



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : pharmacotoxicologie

THÈME

Effet de l'extrait aqueux des graines de fenugrec
sur les performances des poules de chair

Etude in vivo

Présenté par :

Belaiche Sarah

Bouazza Sennia Yasmine

Soutenue publiquement le

DEVANT LE JURY

Présidente : Mme Missoun, F

MCA

U. Mostaganem

Examinatrice : Mme kiribi, S

MCB

U. Mostaganem

Encadreur : Mme Amari, N

MCB

U. Mostaganem

Remerciement

Nous remercions dieu pour chaque petit miracle, pour chaque petite bénédiction qu'il nous a offert.

Il nous ai très difficile de remercier tout le monde, car c'est grâce a l'aide de nombreuses personnes que nous avons pu mener ce travaille a son terme.

Nous voudrions tout d'abord remercier notre encadreur Madame Amari Nesrine, MCA pour nous avoir écoutés parler pendant des heures pour nous guider, qui nous a encouragées et qui nous a épaulées lors de nos moments de doutes, elle fut notre guide dans ce long chemin semé d'embuches.

Nous remercions également Monsieur l'aviculteur Bettaher Djilali, pour l'aide qu'il nous a fournie depuis le début de notre travail jusqu'au dernier jour d'élevage.

A Monsieur Bensmaine Ali qui nous a ouvert les portes de son abattoir et qui nous consacré son temps et son énergie, nous vous remercions pour cet acte de générosité.

Nous n'oublions évidemment pas de remercier notre chef de promotion Monsieur Djebli Noureddine, qui a été toujours présent tout au long de notre parcours.

Monsieurs Benmahdi qui nous a ouvert grandement les portes de son laboratoire, avec qui nous avons énormément appris, appris de nos erreurs avant tout, et appris de son expérience. Pour cela nous vous remercions de tout cœur tout en sachant que vous ne lirez surement jamais ces quelques lignes.

Nous remercions tous ceux qui nous sont venus en aide, de loin ou de près.

Nos derniers remerciements vont à nos familles, nos racines, notre nid, pour tous les efforts qu'ils ont fournis au quotidien, pour leur motivation, ou juste pour leur présence.

A notre jury, merci de prendre le temps de lire notre travail et d'apprécier le dur labeur de plusieurs mois :

Madame Missoun Fatiha, MCA qui a par le passé été notre professeur pendant 3 semestres, et qui nous a fait l'honneur d'être notre présidente du jury

Madame Kiribi Soraya, MCB qui a également été notre professeur et qui accepté avec gentillesse d'examiner notre mémoire.

Un grand merci a tout nos professeurs pour tout les acquis qu'ils nous ont fournis tout le long de ces cinq années au sein de la faculté de la nature et de la vie.

إهداء

- إلى من علمني الكفاح حتى تذوق طعم النجاح
أصحاب السيرة العطرة : والدي و والدي
كان لكم الفضل في بلوغي التعليم العالي, أطلال
الله في عمركم .
- إلى عائلتي الكبيرة و الصغيرة : من كان لهم بالغ الأثر في
كثير من العقبات. أدامكم الله .
- إلى كل من علمني حرفا .
- إلى من شاركني الصعاب و النجاح رفقاء الدرب و الأصدقاء .
- إلى الياسمين الذي يبقى ابضا مهما خانتة الفصول.
- إلى النجار , المحامي , الفلاح , المعلم , الطبيب , مهندس
النظافة , الجندي , ربة البيت , المهرج الخ
- إلى كل عامل أمين , يثقل عمله : إلى أهل العزم.
- إلى أرواح العطاء و أصحاب الفضل : معنوي كان , مادي أو
أخلاقي .

Belaiche Sarah

Dédicace

Je dédie ce travail à tout les gens que j'aime.

A mon père qui a jouer plusieurs rôles dans ma vie notamment celui de correcteur d'orthographe, de chauffeur, d'épaule sur laquelle je m'appuie, mais surtout il est mon père qui n'a cessé de croire en moi.

A ma mère envers qui je porte un amour sans précédent, la source de mon inspiration de ma persévérance, elle qui m'écoute parler pendant des heures sans se lasser, qui me conseille sans arrêts, et qui croie en moi comme personne.

A mon frère, aux yeux de qui ma réussite est la sienne, une âme pure qui me protège sans cesse. Même face a mon égoïsme tu es généreux.

A ma chère binôme, avant d'être ma binôme tu es une amie, une sœur qui est fort chère a mon cœur. Avec toutes les bonnes intentions du monde je te remercie pour tous ces moments de folie, de rires, parfois de disputes mais surtout de joie et d'amitié.

A mes amis, les vrais, ceux pour qui j'ai de la véritable estime, sans peine ils me comprennent, un grand merci pour votre soutien, j'ai passé de beaux moments que j'espère serons meilleurs dans le futur.

Pour ceux qui m'aiment, je vous aime tout autant et je vous chérie, que dieu vous garde dans ma vie.

J'espère un avenir prometteur à toute personne qui donne de son cœur pour un accomplissement quelconque.

Bouazza Sennia Yasmine

Résumé

L'étude a été menée dans le but d'évaluer l'effet des graines de Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L) sur la prise de poids ainsi que pour réduire le taux de mortalité chez les poules de chair en un court laps de temps. 3 lots de 10 poules de chair ont été pris pour la réalisation de ce travail (lot 1, lot 2 et lot témoin). Les graines de Fenugrec ont été administrées sous forme d'extrait aqueux à des doses variées selon les lots et les semaines. 3g/l, 6g/l et 12g/l pour le lot 1 et 6g/l, 12g/l et 24g/l pour le lot 2. Quant au lot témoin, n'a reçu que de l'eau pure pendant toute la durée de l'expérience. La pesée des poulets a été effectuée chaque jour jusqu'au 45^{ème} jour ou le sacrifice a été fait. Les résultats de la prise de poids des poules de chair à la fin de l'expérimentation ont montrés une augmentation très significative pour le lot 1 ($p<0.01$) ainsi que le lot 2 par rapport au lot témoin. L'indice de consommation obtenu chez le lot 2 a une meilleur rentabilité (IC=2.03) que le lot 1. Il en est de même pour le taux de mortalité qui est assez élevé chez le lot 1 (20%) et nul chez le lot 2. De ce fait, on peut déduire l'effet du fenugrec sur le taux de mortalité en se penchant sur l'étude histologique du tissu splénique qui a montré une très grande stimulation immunologique chez le lot 1. Cependant, l'histologie du foie de ce dernier a montré des séquelles plus importante que le lot 2 et encore plus, que chez le lot témoin. Le bilan lipidique a démontré une élévation des taux de cholestérol total et de HDL hautement significative chez les lots 1 et 2 par rapport au lot témoin. Cette étude confirme nettement l'amélioration de la prise de poids chez les poules de chair, en permettant une meilleure utilisation des apports nutritifs ainsi que la réduction de taux de mortalité et en un laps de temps très court.

Abstract

The study was conducted to assess the effect of Fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecum* L) on weight gain and to reduce mortality in broilers in a short period of time. 3 batch of 10 broilers were taken for this work (batch 1, batch 2 and control batch). Fenugreek seeds were administered as an aqueous extract at varying doses depending on the batch and week. 3g/L, 6g/L and 12g/L for batch 1 and 6g/L, 12g/L and 24g/L for batch 2. As for the control batch, only pure water was administrated for the duration of the experiment. The broilers were weighed every day until the 45th day in which the sacrifice was made. The results of the weight gain of the broilers at the end of the experiment showed a very significant increase for batch 1 ($p<0.01$) and batch 2 compared to the control batch. The consumption index obtained in batch 2 has a better profitability (IC=2.03) than batch 1. As for the mortality rate which is quite high in batch 1 (20%) and zero in batch 2. As a result, the effect of Fenugreek on mortality can be inferred from the histological study of splenic tissue, which showed a high immunological stimulation in batch 1. However, the histology of the latter's liver showed more significant sequelae than batch 2 and even more so, than in the control batch. The lipid balance showed a highly significant increase in total cholesterol and HDL levels in batches 1 and 2 compared to the control batch. This study clearly confirms the improvement of weight gain in broilers, allowing better use of nutrient inputs and reducing mortality rates in a very short period of time.

الخلاصة

أجريت الدراسة لتقييم تأثير بذور الحلبة (*Trigonella foenum graecum* L) على زيادة الوزن و تقليص معدل الوفيات في دجاج اللحم في فترة زمنية قصيرة. بصدد هذا، تم استخدام 3 مجموعات متكونة كل منها من 10 فروج (المجموعة 1، المجموعة 2 و المجموعة الشاهد). تم معاملتهم بمستخلص مائي نقع فيها بذور الحلبة بجرعات متفاوتة حسب المجموعة والأسابيع. 3 جم / لتر و 6 جم / لتر و 12 جم / لتر للمجموعة 1 و 6 جم / لتر و 12 جم / لتر و 24 جم / لتر للمجموعة 2. أما بالنسبة لمجموعة الشاهد، فقد تم معاملتها بالماء النقي فقط خلال كامل فترة التجربة. ثم وزن الدجاج كل يوم إلى غاية اليوم الخامس والأربعين يوم الذبيحة. أظهرت نتائج هذه الدراسة في نهاية التجربة زيادة في وزن الفروج. إذ تزايدت للغاية المجموعة 1 معنويًا ($p < 0.01$) وكذلك المجموعة 2 مقارنةً بالمجموعة الشاهد. مؤشر الاستهلاك الذي تم الحصول عليه في المجموعة 2 له تفوق ربحي أفضل (CI = 2.03) من المجموعة 1. كما يعكس ذلك أيضا على معدل الوفيات المرتفع جدًا في المجموعة 1 (20%) ومنعدم في المجموعة 1. نتيجة لذلك، يمكننا استنتاج تأثير مستخلص الحلبة على معدل الوفيات من خلال ملاحظة الدراسة النسيجية لنسيج الطحال التي أوضحت استجابة و تحفيزًا مناعيًا كبيرًا جدًا في المجموعة 1. رغم ذلك، فإن النسيج الكبدي ظهر أكثر أهمية من المجموعة 2 وحتى أكثر من المجموعة الشاهد كانت الدهون عالية معنويًا في مستويات الكوليسترول الكلي و HDL في المجموعة 1 و 2 مقارنةً بمجموعة الشاهد. هذه الدراسة تؤكد تحسن زيادة الوزن في دجاج اللحم، سماحا باستخدام المغذيات بشكل أفضل، إضافة إلى انخفاض معدلات الوفيات في فترة زمنية وجيزة.

