantages tels que des matériaux non toxiques et une production à faible coût. Les tendances actuelles en matière de biopolymères utilisés comme emballages alimentaires ont élargi la gamme de matériaux utilisés, y compris des agents naturels, des extraits de plantes et des nanomatériaux. Les technologies actives, intelligentes et nanotechnologiques peuvent travailler ensemble pour créer un système d'emballage alimentaire polyvalent tout en produisant un bon effet de compatibilité et en remplissant leur mission en tant que bon matériau d'emballage **(Said et Sarbon, 2022)**.

Introduction

Les films d'emballage à base de gélatine ont déjà été proposés pour protéger, maintenir ou prolonger la durée de conservation des aliments car ils présentent une bonne capacité de formation de film et sont capables d'agir comme des films extérieurs pour protéger les aliments de l'exposition à la lumière et à l'oxygène. Cependant, les films à base de gélatine sont devenus de plus en plus rares en raison de l'émergence de technologies de pointe et de l'évolution des préférences des consommateurs pour des aliments sûrs. Il a été suggéré d'étendre l'utilisation des films à base de gélatine en tant qu'emballages biodégradables actifs et intelligents pour des aliments sûrs (**Said et Sarbon 2022**).

La gélatine est une protéine obtenue par hydrolyse du collagène présent dans les os et la peau des animaux (**Said et Sarbon 2022**).

Les gélatines ont de nombreuses utilisations en tant qu'additifs alimentaires et ont récemment été explorées dans les domaines pharmaceutique et médical. La gélatine de mammifères (porcs et bovins), qui est généralement le produit commercial le plus populaire, est parfois soumise à des restrictions plus strictes et au scepticisme des consommateurs en raison de préoccupations socioculturelles et sanitaires. Cependant, la demande de collagène et de gélatine pour la peau porcine a augmenté lentement depuis 1990 en raison de leur valeur nutritionnelle. Des recherches ont également étudié d'autres sources naturelles de collagène et de gélatine, telles que les pattes de canard, le poisson et la volaille. Ainsi, le collagène et la gélatine provenant de sources naturelles comme les pattes de poulet méritent une attention particulière car, bien que les pattes de poulet soient considérées comme des déchets dans différents pays (**Santana et al., 2020**).

Les déchets des abattoirs avicoles peuvent avoir un impact significatif sur l'environnement, s'ils ne sont pas gérés de manière appropriée. Comme les pattes de poulet sont des déchets de l'industrie de la viande, l'extraction de leur collagène et son application dans la production de gélatines et de biofilms ajoutera de la valeur à ces déchets et résoudra ces problèmes.

Le présent travail a pour objectif de développer un film biodégradable actif à partir de biopolymères protéiques (gélatine extraite de pattes de poulets) additionné de substances bioactives (huiles essentielles d'encens) dotées d'activités antioxydantes et antimicrobiennes afin de prolonger la durée de vie des aliments.

I. L'emballage Biodégradable Actif

I. L'emballage biodégradable actif

L'emballage biodégradable actif

1. Définition

La définition du terme « emballage » dans la directive européenne (**94/62/CE Européen Commission 1994**) est présentée comme :

« Tout produit constitué de matériaux de toute nature, destiné à contenir et à protéger des marchandises données, allant des matières premières aux produits finis, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur, et à assurer leur présentation. Tous les articles à jeter (usage unique) utilisés aux mêmes fins doivent être considérés comme des emballages. » (**Šcetar, 2022**).

Un emballage est souvent formé de multiples composantes de formes, de fonctions et de matériaux différents quelle que soit la nature des matériaux dont il est constitué, destiné à contenir et à protéger des marchandises, l'emballage alimentaire (produits sensibles et périssables) ne doit pas présenter un risque pour la santé humaine et doit être compatible avec la nature du produit, sa forme physique, sa protection et sa dégradation causée par différentes causes biologiques ou chimiques (**Šcetar, 2022**).

2. Histoire de l'emballage

L'histoire de l'emballage est indissociable des échanges entre les hommes et de leurs déplacements. Dès qu'il faut s'éloigner de la tribu et emporter des vivres, il faut inventer des emballages, pour regrouper, transporter, protéger et conserver. Les premiers emballages datent de la Préhistoire. C'était alors des peaux d'animaux (la gibecière du chasseur, la gourde) ou des feuilles. Sont venus ensuite vers 6000 avant Jésus Christ les céramiques et les paniers. Vers 1500 avant Jésus Christ, les égyptiens fabriquaient des récipients en verre (**Dumeni, 2006**).

En Angleterre, en 1746, est apparu le premier produit emballé sous une marque : une boîte de poudre contre la fièvre. Ce pays se distingua encore avec l'emballage de savons, d'huile et de moutarde de marque. Jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle, les hommes utilisaient au mieux, pour

I. L'emballage biodégradable actif

L'emballage, les matériaux que la nature mettait à leur disposition : soit directement le bois, le liège, le cuir, l'argile, les fibres (chanvre, jute, raphia, osier...) soit après transformation comme le verre, les métaux, le papier. En 1850, l'apparition du tube de peinture souple a permis aux artistes peintres de parcourir la campagne, de ne plus être obligés de peindre en atelier ou par la fenêtre d'une demeure. C'est cet emballage qui permit l'avènement de l'impressionnisme (Dumeni, 2006).

L'histoire de l'emballage suit l'évolution de la vie des hommes. Au cours des siècles l'homme trouve – à partir du bois – des nouvelles façons d'emballages et des matériaux toujours nouveaux. Le premier a été le bois que l'homme avait à disposition pour les emballages, ensuite la terre cuite, le verre et certains métaux. Aux débuts du siècle le Fer blanc a été la grande découverte et après la seconde guerre les matières plastiques (Carré, 2016).

3. Définition d'un film biodégradable

Les films biodégradables se réfèrent à un type de matériau conçu pour se décomposer naturellement dans l'environnement. Ces films sont généralement fabriqués à partir de matériaux à base de plantes, tels que la cellulose. Les protéines, et ils sont souvent utilisés comme une alternative aux films plastiques traditionnels (Pirsa, et Aghbolagh 2020).

Les films biodégradables sont fabriqués à partir de matériaux renouvelables et sont conçus pour se décomposer en éléments naturels comme le dioxyde de carbone et l'eau. En quelques mois plutôt que des siècles, ce qui en fait une option beaucoup plus écologique pour l'industrie de l'emballage. Ils offrent une protection similaire contre l'humidité et la contamination que le plastique, mais avec moins d'impact sur l'environnement. Les films biodégradables peuvent être utilisés pour emballer des produits alimentaires (Han, 2000).

I. L'emballage biodégradable actif

4. La biodégradation

Selon le **Comité Européen de Normalisation (CEN)**, le terme dégradation rassemble les caractéristiques suivantes « Un matériau est considéré comme dégradable dans certaines conditions s'il subit une dégradation quelconque déterminée dans un temps donné et selon une méthode de mesure standardisée adaptée ».

La définition de la biodégradation selon la norme (**NF EN 13-432 2000**) précise que ce processus doit nécessairement inclure trois étapes essentielles qui sont séquentielles et/ou concomitantes, à savoir la fragmentation, la bio-assimilation et la minéralisation. La fragmentation du matériau est cohérente avec les mesures et observations physiques et chimiques.

La biodégradation représente l'un des principaux mécanismes de libération dans l'environnement de la plupart des produits chimiques. Elle est définie comme une sorte de dégradation causée par l'activité biologique, principalement par les micro-organismes ou l'action enzymatique. Les produits finaux sont le CO₂, une nouvelle biomasse et de l'eau (en présence d'oxygène, c'est-à-dire des conditions aérobies) ou du méthane (en l'absence d'oxygène, c'est-à-dire des conditions anaérobies). Par conséquent, le processus de biodégradation peut être divisé en deux parties : (1) aérobie et (2) anaérobie (**Ayhlion-Meixueiro,2000**).

5.Processus de la biodégradation

La biodégradation est un processus par lequel des contaminants organiques présents dans des matrices solides ou liquides sont transformés par des microorganismes pour produire du matériel cellulaire, de l'énergie, des composés organiques (généralement moins toxiques que les composés parents), du CO₂ et de l'eau. La biodégradation peut se produire dans des conditions aérobie ou anaérobie **Anonyme 1 (document électronique)**.

I. L'emballage biodégradable actif

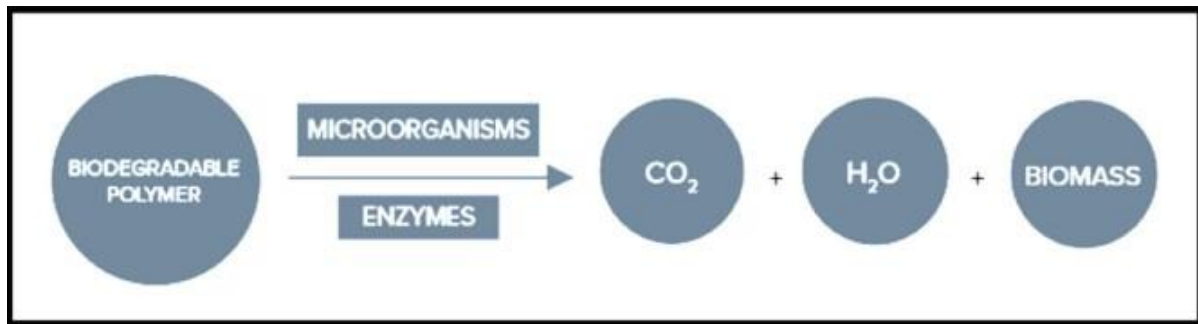


Figure 01 : Le processus de dégradation biologique des polymères biodégradables (Dufresne *et al.*, 1998).

