



Rrépublique Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Saad Dahlab-Blida1

Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine

Science De Nature Et De La Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie

Thème :

Effet d'une supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle (*Nigella sativa*) sur la cholestérolémie chez la caille

Présenté par :

CHIBANE Litissia , OUATAS Maroua et DAOUADI Hind

Date de soutenance : 07/ 07 / 2025

EDDAIKRA Atika	MCA	SNV, USDblida1	Présidente
DAROUCHE Imane	MCA	SNV, USDblida1	Examinatrice
FERROUK Mostapha	MCA	ISV, USDblida1	Promoteur
BOUKENAOUI-FERROUK Nouria	Professeur	ISV, USDblida1	Co- Promotrice

Année Universitaire : 2024 /2025

Remerciements

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ: "وَقُلْ أَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ" سورة التوبة: الآية 105

Louange à **Allah**, Le Très-Haut, pour nous avoir accordé la force, la patience et la volonté d'achever ce travail dans les meilleures conditions. Que la paix et les bénédictions soient sur notre bien-aimé Prophète **Mohammed** ﷺ, source de guidance, de savoir et de lumière.

Ce travail de fin d'études est l'aboutissement d'un long parcours d'apprentissage, de recherche et de persévérance. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.

Nous exprimons toute notre reconnaissance au docteur **FERROUK Mostapha**, Maître de Conférences et promoteur, pour son encadrement rigoureux, ses conseils avisés et sa disponibilité constante. Son expertise et son engagement ont été essentiels à la bonne conduite de ce projet. Qu'Allah le récompense pour son accompagnement précieux.

Nous remercions également au professeur **BOUKENAOUI-FERROUK Nouria**, Professeure et co-promotrice, pour sa bienveillance, ses conseils éclairés et son encadrement attentif, qui ont contribué à structurer et approfondir notre réflexion scientifique.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères au docteur **EDDAIKRA Atika**, Présidente du jury, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider cette soutenance, ainsi que pour son regard bienveillant et ses observations enrichissantes.

Nos remerciements vont également au docteur **DAROUCHE Imane**, examinatrice, pour l'attention portée à notre mémoire et pour ses remarques constructives, qui ont apporté un éclairage précieux à notre travail.

Nos remerciements vont aussi à **Monsieur Said Khataoui**, Directeur du **Centre Cynégétique de Zéralda**, pour avoir mis à notre disposition les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail, et pour nous avoir acceptés au sein de son établissement avec générosité et confiance.

Nous remercions chaleureusement **tout le personnel du Centre**, pour leur accueil, leur disponibilité et leur collaboration, qui ont largement facilité nos démarches sur le terrain.

Dédicaces

*À l'aube de cette aventure, il y avait une idée floue,
Un brouillon d'ambition, un peu de doute, beaucoup de café.*

*Puis il y eut les nuits blanches, les fichiers perdus,
Les reprises, les renoncements... et les petites victoires.*

Je dédie ce travail :

À ma famille, pour son soutien indéfectible.

À mes amis, pour leur inspiration et leurs encouragements.

À mes enseignants et encadrants, pour leur accompagnement précieux.

Et à moi-même, pour ne pas avoir lâché.

Ce mémoire n'est pas une fin,

Mais un début.

Litissia

Dédicaces

Avant toute chose je tiens à remercier Dieu le tout puissant pour m'avoir donné la santé, la force, le courage et la patience afin de réaliser ce modeste travail que je dédie ce travail à:

À mes chers parents, ma mère et mon père que je remercie pour leurs précieux conseils, leurs soutiens moral et leurs Encouragements.

À mes chères sœurs, Manel ,israa.

À mon frère ,Mouhamed.

À mes chères amis ,Aicha ,Salsabil.

À toute ma famille.

À tous ceux qui me sont chers, et tous ceux qui m'aiment et que J'aime.

Et à la Fin je dédie ce travail à moi-même.

Maroua

Dédicaces

À ceux qui, après Dieu, ont été la source de mon soutien à chaque étape,

À ceux qui m'ont toujours encouragée , soutenue et cru en moi...

À ma chère famille,

Merci pour votre patience, votre amour et vos prières qui ont illuminé mon chemin.

À vous tous, je dédie humblement ce mémoire.

Hind

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Table des matière

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction 14

Chapitre I : Rappel bibliographie

I. Graines de nigelle.....2

I.1. Classification et Espèces.....2

I.3. Principaux composants bioactifs.....3

I.4. Propriétés thérapeutiques3

II. Cholestérol4

II.1. Métabolisme.....4

II.2. Transports5

II.3. Régulation5

II.4. Utilisation et élimination.....5

II.5. Rôles physiologiques5

III. Caille Japonaise (Coturnix japonica)6

Chapitre II : Matériels et Méthodes.....

I. Objectif de l'étude.....7

II. Lieu expérimentation.....7

III. Animaux et conditions d'élevage8

III.1. Animaux.....8

III.2. Régime alimentaire9

III.3. Prélèvements sanguins9

IV.	Méthode d'analyse biochimique du cholestérol	10
V.	Analyse statistique des résultats	11
Chapitre III : Résultats et Discussion		
I.	Comparaison du cholestérol sérique en fonction du sexe	13
II.	Effet de la supplémentation en poudre de graines de nigelle sur le cholestérol sérique	14
Conclusion		0
Références bibliographiques		19

Liste des figures

Figure 1: Plante de Nigelle : fleur (a) et graines (b).....	2
Figure 2 : Différentes espèces de nigelle	2
Figure 3 : Voie endogène des lipides	4
Figure 4 : Voie exogène des lipides	4
Figure 5: Caille japonaise (Coturnix japonica).	6
Figure 6 : Entrée du centre Cynégétique de Zéralda.....	7
Figure 7: Localisation géographique du centre cynégétique de Zéralda.....	7
Figure 8: Cailleteaux	8
Figure 9 : Thermomètre d’ambiance.....	8
Figure 10 : Poudre Vigal 2 X ®	9
Figure 11 : Cages d’élevage des cailles adultes	9
Figure 12: Aliment de base pour la volaille	9
Figure 13: Poudre de graines de nigelle conditionnée en sachets	9
Figure 14: Préparation de l’aliment supplémenté par 2% en poudre de graines de nigelle	9
Figure 15 : Prélèvement sanguin lors du sacrifice des cailles	10
Figure 16 : Échantillons de sérum sanguin obtenus après centrifugation	10
Figure 17 : Concentration du cholestérol sérique en fonction de sexe du groupe témoin.	14
Figure 18 : Concentration du cholestérol sérique en fonction de sexe du groupe témoin et du groupe expérimental.	15

Liste des tableaux

Tableau I: Composition chimique moyenne des graines de <i>Nigella sativa</i>	3
Tableau II : Rôles et caractéristiques des différentes lipoprotéines	5
Tableau III: Protocole du mode opératoire du dosage du cholestérol.....	11
Tableau IV: Résultats du test de Shapiro-Wilk pour la concentration du cholestérol sérique dans les différents groupes	13
Tableau V: Effets hypocholestérolémians de la graine de Nigelle (<i>Nigella sativa</i>) selon l'espèce animale, la forme d'administration et la durée du traitement.....	16

Liste des abréviations

E :	Expérimental
F :	Femelle
M :	Mâle
T :	Témoin
S :	Semaine
GN :	graines de nigelle
CCZ :	Centre cynégétique de Zéralda
N :	Nombre d'individus
TQ :	Thymoquinone
NS :	<i>Nigella Sativa</i>
LDL :	Lipoprotéines de basse densité
HDL :	Lipoprotéines de haute densité
% :	Pourcentage
VLDL	Lipoprotéine de très basse densité
Mg :	Miligramme
G :	Gramme

Résumé

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'effet d'une supplémentation alimentaire en poudre de graine de Nigelle sur la concentration en cholestérol sérique chez les cailles (mâles et femelles) âgés de 42 jours. Un effectif de 20 cailleaux âgés d'un jour ont été utilisées et réparties en deux groupes témoin (T) et expérimental (E). Le groupe T a reçu un aliment pour volaille et le groupe E l'aliment a été supplémenté de 2% de poudre de graine de Nigelle.