Tables de matières

Dédicaces et remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Chapitre I : Le Fenugrec

I. 1. Historique	01
I. 2. Description botanique	01
I. 3. Taxonomie de la plante	02
I. 4. Répartition géographique	03
I. 5. Composition chimique.....	03
I. 6. Propriétés pharmaceutiques	06
I. 6. 1. Propriétés antioxydantes	06
I. 6. 2. Propriétés anti-inflammatoires	06
I. 6. 3. Propriétés antimicrobiennes	06
I. 6. 4. Propriétés hypocholestérolémiantes	06
I. 6. 5. Propriétés hypoglycémiantes	06
I. 6. 6. Apéritif et digestif	06
I. 7. Les effets indésirables	06

Chapitre II : Poulet de chair

II. 1. La filière avicole en Algérie	07
II. 1. 1 .Comparaisons internationales de la compétitivité La filière avicole algérienne	07
II. 1. 2. Production de volailles de chair	08
II. 2. Confort physiologique des poulets	08

II. 2. 1. Le poulailler	08
II. 2. 2. L densité	08
II. 2. 3. Vide sanitaire	09
II. 2. 3. 1. Comment faire le vide sanitaire?	09
II. 2. 4. Ambiance (Confort physiologique)	10
II. 3. Réaliser le test du jabot	11
II. 4. Le savoir-faire de l'éleveur	12
II. 5. Conduite alimentaire	13
II. 7. Anatomie de la poule	15

Chapitre III : Paramètres sanguins chez les volailles

III. Sang des poules	16
III. 1. Cholestérol	16
III. 1. 1. Rôle biologique du cholestérol	16
III. 1. 1. 1. Comme élément structural	16
III. 1. 1. 2. Comme précurseur des composés biologiques	16
III. 1. 1. 3. Hypercholestérolémie	16
III. 2. HDL- Cholestérol	17
III. 2. 1. Role biologique du HDL-Cholestérol	17
III. 3. LDL-Cholesterol.....	17
III. 3. 1. Role biologique du LDL-Cholestérol	17
III. 4. Triglycérides	17
III. 4. 1. Role biologique des triglycérides	17
III. 4. 2. Hypertriglyceridemie	18
III. 5. Protéines totales	18
III.5.1.Rôle biologique des protéines totales	18
III.6. Le foie	18

Chapitre IV : Immunologie

IV. 1. Système immunitaire	20
IV. 2. Organes lymphoïdes	20
IV. 3. Bases anatomiques de l'immunité chez la volaille	20
IV. 4. Organes lymphoïdes primaires	21
IV. 4. 1. Bourse de Fabricius	21
IV. 4. 2. Thymus	22
IV. 5. Organes lymphoïdes secondaires	22
IV. 5. 1. Rate	22
IV. 5. 2. Ganglions lymphatiques	23
IV. 6. Facteurs influent sur le développement des organes lymphoïdes	24
IV. 6. 1. L'alimentation	24
IV. 6. 2. Le stress	24

Matériels et méthodes

I. Protocole expérimental	25
I. 1. Choix d'animaux	25
I. 2. Choix de la plante	26
I. 3. Méthode d'extraction	26
I. 4. Animaux et régime	27
I. 4. 1. Programme nutritionnelle et abreuverages	28
I. 4. 2. Programme des antibiotiques / vitamine / vaccin	28
I. 4. 2. 1. Mode d'administration.....	29
I. 4. 2. 2. Le temps d'attente	29
I. 4. 2. 3. Le délai d'immunité.....	30
I. 5. Les Paramètres biochimiques étudiés.....	31

I. 5. 1. Prélèvement sanguin	31
I. 5. 2. Les Paramètres biochimiques étudiés par des méthodes de colorimétries	31
I. 5. 3. 1. Mode opératoire.....	31
I. 6. Sacrifice.....	32
I. 7. Etude histologique	32
I. 7. 1. Echantillons.....	32
I. 7. 2. Protocole.....	32
I. 7. 2. 1. Fixation	32
I. 7. 2. 2. Recoupe des organes fixés	32
A. Matériel	33
B. Inclusion	33
I. 7. 2. 3. Déshydrations	33
I. 7. 2. 4. Clarification	33
I. 7. 2. 5. L'imprégnation	33
I. 7. 2. 6. Inclusion et enrobage	34
I. 7. 2. 6. 1. Coupe	34
I. 7. 2. 6. 1. Coloration.....	34
I. 7. 2. 7. Montage	35
I. 7. 2. 8. Lecture microscopique.....	35
I. 8. Analyse statistique.	35
I. 9. Calcul des critères technico-économiques.....	35
I. 9. 1. l'Indice de consommation (IC).....	35
I. 9. 2. Calcule du Taux de mortalité	36

Résultats

I. Evolution du poids corporel et de la nourriture ingérée	37
I. 1. Poids corporel	37
I. 2. Calcul des critères technico-économiques	41

I. 2. 1. Calcul de l'indice de consommation (IC)	41
I. 2. 2. Calcul du taux de mortalité	42
I. 3. Poids des organes (rate, foie, cœur).....	42
I. 4. Bilan lipidique	43
I. 5. Autopsie et coupes histologiques	43
I. 5. 1. Autopsie.....	43
I. 5. 2. Histologie	43
I. 5. 2. 1. Foie	43
I. 5. 2. 2. Rate	45
Discussion.....	46
Conclusion	49

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableau 1 : Taxonomie de la <i>Trigonella foenum-graecum</i> L.....	02
Tableau 2 : Composants chimiques des graines de fenugrec.....	04
Tableau 3 : Les proportions à ne pas dépasser sous peine de baisse de rendement.....	09
Tableau 4 : Recommandations bioclimatiques pour volailles emplumées sur litière.....	12
Tableau 5 : besoins nutritionnelles.....	14
Tableau 6: Forme de la composition d'aliment du poulet de chair selon l'âge.....	14
Tableau 7 : Programmes nutritionnelle trois lots (lot 1, lot 2 et lot témoins) durant l'élevage du poulet de chair.....	28
Tableau 8 : Programmes pharmaceutique des trois lots (lot 1, lot 2 et lot témoins) durant l'élevage du poulet de chair.....	30
Tableau 9 : Durée des étapes de préparation (Déshydratation, Clarification, Imprégnation).....	34
Tableau 10 : Calcul de l'indice de consommation du lot 1, lot 2 et lot témoin	40
Tableau 11: Calcul du taux de mortalité du lot 1, lot 2 et lot témoin.....	41
Tableau 12 : Bilan lipidique des poules de chair ; cholestérol total, HDL, LDL, triglycérides, protéines totales des lots 1et 2 et le lot témoin. Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).....	42

Tableau 13 : Présence ou absence de lésions microscopiques lors de l’histologie du foie du lot 1, lot 2 et lot témoin. (+) présence ; (-) absence ; (++) présence en grande quantité.

.....**43**

Tableau 14 : Présence ou absence de lésions microscopiques lors de l’histologie de la rate du lot 1, lot 2 et lot témoin. (+) présence, (++) présence en grande quantité, (+++) présence en très grande quantité.....**44**

Liste des Figures

Figure 1 : Trigonella foenum-graecum.....	02
Figure 2 : La Trigonelline présente dans les graines de fenugrec et la vitamine PP dont elle est le précurseur.....	04
Figure 3 : Les principaux alcaloïdes, flavonoïdes, saponines, et sapiogènes stéroïdiens.....	05
Figure 4 : Ensemble des conditions des paramètres d'élevage.....	08
Figure 5 : Normes idéales du chauffage.....	11
Figure 6 : Test du jabot.....	12
Figure 7 : Anatomie de la poule.....	15
Figure 8 : Morphologie hépatique.....	19
Figure 9 : Distribution anatomique des organes lymphoïdes.....	20
Figure 10 : Les organes lymphoïdes centraux.....	21
Figure 11 : Structure d'un lobule splénique.....	23
Figure 12 : Structure d'un ganglion lymphatique.....	23
Figure 13 : Poulailleur utilisé dans l'étude.....	25
Figure 14 : Organigramme présente les trois phases dans l'élevage du poulet de chair.....	26
Figure 15 : Organigramme représentative des étapes d'extraction.....	26

Figure 16 : Organigramme présentative de mode d'extraction durant la consommation de l'extrait aqueux de Fenugrec pour les deux lots (lot 1 et lot 2).....	27
Figure 17 : Pesé des poulets de chair durant l'élevage A(J 15) B (J 30).....	28
Figure 18 : Prélèvement sanguin au niveau de l'articulation de l'aile de poulet dans un tube héparine.....	31
Figure 19 : Effet de <i>Trigonella foenum graecum</i> L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 1 ^{ère} semaine d'expérimentation, lot 1 (3g/l), lot 2 (6g/l), et lot témoin. Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).....	37
Figure 20 : Effet de <i>Trigonella foenum graecum</i> L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 2 ^{ème} semaine d'expérimentation, lot 1 (6g/l), lot 2 (12g/l), et le lot témoin (eau pure). Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).....	38
Figure 21 : Effet de <i>Trigonella foenum graecum</i> L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 3 ^{ème} semaine d'expérimentation, lot 1 (12g/l), lot 2 (24g/l), et lot témoin. Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).....	39
Figure 22 : Effet de <i>Trigonella foenum graecum</i> L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 4 ^{ème} semaine d'expérimentation après l'arrêt de l'extrait de Fenugrec pour les lots 1 et 2. Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).....	40
Figure 23 : Effet de <i>Trigonella foenum graecum</i> L sur la prise de poids chez les poules de chair des semaines 1, 2, 3, 4 d'expérimentation, pour le lot 1, lot 2 et lot témoin. Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).....	41

Figure 24 : Poids des organes (foie, cœur, rate) des poules de chair du lot 1, lot 2 et lot témoin. Hautement significatif*** ($p < 0.001$), très significatif ** ($p < 0.01$), significatif * ($p < 0.5$).....**42**

Figure 25 : Images représentatives de l'évaluation histologique de l'effet du Fenugrec sur le parenchyme hépatique des poules de chair (x40). (L1) lot 1, (L2) lot 2, (T) lot témoin, (1) vacuoles de gras, (2) mégaloctes, (3) vacuoles de gras cytoplasmique, (ES) espace porte, (VLC) veine centro-lobulaire**44**

Figure 26 : Images représentatives de l'évaluation histologique de l'effet du fenugrec sur les tissus spléniques des poules de chair (x40). (L1) Lot 1; (L2) Lot 2; (T) Lot témoin. (1) gaine lymphoïde péri artériolaire ; (2) artériole folliculaire ; (3) zone marginale ; (4) nodule lymphoïde ; (5) coiffe lymphocytaire.....**45**

Liste des abréviations

Lot 1 : lot des poules abreuvé en extrait aqueux de fenugrec a des doses de 3g/l, 6g/l, 12g/l

Lot 2 : lot des poules abreuvé en extrait aqueux de fenugrec a des doses de 6g/l, 12g/l, 24g/l

Lot témoin : lot les poules abreuvé en eau pure

g : gramme

J : jour

HDL : Hight Density Lipoproteins

LDL : Low Density Lipoproteins

T° :température

L : litre

ml : millilitre

cl : cellulite

NPY : neuropeptide Y

E.coli : Escherichia coli

Kg : kilogramme

UI : User Interface

Introduction

En l'espace de quelques années les poules ont quittés la basse-cour pour se retrouver dans des enclos, des serres et des industries d'élevages intensifs. Le prix de la viande blanche étant moins cher que la viande rouge. En fait, un meilleur recours pour répondre au besoin de la population en ressource de protéines animales. A l'échelle nationale, la filière avicole constitue un secteur très important. Ses produits assurent 50% des viandes totales consommées (**Abbas, 1996**).