6. Définition d'un emballage actif

L'emballage actif est un emballage destiné à prolonger la durée de conservation ou à maintenir ou améliorer l'état de denrées alimentaires emballées ; et de préserver toutes leurs propriétés organoleptiques (telles que le goût et l'arôme) en parfaites conditions. Grâce à leurs caractéristiques, ils peuvent ralentir l'oxydation ou réguler l'humidité qu'ils contiennent. Ils sont conçus de façon à comprendre délibérément des constituants qui libèrent ou absorbent des substances dans les denrées alimentaires emballées ou dans l'environnement des denrées alimentaires." Ils constituent donc un outil essentiel dans le cycle de distribution et un grand soutien pour la sécurité alimentaire [Réglementation Européenne 450/2009] (Gontard *et al.*,2017).

L'emballage actif peut ainsi permettre de modifier volontairement l'atmosphère interne de l'emballage pour améliorer la conservation des produits. Les absorbeurs d'oxygène à base de fer sont ainsi couramment utilisés pour réduire, sans additif ni traitement, les réactions d'oxydation des vitamines ou acides gras essentiels. Ils retardent également le développement microbien et permettent d'augmenter significativement la durée de vie sans ajout de conservateurs ou sans mise en œuvre de traitements susceptibles d'altérer les qualités gustatives ou nutritionnelles des aliments (Gontard *et al.*, 2017).

I. L'emballage biodégradable actif



Figure 02 : Exemple de l'emballage actif (Anonyme ,2)

7. Les propriétés de l'emballage biodégradable actif

Les emballages biodégradables actifs sont des emballages qui, en plus d'être biodégradables, ont également des propriétés actives qui peuvent aider à préserver la qualité et la durée de vie des aliments. Les propriétés d'emballage biodégradable actif peuvent inclure :

Le rôle de l'emballage actif antimicrobien est donc de mieux contrôler le développement de ces micro-organismes en maîtrisant l'environnement du produit, pour :

- Assurer la sécurité des consommateurs ;
- Préserver plus longtemps les propriétés organoleptiques des produits ;
- Peuvent aider à prévenir la croissance de bactéries dans les aliments ;
- Mais aussi allonger la date limite de consommation.

Les emballages actifs antimicrobiens peuvent être actifs de plusieurs manières, selon leur situation dans l'emballage (Malgoire,2020).

I. L'emballage biodégradable actif

Considéré aussi comme Une barrière à l'oxygène et à la vapeur d'eau et aux composés aromatiques est essentielle pour prolonger la durée de conservation des produits pour améliorer l'efficacité barrière a la vapeur d'eau (Sabry, 2022).

- Ils peuvent être consommés par les micro-organismes et aider le cycle de vie à suivre son cours parce qu'ils sont faits de matériaux naturels ;
- Préserver, protéger et contenir les aliments : en agissant comme barrière contre l'humidité, la lumière, les gaz et les microorganismes, les emballages réduisent le gaspillage alimentaire et les contaminations qui pourraient avoir des conséquences sur la santé des individus (Muszynski *et al.*,2021).

8. Les matériaux interviennent dans la synthèse d'un film biodégradable

8.1 Les polysaccharides sont des macromolécules naturelles constituées de chaînes de monosaccharides. Ils sont souvent utilisés dans la fabrication d'emballages biodégradables en raison de leur caractère renouvelable, de leur biodégradabilité, de leurs propriétés barrières et de leur biocompatibilité. Les polysaccharides les plus utilisés pour la fabrication d'emballages biodégradables sont la cellulose, l'amidon,

Plusieurs études ont examiné le rôle des polysaccharides dans les emballages biodégradables et ont montré qu'ils ont les effets suivants :

- **Amélioration de la biodégradabilité du matériau** : Les polysaccharides sont biodégradables et peuvent être facilement dégradés par des microorganismes dans l'environnement, ce qui en fait des candidats idéaux pour une utilisation dans les emballages biodégradables (Rhim, *et al.*2009)
- **Changer les propriétés barrières de l'emballage** : Les polysaccharides peuvent être manipulés pour modifier les propriétés barrières de l'emballage, tels que la perméabilité à l'oxygène et à l'humidité.
- **Propriétés antimicrobiennes** : Certains polysaccharides ont des propriétés antimicrobiennes naturelles qui peuvent aider à prévenir la croissance bactérienne et fongique dans les aliments. (Rhim, *et al.*2009).

I. L'emballage biodégradable actif

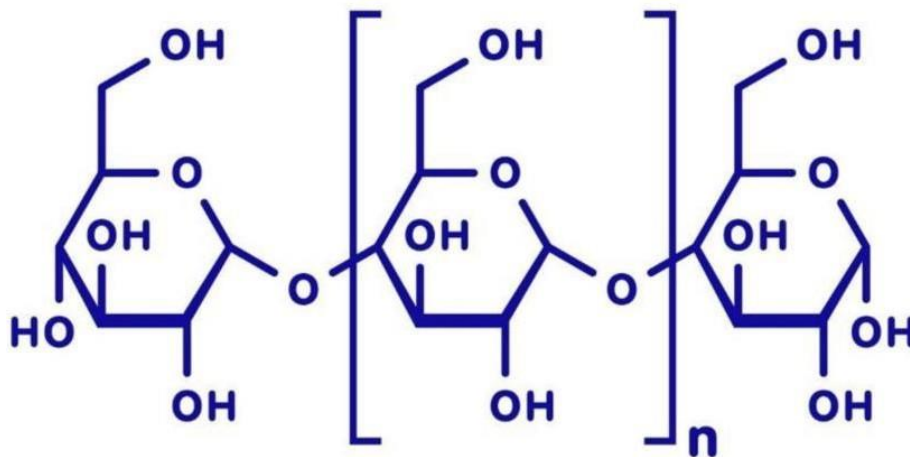


Figure 03 : Structure des polysaccharides anonyme 3(doucelement électronique)

82 Les lipides sont souvent utilisés dans la fabrication d'emballages biodégradables en raison de leur caractère renouvelable, de leur biodégradabilité et de leur compatibilité avec les aliments. Les lipides les plus couramment utilisés pour la fabrication d'emballages biodégradables sont les corps gras d'origine végétale et animale. Les lipides peuvent jouer plusieurs rôles importants dans les emballages biodégradables, notamment :

- **Réduction de la perméabilité à l'air** : Les lipides peuvent réduire la perméabilité à l'air des emballages, en particulier lorsqu'ils sont combinés avec d'autres matériaux d'emballage tels que les polysaccharides. (Cerqueira et al, 2011).
- **Élasticité et flexibilité** : Les lipides peuvent contribuer à la flexibilité et à l'élasticité des films d'emballage, les rendant plus souples et plus faciles à manipuler.
- **Propriétés antimicrobiennes** : Certains lipides ont des propriétés antimicrobiennes naturelles qui peuvent aider à prolonger la durée de conservation des aliments. (Cerqueira et al, 2011).

83 Les protéines sont des macromolécules naturelles qui ont des propriétés intéressantes pour la fabrication d'emballages biodégradables, notamment en ce qui concerne leurs propriétés fonctionnelles, leur biocompatibilité et leur biodégradabilité. Plusieurs types de protéines ont été étudiés pour leur utilisation dans les emballages biodégradables, notamment les protéines du lait, du soja, du blé et de la gélatine (Trindade et al, 2015).

I. L'emballage biodégradable actif

Les protéines peuvent jouer plusieurs rôles dans les emballages biodégradables, notamment :

- **Amélioration des propriétés mécaniques :** Les protéines peuvent améliorer les propriétés mécaniques des films d'emballage, tels que la résistance à la traction et la résistance à la perforation.
- **Barrière aux gaz et vapeurs :** Certaines protéines peuvent former des films d'emballage qui présentent une barrière efficace aux gaz et vapeurs, tels que l'oxygène et l'humidité.
- **Bio activité :** Certaines protéines peuvent avoir des propriétés bioactives, telles que l'activité antimicrobienne ou antioxydante, qui peuvent aider à prolonger la durée de conservation des aliments

(Trindade et *al*, 2015).

II.

