



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département: Technologie alimentaire

القسم: التكنولوجيا الغذائية

Spécialité: Élaboration et qualité des aliments

التخصص: إعداد و نوعية الأطعمة

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

## THÈME

**Essai de formulation d'un fromage frais enrichi en sumac**

Présenté par : Chaouche Amira

Soutenu le : 03/11/2024

Daoueddine Manel

Devant le jury composé de :

Présidente : M<sup>me</sup> MERIBAI A.

Maître de conférences A (ENSA)

Promoteur : M. AMIALI M.

Professeur (ENSA)

Co-promotrice : M<sup>me</sup> ATTAL F.S.

Maître de conférences B (ISTA – Blida 1)

Examinatrices: M<sup>me</sup> AOUIR A.

Maître de conférences B (ENSA)

M<sup>me</sup> EL AICHAR F.

Maître assistante B (ENSA)

Promotion: 2019-2024

# Table des matières

## REMERCIEMENT

Dédicaces

Liste des abréviations et d'acronymes

Liste des annexes

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

INTRODUCTION ..... 17

## PREMIERE PARTIE

### ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : Généralités sur le fromage ..... 4

1. Définition d'un fromage ..... 4

2. Aperçu historique..... 4

3. Composition du fromage..... 5

4. Technologie des fromages ..... 6

4.1 Préparation du lait..... 6

4.2 Coagulation du lait..... 6

4.2.1 Coagulation acide..... 7

4.2.2 Coagulation enzymatique..... 7

4.3 Egouttage ..... 8

4.4 Salage..... 8

4.5 Affinage ..... 9

5. Classification des fromages ..... 10

6. Le fromage frais..... 12

6.1 Définition..... 12

6.2 Types de fromage frais ..... 12

6.3 Composition et valeur nutritive ..... 13

6.4 Principe de la fabrication d'un fromage frais ..... 14

CHAPITRE 2 : Généralités sur le sumac..... 15

1. Généralités sur la famille Anacardiaceae et genre *Rhus*..... 16

1.1 Famille des Anacardiaceae ..... 16

1.2	Genre <i>Rhus</i> .....	16
2.	Présentation de l'espèce <i>Rhus coriaria</i> L. ....	17
2.1	Définition de <i>Rhus coriaria</i> L. ....	17
2.2	Description botanique.....	17
2.3	Classification botanique .....	18
2.4	Origine et culture .....	19
3.	Composition chimique du sumac.....	19
4.	Les activités thérapeutiques du sumac.....	21
4.1	Activité antibactérienne.....	21
4.2	Activité antifongique .....	21
4.3	Activité antioxydante.....	22
4.4	Activité antidiabétique.....	22
4.5	Activité Cardioprotectrice et Hypolipémique.....	22
4.6	Autres bienfaits thérapeutiques du <i>Rhus coriaria</i> .....	23
5.	Applications du sumac dans l'industrie alimentaire .....	23
5.1	Conservateur alimentaire naturel.....	23
5.2	Antioxydant naturel.....	24
5.3	Colorant alimentaire naturel.....	24
5.4	Intégration du sumac dans les produits laitiers.....	25

## DEUXIEMME PARTIE

### ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1 : Matériel et méthodes.....	25
1. Matériel.....	26
1.1 Matériel végétal.....	26
1.2 Matériel biologique.....	26
2. Méthodes.....	26
2.1 Analyses physico-chimiques du sumac .....	26
2.1.1 Détermination de la matière sèche.....	26
2.1.2 Détermination des cendres.....	27
2.1.3 Détermination de la teneur en protéines .....	27
2.1.4 Détermination de la teneur en fibres.....	28
2.1.5 Détermination de la teneur en matière grasse .....	29

2.1.6	Profil d'acide gras.....	30
2.1.7	Mesure du pH.....	30
2.1.8	Détermination de l'acidité titrable.....	30
2.1.9	Détermination des sucres totaux.....	31
2.2	Screening phytochimiques.....	31
2.2.1	Préparation des extraits bruts.....	31
2.2.2	Tests phytochimiques.....	32
2.2.3	Dosage des polyphénols totaux.....	33
2.2.4	Dosage des flavonoïdes totaux.....	33
2.2.5	Evaluation de l'activité antioxydante.....	33
2.3	Analyses microbiologiques.....	35
2.3.1	Préparation de la solution mère.....	35
2.3.2	Préparation des dilutions décimales.....	35
2.3.3	Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT).....	36
2.3.4	Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	36
2.3.5	Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	37
2.3.6	Recherche des staphylocoques à coagulase positif.....	37
2.3.7	Recherche de <i>Salmonella</i> .....	37
2.3.8	Recherche des Anaérobies sulfito-réducteurs.....	38
2.4	Les analyses physico-chimiques du lait.....	38
2.5	Les analyses microbiologiques du lait.....	38
3.	Préparation du fromage frais.....	40
3.1	Les étapes de fabrication du fromage.....	40
3.1.1	Pasteurisation du lait.....	40
3.1.2	Coagulation du lait.....	40
3.1.3	Tranchage du caillé, séparation et élimination du lactosérum.....	41
3.1.4	Egouttage.....	41
3.1.5	Salage et enrichissement du fromage par la poudre du sumac.....	41
3.1.6	Moulage.....	41
4.	Analyse sensorielle.....	43
5.	Test de stabilité.....	43
5.1	Analyses physico-chimiques du fromage.....	43