L'élevage intensif a pour but de produire de la viande en chaine en très grande quantité dans un laps de temps réduit. Mais les inconvénients de se systèmes sont assez nombreux, problèmes sanitaires, pathologiques, et nutritionnels. Dans certains cas l'état de santé des poules est très mauvais. Leurs organismes ne s'adaptant pas à la prise de poids rapide, et parfois en proie à un stress immunitaire. Les taux de mortalité sont alors élevés et la rentabilité des éleveurs est amoindrie. Sans oublier que tout ca se retrouve dans nos assiettes, et manger un aliment qui n'est lui-même pas en bon état n'aurai que de néfastes conséquences sur l'être humain.

La solution d'approche que la plupart ont mis au point, c'est de ralentir la production pour un meilleur rendement tout en donnant le temps a la volaille d'avoir une croissance dans les normes. Cependant, tout le principe de l'élevage intensif repose sur la production rapide en chaine.

C'est pourquoi nous nous sommes tournés vers la phytothérapie. Cette science utilisée depuis des milliers d'années par l'homme pour traiter et soigner les maladies en utilisant les plantes trouvés dans la nature.

Le Fenugrec, *Trigonella foenum graecum*, du nom arabe l'helba, compte parmi les plus anciennes plantes médicinales et culinaires. Ses graines, grâce à leurs composés chimiques, se révèlent être d'une grande valeur alimentaire et présentent de multiples vertus phytothérapeutiques (**El Nasri et El Tinay, 2007**). Cette plante facilite également la prise de poids en permettant une augmentation de la masse musculaire, tout en limitant (voire en diminuant) l'excès de graisse. Le fenugrec stimule l'appétit et agit comme un anabolisant naturel en permettant une meilleure utilisation des apports nutritifs (**Harchane, 2012**).

De ce fait, un protocole expérimental *in vivo* sur des poules de chair de souche ARBOR ACRES, a été réalisé pour prouver l'effet de l'utilisation de la plante du

Fenugrec, pour améliorer la prise de poids chez les poules de chair , tout en réduisant le taux de mortalité le plus possible en un laps de temps très court.

Ce travail se divise en 3 parties, une première partie bibliographique composée de 4 chapitres : le fenugrec, les poulets de chair, quelques paramètres sanguins chez les poules, et le système immunitaire. La seconde partie met en avant les matériels et les méthodes utilisées pour cette expérimentation. La 3^{ème} partie est définie par les résultats obtenus, renforcée par une discussion et clôturée par une conclusion générale.

Synthèse bibliographique

Chapitre I Fenugrec

I.1. Historique

Le Fenugrec est une épice utilisée depuis des siècles pour améliorer la couleur et l'arôme, cette plante possède aussi des vertus thérapeutiques, est donc employée comme antibactérien, stimulant gastrique, contre l'anorexie, agent antidiabétique et comme galactagogue (Srinivasan, 2007).

I.2. Description botanique

Le Fenugrec appartient à la famille des Fabacées. C'est une plante annuelle d'origine orientale mais qui est très cultivée au Maroc et dans les régions nord de l'Algérie. Le Fenugrec possède des feuilles longuement pétiolées et divisées en 3 folioles ressemblant à des trèfles. Ses petites fleurs blanches laissent place à des gousses allongées pouvant contenir jusqu'à 20 graines polyédriques de couleur ocre-jaune (Figure 1). La drogue est constituée par les graines, on les récolte durant l'automne (Volpé et al., 2009).

Les graines de Fenugrec sont en forme d'un disque, constituées d'un embryon jaune central entouré d'une couche cornée et relativement importante de blanc, d'endosperme semi transparent contenant de la gomme de galactomannane. Une enveloppe tenace et brune foncée entoure l'endosperme. La couleur de la fraction de la gomme dépend de la quantité de l'enveloppe (couleur marron) et cotylédons (couleur jaune) présents. La plante toute entière dégage une odeur épicée caractéristique (Madhava et al., 2011).



Figure 1 : *Trigonella foenum-graecum* (Volpé et al., 2009)

I.3. Taxonomie de la plante

Cette plante présente la systématique suivante (**Tableau 1**)

Tableau 1 : Taxonomie de la *Trigonella foenum-graecum* L. (Ghedira et al., 2010).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Trigonella</i> L.
Espèce	<i>Trigonella foenum-graecum</i> L

I.4. Répartition géographique

Le Fenugrec est répandu autour du bassin méditerranéen et sur la côte Ouest de la mer Noire. Il est cultivé en Afrique du Nord (Tunisie), en Ukraine, en Inde et en Chine (**Ghedira et al., 2010**).

I.5. Composition chimique

Les graines de Fenugrec contiennent :

- Des protéines (20 à 30%) avec une teneur importante en nucléoprotéines (**Ghedira et al., 2010**)
- Des glucides sont particulièrement abondants (20 à 45%) notamment des fibres (cellulose, hémicellulose, etc.), de la phytine (=sel calcique et magnésien de l'acide inositolhexaphosphorique), des mucilages (surtout localisés sur les parois cellulaires de l'endosperme et constitués de chaînes de mannoses et de chaînes de galactoses avec de faibles proportions de xylose) (**Tableau 2**) (**Wichtl, 2003**)
- De l'huile grasse riche en acides gras insaturés et en phytostérols (**Belakhdar, 1997**).
- La graine constitue également une source potentielle de sapogénines conduisant, après hydrolyse, surtout à la diosgénine et à la yamogénine (0,1-2,2%) ainsi qu'à une dizaine d'autres aglycones. Elle renferme jusqu'à 3% de 3,26-diglucosides de furostène-5-triols et dérivés voisins qui sont probablement responsables de l'amertume de la drogue) (**Bruneton, 2016**)
- De la trigonelline qui est la méthylbétaine de l'acide nicotinique (un précurseur de la vitamine PP) et de la trigonellène (**Figure 2**) considérée comme toxique en cas d'abus (**Bruneton, 2016**).
- Une huile essentielle responsable de l'odeur de la plante (**Dusser, 2017**).
- De la Galactomannane : La composante principale de l'albumine des graines du fenugrec c'est le galactomannane qui est extrait de l'endosperme des graines. (**Song, 1989**). Les galactomannanes sont des polysaccharides hétérogènes, ils ont la propriété d'augmenter la viscosité une fois dissous dans l'eau. Il peut donc être utilisé comme stabilisant alimentaire. (**Brummer., 2003**)

- Des Alcaloïdes, flavonoïdes, et saponines : les alcaloïdes et les composants volatils sont les deux composants principaux qui provoquent un gout amer et une mauvaise odeur (**Figure 3**) (**Faest, 2009**)
- Des principaux composés volatils sont : n-hexanol, acide heptanoïque, dihydroactinoliolide, dihydrobenzofuran, tétradécane, α -muurolène, β -elemène et pentadécane. Le composant aromatique dominant est hémiterpénoïde- γ - lactone, sotolon. (**Girardon et al., 1997**)

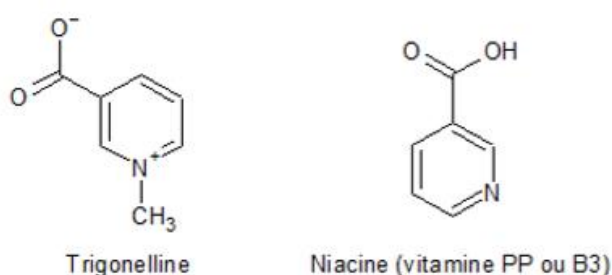


Figure 2 : La Trigonelline présente dans les graines de Fenugrec et la vitamine PP dont elle est le précurseur (**Dusser., 2017**)

Tableau 2 : Composants chimiques des graines de Fenugrec (**Khorshidian., 2016**)

Composition chimique	Valeur nutritive (100g)
Protéines et acides aminés	
Globuline	-
Albumine	-
Lécithine	25,4g
Histidine	-
Lysine	-
4-hydroxyisoleucine	-
Vitamines	
Vitamine A	1040 IU
Vitamine C	12 mg
Niacine	6 mg
Pyroxidine	0,6 mg
Thiamine	0,41 mg
Riboflavin	0,36 mg
Acide nicotinique	1,1 mg

Folate	57 ug
Minéraux	
Calcium	176 mg
Fer	33,5 mg
Zinc	2,5 mg
Phosphore	296 mg
Magnésium	191 mg
Manganèse	1,22 mg
Sélénium	6,3 mg