La Gélatine

II. Le Gélatine

1. Le Collagène

Le collagène est une protéine fibreuse présente dans les tissus conjonctifs des animaux, y compris la peau, les os, les tendons et les cartilages. Elle est composée d'acides aminés enroulés en triple hélice (figure 04). Cette protéine est responsable de la résistance, de l'élasticité et de la cohésion des tissus conjonctifs. En tant que composant structural essentiel, elle joue un rôle important dans la croissance et la réparation des tissus (**Kadler, et al 2007**). Le collagène est une protéine fibreuse de structure insoluble dans l'eau. Elle représente l'une des protéines les plus abondantes dans les produits d'origine animales (cartilages, os, tendons, peau...). Elle contient environ 30% de glycine et 25% de proline et hydroxyproline (**PICGIRARD, et. al 2012**).

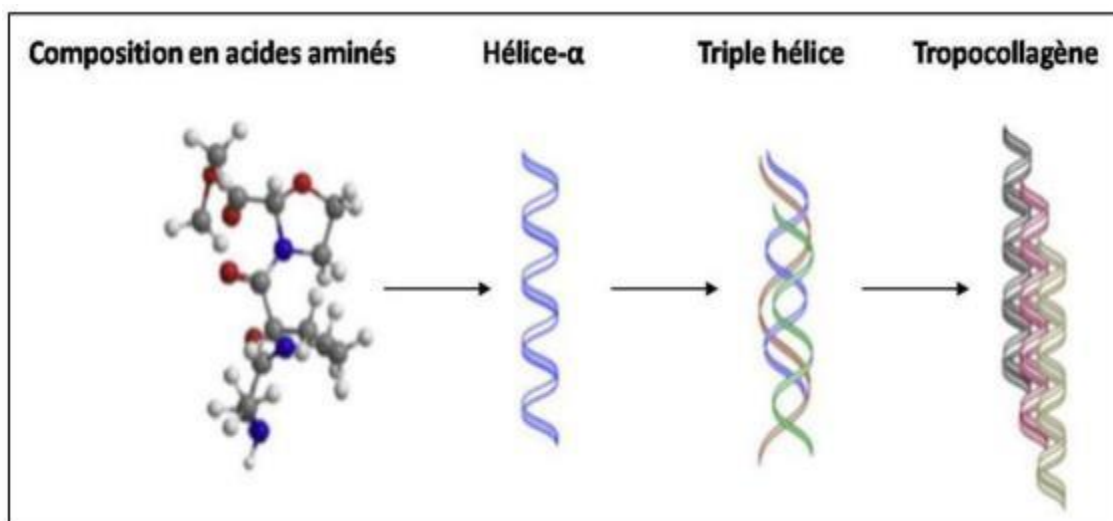


Figure 04 : La triple hélice de collagène (**Farris et al., 2009**)

2. La conversion du collagène en gélatine :

La gélatine est un produit auquel nous sommes quotidiennement confrontés. Toutefois, si la gélatine est toujours extraite à partir de tissus riches en collagène (peau, os) ; ce terme englobe en fait une multitude de produits aux propriétés physico-chimiques radicalement différentes

La gélatine est extraite à partir de tissus riches en collagène : l'os (bœuf)

et la peau (porc, bœuf). Ces tissus sont, en majorité, des déchets provenant d'abattoirs. En fonction du tissu et de l'âge de l'animal abattue, on utilisera des

Procédés d'extraction différents (**Portier, 2016**).

II. Le Gélatine

Le processus de transformation du collagène en gélatine implique deux étapes : la solubilisation du Collagène (soit dans un environnement acide ou basique) et sa transformation en gélatine. Ce dernier est le résultat de la troisième dégradation structurelle du tropocollagène triple hélice (Cho *et al.*, 2005).

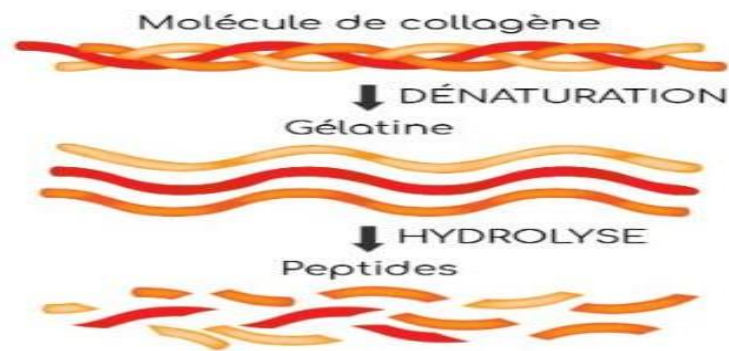


Figure 05 : du collagène en gélatine anonyme 4(douceement électronique)

3. La structure de la gélatine

La structure primaire de la gélatine ressemble à celle du collagène. Un total de 18 acides aminés différents en quantités variables. Ces acides aminés se combinent pour produire des chaînes de polypeptides (Figure 06). Chaque chaîne contient environ 1000 acides aminés.

La structure globale de la gélatine est une molécule en forme de baguette composée de configurations hélices primaires, secondaires et tertiaires. (Cho *et al.* 2005).

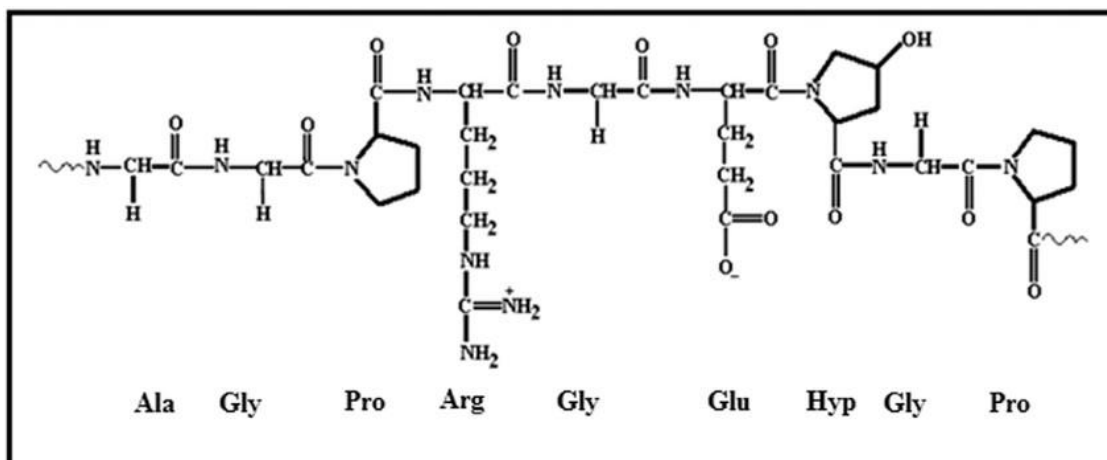


Figure 06 : Structure de la gélatine (Cho *et al.* 2005).

II. Le Gélatine

4. La composition de la gélatine

La gélatine est une glycoprotéine. Elle contient 90-95 % de protéines, 1- 2% de sels minéraux et le reste est de l'eau. Les acides aminés constituant la gélatine sont : la glycine (21 %), la proline (12 %), l'hydroxyproline (12 %), l'acide glutamique (10 %), l'alanine (9 %), l'arginine (8 %), l'acide aspartique (6 %), la lysine (4 %), la sérine (4 %), la leucine (3 %), la valine, la phénylalanine et la thréonine (2 %), l'isoleucine et l'hydroxylysine (1 %), la méthionine et l'histidine (< 1 %) et la tyrosine (< 0,5 %) /. Ces pourcentages sont variables (**Meudre, 2015**).

5. Les source de protéine *gélatine* utilisé dans l'emballage

La gélatine est obtenue à partir de l'hydrolyse partielle du collagène qui est la protéine majoritaire du tissu conjonctif. C'est une protéine soluble ayant de nombreuses propriétés fonctionnelles (**Durand, 2019**).

La gélatine et le collagène sont principalement extraits des peaux et des os, cependant, d'autres abats tels que le poumon, la langue, la trachée ou les tendons sont également des sources de collagène (**MASSOULIER, 2019**).

- **La gélatine de poisson** Les gélatines marines peut présenter une gamme plus large de valeurs de bloom en raison des différences de teneur en proline et en hydroxyproline dans les collagènes de différents types d'espèces et la température de l'habitat. La gamme de viscosité les valeurs (CP) rapportées pour la peau de gélatine de différentes espèces de poissons d'eau douce vont de 1,87 à 3,63 cP (**Ratnasari, et Firlianty, 2016**). Elle est extraite à partir de la peau, des arêtes et des nageoires, principalement par traitement acide ou basique à des températures entre 45°C et 60°C (**Durand, 2019**).
- **Gélatine de sources mammifères** : Bovin et porc, à 46% pour la peau de porc, 29,4% pour la peau de bovin et 23,1% pour le porc et le bovin os (**Gómez-Guillén et al...2011**). Les gélatines de peau bovine et porcine sont largement répandues dans l'industrie alimentaire l'industrie en raison de leur grande disponibilité. Généralement, la gélatine de peau bovine est connue sous le nom de type la gélatine B et est produite à partir d'un traitement alcalin, tandis que la gélatine de peau de porc est connue sous forme de gélatine de type A et est produit à partir d'un traitement acide (**Hafidz, et al ..2011**).

