



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعد دحلب، البليدة 1

Université Saad Dahleb, Blida 1



Laboratoire de Biotechnologie des
Productions Végétales



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie et Agroécologie

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme d'un Master Académique

Option

Biotechnologie et Pathologie Moléculaire

Thème

**Effet de la poudre des graines de nigelle sur les paramètres
microscopiques de la semence du canal déférent chez la
caille japonaise à l'âge de 10 semaines**

Présenté par :

BENSEDIRA Ichrak et DEGHEB Lina

Soutenu le : 10/07/2025

Devant le Jury :

<i>TERZALI Dalila</i>	<i>MCA</i>	<i>ISV, Blida1</i>	Présidente
<i>ZATRA Yamina</i>	<i>MCB</i>	<i>SNV, Blida1</i>	Examinatrice
<i>FERROUK Mostapha</i>	<i>MCA</i>	<i>ISV, Blida 1</i>	Promoteur
<i>BOUKENAOUI-FERROUK Nouria</i>	<i>Pr</i>	<i>ISV, Blida 1</i>	Co-Promotrice
<i>KHETAOUI Said</i>	<i>Directeur du Centre Cynégétique de Zéralda</i>		Invité

Session 2024 / 2025

Remerciements

Avant toute chose, nous rendons grâce à Allah, Le Très-Haut, pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires à la réalisation de ce travail. Que la paix et les bénédictions soient sur notre Prophète Mohammed (صلى الله عليه وسلم), modèle de science, de sagesse et de droiture.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à **Dr. FERROUK Mostapha**, notre promoteur, pour sa confiance, son accompagnement constant et la richesse de ses conseils.

Un immense merci à **Pr. BOUKENAOUI-FERROUK Nouria**, notre Co-promotrice, pour son suivi attentif, sa disponibilité, et son soutien tout au long de cette expérience.

Nous exprimons notre profonde gratitude à **Madame la Présidente du jury, Dr. TARZALI Dalila**, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider ce jury, ainsi que pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail.

Nos sincères remerciements vont également à **Madame l'examinatrice, Dr. ZATRA Yamina**, pour sa disponibilité, ses remarques pertinentes et la qualité de son évaluation.

Nos remerciements s'adressent également à **Dr. DIAMAI**, chef du département, et à **Pr. DJAZOULI Zahra**, chef d'option, pour leur engagement envers la qualité de notre formation et leur appui précieux.

Nos plus vifs remerciements vont à **Monsieur KHATAOUI Said**, directeur du Centre cynégétique de Zéralda, pour sa générosité et son accueil chaleureux.

Nous remercions également l'ensemble du personnel du Centre cynégétique de Zéralda, et en particulier **Dr. DAHMANI Abla ; Madame LARINOUNA Fatiha** et **Monsieur BOUMEGOUAS Rabah** pour leur aide précieuse et leur collaboration bienveillante. Nous n'oublions pas de remercier l'ensemble des enseignants, personnels du laboratoire et collaborateurs qui ont contribué, chacun à leur manière, à la concrétisation de ce travail. Que Dieu vous récompense pour vos efforts, votre encadrement et votre bienveillance.

Puisse ce projet être utile et porteur de bien.

Dédicaces

À mes parents bien-aimés, Nabila et Mustapha,

Votre amour inépuisable, vos prières silencieuses et votre soutien indéfectible ont été la lumière dans mes jours les plus sombres. Cette œuvre est le reflet de vos sacrifices et de votre présence constante. Merci d'être ma boussole dans la vie.

À mes chers grands-parents, Mamafah et Djidou ,

Vous êtes les racines solides de mon histoire. Votre sagesse et votre tendresse m'accompagnent silencieusement à chaque étape. C'est à vous que je rends hommage, avec un profond respect.

À mes tantes et à mon oncle ,

Votre affection, vos encouragements et vos gestes pleins de bienveillance m'ont toujours réchauffé le cœur. Merci pour votre présence si précieuse dans ma vie.

À ma grande sœur adorée Soraya, à mon petit frère Nazim, et à mes chères sœurs Mimou, Meriem, Elissa et Anaïs,

Merci pour votre affection, votre patience et vos encouragements qui m'ont portée dans les moments d'incertitude. Vous êtes mon cocon de douceur et ma source de motivation.

À mes amies de toujours, Manar et Imane,

Votre présence a illuminé mon quotidien. Vos mots rassurants, vos éclats de rire et votre bienveillance m'ont apporté une force immense. Que cette dédicace célèbre la beauté de notre amitié.

À Ichrak ; Imane et Khadîdja

Chères compagnes de laboratoire, je garde précieusement en mémoire nos moments de travail intense, de concentration, mais aussi de complicité et d'échange. Votre sérieux, votre énergie et votre bonne humeur ont transformé cette période de pratique en une belle aventure humaine. Merci pour votre collaboration précieuse et votre amitié.

Et à tous ceux qui, de près ou de loin, ont semé encouragements, sourires ou gestes bienveillants sur ma route,

Je vous adresse cette dédicace avec tout mon cœur, en signe de reconnaissance profonde.

LINA

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à ma famille et à mes proches, pour leur soutien constant, leur amour
et leurs encouragements tout au long de ce parcours

Ichrak

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Données bibliographiques.....	2
I.1. Caille domestique (<i>Coturnix japonica</i>)	2
I.1.1. Origine et historique	2
I.1.2. Classification taxonomique	3
I.1.3. Utilisations de la caille	3
I.2. Reproduction chez la caille japonaise	4
I.2.1. Anatomie de l'appareil génital mâle.....	4
I.2.2. Spermatogenèse	5
I.2.3. Régulation hormonale de la reproduction et spermatogenèse	5
I.3. <i>Nigella sativa</i>	5
I.3.1. Historique.....	5
I.3.2. Classification botanique	6
I.3.3. Description botanique	6
I.3.4. Constituants biochimiques	7
I.3.5 Effets thérapeutiques.....	7
Chapitre II : Matériel et méthodes.....	8
II.1. Objectif de l'étude	8
II.2. Lieu et conditions d'élevage.....	8
II.3. Méthode d'incorporation de la poudre de graines de Nigelle à l'aliment	9
II.4. Matériel biologique.....	10
II.5. Matériel non biologique	11
II.6. Récolte de la semence	11
II.7. Évaluation des paramètres spermatiques.....	12
II.7.1. Concentration en spermatozoïdes.....	12

II.7.2. Vitalité	14
II.7.3. Morphologie.....	16
II.8. Analyse statistique des résultats	16
Chapitre III : Résultats	18
III.1. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la concentration des spermatozoïdes	18
III.2. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la vitalité des spermatozoïdes	18
III.3. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la morphologie des spermatozoïdes	20
Chapitre IV : Discussion	22
IV.1. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la concentration des spermatozoïdes.....	22
IV.2. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la vitalité des spermatozoïdes	23
IV.3. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la morphologie des spermatozoïdes	23
Conclusion.....	25
Références bibliographiques.....	26
Annexes.....	29
Matériel utilisés dans la partie expérimentale	29
1. Matériel de collecte de la semence	29
2. Matériel de laboratoire pour l'analyse de la semence	29
3. Solutions de l'analyse de la semence	31

Liste des figures

Figure 1 : Caille japonaise (<i>Coturnix japonica</i>).....	2
Figure 2 : Dimorphisme sexuel de la caille japonaise adulte (<i>Coturnix japonica</i>).....	2
Figure 3 : Anatomie de l'appareil reproducteur mâle.....	4
Figure 4 : <i>Nigella sativa</i> : fleurs (a), huile (b) et graines (c).....	6
Figure 5 : Entrée du centre Cynégétique de Zéralda	8
Figure 6 : Façade du bâtiment d'élevage.....	8
Figure 7: Poudre « Vigal 2 X ® »	9
Figure 8 : Graines de Nigelle	9
Figure 9 : Broyage des graines de Nigelle).....	9
Figure 10 : Pesée de la poudre de graines de Nigelle	10
Figure 11 : Mélange de l'aliment avec la poudre de graines de Nigelle	10
Figure 12: Composition de l'aliment de base	10
Figure 13 : Méthode de sacrifice par saignée	11
Figure 14 : Prélèvement du testicule, épидидyme, déférent.....	11
Figure 15 : Méthode d'extraction du liquide spermatique	11
Figure 16 : Étapes d'évaluation de la concentration en spermatozoïdes à l'aide d'un hématimètre.....	13
Figure 17 : Étapes de préparation du frottis coloré à éosine-nigrosine pour évaluer la vitalité des spermatozoïdes.....	15
Figure 18: Concentration en spermatozoïdes du lot témoin et expérimental chez la caille japonaise (<i>Coturnix japonica</i>).....	18
Figure 19 : Observation microscopique des spermatozoïdes vivants et morts avec le système CASA (G x20)	19
Figure 20: Vitalité des spermatozoïdes du lot témoin et expérimental chez la caille japonaise (<i>Coturnix japonica</i>).....	19
Figure 21 : Observation microscopique de la morphologie des spermatozoïdes normaux et anormaux avec le système CASA (G x20) de la caille japonaise (<i>Coturnix japonica</i>)	20
Figure 22 : Morphologie des spermatozoïdes normaux et anormaux (%) du lot témoin et expérimental de la caille japonaise (<i>Coturnix japonica</i>)	21