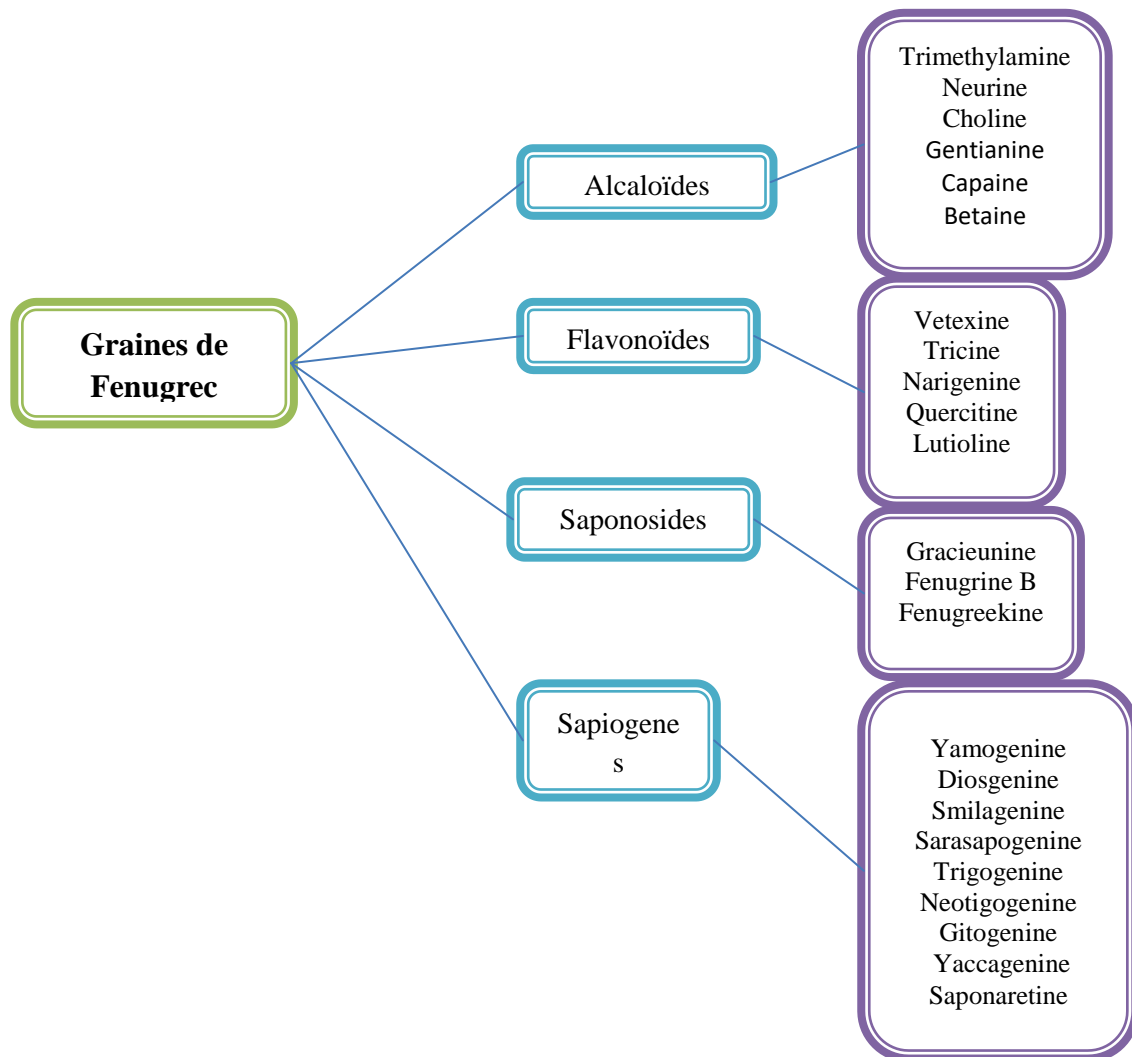


Figure 3 : Les principaux alcaloïdes, flavonoïdes, saponines, et sapiogènes stéroïdiens présents dans le Fenugrec (Blank., 1997)

I.6. Propriétés pharmaceutiques

I.6.1. Propriétés antioxydantes

Le Fenugrec contient des composés phénoliques et flavonoïdes qui aident à améliorer sa capacité antioxydante. Cette propriété pourrait être utile en empêchant ou en ralentissant le progrès des certaines maladies en raison de l'effort oxydant (**Priya et al., 2011**)

I.6.2. Propriétés anti-inflammatoires

L'extrait aqueux des graines à une dose de 120 mg/kg a un effet anti inflammatoire considérable et provoque le même effet antipérique induit par le paracétamol (**Rouibi et al., 2018**)

I.6.3. Propriétés antimicrobiennes

Les graines de Fenugrec ont des propriétés antimicrobiennes avec un large spectre d'action. Elles agissent contre les bactéries. Elles produisent des huiles à propriétés toxiques qui empêchent la croissance de ces bactéries. Des tests non-cliniques suggèrent que le Fenugrec pourrait aussi avoir des effets antiviraux et antifongiques (**Thomas et al., 2006**).

I.6.4. Propriétés hypocholestérolémiantes

L'hypocholestérolémie est une carence de cholestérol dans le sang. Les graines de Fenugrec réduit le cholestérol sérique, les triglycérides et les lipoprotéines. La consommation de Fenugrec dans le régime alimentaire réduit l'accumulation de triglycérides dans le foie (**Kumar et al., 2013**).

I.6.5. Propriétés hypoglycémiantes

Le Fenugrec contribue à stabiliser la glycémie en manifestant une action inhibitrice sur les enzymes qui génèrent le glucose au niveau du foie, notamment chez les diabétiques modérés. En outre, les graines de Fenugrec améliore l'utilisation du glucose périphérique, ce qui contribue à l'amélioration de la tolérance au glucose et exerce son effet hypoglycémiant en agissant au niveau des récepteurs de l'insuline ainsi qu'au niveau gastro-intestinal (**Kumar et al., 2013**).

I.6.6. Apéritif et digestif

Sa saveur amère et son potentiel légèrement réchauffant font du Fenugrec un apéritif et un tonique digestif apprécié. Son contenu en huiles essentielles inhibe par ailleurs la formation de gaz intestinaux lors de la digestion (**Madhava et al., 2010**).

I.7. Les effets indésirables

La consommation de grandes quantités de graines de Fenugrec peut causer des troubles gastro-intestinaux (diarrhée, ballonnements), généralement passagers, à cause de leur haute teneur en fibres (**Ghedira et al., 2010**).

Chapitre II

Poulet de chair

II.1. La filière avicole en Algérie

La filière avicole algérienne a atteint un stade de développement qui lui confère désormais une place de choix dans l'économie nationale en général (1,1% du PIB national) et dans l'économie agricole (12 % du Produit agricole brut), en particulier (**Belaid, 2015**).

Sur le plan organisationnel, le processus de remontée de la filière avicole ne s'est réalisé que partiellement et est resté bloqué, au stade des reproducteurs "Chair" et "Ponte". Les métiers de base (multiplication des grands parentaux et des arrières grands parentaux ainsi que l'industrie des équipements avicoles) n'existent pas encore en Algérie.

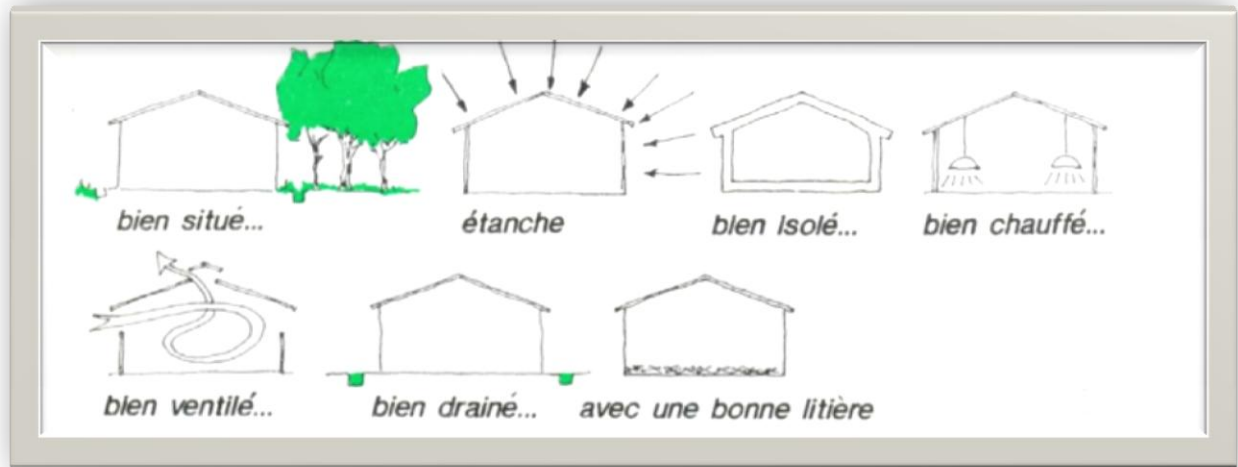
L'étude effectuée par le ministère de l'Agriculture sur les capacités de production des élevages avicoles (**RGA, 2001**) fait ressortir la situation suivante des exploitations avicoles: – Concernant les élevages de poulets de chair: une capacité moyenne de 2391 sujets. – Concernant les élevages de poules pondeuses: une capacité moyenne de 5122 sujets. Il faut noter que la majorité des entreprises avicoles se sont introduites dans le secteur à travers le maillon de l'élevage de poulets. Afin de garantir l'écoulement des marchandises et avoir des débouchés permanents aux poulets, tout en évitant les fluctuations des prix du marché ainsi que le pouvoir de négociation des fournisseurs, certains éleveurs ont opté pour une stratégie d'intégration vers l'aval et Source: Conçu par les auteurs sur la base des documents du Ministère de l'Agriculture. Schéma 1 -Structure simplifiée de la filière avicole en Algérie (**Belaid, 2015**).

II.1.1. Comparaisons internationales de la compétitivité La filière avicole algérienne

Continue à souffrir des problèmes de performance des élevages notamment au niveau des paramètres tels que la mortalité et l'allongement du cycle de production par manque de maîtrise de l'alimentation et de la prophylaxie. Par conséquent, le poids et la composition des produits deviennent très variables. Les données fournies par les enquêtes effectuées ces dernières années au niveau des élevages avicoles privés algériens, ainsi que leur comparaison avec des données analogues pour le Maroc et la France, indiquent clairement le retard enregistré par la filière avicole nationale en termes de performances techniques de production (**Belaid, 2015**).

II.1.2. Production de volailles de chair

Ensembles des clés constitue la règle d'or de l'élevage (**Figure 4**): la pratique d'un seul âge et une seule souche le système <<tout plein - tout vide>> par ferme, choix de



bâtiment, gérer les conditions d'élevage: vide sanitaire, température, densité, condition hygiène (**Itavi, 2009**).

Figure 4 : Ensemble des conditions des paramètres d'élevage (**ITAVI., 2009**)

II.2. Confort physiologique des poulets

II.2.1. Le poulailler

L'idéal serait une dalle en béton pour des raisons sanitaires. Mais si les moyens économiques ne le permettent pas, il faut au moins surélever la zone d'élevage avec du schiste, prévoir des caniveaux d'évacuation autour du poulailler pour éviter de mouiller la litière lorsqu'il pleut.