La concentration en cholestérol sérique est évaluée à l'âge de 42 jours à partir d'un prélèvement sanguin récolté au cours de la saignée. L'analyse est réalisée par la méthode enzymatique colorimétrique à l'aide d'un spectrophotomètre. Les résultats obtenus montrent que chez les cailles non supplémentées, la différence de concentration en cholestérol sérique entre les mâles et femelles est statistiquement non significative (20,32% ; $p>0.05$). La supplémentation de l'aliment de 2% en poudre de graines de nigelle entraine, chez les mâles, une légère diminution statistiquement non significative (1,36% ; $p>0,05$) chez le groupe expérimental. Par contre, chez les femelles, la diminution de la concentration statistiquement significative (37,1% ; $p<0,05$). En conclusion, la supplémentation en poudre de graine de Nigella a un effet hypocholestérolémiant chez la caille.

Mots-clés : Caille japonaise, cholestérol, mâle, femelle, poudre des graines de Nigelle (Nigella sativa)

Abstract

The objective of our study is to evaluate the effect of dietary supplementation with *Nigella* seed powder on serum cholesterol concentration in 42-day-old quails (males and females). A total of 20 day-old quails were used and divided into two groups: a control group (C) and an experimental group (E). The T group received poultry feed and the E group received feed supplemented with 2% *Nigella* seed powder. Serum cholesterol concentration was assessed at 42 days of age from a blood sample collected during bleeding. The analysis was performed using the colorimetric enzymatic method with a spectrophotometer. The results obtained show that in quails without supplementation, the difference in serum cholesterol concentration between males and females is statistically insignificant (20.32%; $p>0.05$). Supplementing the feed with 2% black cumin seed powder resulted in a slight, statistically insignificant decrease (1.36%; $p>0.05$) in the experimental group of males. In contrast, in females, the decrease in concentration was statistically significant (37.1%; $p<0.05$). In conclusion, supplementation with *Nigella* seed powder has a cholesterol-lowering effect in quails.

Keywords : Japanese quail, cholesterol, male, female, *Nigella* seed powder (*Nigella sativa*)

الملخص

الهدف من دراستنا هو تقييم تأثير المكملات الغذائية المصنوعة من مسحوق بذور الكمون على مستوى الكوليسترول في الدم لدى طيور السمان (ذكور وإناث) البالغة من العمر 42 يومًا. تم استخدام 20 طائرًا من طيور السمان البالغة من العمر يومًا واحدًا وتقسيمها إلى مجموعتين، مجموعة ضابطة (T) ومجموعة تجريبية (E). تلقت المجموعة T غذاءً للدواجن، بينما أضيف 2% من مسحوق بذور الكمون إلى غذاء المجموعة E. تم تقييم مستوى الكوليسترول في الدم في عمر 42 يومًا من عينة دم تم أخذها عن طريق البزل. أجريت التحاليل باستخدام الطريقة اللونية الإنزيمية بمساعدة مقياس الطيف الضوئي. أظهرت النتائج أن الفرق في تركيز الكوليسترول في الدم بين الذكور والإناث في طيور السمان التي لم تتلق مكملات غذائية لم يكن ذو دلالة إحصائية (20.32%؛ $p > 0.05$). أدى إضافة 2% من مسحوق بذور الكمون إلى غذاء الذكور إلى انخفاض طفيف غير ذي دلالة إحصائية (1.36%؛ $p > 0.05$) في المجموعة التجريبية. في المقابل، كان الانخفاض في التركيز ذو دلالة إحصائية (37.1%؛ $p < 0.05$) في الإناث. في الختام، فإن إضافة مسحوق بذور الحبة السوداء إلى الغذاء له تأثير خافض للكوليسترول في الدم لدى طيور السمان.

الكلمات المفتاحية: طائر السمان الياباني، الكوليسترول، الذكور، الإناث، مسحوق بذور الحبة السوداء (*Nigella sativa*)

Introduction

Le cholestérol est une molécule lipidique essentielle au bon fonctionnement de l'organisme. Il intervient dans la structure des membranes cellulaires, la synthèse des hormones stéroïdiennes, de la vitamine D ainsi que des acides biliaires nécessaires à la digestion des graisses (Brown and Goldstein, 2009). Toutefois, un excès de cholestérol, en particulier sous forme de lipoprotéines de basse densité (LDL), est associé à un risque accru de troubles métaboliques et cardiovasculaires (Ference et al., 2017).

Face à cette problématique, l'alimentation apparaît comme un levier majeur dans la prévention des dyslipidémies. La recherche de solutions naturelles, notamment à base de plantes médicinales ou d'aliments fonctionnels, suscite un intérêt croissant. Parmi celles-ci, la *Nigella sativa*, utilisée depuis des siècles en médecine traditionnelle dans les cultures arabe, indienne et asiatique, se distingue par ses propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires et hypolipémiantes (Ahmad, 2013; Rivera et al., 2004).

Chez les espèces aviaires, et plus particulièrement chez la caille japonaise (*Coturnix japonica*), l'étude des effets nutritionnels de compléments végétaux permet d'évaluer non seulement leur impact sur la santé animale mais aussi leurs applications potentielles en production avicole. Ce modèle expérimental, reconnu pour sa croissance rapide, sa sensibilité aux modifications alimentaires et son métabolisme lipidique bien documenté est fréquemment utilisé en recherche biomédicale (El-Deek et Al-Habashy, 2010).

Dans ce contexte, l'intégration de graines de nigelle dans l'alimentation des cailles pourrait représenter une approche prometteuse pour moduler le métabolisme lipidique et réduire la cholestérolémie. Le présent travail vise à évaluer l'effet d'une supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle sur le profil lipidique, et plus particulièrement sur le taux de cholestérol sanguin chez les cailles adultes. Cette étude s'inscrit dans une démarche de valorisation des ressources naturelles en faveur d'une alimentation plus saine et fonctionnelle tant pour les animaux que pour les humains.

Ainsi, la question centrale de cette recherche est la suivante : la supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle permet-elle de réguler la cholestérolémie chez la caille adulte ?

Ainsi, l'intérêt pour la nigelle ne se limite pas au domaine scientifique ; il trouve également une tradition prophétique de l'islam qui reconnaît depuis des siècles ses vertus curatives. À ce titre, un hadith rapporté par Aïcha :

فَإِنَّ عَائِشَةَ حَدَّثَتْنِي: أَنَّهَا سَمِعَتِ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: إِنَّ هَذِهِ الْحَبَّةَ السَّوْدَاءَ شِفَاءٌ مِنْ كُلِّ دَاءٍ، إِلَّا مِنْ السَّامِ. قُلْتُ: وَمَا السَّامُ؟ قَالَ: الْمَوْتُ. الراوي: عائشة أم المؤمنين | المحدث: البخاري | المصدر: صحيح البخاري

Chapitre I :

Rappel

bibliographie

I. Graines de nigelle

La *Nigella sativa* (Figure : 01) est une plante médicinale ancienne, utilisée en médecine traditionnelle dans les pays arabes, asiatiques et méditerranéens. Elle appartient à la famille des Renonculacées et compte parmi ses composés actifs plusieurs substances bioactives (Ahmad et al., 2013).