Liste des tableaux

Tableau 1 : Concentration spermatique ($\times 10^6$ spz/ml) chez différentes espèces	22
Tableau 2 : Vitalité spermatique (%) chez différentes espèces.....	23
Tableau 3 : Anomalies morphologiques des spermatozoïdes (%) chez différentes espèces...	24

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la poudre des graines de nigelle (*Nigella sativa*) sur les paramètres microscopiques de la semence du canal défèrent chez la caille japonaise à l'âge de 10 semaines (*Coturnix japonica*). Un effectif de 200 cailles âgées de 1 semaine ont été réparties en deux lots : un lot témoin recevant une alimentation standard et un lot expérimental recevant une alimentation supplémentée de 2 % de poudre de graines de Nigelle. L'expérimentation a été conduite au Centre Cynégétique de Zéralda, dans des conditions d'élevage contrôlées. A l'âge de 10 semaines, les cailles mâles ont été sacrifiées. Le canal défèrent est prélevé afin d'être utilisé pour l'analyse de la semence. Les paramètres spermatiques analysés sont la concentration en spermatozoïdes, la vitalité et la morphologie ainsi que les anomalies morphologiques des spermatozoïdes. La vitalité ainsi que les anomalies morphologiques ayant été évaluées à l'aide du système d'analyse informatisée CASA (Computer Assisted Sperm Analysis). Les résultats révèlent que la concentration spermatique présente une différence hautement significative entre les deux lots (82,39 % ; $p < 0,001$). Le pourcentage des spermatozoïdes vivants est plus élevé chez le lot expérimental par rapport au lot témoin, mais la différence reste non significative (22,45 % ; $p > 0,05$). Le nombre de spermatozoïdes morphologiquement normaux est supérieur chez le lot témoin, avec une différence également non significative (8,57 % ; $p > 0,05$). En revanche, les anomalies morphologiques des spermatozoïdes présentent une différence significative entre les deux lots pour les anomalies de la tête (85,5 % ; $p < 0,05$) et de la pièce intermédiaire (81,55 % ; $p < 0,05$), tandis que les anomalies du flagelle ne montrent pas de différence significative (16,16 % ; $p > 0,05$). En conclusion, l'effet de la supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle sur les paramètres spermatiques entraîne en particulier une faible amélioration du taux de viabilité des spermatozoïdes.

Mots-clés : Caille japonaise ; *Nigella sativa* ; canal défèrent ; paramètres spermatiques

Abstact

The objective of this study is to evaluate the effect of dietary supplementation with black seed (*Nigella sativa*) powder on microscopic sperm parameters of the vas deferens in adult Japanese quails (*Coturnix japonica*). A total of 200 one-week-old quails were divided into two groups: a control group receiving a standard diet, and an experimental group receiving a diet supplemented with 2% black seed powder. The experiment was conducted at the Cynégétique Center of Zéralda under controlled breeding conditions. At 10 weeks of age, male quails were sacrificed. The vas deferens was collected for semen analysis. The analyzed sperm parameters included sperm concentration, viability, morphology, and morphological abnormalities. Viability and morphological abnormalities were evaluated using the computerized analysis system CASA (Computer Assisted Sperm Analysis). The results reveal that sperm concentration showed a highly significant difference between the two groups (82.39%; $p < 0.001$). The percentage of live sperm was higher in the experimental group compared to the control group, but the difference was not significant (22.45%; $p > 0.05$). The number of morphologically normal sperm was higher in the control group, with no significant difference (8.57%; $p > 0.05$). However, morphological abnormalities of sperm showed a significant difference between the two groups in terms of head abnormalities (85.5%; $p < 0.05$) and midpiece abnormalities (81.55%; $p < 0.05$), while tail abnormalities showed no significant difference (16.16%; $p > 0.05$). In conclusion, dietary supplementation with black seed powder had a slightly positive effect on sperm viability, though overall results suggest limited or unfavorable impact on sperm quality.

Keywords: Japanese quail; *Nigella sativa*; vas deferens; sperm parameters.

ملخص

هدف هذه الدراسة هو تقييم تأثير الإضافة الغذائية لمسحوق حبة البركة (*Nigella sativa*) على المعايير المجهرية للنطاف في القناة الناقلة لدى ذكور السمان الياباني البالغ (*Coturnix japonica*). تم تقسيم 200 فرخًا من السمان بعمر أسبوع إلى مجموعتين: مجموعة شاهدة تتلقى تغذية عادية، ومجموعة تجريبية تتلقى تغذية مدعمة بنسبة 2% من مسحوق حبة البركة. أجريت التجربة في المركز الصيدلاني بزرالدة تحت ظروف تربية مُراقبة. في عمر 10 أسابيع، تم ذبح ذكور السمان، وتم أخذ القناة الناقلة لاستخدامها في تحليل السائل المنوي. المعايير المدروسة شملت تركيز النطاف، والحيوية، والشكل، بالإضافة إلى الشذوذات المورفولوجية للنطاف. تم تقييم الحيوية والتشوهات المورفولوجية باستخدام نظام التحليل

الآلي. CASA (Computer Assisted Sperm Analysis).

أظهرت النتائج أن تركيز النطاف سجل فرقًا ذا دلالة عالية بين المجموعتين (82.39%؛ $p < 0.001$). كانت نسبة النطاف الحية أعلى في المجموعة التجريبية مقارنةً بالمجموعة الشاهدة، لكن الفرق لم يكن معنويًا (22.45%؛ $p > 0.05$). كما أن عدد النطاف السليمة شكليًا كان أعلى لدى المجموعة الشاهدة، دون وجود فرق معنوي (8.57%؛ $p > 0.05$). ومع ذلك، أظهرت الشذوذات المورفولوجية للنطاف فرقًا معنويًا بين المجموعتين فيما يخص تشوهات الرأس (85.5%؛ $p < 0.05$) والقطعة

المتوسطة (81.55%؛ $p < 0.05$)، بينما لم تسجل تشوهات الذيل فرقًا معنويًا (16.16%؛ $p > 0.05$).

وخلاصة القول، فإن الإضافة الغذائية لمسحوق حبة البركة أدت إلى تحسن طفيف في نسبة حيوية النطاف، إلا أن النتائج العامة تشير إلى تأثير محدود أو غير مفيد على جودة النطاف.

الكلمات المفتاحية: السمان الياباني؛ الحبة السوداء؛ القناة الناقلة للمني؛ المعايير المنوية.

Introduction

Introduction

La caille japonaise (*Coturnix japonica*) est largement utilisée en recherche avicole pour ses caractéristiques avantageuses, notamment sa croissance accélérée, sa maturité sexuelle précoce et sa capacité à produire un grand nombre d'œufs fécondés (Sahin et *al.*, 2005). La fertilité chez les oiseaux dépend en grande partie de la qualité du sperme, évaluée par des paramètres tels que la concentration, la vitalité et la morphologie des spermatozoïdes (Froman & Feltmann, 2000).

Face à l'intérêt croissant pour les alternatives naturelles, les graines de Nigelle (*Nigella sativa*) suscitent un intérêt particulier car elles sont connues pour leurs effets antioxydants, anti-inflammatoires et modulateurs hormonaux, notamment sur les hormones sexuelles (Al-Ghamdi, 2001 ; Ahmad et *al.*, 2013). Elles sont riches en thymoquinone et autres composés bioactifs, et sont traditionnellement utilisées pour soutenir la santé générale, y compris la fertilité (Ali & Blunden, 2003).

Plusieurs études ont démontré les effets bénéfiques de la Nigelle sur la reproduction mâle chez les coqs et les rats (Hosseinzadeh et *al.*, 2014 ; Bashandy et *al.*, 2017), cependant les données spécifiques concernant la caille japonaise adulte restent encore limitées (El-Kaiaty et *al.*, 2021).