D'un point de vue général le poulailler doit être sec, car l'humidité favorise les maladies et clair, car la lumière favorise la santé, mais il ne faut pas trop de rayons de soleil à l'intérieur du poulailler pour ne pas affecter la densité. Il faut donc prévoir de larges déports de toiture; dont les dimensions varieront en fonction de la hauteur du poulailler (**ITAVI, 2009**)

II.2.2. La densité

L'accroissement des densités d'élevages réduit les poids vifs, cette réduction est due à la diminution de déplacement vers les mangeoires (**North, 1990**).

Une meilleure efficacité alimentaire et moins gaspillage d'énergie et les densités varient avec (**Tableau 3**): L'âge des volailles et Leur race (certaines sont plus grosses : la taille de tableau suivant explique la densité maximale qui ne semble pas avoir un effet négatif sur le poids vif (**ITELV, 2015**).

Tableau 3 : Les proportions à ne pas dépasser sous peine de baisse de rendement (**Brah, 2015**).

Age	Pied
1 à 4 semaines	15 à 20 poussins au m2
5 à 8 semaines	10 à 15 animaux au m2
9 à 12 semaines	3 à 5 au m2

II.2.3. Vide sanitaire

Le vide sanitaire se fait juste après la réforme ou le départ d'un lot. Le bâtiment devra être préparé d'avance avant l'arrivée des poussins. La désinfection est bien évidemment obligatoire (**Itelv, 2015**).

II.2.3.1. Comment faire le vide sanitaire?

- Evacuation de la litière,
- Evacuation du matériel amovible,
- Dépoussiérage du bâtiment,
- Mouillage et trempage à grande eau pour que les particules dures s'amollissent,
- Décapage et nettoyage du bâtiment,
- Rinçage,
- Désinfection de tout le matériel, y compris celui se trouvant dans le magasin, avec une solution non corrosive, après son humidification avec une eau contenant un détergent,
- Désinfection du silo, bacs et circuit d'eau. Après une vidange de ce circuit, procéder au brossage des bacs et à son nettoyage, en induisant de l'eau sous pression dans les rampes. Ensuite reconnecter le circuit d'eau au bac et mettre de l'eau javellisée et laisser séjourner 12 à 24 heures après vidanger et rincer,
- Procéder à la désinfection du bâtiment par un produit (à base d'iode, d'ammonium quaternaire ou autres...) adéquat disponible sur le marché,
- Laisser le bâtiment vide pendant au moins 15 jours (repos sanitaire) (**ITAVI, 2009**).

II.2.4. Ambiance (Confort physiologique)

Pour un chauffage localisé, les sources de chaleur doivent être placées à une hauteur de 80 à 120cm et inclinée sur un angle de 45° par rapport à l'axe l'horizontal (**Figure 5**). Cette position augmente la surface de chauffage, facilite l'évacuation des gaz de combustion et évite les incendies (**Aviculture au Maroc**).

Le temps de préchauffage sert autant plus long que les températures extérieures sont basses et que l'épaisseur de la litière est importante. Ce temps est de 36 à 48 heures avant l'arrivée des poussins en hiver et 24 heures en été suffisent (**Aviculture Maroc**)

- Ventilation dynamique (extracteur d'air)
- Hiver : 4 m³ / heure/kg de poids vif
- Été : 6 m³ / heure / kg de poids vif (**Aviculture au Maroc**)
- Eclairage continu 23 à 24 heures avec 3 watts / m² sauf dans la période de dormance (**Aviculture au Maroc**).
- Température sous radian (éleveuse)

Les poulets appartiennent au groupe d'animaux homéothermes capables de maintenir une température interne constante de leur corps (41°C pour les adultes et 38°C pour les poussins). Ceci est vrai dans les limites dites zones de neutralité thermique (15 à 25°C chez l'adulte et 28 à 38°C chez le poussin). Toutefois, durant la phase d'emplument, (1j à 3 semaines d'âge), ils sont sensibles aux stress thermiques froids. Après emplument qui ne sera complet qu'à partir de la 5ème semaine d'âge, ils présentent une excellente isolation et seront plutôt sensibles aux excès de chaleur. Donc tout inconfort thermique peut avoir des répercussions sur l'équilibre physiologique de l'animal, son état de santé et ses performances zootechniques (**Aviculture au Maroc**).

En revanche, au fur et à mesure que la température ambiante augmente sans pour autant qu'elle ne dépasse les capacités d'adaptation de l'animal ($T < 30^{\circ}\text{C}$), celui-ci se trouve soumis à un stress thermique modéré entraînant des réactions d'ordre comportementales et physiologiques. Lorsque la température augmente brutalement dépassant ainsi les capacités d'adaptation de l'animal ($T > 30^{\circ}\text{C}$), on assiste alors à de vrais coups de chaleur (stress thermique aigu) qui se manifeste par des phénomènes de prostration causent ainsi d'importantes mortalités (**Aviculture au Maroc**).

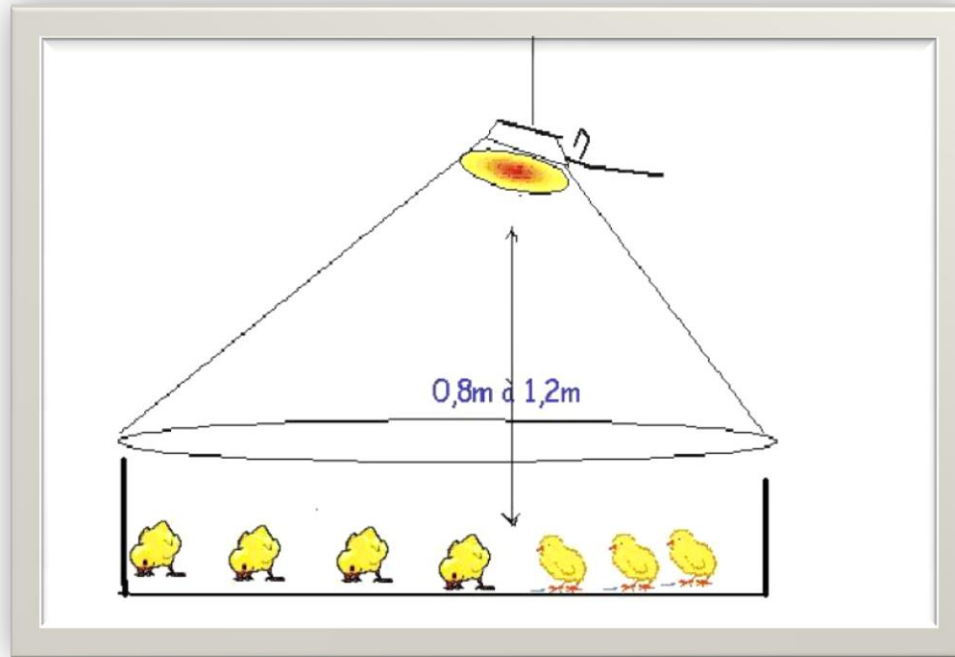


Figure 5 : Normes idéales du chauffage (Aviculture au Maroc)

II.3. Réaliser le test du jabot

Réaliser le test du jabot (**Figure 6**) et des pattes 3 heures après la distribution de l'aliment sur un échantillon de 100 sujets pris individuellement. Les conséquences des pattes froides et du jabot vides se manifestent par l'apparition des problèmes sanitaires, des retards de croissance, des mortalités élevées, de l'hétérogénéité et du tri. En effet, le poussin doit avoir le jabot plein et mou et les pattes chaudes (**Aviculture au Maroc**).

- Si les pattes sont froides il faut chercher les causes : sol froid humide, isolation insuffisante, température insuffisante, litière froide, peu épaisse et trop aérée, mauvaise étanchéité, courant d'air, ouverture intempestive des portes, temps de préchauffage insuffisant, conditions de déchargement, conditions de transport
- Si le jabot est vide il faut chercher les causes (**Tableau 4**) : manque de points d'eau et d'aliment, poussins stressés ou malades, manque ou excès de chaleur, matériel inadapté, mal réparti ou inaccessible, trop forte densité, forme et qualité de l'aliment, mauvais éclairage (**Aviculture au Maroc**).

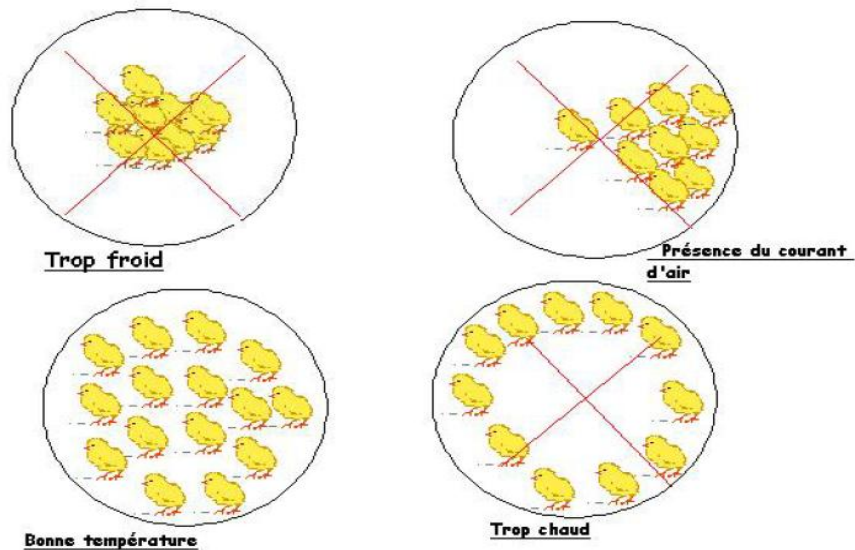


Figure 6 : Test du jabot (Aviculture au Maroc).

Tableau 4 : Recommandations bioclimatiques pour volailles emplumées sur litière (Amand., 1998)

Paramètres	Période tempérée		Période chaude	
	Valeur	Débit d'air (m3/h/kg)	Valeur	Débit d'air (m3/h/kg)
Température	17 à 21°C		>22°C	3 à 5
Vitesse d'air	0,1 à 0,3 m/s		0,3 à 1,5 m/s	
Hygrométrie	50 à 70 %	0,5 à 1,2	50 à 60 %	
NH3	< 15 ppm*	1 à 1,5	< 15 ppm	

* = Partie par million

II.4. Le savoir-faire de l'éleveur

Pendant les premiers jours qui suivent la mise en place des poussins l'éleveur doit venir fréquemment dans le poulailler (jusqu'à 5 fois par jour) pour surveiller, faire circuler les

poussins, vérifier le chauffage, renouveler l'aliment, nettoyer le matériel et observer les poussins ... le doigté de l'éleveur est donc capital (**Itavi, 2009**)

Attention: Un mauvais démarrage risque d'altérer définitivement la capacité de croissance et de résistance des volailles ultérieurement (**Itavi, 2009**).