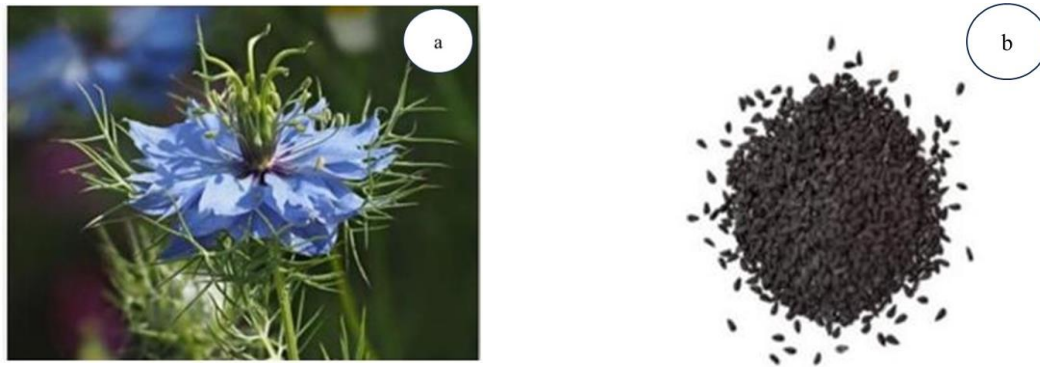


Figure 1: Plante de Nigelle : fleur (a) et graines (b)

Classification et Espèces

Le genre *Nigella* regroupe environ 20 espèces, dont *Nigella sativa*, *Nigella damascena*, *Nigella arvensis*, etc (Figure : 02). *N. sativa* est l'espèce la plus étudiée pour ses propriétés médicinales (Benazzouz et al., 2023).



Nigella damascena

Nigella ciliaris

Nigella arvensis

Figure 2 : Différentes espèces de nigelle (Badr-Eddine, 2015)

Composition chimique

Les graines contiennent :

- Lipides (30-35 %)
- Protéines (16-21 %)
- Glucides (33-34 %)
- Fibres, minéraux, saponines et alcaloïdes (Ansari, 1988 ; Khither, 2011)

Tableau I: Composition chimique moyenne des graines de *Nigella sativa*

<i>Composant</i>	<i>Pourcentage approximatif</i>
<i>Lipides</i>	30–35 %
<i>Protéines</i>	16–21 %
<i>Glucides</i>	33–34 %
<i>Fibres alimentaires</i>	7–9 %
<i>Minéraux</i>	3–4 %

Principaux composants bioactifs

- **Thymoquinone (TQ)** : puissant antioxydant et anti-inflammatoire (Bhatt et al., 2022)
- **Carvacrol, thymol, p-cymène** : antimicrobiens et antioxydants (Mouwakeh et al., 2019 ; Silva et al., 2020)
- **Saponines et alcaloïdes** : hypocholestérolémiants, neuroprotecteurs et immunomodulateurs (Sparg et al., 2004 ; Mukhtar et al., 2021)

Propriétés thérapeutiques

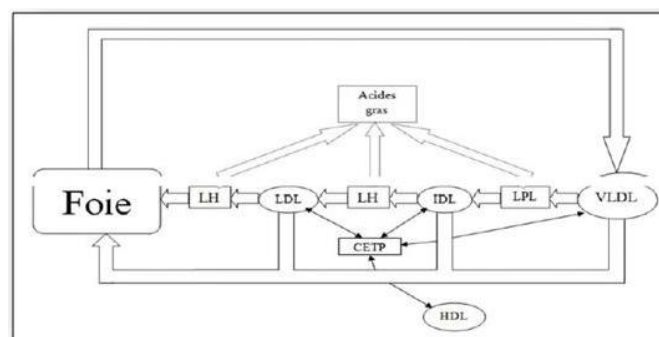
1. **Anti-inflammatoire** : inhibition des cytokines (TNF- α , IL-6) et de la voie NF- κ B (Hosseini, 2023 ; Qahwaji et Serafi, 2023)
2. **Antioxydante** : réduction des ROS, augmentation de la SOD et du glutathion (Montazeri et al., 2021 ; Hannan, 2021)
3. **Hypocholestérolémiant** :
 - Inhibition de la biosynthèse du cholestérol (via la HMG-CoA réductase)
 - Augmentation de l'excrétion biliaire
 - Amélioration du profil lipidique : baisse du LDL et des triglycérides, hausse du HDL (Ramalingam et al., 2023 ; Shabani et al., 2024)

II. Cholestérol

Le cholestérol est une molécule lipidique essentielle impliquée dans la structure des membranes cellulaires, la synthèse des hormones stéroïdiennes, la vitamine D et les acides biliaires. Sa structure comprend un noyau stéroïdien rigide, une chaîne latérale hydrocarbonée et un groupement hydroxyle (Alberts, 2014).

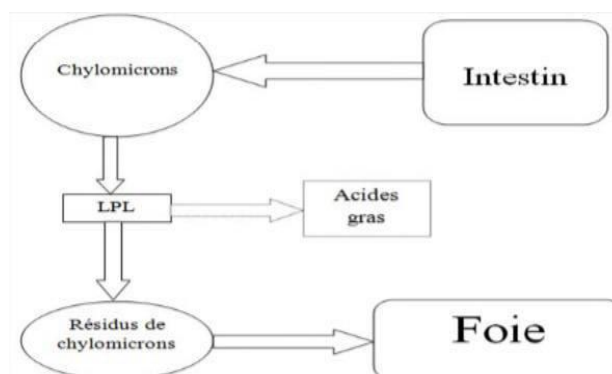
Métabolisme

Le cholestérol peut être produit de manière endogène (Figure : 02) (principalement par le foie) ou absorbé via la voie exogène (Figure : 03) (alimentaire). Sa synthèse implique plus de 30 réactions enzymatiques, dont la HMG-CoA réductase est l'enzyme clé, ciblée par les statines (Goldstein et Brown, 1990).



LH : Hormone lutéinisante; LDL : Lipoprotéine de basse densité ; IDL : Lipoprotéine de densité intermédiaire ; LPL : Lipoprotéine lipase ; VLDL : Lipoprotéine de très basse densité ; CETP : Protéine de transfert des esters de cholestérol; HDL : Lipoprotéine de haute densité

Figure 3 : Voie endogène des lipides (Rania et Ines, 2020)



LPL : Lipoprotéine lipase

Figure 4 : Voie exogène des lipides (Dallongeville, 2001)

Transports

Étant hydrophobe, le cholestérol circule dans le sang sous forme de lipoprotéines :

- LDL (Low Density Lipoprotein) : transport du cholestérol vers les tissus — athérogène.
- HDL (High Density Lipoprotein) : retour du cholestérol vers le foie — anti-athérogène.
- VLDL et chylomicrons : impliqués dans le transport des triglycérides et du cholestérol alimentaire (Feingold, 2000 ; Mahley, 2007).

Tableau II : Rôles et caractéristiques des différentes lipoprotéines

LIPOPROTEINE	FONCTION PRINCIPALE	DENSITE	EFFET SUR LA SANTE
CHYLOMICRON	Transport des tg alimentaires	Très basse	Neutre
VLDL	Transport Des Tg Endogènes	Basse	Athérogène
LDL	Transport Du Cholestérol Vers Les Tissus	Moyenne	Athérogène
HDL	Transport Vers Le Foie (Reverse)	Elevée	Protecteur

Régulation

Elle se fait par rétrocontrôle au niveau enzymatique (HMG-CoA réductase) et transcriptionnel (SREBP). Des facteurs nutritionnels comme les acides gras à chaîne courte peuvent également moduler ce métabolisme (Brown et Goldstein, 1997 ; Horton, 1998 ; den Besten et al., 2013).