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet d'une supplémentation alimentaire en poudre des graines de Nigelle à 2 % sur les paramètres spermatiques (concentration, vitalité et morphologie) chez des cailles mâles âgées de 10 semaines.

Ce mémoire comporte deux parties principales :

- ✓ Une partie bibliographique, consacrée à la biologie de la reproduction chez la caille japonaise et aux propriétés pharmacologiques de *Nigella sativa*.
- ✓ Une partie expérimentale, portant sur la méthodologie de travail, les résultats obtenus et leur interprétation par rapport aux données bibliographiques.

Chapitre I :

Revue bibliographique

Chapitre I : Données bibliographiques

I.1. Caille domestique (*Coturnix japonica*)

I.1.1. Origine et historique

La caille japonaise (*Coturnix japonica*), originaire d'Asie de l'Est (principalement du Japon, de la Chine et de la Corée) (Figure 1), est une espèce aviaire dont la domestication remonte à plusieurs siècles. Initialement élevée pour des raisons culturelles et ornementales, en particulier pour la beauté de son chant ; elle a progressivement acquis une importance économique au cours du XX^e siècle, en devenant une espèce exploitée pour la production de viande et d'œufs (Minvielle, 2004).



Figure 1 : Caille japonaise (*Coturnix japonica*) (photo personnelle)

Grâce aux avancées en sélection génétique et en techniques d'élevage, les performances de cette espèce ont été considérablement améliorées. Par ailleurs, le dimorphisme sexuel, observable dès l'âge de trois semaines, notamment au niveau de la coloration thoracique, permet un sexage précoce, ce qui représente un atout majeur en aviculture (Figure 2) (Wilson et *al.*, 1961).

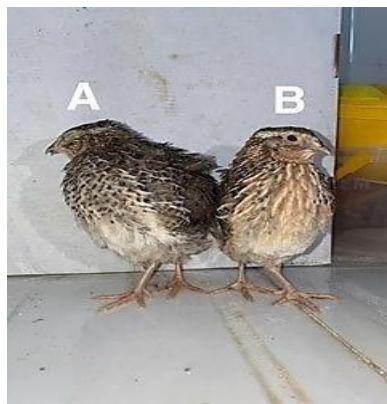


Figure 2 : Dimorphisme sexuel de la caille japonaise adulte (*Coturnix japonica*). Femelle (A) et mâle (B) (photo personnelle)

I.1.2. Classification taxonomique

La classification scientifique de la caille japonaise (Johnsgard, 1988 ; Del Hoyo et *al.*, 1994) est la suivante :

- Règne : Animal
- Embranchement : Chordata
- Classe : Aves
- Ordre : Galliformes
- Famille : Phasianidae
- Genre : Coturnix
- Espèce : *Coturnix japonica*

Elle est génétiquement proche de la caille des blés (*Coturnix coturnix*), avec laquelle elle peut produire une descendance hybride, bien que des différences morphologiques, comportementales et reproductives permettent de les distinguer (Johnsgard, 1988 ; Del Hoyo et *al.*, 1994).

I.1.3. Utilisations de la caille

La caille japonaise (*Coturnix japonica*) est aujourd'hui exploitée dans plusieurs domaines en raison de ses caractéristiques biologiques avantageuses : petite taille, cycle de reproduction court, croissance rapide et bonne adaptation à l'élevage en captivité (Genchev et *al.*, 2005).

Sur le plan agroalimentaire, elle est élevée principalement pour la production d'œufs et, dans une moindre mesure, pour sa viande, prisée pour sa finesse. Les œufs de caille sont également appréciés pour leur richesse en protéines, en acides aminés essentiels et en antioxydants (Genchev et *al.*, 2005).

En recherche scientifique, *Coturnix japonica* constitue un modèle animal précieux dans plusieurs domaines notamment en toxicologie, physiologie, neurobiologie, reproduction et génétique. Sa réponse rapide aux facteurs environnementaux et aux substances expérimentales en fait un outil d'expérimentation largement utilisé (Baumgartner, 1994 ; Minvielle, 2004).

Elle est également utilisée dans des programmes éducatifs et expérimentaux pour l'enseignement de la biologie, notamment en embryologie et en biologie du développement, grâce à la facilité d'accès aux embryons via l'incubation contrôlée des œufs (Genchev et *al.*, 2005).

I.2. Reproduction chez la caille japonaise

I.2.1. Anatomie de l'appareil génital mâle

Chez la caille japonaise (*Coturnix japonica*), l'appareil reproducteur mâle est composé de deux testicules asymétriques, épидидymes, des canaux déférents, d'un phallus non érectile typique des oiseaux (Lake, 1981 ; Lin et *al.*, 2005) (Figure 3) . Situés dans la cavité abdominale, les testicules augmentent de volume à la puberté, marquant le début de la spermatogenèse (Ottinger et *al.*, 2001). Les spermatozoïdes transitent via les canaux efférents et déférents jusqu'au cloaque (Howarth, 1983 ; Bakst, 1998). Le phallus, sous forme d'éminence cloacale, facilite la fécondation par contact cloacal durant la reproduction (Brillard & Bakst, 1997). Cette organisation assure une reproduction rapide et efficace, adaptée à la stratégie reproductive de l'espèce.

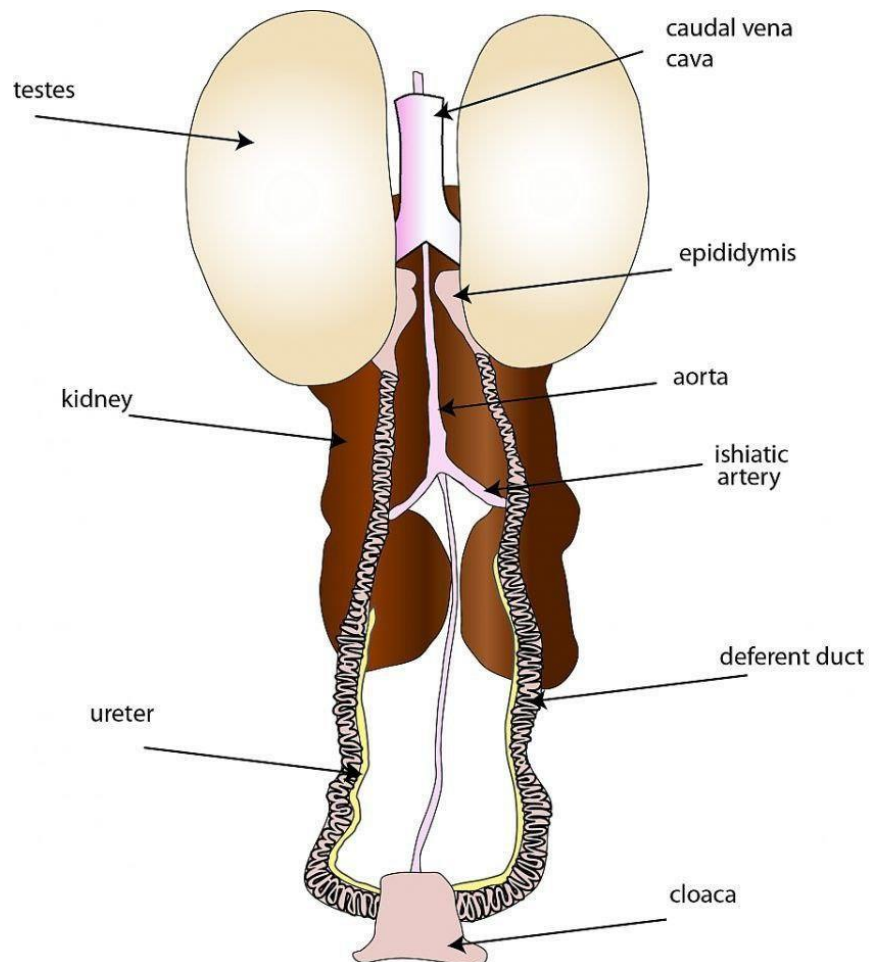


Figure 3 : Anatomie de l'appareil reproducteur mâle (Lewin, 1963)

I.2.2. Spermatogenèse

Chez la caille japonaise, la spermatogenèse se déroule dans les tubules séminifères à partir des spermatogonies, qui évoluent en spermatocytes, spermatides, puis spermatozoïdes matures (Lin et *al.*, 2005). Ce processus est soutenu par les cellules de Sertoli et la testostérone produite par les cellules de Leydig (Etches, 1996).