II. Le Gélatine

- **Volaille** : la gélatine de volaille est produite à partir de la peau et des os de volaille, tels que les poulets et les dindes. Il a été rapporté que la gélatine aviaire possède des acides aminés, secondaires structure et poids moléculaire (285 000 g / mol) presque similaires à ceux des mammifères gélatine (350,00 g/mol) (Abedinia et al 2019).

Tabelau 01 : présente quelques propriétés physiques en fonction de l'origine de la gélatine.

Bovine	Porc		Poisson	Références
(type B)	(types A et B)		(type A)	
Température de gélification	24-25	19-23.9		11-19(Karim et al 2009).
Point de fusion	29-33	31-36		14-27(Karim et al 2009).
Point isoélectrique (pH)	4-5	7-9	7-9	(Saxena et al 2005).
Force de gel (g)	210-239	216-295		56-323(Karim et al 2009).

6. Les pattes de poulet

Les pattes de poulet sont une excellente source de gélatine qui peut être utilisée à une grande variété d'objectifs dans le secteur industriel. En tant qu'alternative, la gélatine de la volaille n'est pas problématique en termes de santé et de préoccupations religieuses.

De plus, la valorisation des pattes de la volaille en gélatine est un moyen efficace d'utiliser des déchets de poulet, qui peuvent être convertis en produits à valeur ajoutée avec une composition chimique similaire à l'extrait bovin et avec de meilleures propriétés physicochimiques que le poisson extraire les gélatines (**Omaima et al ,2023**).

II. Le Gélatine

7. Gelatine des pattes de poulet

Les pattes de poulet sont l'une des principales sources de production de gélatine. Contiennent 85 % de protéines, principalement du collagène, et 2,7 % de gras (**Almeida et Lannes, 2013**). La gélatine dérivée de sources de volaille a de bonnes propriétés de formation de film (**Sarbon et al., 2018**).

8 Film a base de gélatine

Parce qu'ils ont une bonne capacité de formation de film et peuvent fonctionner comme des films extérieurs pour protéger les aliments contre l'exposition à la lumière et à l'oxygène, des films d'emballage à base de gélatine ont déjà été proposés comme un moyen de protéger, de maintenir ou de prolonger la durée de conservation des aliments. Mais à mesure que les technologies de pointe ont émergé et que les préférences des consommateurs pour les aliments sûrs ont changé, les films à base de gélatine deviennent de moins en moins nombreux. Il a été suggéré d'étendre l'utilisation des films à base de gélatine comme emballages biodégradables, actifs et intelligents pour les aliments sûrs.

La protéine connue sous le nom de gélatine est produite en hydrolysant le collagène trouvé dans la peau et les ovaires des animaux. (**Said et Sarbon, 2022**).

III.

Huile Essentielle

III. Huile Essentielle

L'huile Essentielle

1. L'huile essentiel

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatils, isolés par hydrodistillation ou par expression mécanique. La plupart des huiles ont une densité inférieure à celle de l'eau et sont entraînable à la vapeur d'eau (**Kalembe, (2003)**).

Les huiles essentielles extraites des plantes par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes.

Plus récemment, la norme **AFNOR NF T 75-006 (octobre1987)** a donné la définition suivante d'une huile essentielle : « Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par Entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation à sec

Les liquides hautement concentrés connus sous le nom d'huiles essentielles sont des mélanges complexes de molécules volatiles composées de plusieurs dizaines de composés différents (**Raul 2005**).

2. L'huile essentiel d'Encens oliban

L'huile essentielle d'Encens oliban possède une odeur résineuse, boisée, épicée, légèrement camphrée et balsamique. Sa couleur peut varier de l'incolore au jaune pâle. Elle extraite à partir de « *Gomme oléorésineuse* » de « *Burséracées* ». L'huile essentielle d'encens est 100% pur, 100% naturelle et 100% intégrale (non décolorée, non déterpénée, non rectifiée.). **Anonyme 5 (doucement électronique)**

3. Compositions des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont tirées aussi bien des plantes aromatiques que médicinales. Ces huiles possèdent plusieurs propriétés telles que : les propriétés relaxantes, tonifiantes, Énergisantes , régénérantes, assainissantes, désodorisantes, anti-inflammatoires antioxydantes, etc. Ces propriétés s'expliquent par la composition biochimique de ces huiles.

Elles sont très souvent composées d'alcools, cétones, sesquiterpènes, monoterpènes, diones, Aldéhydes terpéniques, esters, azulènes, et d'oxydes (**Aboughe, . 2015**).

III. Huile Essentielle

4. Les propriétés d l'huile essentielles

Ces huiles possèdent plusieurs propriétés telles que : les propriétés relaxantes, tonifiantes, énergisantes, régénérâtes, désodorisantes, anti-inflammatoires, antioxydants L'activité biologique d'une huile essentielle est à mettre en relation avec sa composition chimique et les possibles effets synergiques entre ses composants. Aussi les huiles essentielles et leurs constituants ont montré des activités anticancéreuses puissantes in vitro et in vivo. Cependant, les mécanismes d'action sont encore peu étudiés et moins connus. Par ailleurs, leur application

Dans l'industrie pharmaceutique nécessite une spécificité– sélectivité pharmacodynamique absolue. **(Bouyahya 2018).**

Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques **(Paris et al 2001).**

5. L'activité antimicrobienne de l'huile essentielles

Plusieurs facteurs influencent la détermination de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles ou de leurs composants actifs, tels que la méthode d'évaluation antimicrobienne, le type et la structure moléculaire des composants actifs, la dose ajoutée, le type de microorganisme ciblés et leur éventuelle adaptation aux huiles essentielles. **(Toure., 2015)**

Les huiles essentielles ont été considéré comme agents antimicrobiens les plus efficaces dans ces plantes. Leur spectre d'action est très étendu, car elles agissent contre un large éventail de bactéries, y compris celles qui développement des résistances aux antibiotiques. Leur activité antimicrobienne est principalement fonction de leur composition chimique **(Toure., 2015).**

L'huiles essentielles agissent aussi bien sur les bactéries à Gram positif que les bactéries à Gram négatif. Toutefois, les bactéries à Gram négatif paraissent moins sensibles à leur action et ceci est directement lié à la nature de leur paroi cellulaire **(Toure., 2015).**

III. Huile Essentielle

6. Activité antioxydant des huiles essentielles

L'activité antioxydant des HE est due à la capacité inhérente de certains de leurs composants, en particulier les phénols d'arrêter ou de retarder l'oxydation aérobie de la matière organique, bien que la procédure par laquelle l'huile soit obtenue à partir de la matière première (distillation) limite la teneur en composés phénoliques dans la matrice finale parce que beaucoup de ces composés sont non volatils. Cependant, il existe des HE non phénoliques qui expriment un comportement antioxydant, ceci est dû à la chimie radicalaire de certains trapézoïdes et autres constituants volatils (par exemple, des composants de l'ail contenant du soufre. (**Amorati et AL 2013**))

Partie

Pratique

Chapitre 01:

Matériel et

Méthodes

L'objectif de l'étude

La chose la plus importante est de fournir des matériaux d'emballage biodégradables qui sont comparables en termes de caractéristiques et d'avantages aux matériaux de conditionnement. Car nous avons l'intention de d'utiliser les pattes de volailles plutôt que de les détruire.

L'objectif de cette étude est d'extraire de la gélatine à partir de pattes de poulet afin de l'utiliser dans la création d'un matériau d'emballage biodégradables actif.

Lieu d'étude

Notre étude a été effectuée au niveau du laboratoire n°01, n°02 et n°05 de contrôle de qualité dans le bloque pédagogique B département de biologie appliquée, faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, Université Echahid Larbi Tebessi –Tébessa-.

Matière animale

Les pattes de poulet utilisé dans cette étude ont été apportés de l'abattoir de volailles de Boutarfa de la Wilaya de Tébessa, plus précisément sur la route d'Annaba, dans la zone industrielle, Les pattes présentent 4 doigts elles sont recouvertes d'écailles, se finissent par de grosses griffes et ont une odeur désagréable. Elles sont transportées au laboratoire dans une glacière de température 1°C. Nous faisons un choix de pattes fraîches non saignées et non moisies de couleur jaune.



Figure 07 : La patte de poulet après le coupage des ongles et enlever la croûte extérieure

Tableau 02 : Matériel et produits utilisés dans l'extraction de la gélatine.

Matériel et Verrerie	Produits
<ul style="list-style-type: none"> -Une glacière. -Réfrigérateur. -Une balance analytique DE Scout Pro. -Agitateur chauffant de LAB TECH. -Etuve à 45C° -Bec benzène - Béchers (500ml). -Erlenmeyer (1l). -Pipette gradué. -Boite Pétri. -Micropipettes. -Papier aluminium. -Para film. -Une toile de mousseline -Spatules. -Limes de grattage. -Couteau. 	<ul style="list-style-type: none"> -Les pattes de poulet. -Hydroxyde de sodium NaOH de SIGMA ALDRICH. -Acide acétique de Ridel-de Haen. -L'eau distillée. -L'eau du robinet.