Utilisation et élimination

Le cholestérol est utilisé dans la synthèse de composés vitaux (hormones, acides biliaires, vitamine D). Il est éliminé sous forme de sels biliaires via la bile. Le foie joue un rôle central dans son recyclage (circulation entéro-hépatique) (Chiang, 2009 ; Hofmann, 1999).

Rôles physiologiques

Le cholestérol intervient dans la signalisation cellulaire (radeaux lipidiques), le développement cérébral (myélinisation), la stabilité membranaire, et la synthèse de molécules essentielles (Simons et Ikonen, 2000 ; Russell, 2009 ; Dietschy et Turley, 2004).

III. Caille Japonaise (*Coturnix japonica*)

La caille japonaise est une espèce aviaire appartenant à la famille des Phasianidés. Elle est l'une des plus petites espèces utilisées pour la production d'œufs et de viande. Sa classification systématique la place dans l'ordre des Galliformes, au sein du genre *Coturnix*. Elle est un excellent modèle expérimental en raison de sa croissance rapide, de sa maturité sexuelle précoce et de sa sensibilité aux modifications alimentaires (Vali, 2008).

Il existe différentes sous-espèces de cailles, utilisées pour diverses finalités : production (chair, œufs), repeuplement ou ornement. Leur élevage est facile, ce qui permet leur utilisation fréquente en recherche. Parmi ces sous-espèces, la caille japonaise est la plus adaptée à l'expérimentation nutritionnelle et physiologique (Menassé et Milani, 2004).



Figure 5: Caille japonaise (*Coturnix japonica*). [Photo personnelle]

Partie

expérimentale

Chapitre II :

Matériels et

Méthodes

I. Objectif de l'étude

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet de l'incorporation de la poudre de graines de nigelle (*Nigella sativa*) à raison de 2 % dans la ration alimentaire sur la cholestérolémie des cailles. L'hypothèse de départ est que la nigelle, reconnue pour ses propriétés antioxydantes et hypolipémiantes, pourrait contribuer à réduire le taux de cholestérol sanguin chez les oiseaux sains supplémenté par la poudre de graines de nigelle.

II. Lieu expérimentation

Notre expérimentation sur la caille japonaise *Coturnix japonica* a été réalisée au sein du centre cynégétique de Zéralda (CCZ) (Figure 06) du mois de Février jusqu'au mois de Mai 2025.



Figure 6 : Entrée du centre Cynégétique de Zéralda (Photo personnelle)

Le Centre cynégétique de Zéralda s'étend sur une superficie de 19,75 hectares. Il est situé à environ 30 kilomètres à l'ouest d'Alger. Le site est délimité au nord par l'exploitation agricole collective (E.A.C) n°67 ainsi que par le chemin de wilaya n°13, qui relie Zéralda à la commune de Mahelma (Figure 07).



Figure 7: Localisation géographique du centre cynégétique de Zéralda (Google maps)

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de graines de *Nigella sativa*, également connue sous le nom de nigelle ou cumin noir.

III. Animaux et conditions d'élevage

Animaux

L'étude a été réalisée à partir de 20 cailleteaux âgés de 1 jour après éclosion. A l'éclosion, les cailleteaux (Figure 08) ont été installés dans une poussinière préchauffée. La température a été ajustée selon les phases de croissance : elle a été maintenue au environ de 36 à 37°C durant la première semaine, puis progressivement abaissée entre la deuxième et la quatrième semaine (Figure 09), jusqu'à atteindre une plage stable de 20 à 25°C, conservée jusqu'à la fin de l'étude (42 jours). Un éclairage continu a été maintenu tout au long de l'élevage afin de stimuler l'activité des cailleteaux, en particulier leur alimentation et leur développement corporel.

Durant les premiers jours après éclosion, les cailleteaux ont reçu dans l'eau d'abreuvement un traitement prophylactique à base d'érythromycine et de vitamines (Vigal 2 X ®) (Figure 10).

A l'âge de jour 42 (Age à maturité sexuelle), les 20 cailleteaux ont été réparties en deux groupes : un groupe témoin et un groupe expérimental (Figure 11). Chaque groupe comprenait 10 sujets avec une répartition équilibrée entre les sexes (5 mâles et 5 femelles).



Figure 8: Cailleteaux



Figure 9 : Thermomètre d'ambiance



Figure 10 : Poudre Vigal 2 X ®



Figure 11 : Cages d'élevage des cailles adultes

Régime alimentaire

Le régime alimentaire de base utilisé pour tous les animaux est un aliment complet formulé pour répondre aux besoins nutritionnels des cailles adultes (Figure 12). Pour le groupe témoin, cet aliment a été distribué sans supplémentation et le groupe expérimental a reçu le même aliment enrichi avec 2 % de poudre de graines de nigelle (Figures 13 et 14), incorporées directement dans la ration quotidienne.



Figure 12: Aliment de base pour la volaille



Figure 13: Poudre de graines de nigelle conditionnée en sachets



Figure 14: Préparation de l'aliment supplémenté par 2% en poudre de graines de nigelle

Prélèvements sanguins

A la fin de la période expérimentale, soit à l'âge de six semaines, toutes les cailles des deux groupes (témoin et expérimental) ont été sacrifiées conformément aux normes éthiques applicables au traitement des animaux de laboratoire. Afin de standardiser les conditions métaboliques, un jeun de 3 heures a été appliqué avant le sacrifice. Pour chaque caille, le sang est collecté dans un tube sec (Figure 15). Les échantillons sanguins ont été centrifugés à 3000 tours par minute pendant 10 minutes. Le sérum (Figure 16) obtenu a été soigneusement récupéré

à l'aide d'une micropipette de 1000 µl, aliquoté dans des tubes secs puis conservé -20 °C jusqu'à l'analyse.



Figure 15 : Prélèvement sanguin lors du sacrifice des cailles



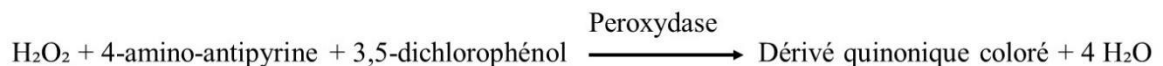
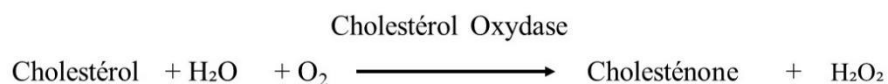
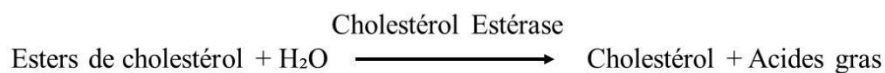
Figure 16 : Échantillons de sérum sanguin obtenus après centrifugation

IV. Méthode d'analyse biochimique du cholestérol

Le dosage du cholestérol total a été réalisé à l'aide du kit DIAGNO-Chol de Diagnopharm, qui repose sur une méthode enzymatique colorimétrique.

➤ **Principe :** La méthode enzymatique colorimétrique consiste à transformer le cholestérol présent dans le sérum en un dérivé coloré mesurable par spectrophotométrie avec une longueur d'onde spécifique de 500 nm.