Les spermatozoïdes sont ensuite transportés vers le cloaque via les canaux efférents et déférents (Lake, 1981). Le sperme est visqueux, blanc et riche en spermatozoïdes, évalués par des critères macroscopiques et microscopiques (Clulow & Jones, 1982).

I.2.3. Régulation hormonale de la reproduction et spermatogenèse

Chez la caille japonaise, la reproduction est contrôlée par l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique. L'hormone hypothalamique, la GnRH (Gonadotropine Releasing Hormone) stimule la libération 2 hormones antéhypophysaires, FSH (Folliculostimulating Hormone) et de LH (Luteinizing Hormone). La FSH agit sur les cellules de Sertoli pour assurer la spermatogenèse tandis que la LH stimule les cellules de Leydig pour produire les hormones gonadiques comme la testostérone, hormone essentielle à la fertilité et au comportement sexuel (Etches, 1996 ; Ottinger et *al.*, 2001).

La spermatogenèse se déroule dans les tubules séminifères et dépend d'un équilibre hormonal et oxydatif stable (Lin et *al.*, 2005). La qualité du sperme (mobilité, concentration, viabilité) reflète l'état de santé reproductive, influencée par des facteurs comme l'âge, la photopériode ou l'alimentation (Clulow & Jones, 1982 ; Goldman, 2001).

I.3. *Nigella sativa*

I.3.1. Historique

Nigella sativa, communément appelée cumin noir ou graine de Nigelle, est une plante médicinale ancestrale utilisée depuis plus de 2000 ans. Répandue dans les civilisations anciennes, notamment en Égypte, en Inde et dans le monde arabo-musulman. Elle est mentionnée dans les écrits de médecins comme Hippocrate, Dioscoride et Avicenne (Ali & Blunden, 2003). Ses graines étaient réputées pour traiter divers pathologies allant des troubles digestifs aux infections cutanées (Zohary et Hopf, 2000).

I.3.2. Classification botanique

La classification botanique de *Nigella arvensis* (Prajapati et *al.*, 2023) est la suivante :

- ✓ Règne : *Plantae*
- ✓ Sous-règne : Tracheobionta
- ✓ Division : Magnoliophyta
- ✓ Classe : Magnoliopsida
- ✓ Ordre : Ranunculales
- ✓ Famille : Ranunculaceae
- ✓ Genre : *Nigella*
- ✓ Espèce : *Sativa*

I.3.3. Description botanique

Nigella arvensis est une plante herbacée annuelle, dressée et ramifiée, mesurant de 20 à 60 cm. Elle possède des feuilles finement divisées, linéaires, et des fleurs solitaires bleu pâle ou blanches, avec une morphologie caractéristique (Ramadan, 2016 ; Dalli et *al.*, 2022)(Figure 4). Le fruit est une capsule composée de plusieurs follicules contenant des graines noires anguleuses à texture rugueuse et à odeur spécifique (Ahmad et *al.*, 2013 ; Encyclopédia Britannica).



Figure 4 : *Nigella arvensis* : fleurs (a-b), huile (c) et graines (d) (Ahmad et *al.*, 2017)

I.3.4. Constituants biochimiques

Les graines de *Nigella sativa* sont riches en composés bioactifs (Ali & Blunden, 2003; Cheikh-Rouhou et *al.*, 2007 ; Siddiqui et *al.*, 2016) suivants :

- Huiles fixes (30 à 40 %) : acides gras insaturés (linoléique, oléique, palmitique)
- Huiles essentielles : thymoquinone (principal composé), p-cymène, carvacrol
- Protéines (20–27 %) : dont des acides aminés essentiels
- Saponines, alcaloïdes, flavonoïdes et tanins
- Minéraux : calcium, fer, zinc, magnésium, potassium
- Vitamines : B1, B2, B3, C et E.

I.3.5 Effets thérapeutiques

De nombreuses recherches ont montré les effets thérapeutiques de *Nigella sativa* (El-Tahir et *al.*, 2003 ; Gali-Muhtasib et *al.*, 2006; Randhawa & Alghamdi, 2011) comme :

- **Activité antioxydante** : réduction du stress oxydatif par piégeage des radicaux libres
- **Activité anti-inflammatoire** : inhibition des médiateurs de l'inflammation
- **Effet antimicrobien** : action contre diverses bactéries et champignons
- **Propriétés immunomodulatrices** : stimulation des cellules immunitaires
- **Effets sur la reproduction** : amélioration de la spermatogenèse et protection des tissus testiculaires.

Chapitre II :

Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Objectif de l'étude

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'effet de la supplémentation alimentaire en poudre de graines de Nigelle (*Nigella sativa*) sur les caractéristiques spermatiques microscopiques du canal déférent chez la caille japonaise adulte, en analysant des paramètres tels que la concentration, la vitalité et les anomalies morphologiques des spermatozoïdes.

II.2. Lieu et conditions d'élevage

L'expérimentation a été réalisée sur des cailles japonaises (*Coturnix japonica*) élevées au Centre Cynégétique de Zéralda (Figure 5), situé à 30 km à l'ouest d'Alger, sur la route de Mahelma, dans la forêt de Zéralda (latitude 36,70106° N, longitude 2,86126° E), durant la période de février à mai 2025.



Figure 5 : Entrée du centre Cynégétique de Zéralda (photo personnelle)

Le bâtiment est spécifiquement aménagé pour l'élevage de caille japonaise (*Coturnix japonica*) (Figure 6).



Figure 6 : Façade du bâtiment d'élevage (photo personnelle)

Par ailleurs, durant les premiers jours suivant l'éclosion, un traitement prophylactique a été administré dans l'eau d'abreuvement, à base d'érythromycine et d'un complexe vitaminique (Vigal 2X) (Figure 7) afin de renforcer l'immunité et prévenir les infections précoces.



Figure 7: Poudre « Vigal 2 X ® » (photo personnelle)

II.3. Méthode d'incorporation de la poudre de graines de Nigelle à l'aliment

Les graines de *Nigella sativa* ont été achetées auprès d'un fournisseur local (Figure 8), puis broyées sur place pour obtenir une poudre homogène (Figure 9) .



Figure 8 : Graines de Nigelle



Figure 9: Broyage des graines de Nigelle (a) et (b)

Au laboratoire du Centre Cynégétique de Zéralda, la poudre a été pesée à l'aide d'une balance électronique (Figure 10). Pour chaque kilogramme de ration, 20 g de poudre des graines de Nigelle ont été ajoutés à 980 g d'aliment (Figure 11), pour obtenir une ration à 2% de poudre

de graines de Nigelle.



Figure 10 : Pesée de la poudre de graines de Nigelle



Figure 11 : Mélange de l'aliment avec la poudre de graines de Nigelle

L'aliment utilisé est composé principalement de maïs, de tourteaux de soja, ainsi que d'un complément de minéraux et de vitamines (Figure 14). Le mélange a été homogénéisé manuellement (Figure 12) avant d'être distribué *ad libitum*, chaque jour, aux cailles du lot expérimental pendant toute la durée de l'étude, soit jusqu'à la 10^e semaine.

GROUPE AVICOLE CENTRE "ORAC"		
Spa au capital Social de : 3 554 200 000 DA		
UNITÉ DE PRODUCTION DE HYATRA	وحدة إنتاج أغذية الأنعام حظائرية	
CROISSANCE	دجاج للاستهلاك	
POULET DE CHAIR	مرحلة النمو	
Aliment complet	غذاء كامل	
supplémenté vitaminisé	مزود ومثمن	
التكوين:		
MAÏS, TOURTEAUX DE SOJA, الذرة، كسب الصويا، مجلف الطحين،		
BRISÉS DE MEUNIERE, CALCAIRE, كالكو، فوسفات، ملح، سوماتش أميني،		
PHOSPHATE, SEL, ACIDES AMINÉS, الحامض التادري-فوناميتات، مضادات		
OLIGO-ELEMENTS, POLYVITA- للأكسدة		
MINES, ANTIOXYDANT		
التكميلات:		
ANTIOXYDANT	B.H.T	مضادات للأكسدة
ANTIOXYDANT	SACOX	مضادات للأكسدة
VITAMINES	A E D6 K3 B1 B2 B6 B12 PP	فيتامينات
POIDS Net : 50 Kg	الوزن الصافي 50 كغ	
Fabriqué le :	تاريخ الإنتاج :	
A consommer avant 06 mois après la date de fabrication		
يستهلك قبل 06 أشهر من تاريخ الإنتاج		
تأريخ الإنتاج :		
Recommandations :		
Utilisation : Du 11ème au 42 ème jour		
المدة : من اليوم الحادي والاربعون		
Normes de consommations : 90g/sujet/jour		
المراس الواحد		
Prévoir 2.25Kg/sujet/jour		
La période de croissance		
Unité Aliment du betails		
Htatba - Roum - El-Affroune		
Tel : 0661-980		

Figure 12: Composition de l'aliment de base

II.4. Matériel biologique

L'étude a porté sur 200 cailles japonaises (*Coturnix japonica*), âgées de 1 semaine au début de l'expérimentation. Les sujets ont été répartis en deux lots :

→ Lot témoin : recevant une ration standard.