Il est très important de prendre du temps chaque jour pour observer consciencieusement chaque animal. Les signes précoces de maladies, de malnutrition et autres problèmes pourront de cette manière être découverts à temps et les précautions nécessaires pourront être prises (**Brah, 2015**).

Une bonne hygiène est vitale pour éviter les parasites internes et externes. Tous les jours les mangeoires et les abreuvoirs doivent être lavés. Toutes les semaines, les nids sont nettoyés et de la paille ou du foin placé dans les nids. Ajouter un peu de cendre sur le dessus, ce qui contribue à empêcher la présence de parasites (**Itavi, 2009**).

II.5. Conduite alimentaire

La formulation et la qualité d'aliment pour volaille est une démarche délicate et précise. L'aliment doit apporter aux volailles l'ensemble des éléments nutritionnels dont elles ont besoin. Ces besoins évoluent dans le temps avec l'âge de l'animal : protéine, vitamine, minéraux et énergie. La programmation multi objective a été utilisée en 1983 pour résoudre le déséquilibre nutritionnel en alimentation humaine (**Rosshairy et al., 2010**).

En alimentation animale, la programmation multi objective est utilisée pour prendre en compte la formulation à moindre coût et le déséquilibre nutritionnel des aliments (**Pena et al., 2009**). Pour ces raisons, on recommande généralement d'utiliser un aliment du commerce complet et équilibré jusqu'à 8 semaines d'âge. Au-delà de 8 semaines, l'apport de céréales mélangées avec un complément du commerce est recommandé : 70 % de céréales, 30 % de complément riche en protéines, en minéraux et en vitamines. Enfin au-delà de 14 semaines d'âge, un apport simple de céréales suffit généralement aux volailles de chair qui complètent par ailleurs leur ration sur le parcours (**Tableau 5**). Ceci est bien sûr à adapter en fonction de la croissance des volailles (**Itavi, 2009**).

Tableau 5 : besoins nutritionnelles (Itavi, 2009)

Besoin nutritionnelle	Nutrition
Besoin énergétique	Se fait par les céréales, l'apport de protéines principalement par le tourteau de soja.
Les besoins en minéraux	Sont importants (sodium, phosphore, calcium) et souvent mal connus. une poule qui ne dispose pas de calcium pour fabriquer la coquille de son œuf est obligée de puiser sur ses réserves et ses os deviennent cassants.
Les besoins en vitamines	Sont aussi importants, notamment pour les jeunes poussins, qui n'ont pas encore accès à un parcours et qui dépendent directement des apports réalisés dans l'aliment.

Les poussins doivent dans un premier temps, boire pour se réhydrater. Distribuer ensuite l'aliment (**Tableau 6**) 2 à 3 heures minimums après la réception des poussins afin que ceux-ci puissent résorber leur vitellus ainsi que pour faciliter le transit et la digestion du premier repas. Il est conseillé de n'utiliser que l'aliment frais et de ne distribuer que des petites quantités afin d'éviter l'accumulation de la litière et des fientes dans les mangeoires et y rajouter l'aliment aussi souvent que nécessaire (**Itavi, 2009**).

Tableau 6: Forme de la composition d'aliment du poulet de chair selon l'âge (**Itavi, 2009**).

Phase d'élevage	Age	Forma d'aliment	Energie d'aliment (KCL EM/KG)
Démarrage	1-11	Fariné	2800 à 2900
Croissance	12-35	Granulé	2900 à 3000
Finition	36-45	Granulé	3000 à 3200

Abreuvement

L'eau remplit plusieurs fonctions dans l'alimentation des volailles, Elle amollit les aliments, et facilite les procédés de la digestion, de l'absorption et de la distribution de la nourriture dans toutes les parties du corps. Elle entre dans la composition des tissus de l'organisme au point de former à peu près 60 % du poids du corps. L'eau forme presque les deux tiers de l'œuf, produit de la poule. L'eau doit être servie dans des récipients hygiéniques et de telle façon qu'elle ne soit pas répandue sur la litière (**Gardiner, 1949**). Eau tiède 16 à 20°C pendant les deux premiers jours. De plus, nettoyer les abreuvoirs tous les deux jours.

- ATTENTION... .. aux fuites d'eau des systèmes d'abreuvement qui peuvent humidifier la litière et le sol de l'élevage (Itavi, 2009).

II.7. Anatomie de la poule

D'après Tekkouk-Zemouchi (2018), toute l'anatomie des oiseaux est profondément marquée par leur adaptation au vol et cette empreinte reste nette même dans les espèces qui ont perdu leur aptitude au vol. Cette adaptation est particulièrement marquée sur le squelette, tout en étant différent de celui des mammifères, a le même plan général d'organisation (Figure 7)

- Os allégés en se pneumatisant (moelle remplacée par des cavités pleines d'air qui communiquent avec l'appareil respiratoire par l'intermédiaire des sacs aériens)
- Très long et très mobile balancier cervico-céphalique
- Crâne globuleux avec bec corné dépourvu de dents
- Os carré intercalé entre la mandibule et l'os temporal
- Les membres thoraciques, transformés en ailes donnent un solide support aux plumes -La main se réduit considérablement et ses rayons se soudent. Les membres pelviens sont caractérisés par leur développement et leur solidité et la soudure de différents OS (Tekkouk-Zemouchi, 2018).

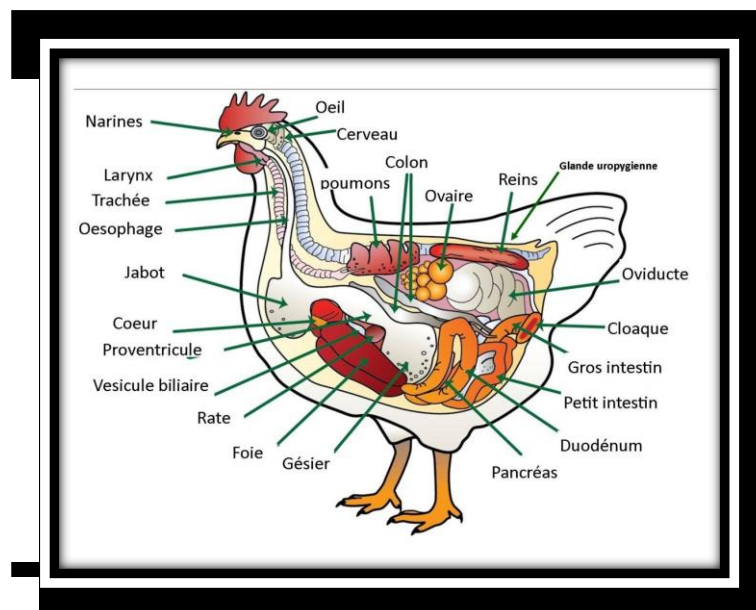


Figure 7 : Anatomie de la poule (Tekkouk-Zemouchi, 2018)

Chapitre III

Paramètres sanguins chez

les volailles

III. Sang des poules

La fréquence cardiaque chez les oiseaux est supérieure (350-470 battements/minute) à celle des mammifères de format identique. Elle traduit un métabolisme très actif. Ainsi, les espèces de petite taille ont une fréquence cardiaque plus élevée que celles de grande taille (Guérin *et al.*, 2011).

Elle peut doubler, voire tripler lors d'efforts importants comme le vol. Un stress violent, comme une peur intense peut provoquer un désamorçage de la pompe cardiaque entraînant souvent une syncope mortelle. Il est nécessaire de maîtriser les stress violents chez toutes les espèces à croissance rapide (Guérin *et al.*, 2011).

III.1. Cholestérol

Le cholestérol est une molécule lipidique d'origine exogène ou endogène, appartient à la famille des stérols. C'est un composant essentiel de la structure et la fonction des membranes, en particulier de la membrane plasmique. Le cholestérol joue un rôle clé dans la croissance cellulaire et la viabilité. Il représente 20% à 25% de tous les lipides ; il est aussi un précurseur pour l'hormone stéroïde et la synthèse des acides biliaires (McLean *et al.*, 2012).

III.1.1. Rôle biologique du cholestérol

III.1.1.1. Comme élément structural

Le cholestérol est l'un des constituants lipidiques des membranes cellulaires ; de nature amphiphique. Il s'intercale entre les phospholipides dans la bicouche lipidique, la tête polaire orientée vers le milieu externe aqueux, et la partie non polaire plongée dans la membrane (Stryer *et al.*, 2003a).

III.1.1.2. Comme précurseur des composés biologiques

Toutes les molécules de l'organisme animal comportant le noyau cyclopentanoperhydrophénantrénique sont synthétisées à partir du cholestérol ; c'est le cas des acides biliaires, des hormones stéroïdes et du calcitriol. C'est aussi un constituant de la bile (Stryer *et al.*, 2003a).

III.1.1.3. Hypercholestérolémie

L'hypercholestérolémie se définit par un excès de cholestérol dans le sang, dont la teneur est supérieure ou égale à 2,5 g.L⁻¹. Elle représente dans le monde un enjeu majeur de santé publique. Ce n'est pas une maladie en soi mais un trouble métabolique, dont le

caractère pathogène est lié à la répartition du cholestérol dans les lipoprotéines, qui peuvent se révéler athérogène. Car un excès de LDL et de VLDL par rapport aux HDL est considéré comme un facteur de risque de maladies cardiovasculaires (**Holewijn et al., 2010**).

III.2. HDL- Cholestérol

L'HDL est une lipoprotéine de grande densité. Responsable du transport du cholestérol vers le foie où il pourra être éliminé ce qui permet d'éviter son accumulation dans les vaisseaux sanguins et donc de diminuer le risque de formation des plaques d'athérome.

III.2.1. Rôle biologique du HDL-Cholestérol

Pour l'organisme l'HDL EST un réservoir des apoprotéines A, C, E ; il capte le cholestérol libre en excès des tissus périphériques stimulant la LCAT qui permet l'estérification du cholestérol qui devient hydrophobe et est ainsi piégé dans l'HDL (**Chibah , 2014**).