Le processus enzymatique comprend les étapes suivantes :



L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration de cholestérol dans l'échantillon.

Les concentrations dans la solution réactive sont les suivantes :

Tampon pH 6,5 :	75 mM
Phénol :	6 mM
2,4-Dichlorophénol :	0,2 mM

4-Amino-antipyrine :	0,5 mM
Cholestérol estérase :	> 500kU/l
Cholestérol oxydase :	> 300kU/l
Peroxydase :	> 1200kU/l
Stabilisants sont non réactifs.	

- **Préparation du réactif de travail** : le réactif et l'étalon sont prêts à l'emploi.
- **Mode opératoire**

Dans chaque tube, on distribue les solutions de travail (Blanc et étalon) et l'échantillon sérique (Essai) comme indiqué dans le tableau VI.

Tableau III: Protocol du mode opératoire du dosage du cholestérol

	Blanc (BL) (ml)	Etalon (ml)	Essai (ml)
Echantillon	/	/	0,1
Etalon	/	0,01	/
Réactif de travail	1,00	1,00	1,00

- Bien mélangé puis incubé soit 5 minutes à 37°C
- Lecture au spectrophotomètre avec une longueur d'onde de 546 nm
- Blanc correspond au contenu du flacon BL
- La coloration reste stable pendant 1 h.

➤ **Calculs**

Pour calculer la concentration du cholestérol sérique, on utilise la formule suivante :

$$\text{Concentration du cholestérol (mg/dl)} = (\text{Absorbance Essai} / \text{Absorbance Etalon}) \times 200$$

- Pour donner le résultat en g/l, il faut diviser les mg/dl par 100
- Pour donner le résultat en mMol/l, il faut multiplier les mg/dl par 0,0259.

V. Analyse statistique des résultats

Les résultats numériques sont présentés sous forme de moyenne arithmétique accompagnée de l'erreur standard à la moyenne (ESM) en utilisant logiciel Excel version 2021.

$$\text{Moyenne arithmétique : } \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$ESM = \frac{6}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Avec } a = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Où : x_i : valeurs individuelles

n = nombre de valeurs

σ : Ecart-type

La validité statistique des différences entre les moyennes de deux séries expérimentales, est calculée par le test « t » de ANOVA en utilisant le logiciel SPSS

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$\text{Avec } S^2 = \sqrt{\frac{\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2 + \sum (X_2 - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Où : X_1 et X_2 : valeurs moyennes arithmétiques de chaque série

X_1 : valeurs individuelles de la première série

X_2 : valeurs individuelles de la deuxième série

n_1 et n_2 : nombre de valeurs de chaque série

La probabilité « p » est déterminée sur la table de distribution des « t » en fonction du degré de liberté ($n_1 + n_2 - 2$) ; si :

$p > 0,05$: résultat non significatif

$p < 0,05$: résultat significatif (*)

$p < 0,01$: résultat très significatif (**)

$p < 0,001$: résultat hautement significatif (***).

• Différence en pourcentage (%)

$$\text{Différence en \%} = \frac{\text{Valeur finale} - \text{valeur initiale}}{\text{valeur initiale}} \times 100$$

Chapitre III :

Résultats et

Discussion

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'impact d'une supplémentation alimentaire de 2 % en poudre de graines de nigelle (*Nigella sativa*) sur la cholestérolémie chez la caille mâle et femelle âgées de 42 jours.

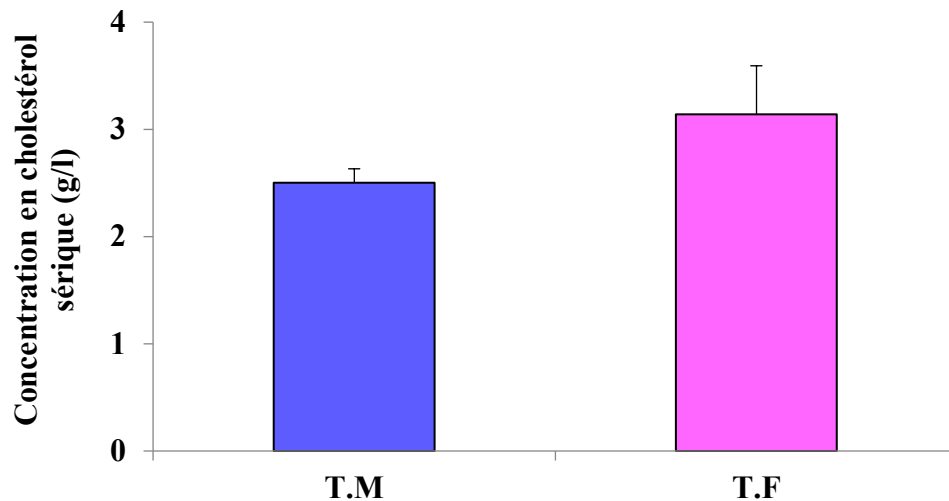
Avant de procéder à l'analyse comparative de la concentration en cholestérol sérique entre les groupes témoins et expérimentaux en fonction du sexe et en fonction de l'effet de la supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle, un test de normalité de Shapiro-Wilk a été appliqué pour chaque groupe ($n=5$ par groupe), afin de vérifier la normalité des données. Toutes les p-values du test de Shapiro-Wilk sont supérieures au seuil critique de 0,05 (Tableau VII). Les résultats montrent que les valeurs présentent une distribution normale. Donc, résultats valide l'utilisation de tests paramétriques pour l'analyse des différences entre deux groupes.

Tableau IV: Résultats du test de Shapiro-Wilk pour la concentration du cholestérol sérique dans les différents groupes

Groupes	Statistique	p-value
Expérimental femelle	0,959	0,800
Expérimental mâle	0,994	0,991
Témoin femelle	0,928	0,583
Témoin mâle	0,981	0,938

I. Comparaison du cholestérol sérique en fonction du sexe

Les concentrations du cholestérol sérique chez la caille mâle et la caille femelle, sans effet de la supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle, sont présentées dans la figure 17. A l'âge de 42 jours, la concentration du cholestérol sérique chez la femelle ($3,14 \pm 0,53$ g/l) est plus élevée que chez le mâle ($2,50 \pm 0,13$ g/l). La différence est non significative (20,32% ; $p>0.05$).



T.M : Témoin mâle ; T.F : Témoin femelle

Figure 17 : Concentration du cholestérol sérique en fonction de sexe du groupe témoin.

Dans un modèle de souris LDLR-KO, après 14 semaines de régime riche en graisses, les femelles présentaient des niveaux de cholestérol total et de LDL significativement plus élevés que les mâles. De plus, les femelles développaient une athérosclérose plus prononcée au fil du temps (Mansukhani et al., 2017).