1. La préparation de l'échantillon

- Lavage des pattes de poulet à l'eau du robinet au moins deux fois pour éliminer la poussière et tous les polluants et les impuretés
- Enlever les ongles par coupe ongle et une pince, retirer la croûte de la peau des pattes de poulet par un couteau et les laver pour autre fois à l'eau du robinet.
- Peser chaque 100g dans sac en plastique et les conservés au congélateur à une température de -4 °C jusqu'à ce que les pattes de poulet soient utiles.



Figure 08 : Broyage des pattes de poulet par hachoir à viande
(Photo personnelle)

2. L'extraction de la gélatine

L'extraction a été effectuée selon (Suparno et Prasetyo, 2019) avec modification.

La première étape est le processus de prétraitement avec une solution de NaOH visant à éliminer les protéines non collagènes et autres impuretés telles que les graisses, les minéraux, les pigments et les odeurs. 100g des pattes de poulet hachés ont été minéralisés avec de l'hydroxyde de sodium de 0,5 M pendant 20 h à température de réfrigération, puis filtrés par toile de mousseline trois fois. Le résidu a été lavé à plusieurs reprises avec de l'eau distillée jusqu'à ce que le pH devienne neutre. L'excès d'eau a été éliminé par filtration à l'aide de toile de mousseline



Figure 10: Filtration par toile de mousseline.

(Photos personnelle)

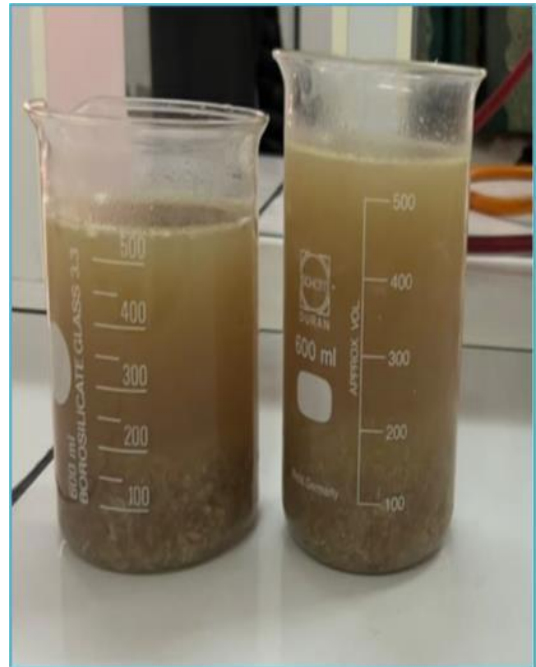


Figure 09 : Les pattes après le traitement

(Photos personnelle)

La deuxième étape était l'hydrolyse avec une solution d'acide acétique (CH_3COOH) pour modifier la structure des fibres de collagène afin de faciliter le processus d'extraction. Les pattes de poulet sont totalement solubilisées l'acide acétique de concentration 5 % pendant 3.5 heures sous agitation chauffante à 70 jusqu'à évaporation de l'acide acétique puis filtrés par toile de mousseline 3 fois.



Figure 11 : Le bouillon de la gélatine (**Photo personnelle**).

La troisième étape c'est le séchage du bouillon de gélatine par l'utilisation de chambre environnementale (Etuve) à 45°C pendant 60 h jusqu'à l'élimination totale de l'eau, puis la feuille de gélatine a été broyé manuellement à l'aide de mortier pour l'obtention de poudre de gélatine.).



Figure 12 : séchage du bouillon de gélatine dans l'étuve (Photo personnelle).



Figure 13 : Poudre de gélatine (Photo personnelle).

2.1. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement de l'extraction de la gélatine a été exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante :

$$R = (PG / PP) \times 100$$

R : rendement de l'extraction en %.

PG : Poids de la poudre de gélatine.

PP : Poids des pattes de poulet

3. Préparation de film de gélatine

L'huile d'encens

Procédé d'obtention : Distillation complète par entraînement à la vapeur d'eau basse pression.

Partie de la plante extraite : Gomme oléorésineuse.

Propriétés organoleptiques :

ASPECT : liquide mobile limpide.

COULEUR : jaune très clair à clair.

ODEUR : balsamique, épicée, aux notes sucrées et chaude.

Densité : 0.86.

Point éclair : 39°C.

Tableau 03 : Matériel et produits utilisées dans la création du film

Matériel et Verrerie	Produit
-Réfrigérateur.	- Gélatine extraite des pattes de poulet.
-Une balance analytique DE Scout Pro.	- Tween 20.
-Une balance de précision KERN ALS220-4N	- Glycérol.
-Agitateur chauffant de LAB TECH.	- L'huile essentielles d'encens.
-Etuve à 45C°	- L'eau distillée.
-Bec benzène	- L'eau du robinet.
- Béchers (500ml).	
- Béchers (50 et 20 ml)	
-Erlenmeyer (1l).	
-Pipette gradué.	
-Boite Pétri.	
-Micropipettes.	
-Papier aluminium.	
-Para film.	
-Une toile de mousseline	
-Spatules.	

**Figure 14 : Flacon de l'huile essentielle d'encens
Anonyme 04 (Document électronique).**

4. La création de film

La préparation de film a base de gélatine a été effectuée selon (Lee *et al.*, 2015) et (Nazmi et Sarbon, 2019) avec modification . Pour préparer la solution filmogène 5g de poudre de gélatine a été mélangée avec 100 ml d'eau froide bidistillée (Lee *et al.*, 2015), en s'assurant que toutes les particules sont humidifiées uniformément et laissé gonfler suffisamment au moins 5 min, le mélange a été agité en continu à 60°C pendant 10 min, ajouter 2 g de glycérol (plastifiant) et 0,25 g de tween 20 (émulsifiant) (Lee *et al.*, 2015) en agitant pendant 10 min à 40 °C. Ajouter 0,50 g d'huile essentielle d'encens en remuant pendant 2 min après avoir abaissé la température de la solution pour conserver les composés volatils de l'huile. Après filtration de la solution filmogène par toile de mousseline (le filtrat 80 ml) chaque 20 ml a été versé sur la boîte de Pétri et laissé à température ambiante pendant 18h et séché par l'étuve à 45°C (Nazmi et Sarbon, 2019).

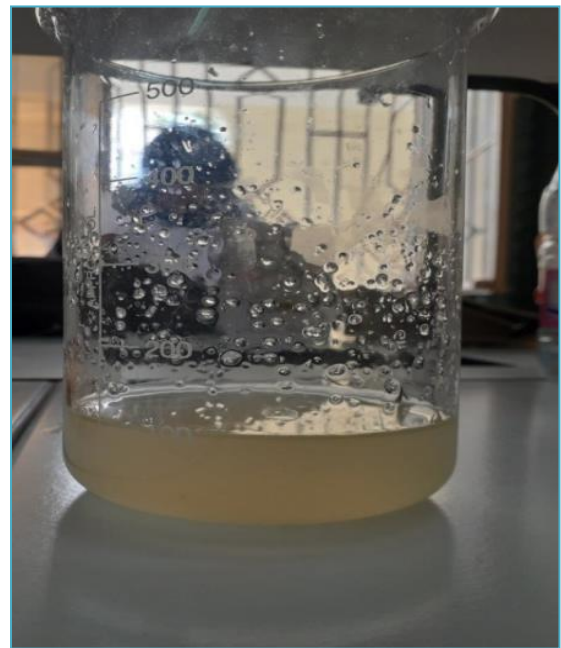


Figure 15 / 16 : Préparation de la solution filmogène (Photos personnelle).

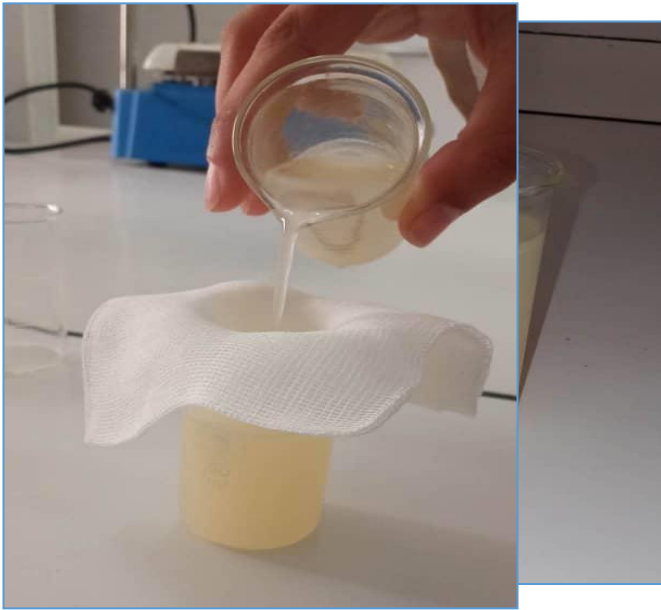


Figure 17 / 18 : La filtration du solution filmogène (Photo personnelle).