5.1.1	Détermination de la matière sèche.....	43
5.1.2	Détermination de la teneur en cendres.....	44
5.1.3	Mesure du pH.....	44
5.1.4	Détermination de l'acidité titrable .....	44
5.1.5	Détermination de la teneur en protéines .....	45
5.1.6	Détermination de la teneur en matière grasse.....	46
5.2	Analyses microbiologiques du fromage .....	46
5.2.1	Préparation de la solution mère.....	46
5.2.2	Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> .....	46
5.2.3	Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	47
5.2.4	Recherche et dénombrement de <i>Salmonella spp</i> .....	47
5.3	Préparation des extraits aqueux de fromage.....	47
5.3.1	Dosage des polyphénols totaux.....	47
5.3.2	Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH.....	48
6.	Analyse statistique .....	48
7.	Etude de la valeur marchande.....	48
	CHAPITRE 2 : Résultats et discussion.....	48
1.	Résultats des analyses physico-chimiques du sumac.....	49
1.1	Evaluation de la teneur en matière sèche.....	49
1.2	Evaluation de la teneur en sucres totaux .....	50
1.3	Evaluation de la teneur en protéines.....	50
1.4	Evaluation de la teneur en matière grasse et profil en acides gras .....	50
1.5	Evaluation de la teneur en fibres .....	52
1.6	Evaluation de la teneur en cendres .....	52
1.7	Evaluation du pH et d'acidité.....	52
2.	Résultats du screening phytochimique du sumac .....	53
2.1	Tests phytochimiques .....	53
2.2	Analyse quantitative .....	54
2.2.1	Evaluation de la teneur en polyphénols totaux .....	54
2.2.2	Evaluation de la teneur en flavonoïdes totaux .....	55
2.3	Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH et ABTS .....	55
3.	Résultats des analyses microbiologiques du sumac.....	56

4.	Résultats des analyses physico-chimiques du lait.....	57
5.	Résultats des analyses microbiologiques du lait.....	58
6.	Evaluation de l'analyse sensorielle.....	58
7.	Résultats des analyses physico-chimiques du fromage .....	66
8.	Résultats du test de stabilité du fromage au cours du stockage.....	67
8.1	Evaluation de la matière sèche .....	67
8.2	Evaluation de la teneur en cendres .....	69
8.3	Evaluation du pH.....	70
8.4	Evaluation de l'acidité.....	71
8.5	Evaluation de la teneur en protéines.....	73
8.6	Evaluation de la teneur en matière grasse.....	74
8.7	Evaluation de la teneur en polyphénols de fromage.....	77
8.8	Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH .....	78
9.	Résultats des analyses microbiologiques du fromage.....	79
10.	Valeur marchande .....	81
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	82
	Références bibliographiques.....	85
	ANNEXES .....	91

## Résumé

Le *Rhus coriaria* L. (sumac), plante de la famille des Anacardiaceae, offre un potentiel comme ingrédient fonctionnel pour les industries pharmaceutique et alimentaire, grâce à sa richesse en nutriments essentiels et polyphénols. Notre étude vise à évaluer la faisabilité technologique et l'acceptabilité sensorielle d'un fromage frais enrichi en sumac, ainsi qu'à examiner l'effet de cette épice sur la conservation de ce bioproduit. Le fromage a été élaboré selon un processus de fabrication incluant des étapes de coagulation, de tranchage du caillé, d'égouttage, de salage et d'enrichissement avec des concentrations de poudre de sumac de 5 g, 10 g et 15 g. Une analyse sensorielle a été menée pour évaluer les attributs des différents échantillons de fromage, où l'échantillon enrichi avec 10 g de poudre de sumac s'est démarqué par sa popularité. Ce fromage a présenté une teneur en matière sèche de 23,16 %, une teneur en cendres de 1,63 %, un pH de 4,7 et une acidité de 62,5 °D, avec 12,93 % de matière grasse et 14,88 % de protéines. La teneur en polyphénols totaux dans le fromage enrichi a été estimée à 8,92 mg EAG/g MS, accompagnée d'une inhibition du radical DPPH à 65,89 %. Le fromage enrichi est resté stable jusqu'à J+28, tandis que le fromage témoin a montré des altérations dès J+17 pour une température de stockage à 4°C, avec apparition des levures et moisissures ainsi d'une odeur putride. Cette recherche démontre que le sumac peut être intégré avec succès dans le fromage frais, offrant des bénéfices nutritionnels tout en répondant à une demande croissante pour des produits naturels et sains.