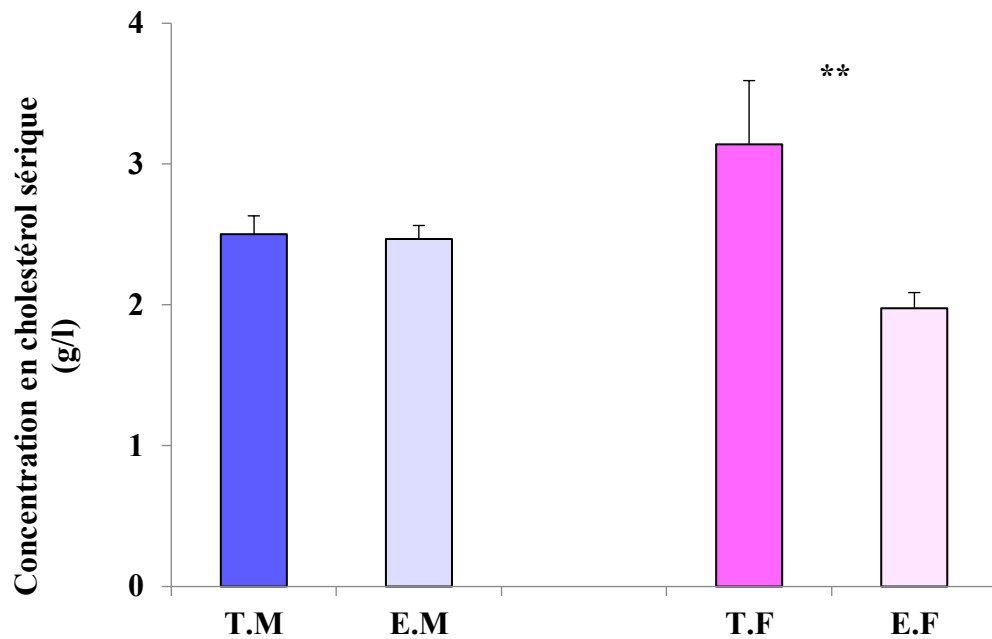
Une étude a évalué les effets d'un régime riche en cholestérol chez des rats Wistar mâles et femelles. Les résultats ont montré que les rats ovariectomisés avaient des niveaux de cholestérol hépatique plus élevés que les rats témoins, suggérant un rôle protecteur des hormones sexuelles féminines contre l'accumulation de cholestérol hépatique (Farahnak et al., 2015).

II. Effet de la supplémentation en poudre de graines de nigelle sur le cholestérol sérique

L'effet de la supplémentation de l'aliment en poudre de graines de nigelle sur le cholestérol sérique représentée par la figure 18.

Chez les mâles, la concentration est légèrement plus faible chez le groupe expérimental ($2,47 \pm 0,10$ g/l) comparé au groupe témoin ($2,50 \pm 0,13$ g/l). La différence est statistiquement non significative (1,36% ; $p > 0,05$).

Chez les femelles, la concentration est plus faible chez le groupe expérimental ($1,98 \pm 0,11$ g/l) comparé au groupe témoin ($3,14 \pm 0,45$ g/l). La différence est statistiquement significative (37,1% ; $p < 0,05$).



T.M : Témoin mâle ; E.M : Experimental mâle ; T.F : Témoin femelle ; E.F :
Experimental femelle

Figure 18 : Concentration du cholestérol sérique en fonction de sexe du groupe témoin et du groupe expérimental.

L'analyse de la variance (ANOVA) est réalisée pour évaluer l'effet de la supplémentation en graines de nigelle sur la cholestérolémie :

Pour l'ensemble des sujets (mâles et femelles confondus), la valeur de p obtenue ($p = 0,839$) indique que la différence entre les groupes témoin et expérimental n'est pas statistiquement significative au seuil de 5 %. Toutefois, cette absence de significativité pourrait être attribuée à la faible taille de l'échantillon ($n = 5$ par groupe).

En revanche, lorsque l'analyse est restreinte aux femelles uniquement, la valeur de p obtenue est de 0,0192, qui est en-dessous du seuil de 0,05. Cela suggère un effet potentiel du traitement chez les femelles.

Par comparaison avec les données existantes chez d'autres espèces, les résultats rapportés chez :

- **Poules pondeuses :** la supplémentation en *Nigella sativa* (NS) à 2 % et 3 % pendant cinq semaines a entraîné une réduction progressive du cholestérol dans le jaune d'œuf, suggérant un effet dose-dépendant (Tableau VIII). Cette diminution pourrait

être liée à l'action de composés actifs comme la thymoquinone, qui inhibent l'enzyme HMG-CoA réductase, clé dans la synthèse hépatique du cholestérol. De plus, *Nigella sativa* favoriserait l'utilisation du cholestérol pour la production d'acides biliaires et améliorerait le métabolisme lipidique général, réduisant ainsi la quantité de cholestérol disponible pour être incorporée dans le jaune d'œuf (Aydin *et al.*, 2008).

- **Lapins hypercholestérolémies** : Une administration de 5 % NS sur vingt semaines a significativement réduit le cholestérol total sérique (Tableau VIII). Cette réduction peut s'expliquer par les effets hypocholestérolémiants de la nigelle, notamment par l'inhibition de la synthèse hépatique du cholestérol, l'amélioration de son excrétion biliaire, et ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Ensemble, ces mécanismes contribuent à un meilleur équilibre lipidique et à une protection cardiovasculaire (Asgary *et al.*, 2013).
- **Rats albinos** : Chez les rats albinos, l'administration de *Nigella sativa* à la dose de 30 mg/kg pendant vingt semaines a entraîné une réduction marquée du LDL-cholestérol (Tableau V). Cette baisse significative peut s'expliquer, d'un point de vue physiologique, par l'effet inhibiteur de la thymoquinone sur l'HMG-CoA réductase, enzyme clé dans la synthèse du cholestérol. Par ailleurs, les propriétés antioxydantes et cholérétiques de la nigelle favoriseraient l'élimination du cholestérol via la bile et amélioreraient la régulation globale du métabolisme lipidique (Dahri *et al.*, 2005).

Tableau V : Effets hypocholestérolémiants de la graine de Nigelle (*Nigella sativa*) selon l'espèce animale, la forme d'administration et la durée du traitement

Espèces	Durée du traitement (Semaine)	Cholestérol total		Références bibliographiques
		Témoin	Expérimental	
Cailles adultes	6	M : 2,50±0,29g/l	M : 2,47 ± 0.21g/l	Résultats personnels
		F : 2,88 ± 0,84g/l	F : 1,98 ±0,25 g/l	
			(2 % NS)	
Poules pondeuses	5	F : 14,65±	F : 11,40 ± 0,82	Aydin et al. (2008)
		0,26mg /g	mg /g	
		(Jaune d'œuf)	(2 % NS)	
			10,69 ± 0,45 mg /g	

		(3 % NS)		
Lapins	20	M+F : $9,3 \pm 0,6$ mmol/l	M+F : $6,3 \pm 0,5$ mmol/l (5 % NS)	Asgary et al. (2013)
Rats albinos	20	M+F : $76,9 \pm 6,5 \rightarrow$ $117,5 \pm 6,65$ mg/dl	M+F : $12,7 \pm 6,9 \rightarrow 8,5 \pm 7,8$ mg/dl (30 mg/kg NS)	Dahri et al. (2005)

Ces données confirment l'effet hypocholestérolémiant de la nigelle, variable selon la dose, la durée et l'espèce étudiée.

L'efficacité de la nigelle semble dépendre de plusieurs paramètres :

- **Dose et durée** : Les effets plus prononcés sont observés avec des doses plus élevées et des traitements prolongés, notamment chez les mammifères.
- **Spécificités interspécifiques** : La réponse varie selon les espèces, avec une moindre amplitude chez la caille, peut-être en raison de différences métaboliques.
- **Sexe** : La disparité observée chez la caille, avec un effet significatif uniquement chez les femelles, souligne l'importance des facteurs hormonaux et physiologiques dans la modulation du métabolisme lipidique.

Les variations dans les résultats de la concentration en cholestérol pourraient être dues aux différentes méthodes d'alimentation, méthodes d'élevage, compositions chimiques des aliments, quantités de graines de nigelle ajoutées à l'aliment, sources de *Nigella sativa*, lignée, âge et le sexe.