→ Lot expérimental : recevant la même ration supplémentée de 2% de poudre de graines de *Nigella sativa*.

A 10 semaines d'âge 12 mâles de chaque lot témoin et expérimental ont été utilisés pour l'analyse des paramètres spermatiques.

II.5. Matériel non biologique

Le matériel de collecte et de laboratoire utilisés lors du présent travail sont présentés dans la partie annexe.

II.6. Récolte de la semence

A la fin de la 10^e semaine, 12 mâles du lot témoin et 12 mâles du lot expérimental ont été sacrifiés par saignée selon la méthode islamique (Figure 13). Le testicule, l'épididyme et le canal déférent du côté gauche ont été soigneusement prélevés et déposés sur une plaque chauffante à 37 °C (Figure 14).

A l'aide de deux pinces, une pression douce a été exercée le long du canal déférent gauche pour extraire le liquide spermatique (Figure 15), qui a été par la suite déposé directement dans 02 tubes Eppendorf, un contenant 200 µl de sérum physiologique et l'autre 200 µl de fixateur dilué à 10% d'eau distillée en vue d'analyses spermatiques.



Figure 13 : Méthode de sacrifice par saignée



Figure 14 : Prélèvement du testicule, épидидyme, déférent



Figure 15 : Méthode d'extraction du liquide spermatique

II.7. Évaluation des paramètres spermatiques

II.7.1. Concentration en spermatozoïdes

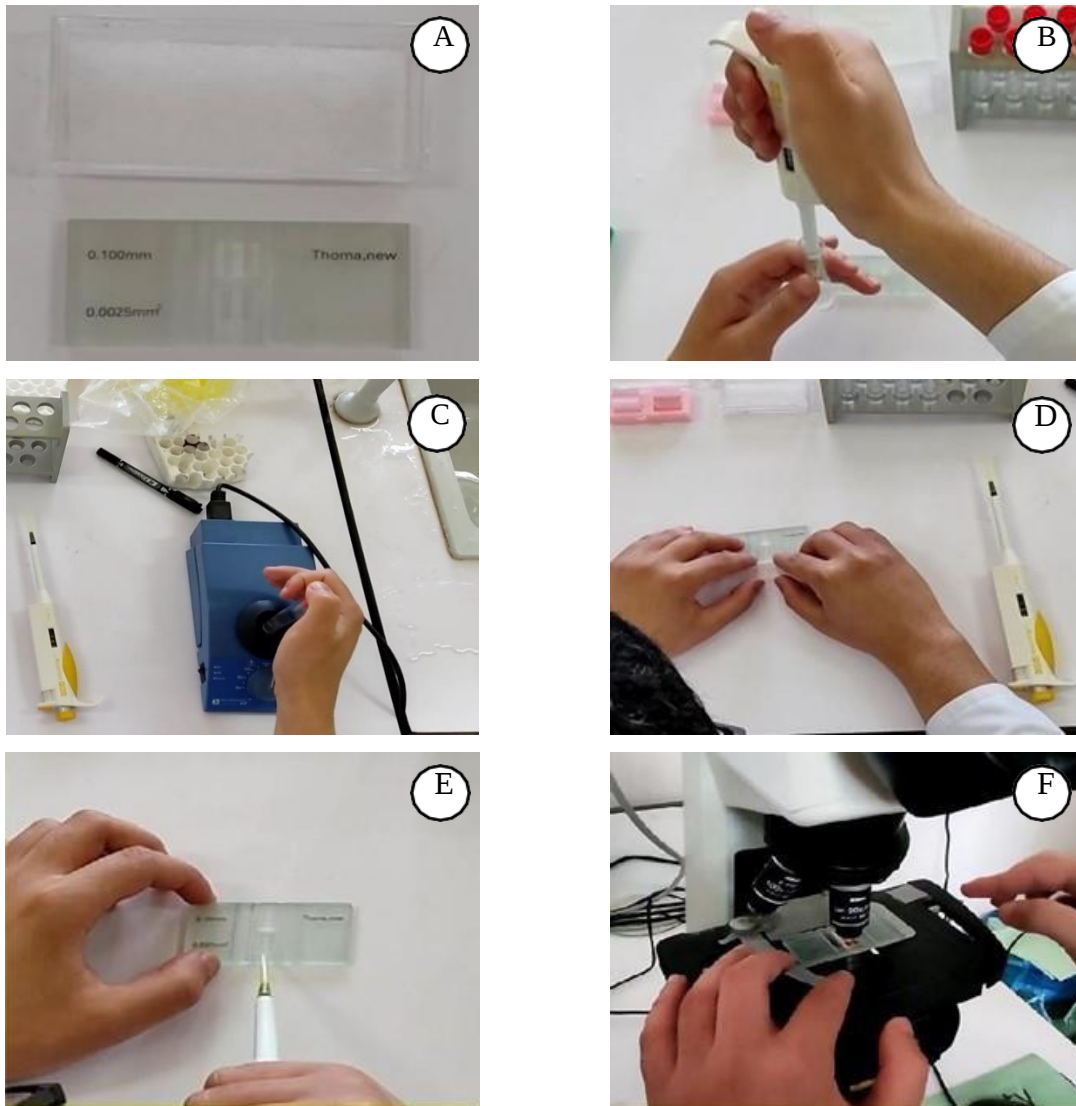
Les étapes d'évaluation de la concentration en spermatozoïdes à l'aide d'un hématimètre sont représentées dans la figure 16.

La concentration en spermatozoïdes a été déterminée à l'aide d'un hématimètre de type cellule de Thoma (Figure 16A), qui comprend deux grilles. Chaque grille est divisée en 16 grands carrés eux-mêmes subdivisés en 16 petits carrés.

Pour l'analyse, 10 μL de liquide spermatique ont été prélevés à l'aide d'une micropipette, puis dilués dans 1990 μL de formol à 10 %, afin de fixer et de stabiliser les spermatozoïdes (dilution finale à 1/200) (Figure 16B). La solution obtenue a été homogénéisée à l'aide d'un vortex (Figure 16C).

La cellule de Thoma a ensuite été préparée comme suit (Figure 16D) : une lamelle humidifiée est fixée en la faisant glisser délicatement pour assurer une bonne adhérence. Une goutte de la solution diluée est ensuite déposée au bord de la lamelle pour remplir les deux grilles par capillarité (Figure 16E).

Après un temps de repos de 10 minutes pour permettre la sédimentation des spermatozoïdes, la cellule est observée au microscope à contraste de phase (x40) (Figure 16F). Le dénombrement est réalisé dans les deux colonnes centrales de chaque grille (soit 8 grands carrés au total par grille). Les spermatozoïdes situés sur les lignes supérieures et droites ne sont pas comptabilisés, conformément aux règles de comptage standard.



A : Hématimètre de type cellule de Thoma ; B : Prélèvement du liquide spermatique dilué à l'aide d'une micropipette ; C : Homogénéisation de la solution à l'aide d'un agitateur vortex ; D : Préparation de la cellule de Thoma ; E : Remplissage des deux grilles de Thoma par capillarité ; F : Observation de la cellule de Thoma au microscope à contraste de phase (x40).