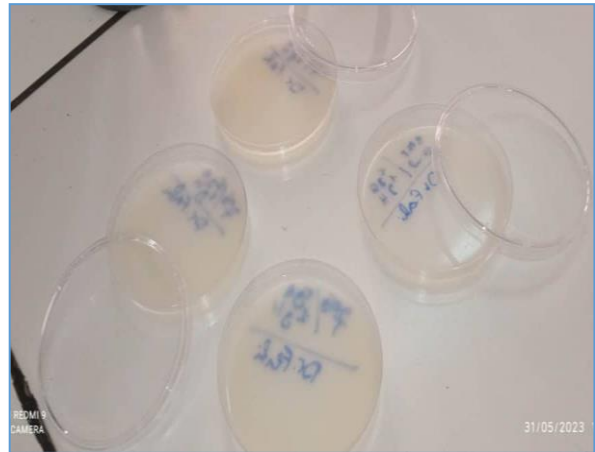
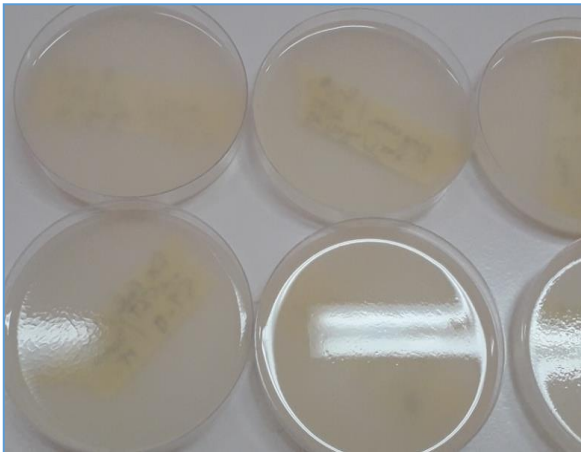


Figure 19 / 20 : Ecoulement de la solution filmogène dans les boîtes de Pétri (Photo personnelle).

5. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer, analyser et interpréter les réactions aux caractéristiques organoleptiques et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits (Watts *et al.*, 1991 ; Jain et Gupta, 2005).

Il s'agit donc d'utiliser l'être humain comme instrument de mesure en mettant à profit ses capacités olfactives, gustatives, visuelles, auditives et tactiles pour caractériser et évaluer les qualités sensorielles d'un produit (ISO 5492, 1992 ; Claustrioux, 2001 ; Chen-yen-Su, 2016).

- L'analyse sensorielle de gélatine extraite et les différents biofilms a été conduite entre nous un groupe de 10 étudiants dans notre laboratoire.
- La différenciation sensorielle entre les échantillons des bios films développés a été menée pour comparer la couleur, la texture, odeur et l'aspect, quatre échantillons de biofilms sont mis en comparaison :
 1. Biofilm 01 formé de : 5(g) de gélatine est 0%huile essentielle ;
 2. Echantillon 02 formé de : 5(g) de gélatine est 1%huile essentielle ;
 3. Echantillon 03 formé de : 7(g) de gélatine est 0% huile essentielle ; Echantillon 04 formé de : 7(g) de gélatine est 1% huile essentielle ;

6. Tests de biodégradation en milieu solide (le sol) :

Tests de biodégradation sur le sol sont le plus souvent effectués en conditions réelles. Dans ce cas on a utilisé 02 échantillons : (5g de gélatine 0 l'huile essentielle, est 7g de gélatine 1 l'huile essentielle) sont enfouis à une faible profondeur, 02 cm. La durée des tests varie entre 06 et 10 jours.

Nous avons utilisé 02 Bécher et mis du sol dans les deux, sans oublier de maintenir la profondeur de la surface extérieure à 02 cm, puis nous avons mis l'échantillon dans les deux, après nous avons terminé de mettre la terre Juste pour remonter à la surface, en continuant à imbiber le sol chaque jour.

7. Activité antioxydante

L'activité antioxydante des films a été évaluée en utilisant **DPPH** (le 2,2-DiPhenyl-1-PicrylHydrazyl) et DMSO comme charognards radicaux

La solution d'extrait de film a été préparée en mélangeant un échantillon de film (25 mg) à de l'eau distillée (5 ml) et en remuant pendant 30 minutes (**Jouki, Mortazavi, Yazdi et Koocheki, 2014**). L'activité de balayage des radicaux DPPH a été mesurée à l'aide de la méthode de **Brand-Williams, Cuvelier et Berset (1995)**. La solution d'extrait de film (0,1 ml) a été mélangée avec 3,9 ml d'une solution de DPPH et entreposée dans une pièce sombre pendant 60 minutes.

Ensuite, l'absorbance à 517 nm a été déterminée et exprimée en pourcentage de l'activité de balayage des radicaux de DPPH

$$\text{POURCENTAGE D'HINIBITION} = \frac{(\text{ABSORBANCE BLANC} - \text{ABSORBANCE Echantillon})}{\text{ABSORBANCE BLANC}}$$

8. Test de conservation

Afin de tester l'efficacité de biofilm développé sur la durée de conservation, un test de conservation a été appliqué sur les cerises durant 6 jours. Des fruits intacts (6 perles dans chaque échantillon) sont juste essuyés avec une compresse stérile. Par la suite, les cerises ont été séparées en 5 groupes :

- Le premier groupe laissé à l'air libre comme témoin négatif ;
- Echantillon 01 emballé avec un bio film de 5(g) de gélatine est 1 % l'huile essentielle ;
- Echantillon 02 emballé avec un bio film : 5(g) de gélatine est 0 % l'huile essentielle ;

Les échantillons sont conservés à l'air libre à température ambiante (17-20) ° C, le suivi de l'aspect visuel a été effectué sur place de façon quotidienne jusqu'au 6^{-ème} jours.

Chapitre 02:

**Résultat et
Discussion**

Chapitre 02: Résultats et Discussion

1. L'extraction de gélatine

Après l'extraction de la gélatine à partir des pattes de poulet, le rendement de l'extraction a été calculé selon le rapport entre le poids de poudre de gélatine par rapport au poids des pattes de poulet. Comme indique (**le tableau 01**) et (**le diagramme 02**), le rendement de l'extraction était de l'ordre de (9.04 %). Cette valeur est supérieure à celle trouvée par (**Fatima et al.,2022**) (Entre 3.50 % et 7.65 %) et trop grand par rapport au rendement de (**Suparno et Prasetyo , 2019**) (0,14 %). En outre, la valeur est également inférieure au rendement en gélatine de (**Chakka et al., 2017**) (10.16 %) de part et d'autre part supérieur aux 2 valeurs (6.59 % et 8.51%) présentés par la même référence.

La méthode d'extraction par l'utilisation de l'acide acétique est une méthode d'extraction qui a l'avantage de produire du collagène avec une production relativement rapide, nécessite peu d'équipement, peut être produite en continu, peu de déchets et des coûts de production réduits. La différence de rendement peut être causée par la différence entre les méthodes d'extraction, la concentration en solution, le type de matériau, ainsi que par la différence de température et de temps d'extraction. (**Zaelani et al., 2019**).

Tableau 04 : Rendement en % de la gélatine extraite des pattes de poulet par divers traitements acides.

Source et méthode d'extraction	Le rendement en %
Notre résultat	9.04 %
	9.09 %
	8.99 %
Extraction à partir des pattes de poulet par l'acide acétique (Chakka et al., 2017).	6.59 %
	8.51%
	10.16 %
Hydro-extraction à partir des pattes de poulet (Suparno et Prasetyo , 2019).	0,14 %
Extraction à partir des pattes de poulet par l'acide acétique (Fatima et al.,2022).	Entre 3.50 % et 7.65 %

Chapitre 02: Résultats et Discussion

Analyses sensorielles de la gélatine

Les résultats de test sensoriel (la couleur, le goût, l'arôme, l'aspect) de gélatine extraite des pattes de poulets sont présentées dans le tableau suivant :

Chapitre 02: Résultats et Discussion

Tableau 05 : Caractéristiques sensorielles de gélatine extraite à partir des pattes de poulet

Variabiles	Critères
Couleur	Jaune claire
Aspect	Solide sous forme poudre (Cristaux)
Odeur	Sans Odeur

La gélatine extraite à partir des pattes de poulet a montré une couleur jaune claire, dépourvu de gout et d'odeur et sous forme d'une poudre formée des cristaux très fin.

Nous notons que les propriétés de la gélatine extraite des pattes de poulet sont complètement identiques à la gélatine vendue sur le marché.

Les caractéristiques sensorielles de différents biofilms développés sont présentées dans le tableau suivant :

Échantillons	5.1 (figure 22)	5.0 (figure 23)
Couleur	Transparente	Transparente
Texteur	Elastique	Elastique
Odeur	Odeur de l'huile essentielle	Sans odeur
La surface	Lisse	Lisse

Tableau 06 : Caractéristiques sensorielles de différents biofilms

Chapitre 02: Résultats et Discussion



Figure 21 : 5(g) de G et 1% HE



Figure 22 : 5(g) de G et 0% HE

Nous notons que le changement de concentration de gélatine n'a affecté que la couleur, car nous trouvons le rapport : Echantillon 01 et 02 de 05 g de gélatine de couleur transparente.