III.3. LDL-Cholesterol

Ce sont des lipoprotéines de basse densité, elles sont composées de 78% de lipides et 22% de protéines et produites par le foie à partir des VLDL. Les LDL portent des apolipoprotéines B100, une monocouche de phospholipides des triglycérides et des vitamines liposolubles antioxydantes Vitamine E et caroténoïdes, leur fonction est le transport du cholestérol libre ou estérifié dans le sang et à travers l'organisme pour le distribuer aux tissus cibles (**Chibah, 2014**).

III.3.1. Rôle biologique du LDL-Cholestérol

Les LDL transportent 2/3 du cholestérol circulant et plus de 90% de l'Apo B-100 plasmatique. Les LDL possèdent aussi dans leur structure des antioxydants lipophiles tels que la vitamine E, dans la proportion de 6 molécules de tocophérol par LDL en moyenne, mais aussi des carotènes et de l'ubiquinol 10 (**Esterbauer, 1992**).

III.4. Triglycérides

Les triglycérides sont formés d'une molécule de glycérol estérifiée par trois molécules d'acides gras d'origine à la fois exogène et endogène par la synthèse qui est réalisée au niveau du foie et de l'intestin. Les TG sont une source importante d'énergie et constituent généralement une partie importante de l'apport calorifique d'un individu (**Chevallier, 2009**).

III.4.1. Rôle biologique des triglycérides

L'intestin libère des chylomicrons et le foie des VLDL. Ces lipoprotéines gagnent la

circulation sanguine où un système de dégradation les transforme en acides gras libres qui sont à leur tour utilisés par les tissus comme source d'énergie. L'excès est entreposé comme réserve énergétique dans les cellules graisseuses appelées adipocytes. Les TG transportent également les vitamines A, D, E et K dans le sang (**Bruckert, 2013**).

III.4.2. Hypertriglyceridemie

L'hypertriglycémie est l'une des composantes du syndrome métabolique, y compris une distribution centrale de l'adiposité ou de l'obésité viscérale, la résistance à l'insuline, la tolérance au glucose altérée, l'hypertension et les TG élevés, associé à un état athérogène, pro coagulant et pro inflammatoire (**Grundy et al., 2005**).

III.5. Protéines totales

Les protéines sont des macromolécules constituées de chaînes d'acides aminés (20 AA) liés l'un à l'autre par des liaisons peptidiques, dont huit sont dits essentiels (AAE) ou indispensables. C'est-à-dire non synthétisés par l'organisme animal. L'azote étant indispensable à la vie. ce sont les seules sources d'azote (N) que les vertébrés peuvent utiliser. En général, on parle de protéine lorsque la chaîne contient 100 acides aminés ; dans le cas contraire, on parle de peptides et polypeptides (**Stryer et al., 2003**).

III.5.1. Rôle biologique des protéines totales

Elles ont un rôle très important dans la formation des enzymes catalyseurs qui accélèrent les réactions biologiques. Elles interviennent également dans la régulation de l'insuline et la somatotropine. Elles jouent également un rôle de stockage, de transporteurs, de protecteurs de l'organisme sous forme de d'immunoglobulines ou d'anticorps (**Weinman, 2000**).

III.6. Le foie

Le foie est un organe essentiel du corps puisqu'il traite l'élimination des toxines de tout l'organisme. Lorsqu'il est sain, il constitue une véritable petite usine de transformation chimique, qui préserve le corps en le purifiant et protège le système immunitaire du risque de surcharges (**Lukas, 2013**).

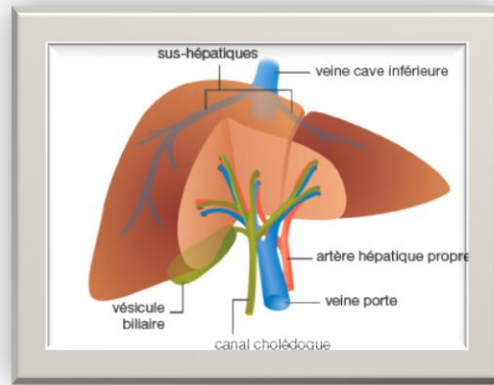


Figure 8 : Morphologie hépatique (Castaing, 2006)

Le foie représente la glande la plus volumineuse de tout l'organisme, il pèse environ 1500g chez l'adulte, il est de couleur rouge brune, de consistance assez ferme. Cependant, il reste très friable (Klotz et al., 2000).

Pour remplir toutes ces fonctions, le foie est alimenté par une double irrigation sanguine: l'artère hépatique (30%) apporte au foie le sang riche en oxygène, la veine porte (70%) amène du sang riche en substances nutritives provenant de l'estomac et des intestins (Figure 8) (Chuv, 2019)

Chapitre IV

Immunologie

IV.1. Système immunitaire

Le système immunitaire a pour fonction principale de permettre à un organisme de maintenir la cohérence des cellules et des tissus qui le constituent et d'assurer son intégration en éliminant les substances étrangères ou les agents infectieux auxquels il est exposé (**Revillard, 2001**). Pour cela, l'organisme doit disposer des mécanismes biologiques permettant la reconnaissance et la tolérance de ce qui lui appartient en propre (le soi); la reconnaissance et le rejet de ce qui lui est étranger (le non soi) (**Massaoudi, 2017**)

Le système immunitaire de lutte contre les microorganismes par deux types fondamentaux de réponses immunitaires : la réponse immunitaire non spécifique qui offre une résistance à tous les micro-organismes et la réponse immunitaire spécifique qui s'améliore avec les expositions répétées aux agents étrangers c'est à dire que ce sont des réponses immunitaires à mémoire (**Janeway et al., 2003**).

IV.2. Organes lymphoïdes

Plusieurs organes et tissus morphologiquement et fonctionnellement distincts sont responsables du développement des réponses immunitaires, ces derniers peuvent être distingués selon qu'ils agissent autant qu'organes lymphoïdes primaires ou secondaires (**Kindt et al., 2008**).

IV.3. Bases anatomiques de l'immunité chez la volaille

Tout comme celle de l'humain le système immunitaire des volailles est composé d'organes immunitaires centraux ou primaires et d'organes et de tissus immunitaires secondaires (**Figure 9**) (**Massaoudi, 2017**).

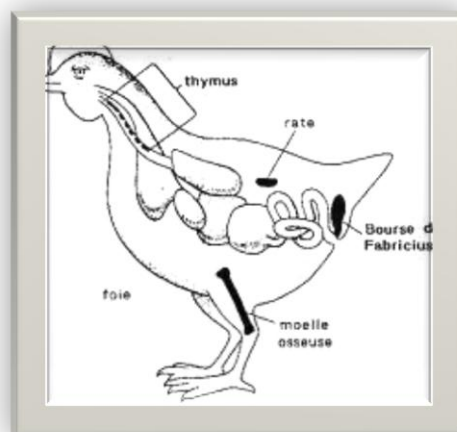


Figure 9 : Distribution anatomique des organes lymphoïdes (**Anonyme, 2012**)

IV.4. Organes lymphoïdes primaires

Ce sont le lieu d'ontogénèse, de prolifération et de maturation des lymphocytes. A partir des cellules lymphoïdes issues de la moelle osseuse: le thymus et la bourse de Fabricius produisent respectivement des cellules (figure 2) ; le thymus contrôle la production des cellules T (thymo-dépendantes) et la bourse de Fabricius celle des cellules B (burso-dépendantes) ; ces deux populations cellulaires sont impliquées dans les mécanismes d'immunité cellulaire et humorale. Au cours de leur développement dans les organes lymphoïdes centraux, les lymphocytes se différencient et vont acquérir leur compétence c'est là que seront sélectionnées les cellules utiles (**Figure 10**); celles qui possèdent la capacité de reconnaître les antigènes étrangers à l'organisme (**Eerola et al.,1987; Martine, 2010**).

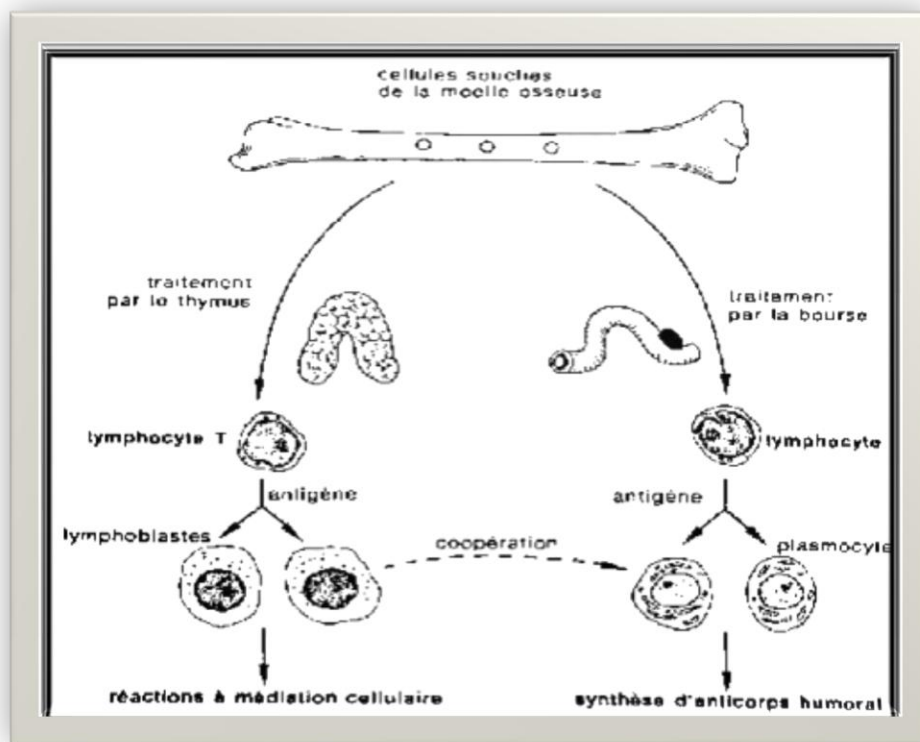


Figure 10 : Les organes lymphoïdes centraux (**Anonyme, 2012**)

IV.4.1. Bource de Fabricius

C'est de son état physiologique que dépendra le statut immunitaire des volailles surtout au début du développement des poussins. Les différentes agressions de l'environnement (stress, mauvaise hygiène, vaccination, troubles de santé.) influent sur le développement anatomique et physiologique de la bourse de Fabricius (**Siegel, 1980**).