Conclusion

Dans le présent travail, l'effet d'une supplémentation alimentaire de 2% en poudre de graines de Nigelle sur la concentration en cholestérol sérique au cours de la phase de croissance jusqu'à l'âge de 42 jours (correspondant à l'âge d'abattage) des cailleaux a montré une diminution plus marquée chez les femelles que chez les mâles, suggérant une réponse biologique potentiellement modulée par le sexe.

Ce travail montre l'intérêt d'utilisation des substances naturelles dans la modulation du métabolisme lipidique. La *Nigella sativa*, en tant qu'un complément alimentaire, mérite d'être davantage étudiée pour ses applications potentielles en nutrition animale, en santé humaine et en développement durable de pratiques alimentaires alternatives.

En perspectives, ce travail mérite compléter par :

- Une augmentation de l'échantillonnage
- Une utilisation de différents pourcentages de graines de nigelle dans l'alimentation pour déterminer la dose optimale présentant un effet hypocholestérolémiant.
- Une analyse du profil lipidique complet (LDL, HDL, triglycérides) et des biomarqueurs hépatiques ou hormonaux pour mieux comprendre les mécanismes d'action du traitement.

Références

bibliographiques

- Ahmad, A., Husain, A., Mujeeb, M., Khan, S. A., Najmi, A. K., Siddique, N. A., Anwar, F., 2013. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific. Tropical Biomedicine*, 337-352.
- Akbar, S., 2020. *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae). In, *Handbook of 200 Medicinal Plants*. Springer, Cham, pp. 1287 - 1312.
- Alberts, A.W., 1990. Discovery, biochemistry and biology of lovastatin. *The American Journal of Cardiology*, 62.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., 2014. *Biologie moléculaire de la cellule*. Garland Science, New York
- Ansari A., H.S., Kenne L., Atta U.R.,(&Wehler J., 1988. Structural studies on a saponin isolated from *Nigella sativa*. In, *Phytochemistry*, pp. 3977-3979.
- Asgary, S., Ghannadi, A., Dashti, G., Helalat, A., Sahebkar, A., Najafi, S., 2013. *Nigella sativa* L. improves lipid profile and prevents atherosclerosis: Evidence from an experimental study on hypercholesterolemic rabbits. *Journal of Functional Foods* 5, 228-234.
- Aydin, R., Karaman, M., Cicek, T., Yardibi, H., 2008. Black cumin (*Nigella sativa* L.) supplementation into the diet of the laying hen positively influences egg yield parameters, shell quality, and decreases egg cholesterol. *Poult Sci* 87, 2590-2595.
- Badr-Eddine, A., 2015. Approche ethnopharmacologique de *Nigella sativa* : de ses utilisations traditionnelles ancestrales aux études cliniques actuelles de ses principes actifs.
- Benazzouz-Smail, L., Achat, S., Brahmi, F., Bachir-Bey, M., Arab, R., Lorenzo, J.M., Benbouriche, A., Boudiab, K., Hauchard, D., Boulekbache, L., Madani, K., 2023. Biological Properties, Phenolic Profile, and Botanical Aspect of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Seeds: A Comparative Study. *Molecules* 28.
- Bhatt, D.N., Ansari, S., Fonseca, W.F., Vaibhav, K., Ahluwalia, M., 2022. *Nigella sativa* and its active principles: Potential food for healthy living. In, *Black Seeds (Nigella Sativa)*, pp. 197-216.
- Brown, M.S., Goldstein, J.L., 1997. The SREBP pathway: regulation of cholesterol metabolism by proteolysis of a membrane-bound transcription factor. *Cell* 89, 331-340.
- Brown, M.S., Goldstein, J.L., 2009. Cholesterol feedback: from Schoenheimer's bottle to Scap's MELADL. *Journal of Lipid Research* 50.

- Chiang, J.Y., 2009. Bile acids: regulation of synthesis. *J Lipid Res* 50, 1955-1966.
- Cummins, J., and Tiago Grande., 2022. Efficacy of nigella sativa oil on endothelial function and atherogenic indices in patients with coronary artery diseases: A randomized, double-blind, placebo-control clinical trial. *Phytotherapy Research* 36, 4516 - 4526.
- Dadandi, M.Y., Kökdil, G., İlçim, A., Özbilgin, B., 2009. Seed macro and micro morphology of the selected *Nigella* (Ranunculaceae) taxa from Turkey and their systematic significance. *Biologia* 64, 261-270.
- Dahri, A.H., Chandiol, A.M., Rahoo, A.A., Memon, R.A., 2005. Effect of *Nigella sativa* (kalonji) on serum cholesterol of albino rats. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 17, 72-74.
- Dallongeville, J. (2001). *Métabolisme des lipoprotéines et risque cardiovasculaire*. *Archives des Maladies du Cœur et des Vaisseaux*, 94(4), 421–427.
- den Besten, G., van Eunen, K., Groen, A.K., Venema, K., Reijngoud, D.J., Bakker, B.M., 2013. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. *J Lipid Res* 54, 2325-2340.
- Dessie, A.B., Abate, T.M., Adane, B.T., Tesfa, T., Getu, S., 2020. Estimation of technical efficiency of black cumin (*Nigella sativa* L.) farming in northwest Ethiopia: a stochastic frontier approach. *Journal of Economic Structures* 9.
- Dietschy, J.M., Turley, S.D., 2004. Thematic review series: brain Lipids. Cholesterol metabolism in the central nervous system during early development and in the mature animal. *J Lipid Res* 45, 1375-1397.
- Farahnak, Z., Cote, I., Ngo Sock, E.T., Lavoie, J.M., 2015. High dietary cholesterol and ovariectomy in rats repress gene expression of key markers of VLDL and bile acid metabolism in liver. *Lipids Health Dis* 14, 125.
- Feingold, K.R., Grunfeld, C., 2000. Introduction to lipids and lipoproteins. In: Feingold, K.F., Anawalt, B., Boyce, A., al., e. (Eds.), City.
- Ference, B.A., Ginsberg, H.N., Graham, I., Ray, K.K., Packard, C.J., Bruckert, E., Hegele, R.A., Krauss, R.M., Raal, F.J., Schunkert, H., Watts, G.F., Boren, J., Fazio, S., Horton, J.D., Masana, L., Nicholls, S.J., Nordestgaard, B.G., van de Sluis, B., Taskinen, M.R., Tokgozoglu, L., Landmesser, U., Laufs, U., Wiklund, O., Stock, J.K., Chapman, M.J., Catapano, A.L., 2017. Low-density lipoproteins cause atherosclerotic cardiovascular disease. 1. Evidence from genetic, epidemiologic, and clinical studies. A

consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. Eur Heart J 38, 2459-2472.