En ce qui concerne la présence ou l'absence d'huile essentielle d'encens, elle n'affecte que l'odeur. En sa présence, le film acquiert l'odeur spécifique de l'huile d'encens, et en l'absence de l'huile, le film n'a aucune odeur. La modification de la concentration de gélatine et la présence ou l'absence d'huile n'ont eu aucun effet sur la texture et la surface

Test de bio dégradation

Les tests de Biodégradabilité ou de Biodégradation permettent de caractériser le taux de biodégradabilité des substances organiques. Par définition, la biodégradation est un processus biologique de dégradation des substances organiques en molécule plus simples et plus petites. Le but de ces essais est d'évaluer et de contrôler la biodégradabilité des substances produites en vue de réduire la pollution de l'eau en réduisant le volume de substances chimiques totales utilisées dans les produits et en limitant l'emploi d'ingrédients potentiellement dangereux.

Les résultats de test de biodégradabilité effectué sur les différents échantillons d'emballage développé sont montrés dans la figure 24.

Chapitre 02: Résultats et Discussion

Nos films enterrés ont montré une dégradation partielle au bout de 06 jours (figure 24) et une dégradation totale au bout de 10 jours. Ce test nécessite plus de temps pour pouvoir suivre le processus de biodégradabilité et confirmé le taux de biodégradabilité ; mais les résultats obtenus sont promoteurs pour confirmer que notre biofilm développé est biodégradable.



Figure 23 : État de biofilm développé après 6 jours de test de bio dégradation

Tableau 07 : Pourcentage de L'activité antioxydante du film

	Gélatine	HE	Pourcentage de L'activité
DPPH	5 g	1g	63%
DPPH	5g	0g	14.13%

L'activité antioxydante du film 5G / 1HE est élevée (63%).

L'activité antioxydante du film 5G / 0HE est basse (14%).

Chapitre 02: Résultats et Discussion

Notre résultat indique que l'activité antioxydante de film qui contient 5g de gélatine / 1g d'huile essentielle 63% est élevée par rapport à celle du film sans l'huile essentielle qu'elle était basse 14.13%

Le film avec l'huile essentielle avait une activité antioxydante supérieure au film sans huiles. Ce résultat est la même à celle trouvée par (**Lee *et al.*, 2015**)

(**Lee *et al.*, 2015**) a trouvé que le film préparé avec l'huile essentielle possède une activité antioxydante 15.22 % inférieure à notre résultat 63% lorsqu'il a utilisé les radicaux d'ABTS il a trouvé une valeur de 93 % qui est supérieur de notre résultat

L'activité antioxydante est dû à la richesse de l'huile utilisé en molécules bio actif. Ou l'analyse chromatographie gazeuse et le couple de spectrophotométrie donne

Monoterpènes:

alpha-pinène (42.76%)

limonène (18.43%)

alpha-thujéne (1.99%)

Myrcéne (4.39%)

sabinéne (3.28%).

Sesquiterpènes :

beta-caryophylléne (3.05%).

Chapitre 02: Résultats et Discussion

Application de l'emballage

L'analyse sensorielle des cerises emballées est non emballée (témoin), après 06 jours de stockage à l'aire libre à une température ambiante (17-20) °C est présentée dans le tableau suivant où les changements constatés dans l'apparence, la texture, la brillance, la couleur sont considérés comme des critères d'évaluation.

Tableau 08 : critères sensoriels de l'échantillon Témoin négatif ou de cerise fraîches

Aspect visuelle : (fruit fraîche avant L'application de l'emballage) (figure 25)	
- Couleur	Rouge clair et jaune
- Etat	Fraîche
- Aspect	Lisse est brillant
- Texture	Peu dur
- Forme	Un fruit plus ou moins petit, peu régulier
Olfactive	
- Odeur	Simple
Gustative	
- Saveur	Simple
- Gout	Peu sucré est un peu d'acidité

Chapitre 02: Résultats et Discussion



Figure 24 : photo de cerise fraiche

Le résultat de test d'application de biofilm est présenté dans les figures (26,27,28,29,30,31)

L'échantillon (témoin) sans emballage a montré une détérioration visuelle au bout de trois jours avec une pourriture complète, une mauvaise odeur et un changement radical de la couleur (rouge vers le marron foncé) mais l'échantillon emballé avec un film (5g de gélatine est 1% l'huile essentielle (a gardé un bon aspect structural et aucune détérioration visuelle n'a été remarquée mais il est devenu un peu sucré. En effet, l'échantillon (5 g de gélatine est 0% l'huile essentielle a gardé un bon aspect structural (pas comme celui de 5/1) avec une petite détérioration visuelle présentée par le changement de la couleur.

En parallèle les échantillons emballés avec le biofilm développé (5g de gélatine, 1% et 0% d'huile) montrent une détérioration visuelle complète avec une pourriture et mauvaise odeur (odeur de fermentation) comme l'échantillon de témoin négatif.

A partir de ce test, nous pouvons conclure que le biofilm développé à partir de 5 g de gélatine et 1% d'huile d'encens est plus efficace dans la conservation de cerises.

Echantillon 01 : 5(g) de gélatine est 1 % l'huile essentielle

Chapitre 02: Résultats et Discussion



Figure 25 : cerise 1^{er} jour d'application biofilm



Figure 26 : cerise après 6eme jourr De D'application de biofilm

Echantillon 02 : 5(g) de gélatine est 0 % l'huile essentielle



Figure 27 : cerise au début de test



figure 28 : Cerises à la fin de test

Conclusion

et

Perspectives

Conclusion et Perspectives

Les emballages des produits alimentaires jouent un rôle essentiel en stockant, en protégeant et en préservant les aliments qu'ils renferment de la fabrication jusqu'à ce qu'ils soient consommés. En revanche, les consommateurs sont de plus en plus préoccupés par certaines pratiques actuelles, alors que la gestion des matières résiduelles est un enjeu majeur.

L'utilisation du plastique, qui est largement utilisé dans la conception des emballages et qui est souvent préféré par les manufacturiers en raison de sa légèreté et de sa résistance, est l'une des pratiques discutées. Les consommateurs sont particulièrement préoccupés par sa permanence dans l'environnement en raison de son temps de décomposition de 100 à 400 ans.

Notre travail a porté sur la création et le développement d'un biofilm actif à base de gélatine et glycérol. La gélatine a été extraite des pattes de poulet. Différentes combinaisons ont été testées entre ces deux biopolymères en addition de l'huile essentielle d'encens.

A la fin, deux produits ont été sélectionnés, un film plastifié (5G/ 1HE) et (5G / 0HE).

L'addition de l'huile essentielle d'encens n'a pas eu d'effet négatif sur les caractéristiques du film à part l'odeur d'oliban.

Les résultats obtenus avec nos films enterrés sont prometteurs, montrant une dégradation partielle en seulement 6 jours et une dégradation totale en 10 jours. Ces observations confirment que notre biofilm développé est biodégradable.

Le film contenant l'huile essentielle a montré une activité antioxydante supérieure par rapport au film sans huile. Cette augmentation de l'activité antioxydante est attribuée à la présence de molécules bioactives riches dans l'huile utilisée.

Après un test de conservation des cerises, les fruits sont restés en bon état pendant les six jours de conservation. L'échantillon emballé avec un film (5g de gélatine est 1% l'huile essentielle a gardé un bon aspect structural et aucune détérioration visuelle n'a été remarquée mais il est devenu un peu sucré.

A partir de ce test, nous pouvons conclure que le biofilm développé à partir de 5 g de gélatine et 1% d'huile d'encens a montré une efficacité dans la conservation de cerises

Comme perspective, ça sera intéressant d'étudier les propriétés physico-chimiques et la microstructure des films pour améliorer ces caractéristiques.

Références

Bibliographiques

Bibliographique

(**Ayllon-Meixueiro, F. 2000**). Films biodégradables à base de protéines de tournesol : mise au point et étude des propriétés (Doctoral dissertation, Toulouse, INPT).

(**Aboughe Angone, S., Aworet Samseny, R. R. R., & Eyele Mve Mba, C. 2015**). Quelques propriétés des huiles essentielles des plantes médicinales du Gabon. *Phytothérapie*, 13(5), 283-287.

(**Abedinia, A.; Ariffin, F.; Huda, N.; Nafchi, A.M. 2018**) Preparation and characterization of a novel biocomposite based on duck feet gelatin as alternative to bovine gelatin. *Int. J.*

(**Almeida, P. F., & Lannes, S. C. D. S., 2013**.) xtraction and physicochemical characterization of gelatin from chicken by-product. *Journal of Food Process Engineering*, 36, 824-833.

(**AFNOR NF T 75-006 octobre1987**)

(**Benbettaieb N. 2015**). Influence de traitements de réticulation sans solvant sur les propriétés de films à base de gélatine et chitosan encapsulant ou non des antioxydants naturels : caractérisations physico-chimiques et application. Thèse de l'université de Bourgogne

(**Carré, A. L. 2016**). Denis Woronoff, Histoire de l'emballage en France du xviiiè siècle à (nos jours).[Valenciennes]

(**Cho S. M., Gu Y. S., Kim S. B., 2005.**) à Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatin compared to mammalian gelatins. *Food hydrocolloids*, 19: 221-229

(**Chakka, A.K.; Muhammed, A.; Sakhare, P.Z.; Bhaskar, N. Poultry, 2017**) processing waste as an alternative source for mammalian gelatin: Extraction and characterization of gelatin from chicken feet using food grade acids. *Waste Biomass Valorization* 2017, 8, 2583–2593.