Figure 16: Étapes d'évaluation de la concentration en spermatozoïdes à l'aide d'un hématimètre

Le calcul de la concentration spermatique (Cn), exprimée en nombre de spermatozoïdes par millilitre, est effectué selon la formule décrite par Jacky (2007) :

$$Cn = \frac{x \times D \times 1000}{\text{volume compté} \times 2}$$

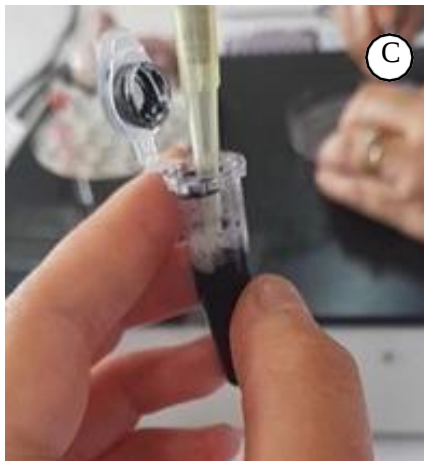
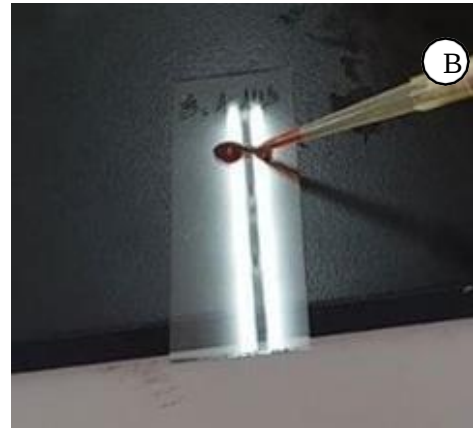
où :

- X : représente le nombre total de spermatozoïdes comptés dans les deux grilles,
- D : est le facteur de dilution (ici 200),
- Volume compté = 0,032 mm³ (volume de 16 grands carrés),
- Le facteur 2 correspond aux deux grilles utilisées pour la lecture.

II.7.2. Vitalité

L'analyse de la viabilité (Figure 17) consiste à déterminer le pourcentage de spermatozoïdes vivants et morts par coloration vitale (éosine-nigrosine), suivie d'une observation au système CASA (Computer-Aided Sperm Analysis) à un grossissement de x20.

Pour cela, un frottis coloré est préparé comme suit : 10 µL de la semence fraîche dilué dans l'eau physiologique au 1/200 sont déposés sur une lame porte objet dégraissée (Figure 17A). Ensuite, 10 µL d'éosine sont ajoutés sur l'échantillon dilué (Figure 17B), suivis de 10 µL de nigrosine (Figure 17C). Le mélange obtenu est ensuite homogénéisé et étalé uniformément à l'aide du bord d'une seconde lame maintenue à un angle de 45°, afin d'obtenir un frottis homogène coloré (Figure 17D). Le frottis ainsi préparé est laissé sécher à l'obscurité avant d'être observé au microscope.



A : Frottis de semence préparé en déposant 10 μL d'éjaculat frais sur une lame microscopique;
 B : Ajout de 10 μL de colorant éosine sur la lame microscopique; C : Ajout de 10 μL de colorant nigrosine sur la lame microscopique ; D : Mélange étalé uniformément à l'aide d'une seconde lame inclinée à 45°.

Figure 17 : Étapes de préparation du frottis coloré à éosine-nigrosine pour évaluer la vitalité des spermatozoïdes

Après séchage, le frottis spermatique coloré est observé à l'aide du système CASA. Pour chaque lame, 200 spermatozoïdes sont comptés afin de garantir une estimation représentative.

L'interprétation des lames colorées à l'éosine-nigrosine repose sur la coloration de la tête des spermatozoïdes :

- ✓ Les spermatozoïdes vivants présentent une tête blanche (non colorée),
- ✓ Les spermatozoïdes morts présentent une tête rouge (colorée par l'éosine).

II.7.3. Morphologie

L'analyse morphologique permet de détecter d'éventuelles anomalies dans la structure des spermatozoïdes. Cette observation est réalisée à partir du même frottis coloré utilisé pour le test de viabilité, en utilisant le système CASA avec un grossissement de 20. L'évaluation porte sur 200 spermatozoïdes afin d'obtenir des résultats représentatifs.

Les anomalies morphologiques observées portent les différentes parties du spermatozoïde :

- La tête
- La pièce intermédiaire
- La gouttelette cytoplasmique résiduelle
- La queue ou flagelle

II.8. Analyse statistique des résultats

Les données obtenues ont été exprimées sous forme de moyenne arithmétique $\pm$ erreur standard à la moyenne (ESM).

- Moyenne arithmétique : $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$

Avec x_i représentant les valeurs individuelles et n le nombre total de données.

- Erreur standard à la moyenne (ESM) : $ESM = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ avec $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

Où σ : est l'écart-type.

La comparaison entre les moyennes des deux groupes (témoin et expérimental) a été réalisée à l'aide du test **t** de **Student-Fisher**, en utilisant le logiciel **Past** selon la formule suivante :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad \text{avec} \quad s^2 = \frac{\sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 + \sum (x_2 - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Où :

- $\bar{x}_1$ et $\bar{x}_2$: moyennes des deux groupes,
- n_1 et n_2 : effectifs de chaque groupe,
- s^2 : variance combinée.

→ 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:

Différence en % = $((\text{Valeur expérimentale} - \text{valeur témoin}) / \text{valeur témoin}) \times 100$

Chapitre IV :

Discussion

Chapitre IV : Discussion

IV.1. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la concentration des spermatozoïdes

Les données de la concentration des spermatozoïdes enregistrées dans notre étude chez la caille japonaise adulte, répartie en lot témoin et lot supplémenté en poudre des graines de Nigelle à 2 %, sont discutées en comparaison avec les résultats d'études similaires menées chez diverses espèces (Tableau 1).

Tableau 1 : Concentration spermatique ($\times 10^6$ spz/ml) chez différentes espèces

Espèce	Pays	Forme, dose de <i>Nigella sativa</i>	Concentration spermatique ($\times 10^6$ spz/ml)		Références bibliographiques
			Lot T	Lot E	
Caille	Algérie	Poudre, 2 %	40,3 $\pm$ 5,50	7,1 $\pm$ 2,11	Résultats personnels
Coq	Irak	Poudre, 1–2 %	23,1	29,8	Al-Daraji et al. (2010)
	Egypte	Poudre, 0,5–2 %	25,6 $\pm$ 1,12	30,1 $\pm$ 0,98	Hassan et al. (2016)
Rat	Malaisie	Poudre, 1 g/kg	36,2 $\pm$ 2,13	49,6 $\pm$ 3,45	Mukhallad et al. (2009)
	Irak	Extrait alcoolique, 1,5 g/kg	31,5 $\pm$ 2,80	47,8 $\pm$ 3,00	Al-Sa'aidi et al. (2009)
	Egypte	Huile, 1 ml/kg	28,9 $\pm$ 2,14	42,7 $\pm$ 2,77	Bashandy (2007)

Nos résultats sont en désaccord avec ceux rapportés par Al-Daraji et al. (2010) et Hassan et al. (2016), qui ont montré une augmentation significative de la concentration spermatique chez des coqs supplémentés avec différentes doses de poudre de *Nigella sativa*. Au contraire, notre étude montre une baisse marquée de la concentration spermatique chez les cailles japonaises supplémentées avec 2 % de poudre de *Nigella sativa*, à l'âge adulte (10 semaines). Cette différence (82,39 %) est statistiquement hautement significative ($p < 0,001$). Nos résultats diffèrent également de ceux obtenus chez d'autres espèces. Par exemple, chez le rat, plusieurs travaux ont démontré une amélioration nette de la spermatogenèse et des paramètres spermatiques après traitement à la *Nigella sativa*. C'est le cas des études de Bashandy (2007), Mukhallad et al. (2009) et Al-Sa'aidi et al. (2009) qui ont tous observé une augmentation de la concentration après administration de poudre ou d'extraits de Nigelle.

IV.2. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la vitalité des spermatozoïdes

Les données de la vitalité des spermatozoïdes enregistrées dans notre étude chez la caille japonaise adulte, répartie en lot témoin et lot supplémenté en poudre des graines de Nigelle à 2 %, sont discutées en comparaison avec les résultats d'études similaires menées chez diverses espèces (Tableau 2).

Tableau 2 : Vitalité spermatique (%) chez différentes espèces

Espèce	Pays	Forme, dose de <i>Nigella sativa</i>	Vitalité spermatique (%)		Références bibliographiques
			Lot T	Lot E	
Caille	Algérie	Poudre, 2 %	22,6 ± 5,06	27,6 ± 4,13	Résultats personnels
Coq	Irak	Poudre, 1–2 %	65,2 ± 2,10	72,6 ± 2,50	Al-Daraji et al. (2010)
Rat	Malaisie	Poudre, 1 g/kg	60,8 ± 4,10	79,2 ± 3,90	Mukhallad et al. (2009)
	Irak	Extrait, 1,5 g/kg	55,0 ± 3,20	74,5 ± 2,80	Al-Sa'aidi et al. (2009)
	Egypte	Huile, 1 ml/kg	58,6 ± 2,30	76,9 ± 2,00	Bashandy (2007)

Ces résultats sont en accord avec certaines études menées chez d'autres espèces. Chez le rat, Mukhallad et al. (2009) et Al-Sa'aidi et al. (2009) ont rapporté une augmentation significative de la vitalité des spermatozoïdes après administration de *Nigella sativa*. De même, Bashandy (2007) a observé une amélioration de la vitalité chez des rats hyperlipidémiques supplémentés avec de l'huile de Nigelle (1 ml/kg). Chez le coq, Al-Daraji et al. (2010) ont noté une augmentation de la vitalité chez les coqs traités avec 1 à 2 % de poudre des graines de Nigelle, ce qui corrobore l'effet potentiel bénéfique observé dans notre étude.