- Goldstein, J.L., Brown, M.S., 1990. Regulation of the mevalonate pathway. Nature 343, 425-430.
- Goldstein, J.L., Brown, M.S., 2009. The LDL receptor. Arterioscler Thromb Vasc Biol 29, 431-438.
- Hames, B. D., Hooper, N. M., & Houghton, J. D. (2000). *Biochemistry* . Oxford: BIOS Scientific Publishers.
- Heiss, A.G., Kropf, M., Sontag, S., Weber, A., 2011. Seed Morphology of *Nigella* L. (Ranunculaceae): Identification, Diagnostic Traits, and Their Potential Phylogenetic Relevance. International Journal of Plant Sciences 172, 267-284.
- Hofmann, A.F., 1999. The continuing importance of bile acids in liver and intestinal disease. Arch Intern Med 159, 2647-2658.
- Horton, J.D., Bashmakov, Y., Brown, M.S., 1998. SREBP-2: a transcription factor that regulates cholesterol homeostasis. Journal of Clinical Investigation 101, 2331–2339.
- Hossein Hosseini, F.G., Mahdich Aliyari, Seyed Isaac Hashemy, Tannaz Jamialahmadi, Amirhossein Sahebkar, 2023. Effect of *Nigella sativa* Intake on Oxidative Stress and Inflammation in Patients with Metabolic Syndrome and Related Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Current Pharmaceutical Biotechnology.
- Hosseini, H., Ghavidel, F., Aliyari, M., Hashemy, S.I., Jamialahmadi, T., Sahebkar, A., 2023. Effect of *Nigella sativa* Intake on Oxidative Stress and Inflammation in Patients with Metabolic Syndrome and Related Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Curr Pharm Biotechnol 25, 896-907.
- Istvan, E.S., Deisenhofer, J., 2001. Structural mechanism for statin inhibition of HMG-CoA reductase. Science 292, 1160-1164.
- Kökdil, G., 1994. Morphology and stem anatomy of some species of genus *nigella* L. in turkey türkiye'deki bazı *nigella* türlerinin morfoloji ve gövde anatomileri 35, 23.
- Kooshki, A., Tofighiyan, T., Rastgoo, N., Rakhshani, M.H., Miri, M., 2020. Effect of *Nigella sativa* oil supplement on risk factors for cardiovascular diseases in patients with type 2 diabetes mellitus. Phytother Res 34, 2706-2711.

- Lingwood, D., Simons, K., 2010. Lipid rafts as a membrane-organizing principle. *Science* 327, 46-50.
- Mahley, R.W., Huang, Y., 2007. Apolipoprotein E: from atherosclerosis to Alzheimer's disease and beyond. *Current Opinion in Lipidology* 18, 207–217.
- Mansukhani, N.A., Wang, Z., Shively, V.P., Kelly, M.E., Vercammen, J.M., Kibbe, M.R., 2017. Sex Differences in the LDL Receptor Knockout Mouse Model of Atherosclerosis. *Artery Res* 20, 8-11.
- Md. Abdul Hannan, M.A.R., Abdullah Al Mamun Sohag, Md. Jamal Uddin, Raju Dash, Mahmudul Hasan Sikder, Md. Saidur Rahman, Binod Timalisina, Yeasmin Akter Munni, Partha Protim Sarker, Mahboob Alam, Md. Nazmul Haque, Israt Jahan, Md. Tahmeed Hossain, 2021. Black Cumin (*Nigella sativa* L.): A Comprehensive Review on Phytochemistry, Health Benefits, Molecular Pharmacology, and Safety. *Nutrients* 13, 1784.
- Montazeri, R.S., Fatahi, S., Sohouli, M.H., Abu-Zaid, A., Santos, H.O., Gaman, M.A., Shidfar, F., 2021. The effect of *nigella sativa* on biomarkers of inflammation and oxidative stress: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Food Biochem* 45, e13625.
- Mostafa, T.M., Hegazy, S.K., Elnaidany, S.S., Shehabeldin, W.A., Sawan, E.S., 2021. *Nigella sativa* as a promising intervention for metabolic and inflammatory disorders in obese prediabetic subjects: A comparative study of *Nigella sativa* versus both lifestyle modification and metformin. *J Diabetes Complications* 35, 107947.
- Mouwakeh, A., Kincses, A., Nove, M., Mosolygo, T., Mohacsi-Farkas, C., Kisko, G., Spengler, G., 2019. *Nigella sativa* essential oil and its bioactive compounds as resistance modifiers against *Staphylococcus aureus*. *Phytother Res* 33, 1010-1018.
- Mukhtar, H., Mumtaz, M.W., Tauqeer, T., Raza, S.A., 2021. Composition of *Nigella sativa* Seeds. In, *Black cumin (Nigella sativa) seeds: Chemistry, Technology, Functionality, and Applications*, pp. 45-57.
- Olofsson, S.-O., Asp, L., & Boström, P. (1999). Apolipoprotein B: A clinically important apolipoprotein which assembles atherogenic lipoproteins. *Journal of Internal Medicine*, 245(4), 395–405. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2796.1999.00470.x>
- Pandey R. P., Anika Bhargava, B.R.P., 2024. Morphological and anatomical studies in *Nigella sativa* L. (Ranunculaceae). *Journal of Applied Horticulture* 26, 159 - 164.

- Qahwaji, D., Serafi, A., 2023. Potential Effects of Nigella Sativa Supplementation in Coronary Heart Disease and other Cardiovascular Diseases. *Journal of Umm Al-Qura University for Medical Sciences* 9, 22-33.
- Ramalingam, P.S., Mishra, R.A.K., Mekala, J.R., Gothandam, K.M., Arumugam, S., 2023. Nigella Sativa L. – A Note on Phytochemistry, Extraction, Pharmacological Activities, and Therapeutic Utility. In, *Pharmacological Aspects of Essential Oils*, pp. 243-264.
- Rania, G., Ines, N., 2020. Le cholestérol non-HDL et les risques de maladies cardiovasculaires chez les diabétiques de type 2. In, *Biologie moléculaire et cellulaire*, Vol. Master 2. UNIVERSITÉ 8 MAI 1945 GUELMA, City, p. 81.
- Rashidmayvan, M., Mohammadshahi, M., Seyedian, S.S., Haghighizadeh, M.H., 2019. The effect of Nigella sativa oil on serum levels of inflammatory markers, liver enzymes, lipid profile, insulin and fasting blood sugar in patients with non-alcoholic fatty liver. *J Diabetes Metab Disord* 18, 453-459.
- Rivera, F., Gervaz, E., Sere, C., Dajas, F., 2004. Toxicological studies of the aqueous extract from *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC (Marcela). *J Ethnopharmacol* 95, 359-362.
- Russell, D.W., 2009. Fifty years of advances in bile acid synthesis and metabolism. *Cell Research* 19, 584–593.
- Shabani, M., Ghavidel, F., Rajabian, A., Homayouni-Tabrizi, M., Jamialahmadi, T., Hosseini, H., Sahebkar, A., 2024. Effect of Nigella sativa Consumption on Lipid Profile and Glycemic Index in Patients with Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Curr Med Chem*.
- Silva, A.F.C., Haris, P.I., Serralheiro, M.L., Pacheco, R., 2020. Mechanism of action and the biological activities of Nigella sativa oil components. *Food Bioscience* 38.
- Simons, K., Ikonen, E., 2000. How cells handle cholesterol. *Science* 290, 1721-1726.
- Uğurlu Aydın, Z., Dönmez, A.A., 2019. Numerical analyses of seed morphology and its taxonomic significance in the tribe Nigelleae (Ranunculaceae). *Nordic Journal of Botany* 37.
- Vali, N., 2008. The Japanese Quail: a review. *International Journal of Poultry Science*.



République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Saad Dahlab-Blida1

Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine

Science De Nature Et De La Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie

Thème :

Effet d'une supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle (*Nigella sativa*) sur la cholestérolémie chez la caille

Présenté par :

CHIBANE Litissia , OUATAS Maroua et DAOUADI Hind

Date de soutenance : 07/ 07 / 2025

EDDAIKRA Atika	MCA	SNV, USDblida1	Présidente
DAROUCHE Imane	MCA	SNV, USDblida1	Examinatrice
FERROUK Mostapha	MCA	ISV, USDblida1	Promoteur
BOUKENAOUI-FERROUK Nouria	Professeur	ISV, USDblida1	Co- Promotrice

Année Universitaire : 2024 /2025

Drouche
Imane

AF

DAOUADI