**Mots clés :** *Rhus coriaria*, fromage frais, ingrédient fonctionnel, polyphénols, activité antioxydante, conservateur naturel.

## Abstract

*Rhus coriaria* L. (sumac), a plant from the Anacardiaceae family, holds potential as a functional ingredient for the pharmaceutical and food industries due to its richness in essential nutrients and polyphenols. Our study aims to evaluate the technological feasibility and sensory acceptability of a fresh cheese enriched with sumac, as well as to examine the effect of this spice on the preservation of this bioproduct. The cheese was produced following a manufacturing process that included coagulation, curd cutting, draining, salting, and enrichment with sumac powder concentrations of 5 g, 10 g, and 15 g. A sensory analysis was conducted to assess the attributes of the different cheese samples, where the sample enriched with 10 g of sumac powder stood out for its popularity. This cheese showed a dry matter content of 23,16%, an ash content of 1,63%, a pH of 4,7, and an acidity of 62,5 °D, with 12,93% fat and 14.88% protein. The total polyphenol content in the enriched cheese was estimated at 8,92 mg EAG/g DM, accompanied by a DPPH radical inhibition of 65,89%. The enriched cheese remained stable until day 28, while the control cheese showed alterations starting from day 17 at a storage temperature of 4°C, with the appearance of yeasts and molds and a putrid odor. This research demonstrates that sumac can be successfully integrated into fresh cheese, offering nutritional benefits while meeting the growing demand for natural and healthy products.

**Keywords:** *Rhus coriaria*, fresh cheese, functional ingredient, polyphenols, antioxidant activity, natural preservative.

## ملخص

الـ *Rhus coriaria* L. (السماق) هو نبات غير مستغل من عائلة الأناكارديا، ويظهر إمكانيات كبيرة كمكون وظيفي بديل للمنتجات الكيماوية التي غالباً ما تثير القلق بشأن سلامتها. تمتد استخداماته إلى ما هو أبعد من التطبيقات الطهو، حيث تشمل أدواراً رئيسية في صناعة الأدوية والأغذية. كما أن السماق غني بالعناصر الغذائية الأساسية، بما في ذلك البروتينات، والأحماض الدهنية غير المشبعة، والألياف، والمعادن، والفيتامينات، والبوليفينولات. تهدف دراستنا إلى تقييم الجدوى التكنولوجية والقبول الحسي لجبن طازج مُعزز بالسماق، فضلاً عن دراسة تأثير هذه التوابل على حفظ هذا المنتج الحيوي. تم تصنيع الجبن وفقاً لعملية تشمل خطوات التخثر، وقطع القريش، والتجفيف، والملح، والتعزيز بتركيزات من مسحوق السماق تبلغ 5 غ، و10 غ، و15 غ. تم إجراء تحليل حسي لتقييم سمات عينات الجبن المختلفة، حيث تميزت العينة المُعززة بـ 10 غ من مسحوق السماق بشعبيتها كان محتوى الجبن الجاف 23.16٪، ومحتوى الرماد 1.63٪، وأس هيدروجيني 4.7 وحموضة 62.5، مع 12.93٪ دهون و14.88٪ بروتين. قدر إجمالي البوليفينول في الجبن المعزز بـ 8.92 ملغ EAG/g وMS، مع تثبيط DPPH بنسبة 65.89٪. ظل الجبن المعزز مستقرًا حتى 28 J+، في حين أظهر جبن الشاهد تغييرات في وقت مبكر من 17 J+ لدرجة حرارة تخزين تبلغ 4 درجات مئوية، مع ظهور الخمائر والعفن ورائحة فاسدة. يوضح هذا البحث أنه يمكن دمج السماق بنجاح في الجبن الطازج، مما يوفر فوائد غذائية مع تلبية الطلب المتزايد على المنتجات الطبيعية والصحية