(**Cerqueira, M. A., Teixeira, J. A., & Vicente, A. A. 2011**). Lipid-based carriers for food active ingredients: development, stability and application in packaging formulations. *Trends in Food Science & Technology*, 22(12), 667-678.)

Bibliographique

(DUMENIL-LEFEBVRE, A. 2006). L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARTS ET MÉTIERS (Doctoral dissertation, Saint-Gobain

(Dufresne A, Vignon MR. Macromolecules 1998) ;31 :2693–6.

(Durand, R. 2019). Valorisation d'hydrolysat de poisson pour la santé humaine : séparation des composés bioactifs par électrodialyse avec membranes d'ultrafiltration et évaluation de leurs activités biologiques impliquées dans le développement du syndrome métabolique (Doctoral dissertation, Université Laval).

(Fatima, S., Mir, M. I., Khan, M. R., Sayyed, R. Z., Mehnaz, S., Abbas, S., ... & Masih, R. 2022). The optimization of gelatin extraction from chicken feet and the development of gelatin based active packaging for the shelf-life extension of fresh grapes. *Sustainability*, 14(13), 7881.

(Farris S, Schaich KM, Liu L, Piergiovanni L, Yam KL 2009) Effect of plasticizer type and concentration on physical properties of biodegradable films based on sugar palm (*arenga pinnata*) starch for food packaging.

(Gontard, N., Guillard, V., Gaucel, S., & Guillaume, C. 2017). L'emballage alimentaire et l'innovation écologique dans toutes leurs dimensions. *Innovations agronomiques*, 58, 1-9.

(Gómez-Guillén, M. ; Giménez, B. ; López-Caballero, M. ; Montero, M. 2011) Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources : A review. *Food Hydrocoll.*,

(Ghasemlou, M., Khodaiyan, F., & Oromiehie, A. 2011). Physical, mechanical, barrier, and thermal properties of polyol-plasticized biodegradable edible film made from

(Hafidz, R.N.; Yaakob, C.M.; Amin, I.; 2011) Noorfaizan, A. Chemical and Functional Properties of Bovine and Porcine Skin Gelatin. *Int. Food Res. J.* 2011, 18, 813–817

Bibliographique

(**Hanani, Z. N., Ross, Y. H., & Kerry, J. P. 2014**). Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 71(2014), 94–102

(**Han, 2000**). Antimicrobial Food packaging. *Food Technol.*, 54(3), 56–65

(**H. O. L.Raul, 2005**) Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif » D'origine végétale., Toulouse: Thèse De L'institut National Polytechnique De Toulouse.,

(**Imeson, Alan1992**). Thickening and Gelling Agents for Food || Gelatin. , 10.1007/978-1-4615-3552-2(Chapter 5), 98–123. doi:10.1007/978-1-4615-3552-2_5

(**Kalemba D., Kunicka A., (2003)**. **Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Current Medicinal Chemistry. 10: 813-829.**)

(**Kadler, K. E., Baldock, C., Bella, J., & Boot-Handford, R. P. 2007**). Collagens at a glance. *Journal of cell science*, 120(12), 1955-1958

(**Karim, A. A. and Bhat, R. 2009**) Fish gelatin: properties, challenges, and prospecte as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids* 23 (3): 563- 576.

(**Li et al., 2011 ; Muscat et al., 2012**) (**Li, H., & Huneault, M. A. 2011**). Comparison of sorbitol and glycerol as plasticizers for thermoplastic starch in TPS/PLA blends. *Journal of Applied Polymer Science*, 119(4),

(**Lee, J.-H., Lee, J., Song, K.B., 2015**) Development of a chicken feet protein film containing essential oils, *Food Hydrocolloids* (2015), doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.12.020

(**MASSOULIER, F. 2019**). PROJET INTERBEV « ENERG 17-04».

(**Malgoire, A., Santé-Lhoutellier, V., Astruc, T., Ellies-Oury, M. P., INRAE, U., & de Theix, S. 2020**). Etat des lieux des emballages innovants en viande bovine. *Viandes & Produits Carnés*, 1.

Bibliographique

(Muszynski, C. P., BDI, M., & Chayer, É. J. A. 2021)

(Meudre, 2015). Obtention de revêtements électrochimiques de bronze en milieu acide avec ajout d'additifs organique à base de gélatine (Doctoral dissertation, Université de Franche- Comté).

(Nazmi et Sarbon, 2019)

(Omaila Aidat, Louiza Belkacemi, Mahmoud Belalia, Mohamad khairi Zainol, Humam Shaaban Barhoum, 2023) Physicochemical, rheological, and textural properties of gelatin extracted from chicken by-products (feet-heads) blend and application, International Journal of Gastronomy and Food Science, Volume 32, 2023, 100708,

(Pirsa, S., & Aghbolagh Sharifi, K. 2020). A review of the applications of bioproteins in the preparation of biodegradable films and polymers. Journal of Chemistry Letters, 1(2), 47-58.)

(Portier, F. 2016). Biomateriaux collagène/gélatine : des phases cristal-liquides aux matériaux hybrides (Doctoral dissertation, Paris 6).

(PICGIRARD, L., MASSOULIER, F., & des Gravanches, Z. P. I. 2012) Étude D'investigation pour la valorisation des cuirs et peaux des filières bovines et ovines

(Paris et Hurabielle, 1981; Bruneton, 1999; Abou Zeid, 2000; Ghestem *et al.*, 2001) Physicochemical, rheological, and textural properties of gelatin extracted from chicken by-products (feet-heads) (blend and application, International Journal of Gastronomy and Food Science, Volume 32, 2023, 100708)

(Rhim, J. W., Hong, S. I., & Park, H. M. 2009). Sustainable bio-composites from renewable resources: Polysaccharide-based nanoweb and their applications. Accounts of chemical research, 42(5), 623-634.)

(Ratnasari, I.; Firlianty 2016) . Physico-Chemical Characterization and Skin Gelatin Rheology of Four Freshwater Fish as Alternative Gelatin Source. AACL Bioflux 2016, 9, 1196–1207.

Bibliographique

(**R. Amorati, M. C. Foti, et L. Valgimigli, 2013**).« Antioxidant Activity of Essential Oils », **J. Agric. Food Chem.**, vol. **61**, no **46**, p. **10835-10847**, **2013**.

(**Sabry, F. 2022**). Bioplastique : La vie en bioplastique est plus fantastique. S'agit-il de plastiques biosourcés ou biodégradables ? Est-ce une victoire ou une pure fiction ? (Vol. 3). One Billion Knowledgeable.

(**Sarbon, N.M.; Badii, F.; Howell, N.K., 2013**). Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin. *Food Hydrocoll.* 30, 143–151

(**ŠČETAR, M. 2022**). Matériaux d’emballage multicouches. *Matériaux et procédés d’emballage pour les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques*, 155.

(**Simon, N., Schulte, ML. 2017**). En Finir avec la Pollution Plastique Mondiale:Les Arguments en Faveur d’une Convention Internationale. Édité par la Fondation Heinrich Böll, volume 43

(**Santana, J. C., Gardim, R. B., Almeida, P. F., Borini, G. B., Quispe, A. P., Llanos, S. A., ... & Berssaneti, F. T. 2020**). Valorization of chicken feet by-product of the poultry industry: High qualities of gelatin and biofilm from extraction of collagen. *Polymers*, 12(3), 529.

(**Said, N.S.; Sarbon, N.M. 2022**) Physical and Mechanical Characteristics of Gelatin-Based Films as a Potential Food Packaging Material: A Review. *Membranes* 2022, 12, 442.

(**Suparno, O., & Prasetyo, N. B., 2019**) . Isolation of collagen from chicken feet with hydro-extraction method and its physico-chemical characterisation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 335, No. 1, p. 012018). IOP Publishing

(**Trindade, M. A., & de Carvalho, R. A. 2015**). Protein-based films and coatings for food packaging: a review. *Food science and technology*, 35(3), 399-413.

Bibliographique

(Toure, D. 2015). *Etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques medicinales de côte d'ivoire* (Doctoral dissertation, Université Felix Houphoet Boigny, Côte d'Ivoire).

(Zaelani, B. F. D., Safithri, M., Tarman, K., & Setyaningsih, I. 2019, March). Collagen isolation with acid soluble method from the skin of Red Snapper (*lutjanus sp.*). In IOP Conference series: earth and environmental science (Vol. 241, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.

Document électronique

Anonyme 1 (document électronique)

<https://gost.tpsgc-pwgsc.gc.ca/tfs.aspx?ID=61&lang=fra>

Anonyme 2 (document électronique)

<http://pakbec.blogspot.com/2013/01/emballage-alimentaire-un-partenaire.html>

Anonyme 3 (document électronique)

<https://www.thoughtco.com/polysaccharide-definition-and-functions-478015>

Anonyme 4 (document électronique)

<https://nutrixeal-info.fr/index/collagene/>