IV.3. Effet de la poudre de graines de Nigelle sur la morphologie des spermatozoïdes

Les données des anomalies morphologiques des spermatozoïdes enregistrées dans notre étude chez la caille japonaise adulte, répartie en lot témoin et lot supplémenté en poudre des graines de Nigelle à 2 %, sont discutées en comparaison avec les résultats d'études similaires menées chez différentes espèces (Tableau 3).

Tableau 3 : Anomalies morphologique des spermatozoïdes (%) chez différentes espèces

Espèces	Lots	Anomalies morphologique des spermatozoïdes (%)				Références bibliographiques
		Normaux	Tête	Pièce intermédiaire	Flagelle	
Caille japonaise	Témoin	63,7 ± 6,05	6,8 ± 1,46	2,7 ± 0,84	24,5 ± 5,06	Résultats personnels
	Expérimental (Nigelle à 2 %)	58,2 ± 3,01	12,7 ± 1,53	0,5 ± 0,17	28,5 ± 2,39	
Coq	Témoin	56,1	9,2	ND	20,4	Al-Daraji et al. (2010)
Dindon	Phytogéniques	65,0	10,2	1,3	25,8	Hussein et al. (2016)

ND = Non Déterminé.

Le pourcentage des spermatozoïdes morphologiquement normaux observé dans le lot témoin ($63,67 \pm 6,05 \times 10^6$ spz/ml) est relativement élevé et conforme aux valeurs rapportées par Al-Daraji et al. (2010) chez le coq (56,15 %). En revanche, une légère diminution est observée dans le lot supplémenté ($58,21 \pm 3,01 \times 10^6$ spz/ml), sans différence significative.

Concernant les anomalies de la tête, une augmentation significative est notée dans le lot expérimental ($12,67 \pm 1,53 \times 10^6$ spz/ml) par rapport au lot témoin ($6,83 \pm 1,46 \times 10^6$ spz/ml). Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées chez le coq par Al-Daraji et al. (2010), ce qui pourrait indiquer une sensibilité particulière de la région céphalique du spermatozoïde aux composants bioactifs de la Nigelle.

À l'inverse, les anomalies de la pièce intermédiaire sont significativement réduites dans le lot traité ($0,5 \pm 0,17 \times 10^6$ spz/ml) comparées au témoin ($2,71 \pm 0,84 \times 10^6$ spz/ml). Cette amélioration pourrait s'expliquer par l'effet antioxydant de la thymoquinone, principal composant de *Nigella sativa*, tel que décrit par Bashandy et al. (2017) chez les volailles.

Enfin, les anomalies du flagelle sont légèrement plus élevées dans le lot supplémenté ($28,46 \pm 2,39 \times 10^6$ spz/ml) que dans le lot témoin ($24,5 \pm 5,06 \times 10^6$ spz/ml), sans différence statistiquement significative. Des valeurs similaires ont été rapportées par Hussein et al. (2016) chez le dindon, où les altérations flagellaires n'étaient pas significativement affectées par des suppléments phytogéniques.

Conclusion

Conclusion

Dans la présente étude, la supplémentation alimentaire en poudre de graines de nigelle chez les cailles japonaises mâles a entraîné une légère amélioration de la viabilité, avec une différence non significative entre les deux lots (témoin et expérimental). Cet effet peut être attribué aux propriétés antioxydantes et modulatrices des hormones de ses composés bioactifs, en particulier la thymoquinone et les acides gras essentiels. Le nombre des spermatozoïdes morphologiquement normaux est plus élevé chez le lot témoin comparé au lot expérimental avec une différence non significative. Les anomalies morphologiques des spermatozoïdes des 2 lots présentent une différence significative pour les anomalies de la tête de la pièce intermédiaire alors que les anomalies du flagelle présentent une différence non significative. L'efficacité de la poudre de graines de nigelle semble dépendre de plusieurs facteurs, tels que la quantité utilisée, la durée de supplémentation, le type de ration, l'âge des volailles et les conditions d'élevage. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comprendre les mécanismes d'action de cette plante, non seulement sur les paramètres spermatiques, mais aussi sur les performances de production chez les cailles.

En perspective, d'autres expérimentations devraient être menées sur un effectif plus important de cailles, avec différents taux d'incorporation de poudre de graines de *Nigella sativa*. Ces expérimentations devraient prendre en compte le dosage des principales hormones impliquées dans le contrôle de l'activité reproductive.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Ahmad, A., Husain, A., Mujeeb, M., Khan, S. A., Najmi, A. K., Siddique, N. A., Damanhour, Z. A., & Anwar, F. (2013). A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(5), 337–352. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60075-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60075-1)
- Ali, B. H., & Blunden, G. (2003). Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research*, 17(4), 299–305. <https://doi.org/10.1002/ptr.1309>
- Al-Daraji, H. J., Al-Hayani, W. K., Al-Hassani, A. S., & Mirza, H. A. (2010). Effect of dietary supplementation with black seed (*Nigella sativa*) on reproductive traits of male quail (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Poultry Science*, 9(10), 998–1003.
- Al-Ghamdi, M. S. (2001). The anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella sativa*. *Journal of Ethnopharmacology*, 76(1), 45–48. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(01\)00216-1](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00216-1)
- Al-Sa'aidi, J.A.H., Al-Khuzai, A.L.D., & Al-Zobaydi, N.F.H. (2009). Effect of alcoholic extract of *Nigella sativa* on fertility in male rats. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 23(1), 123–128. https://journals.vetmedmosul.com/article_168197.html
- Bakst, M. R. (1998). Structure of the avian oviduct with emphasis on sperm storage in poultry. *Journal of Experimental Zoology*, 282(4–5), 618–626.
- Bashandy, S.A.E. (2007). Effect of fixed oil of *Nigella sativa* on male fertility in hyperlipidemic rats. *International Journal of Pharmacology*, 3(4), 369–375. <https://doi.org/10.3923/ijp.2007.369.375>
- Bashandy, A. E., & Alwasel, S. H. (2017). *Nigella sativa* and thymoquinone protect against oxidative stress and reproductive toxicity induced by cypermethrin in male mice. *Toxicology and Industrial Health*, 33(6), 480–490.
- Baumgartner, J. (1994). Japanese quail as a model animal in biological research. *Folia Veterinaria*, 38(1–2), 25–30.
- Brillard, J. P., & Bakst, M. R. (1997). Quantification of spermatozoa in the sperm-storage tubules of turkey hens and its relationship to sperm numbers in the perivitelline layer of eggs. *Biology of Reproduction*, 56(6), 1462–1467.
- Cheikh-Rouhou, S., Hentati, B., Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., & Attia, H. (2007).

- Nigella sativa* L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food Chemistry*, 101(2), 673–681. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.022>
- **Clulow, J., & Jones, R. C. (1982).** Production, transport, maturation and storage of spermatozoa in the male Japanese quail. *Journal of Reproduction and Fertility*, 64(2), 259–266.
 - **Dalli, M., El Hassani, F. Z., Cherrah, Y., Alaoui, K., & Faouzi, M. E. A. (2022).** *Nigella sativa*: A comprehensive review of its phytochemistry, pharmacological effects, clinical studies, and toxicology. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(24), 13410. <https://doi.org/10.3390/ijms252413410>
 - **Del Hoyo, J., Elliott, A., & Sargatal, J. (1994).** *Handbook of the Birds of the World* (Vol. 2). Lynx Edicions.
 - **El-Kaiaty, H. M., El-Kazaz, S. E., & Wahdan, A. A. (2021).** Effect of dietary black seed (*Nigella sativa*) on reproductive performance and semen quality of Japanese quail males. *Journal of Animal and Poultry Production*, 12(4), 159–168.
 - **El-Tahir, K. E. H., Ashour, M. M., & Al-Harbi, M. M. (2003).** The respiratory effects of the volatile oil of the black seed (*Nigella sativa*) in guinea pigs: Elucidation of the mechanism(s) of action. *General Pharmacology*, 35(6), 373–381.
 - **Etches, R. J. (1996).** *Reproduction in Poultry*. CAB International.
 - **Froman, D. P., & Feltmann, A. J. (2000).** Sperm mobility: A quantitative trait of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Biology of Reproduction*, 62(2), 495–500.
 - **Gali-Muhtasib, H., Roessner, A., & Schneider-Stock, R. (2006).** Thymoquinone: A promising anti-cancer drug from natural sources. *International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 38(8), 1249–1253.
 - **Genchev, A., Mihaylova, G., Ribarski, S., & Oblakova, M. (2005).** Meat quality and composition of Japanese quail. *Trakia Journal of Sciences*, 3(2), 58–63.
 - **Goldman, B. D. (2001).** Mammalian photoperiodic system: Formal properties and neuroendocrine mechanisms of photoperiodic time measurement. *Journal of Biological Rhythms*, 16(4), 283–301.
 - **Hosseinzadeh, H., Parvardeh, S., Nassiri-Asl, M., & Mansouri, M. T. (2014).** Neuroprotective effects of thymoquinone, the major constituent of *Nigella sativa* seeds, in mice. *Phytomedicine*, 21(5), 530–539.
 - **Hussein, E.O.S., Ahmed, S.H., Abudabos, A.M., Suliman, G.M., Al-Owaimer, A.N., & Swelum, A.A. (2016).** Effect of phytogetic feed additives on reproductive performance, semen quality, and fertility of male turkeys. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(2), 237–244. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0147>

- **Howarth, B. (1983).** Fertility and embryonic mortality in turkeys. *Poultry Science*, 62(10), 2113–2119.
- **Johnsgard, P. A. (1988).** *Quail, Bobwhite and Scaled*. University of Nebraska Press.
- **Lake, P. E. (1981).** Male genital organs. In A. S. King & J. McLelland (Eds.), *Form and Function in Birds* (Vol. 2, pp. 1–62). Academic Press.
- **Lin, M., Chang, L., & Yang, Z. (2005).** The characteristics of testicular development and spermatogenesis in Japanese quail. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(2), 170–176.
- **Minvielle, F. (2004).** The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal*, 60(4), 500–507.
- **Mukhallad, A.B., Ahmad, F.K., & Sulaiman, W.R.W. (2009).** *The effects of black seeds (Nigella sativa) on the reproductive system of male rats*. World Academy of Science, Engineering and Technology, 3(9), 539–544. <https://publications.waset.org/9998>
- **Ottinger, M. A., Lavoie, E., & Reed, B. (2001).** The use of Japanese quail in reproductive toxicology. In M. C. Kato (Ed.), *Methods in Toxicology* (Vol. 23, pp. 17–30). Academic Press.
- **Prajapati, D., Mehta, N., & Patani, P. (2023).** A review on *Nigella sativa* (black seed): A miracle herb. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 16(2), 1–8. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2023.v16i2.46539>
- **Ramadan, M. F. (2016).** *Nigella (Nigella sativa L.) oils*. In V. R. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 735–743). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00082-7>
- **Randhawa, M. A., & Alghamdi, M. S. (2011).** Anticancer activity of *Nigella sativa* (black seed) – A review. *American Journal of Chinese Medicine*, 39(6), 1075–1091.
- **Sahin, K., Onderci, M., Cikim, G., & Tuzcu, M. (2005).** Effects of dietary vitamin C and vitamin E supplementation on sperm quality of male Japanese quails. *Nutrition*, 21(1), 90–97.
- **Siddiqui, M. N., Shahid, M., Khalid, M., & Arshad, M. (2016).** Phytochemical screening and pharmacological evaluation of *Nigella sativa* seeds for antimicrobial and analgesic activities. *Pharmacognosy Journal*, 8(2), 100–107.
- **Wilson, W. O., Abbott, U. K., & Abplanalp, H. (1961).** The Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) as a laboratory research animal. *Iowa State University Science Journal*, 36(4), 585–592.
- **Zohary, D., & Hopf, M. (2000).** *Domestication of Plants in the Old World* (3rd ed.). Oxford University Press.

Annexe

Annexes

Matériel utilisés dans la partie expérimentale

1. Matériel de collecte de la semence

- Plaque chauffante régler a 37°. (figure 1)
- outils de dissection (figure 2)

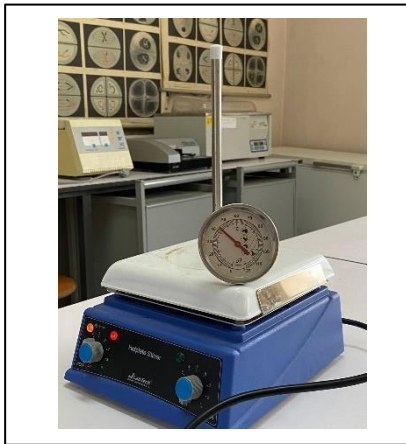


Figure 1 : Plaque chauffante



Figure 2 : Instruments de dissection

2. Matériel de laboratoire pour l'analyse de la semence

- Pipettes pasteurs et micropipettes avec embouts à usage unique (embouts jaunes et bleus) pour les différents prélèvements.
- Tubes Eppendorf (1,5ml) pour préparer les différentes solutions.
- Lames, lamelles pour les différentes observations microscopiques.
- Microscope photonique de type Optika (Figure 3) , qui permet de grossir l'image d'un objet de petites dimensions.
- Système CASA (Computer-Aided Sperm Analysis) (Figure 4), logiciel utilisé permet de quantifier plusieurs paramètres de vitalité et morphologie.
- Cellule de Thomas (Figure 5), qui est un hématimètre qui permet de compter le nombre de cellules en suspension dans une solution.
- Bain marie, pour la conservation de la semence à 37 °C (Figure 6).
- Vortex pour l'homogénéisation des solutions (Figure 7)



Figure 3 : Microscope photonique de type optika

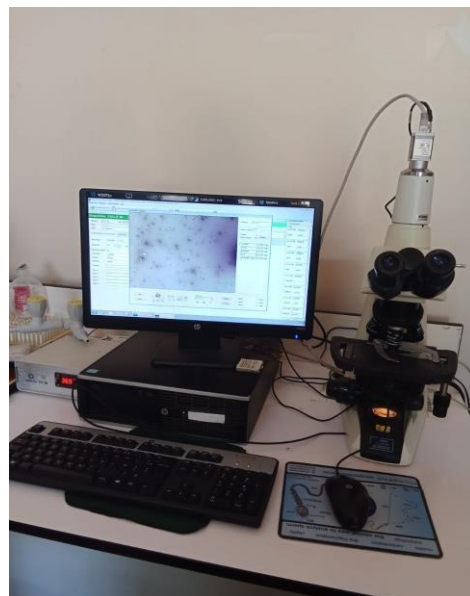


Figure 4 : Système CASA



Figure 5 : Cellule de Thomas



Figure 6 : Bain marie



Figure 7 : Vortex

3. Solutions de l'analyse de la semence

→ Eosine et nigrosine utilisé pour la coloration dans le test de la vitalité et la morphologie (Figure 8).



Figure 8 : Eosine (E) et nigrosine (N)

→ Formol à 10% utilisé afin de diluer la semence pour la concentration.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة سعد دحلب، البليدة 1
Université Saad Dahleb, Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et Agroécologie

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme d'un Master Académique

Option

Biotechnologie et Pathologie Moléculaire

Thème

**Effet de la poudre des graines de nigelle sur les paramètres
microscopiques de la semence du canal déférent chez la
caille japonaise à l'âge de 10 semaines**

Présenté par :

BENSEDIRA Ichrak et DEGHEB Lina

Soutenu le : 10/07/2025

Devant le Jury :

<i>TERZALI Dalila</i>	<i>MCA</i>	<i>ISV, Blida 1</i>	<i>Présidente</i>
<i>ZATRA Yamina</i>	<i>MCB</i>	<i>SNV, Blida 1</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>FERROUK Mostapha</i>	<i>MCA</i>	<i>ISV, Blida 1</i>	<i>Promoteur</i>
<i>BOUKENAOUI-FERROUK Nouria</i>	<i>Pr</i>	<i>ISV, Blida 1</i>	<i>Co-Promotrice</i>
<i>KHETAOUI Said</i>	<i>Directeur du Centre Cynégétique de Zéralda</i>		<i>Invité</i>

Session 2024 / 2025

A. F.
[Signature]