IV.4.2. Thymus

Le thymus est un organe lymphoïde primaire reposant sur le cœur et est colonisé par des cellules souches provenant de la moelle osseuse qui se différencient en lymphocytes T. Cette structure est bilobée et est organisée en lobules séparés par des travées de tissu conjonctif dont chacun est structuré en un cortex et une médulla (**Mal, 2005**).

IV.5. Organes lymphoïdes secondaires

IV.5.1. Rate

La rate est un organe lymphoïde secondaire situé dans l'hypochondre gauche. Chez l'adulte. Elle pèse entre 100 et 300 g. Cet organe comprend la pulpe rouge parsemée de petites taches blanches, constituant la pulpe blanche. La pulpe rouge contient les érythrocytes et des macrophages en grande quantité ainsi qu'une variété de globules blancs permettant la digestion des corps étrangers (**Figure 11**). La pulpe blanche quant à elle est formée essentiellement de tissu lymphoïde. Le manchon lymphoïde est constitué en majorité de lymphocytes T, et des follicules lymphoïdes primaires et secondaires. Cette partie de la rate assure une fonction immunitaire comparable à celle des ganglions lymphatiques, qui participent à la lutte contre les infections par la production de lymphocytes, d'anticorps et de phagocytes. Néanmoins, il existe une différence essentielle entre la rate et le système lymphatique général. C'est la possibilité que présente cet organe d'être en communication directe avec la circulation sanguine. Elle peut, de cette manière, induire la production d'anticorps dans l'organisme quelle que soit leur origine (**Massaoudi, 2017**).

La rate a deux rôles, la régulation de la formation et de la destruction des éléments du sang. Et la défense immunitaire de l'organisme (**Kaliyaperumal, 2005**).

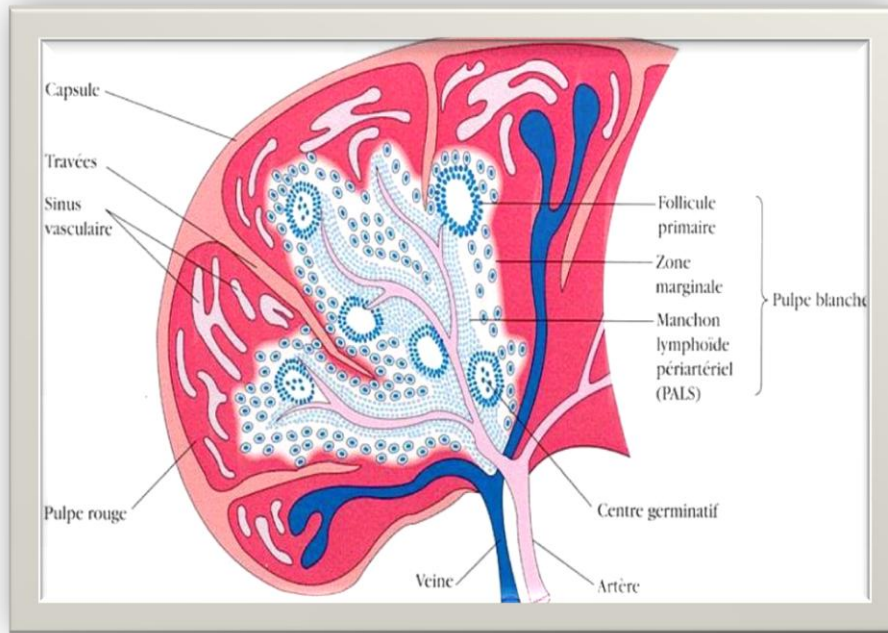


Figure 11 : Structure d'un lobule splénique (Yebka, 2019)

IV.5.2. Ganglions lymphatiques

Les ganglions lymphatiques sont des structures distribuées dans tout l'organisme ayant un aspect arrondi ou réniforme et est constitués d'un parenchyme siégeant des lymphocytes avec une capsule branchée sur la circulation lymphatique (**Figure 12**), cet élément reçoit la lymphe par les vaisseaux qui traversent la capsule (**Chatenoud et Bach, 2012**).

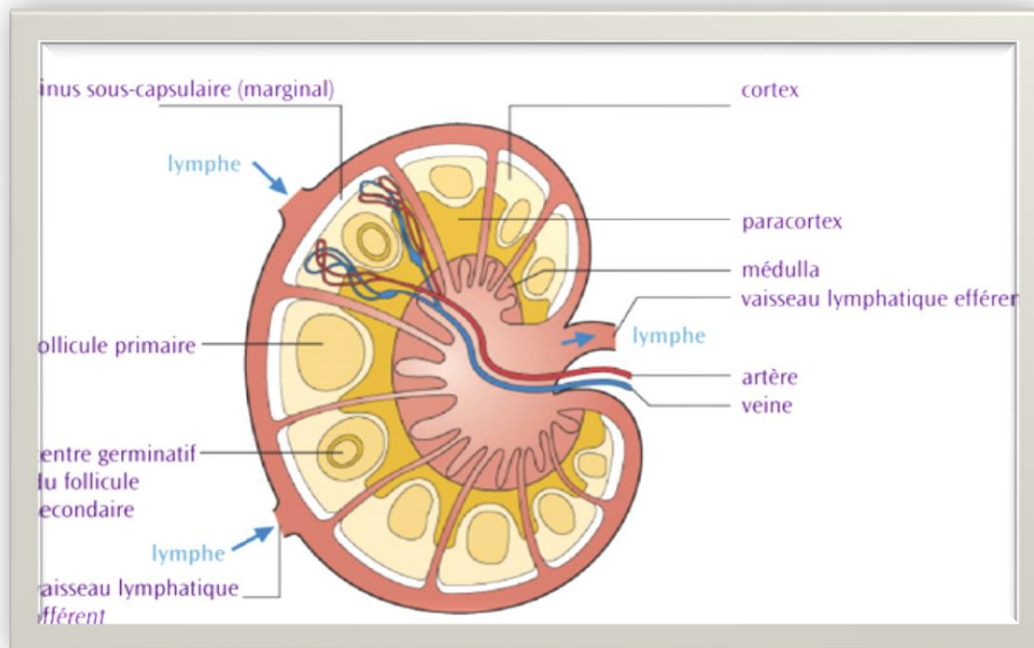


Figure 12 : Structure d'un ganglion lymphatique (Chouikh, 2015)

IV.6. Facteurs influent sur le développement des organes lymphoïdes

III.6.1. L'alimentation

Une alimentation précoce non interrompue induit une augmentation du poids de la bourse de Fabricius et une prolifération plus intense des lymphocytes. Par contre, un retard de fourniture de l'aliment affecte la croissance ultérieure des poussins et réduit leur capacité de défense immunologique (Zulkifi *et al.*, 2000; Bigot *et al.*, 2001).

IV.6.2. Le stress

Le stress est la réponse biologique que fournit un individu dont l'homéostasie est troublée. Un facteur de stress est donc un stimulus qui modifie l'homéostasie de l'organisme. Il en existe une grande variété, incluant des facteurs physiques (variation de température, traumatisme, infection...)

Le thymus est l'un des organes du système immunitaire le plus sensible aux différents facteurs de l'environnement et subit une atrophie remarquable chez les sujets exposés à un stress nutritionnel. La rate, comme organe lymphoïde secondaire, est très sensible aux stress vaccinal avec observation de phénomènes de dégénérescence et de nécrose des cellules réticuloendothéliales dans les centres germinatifs (Moetus, 2019).

Matériels et méthodes

I. Protocole expérimental

L'étude expérimentale s'est déroulée dans une serre d'élevage privé de poulet de chair située à Massera, Wilaya de Mostaganem. Cette étude vise à étudier l'effet des graines de Fenugrec sur la performance de production des poulets de chair. L'étude a été repartie en trois lots : lot 1 (10 poules) va recevoir **3g/l** à l'âge de J₁₅-J₂₁, **6g/l** à l'âge de J₂₂-J₂₈, **12g/l** à l'âge de J₂₉-J₃₅; lot 2 (10 poules) va recevoir **6g/l** à l'âge de J₁₅-J₂₁, **12g/l** à l'âge de J₂₂-J₂₈, **24g/l** à l'âge de J₂₉-J₃₅. Tandis que lot témoins va recevoir l'eau pure.

Des analyses médicales ont été réalisées au niveau du laboratoire privé à Mostaganem et l'expérimentation a été finalisée par une étude histologique au niveau du laboratoire vétérinaire régional Mostaganem service histologie, des calculs critères technico-économiques et des analyses statistiques par la suite.

I. 1. Choix d'animaux

Ce travail a été réalisé sur des poussins d'élevage intensif de souche ARBOR ACRES, élevé dans un endroit rural loin et isolé. Une serre d'élevage de poulet de chair située à Massera, Mostaganem, avec des conditions ambiantes et climatiques (température, densité, statut sanitaire, qualité de l'aliment et mangement) contrôlés (**Figure 13**). Trente poussins chair d'1 jour du même âge et sexe (tête femelles) ont été placés dans le poulailler ; Durant la période s'étendant entre le 27 mai 2020 jusqu'au 11 juillet 2020.

L'expérience a duré 45 jours après les 2 semaines de vide sanitaire qui se divisera en trois phases : Phase de démarrage de 2 semaines, Phase de croissance de 3 semaines et phase de finition de 10 jours exactement du 35^{ème} jusqu'au 45^{ème} jour (**Figures 14**).



Figure 13: Poulailler utilisé dans l'étude.

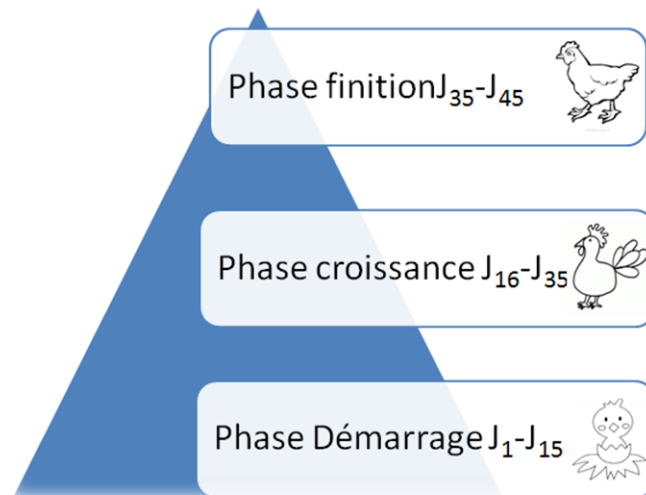


Figure 14 : Organigramme présente les trois phases dans l'élevage du poulet de chair.

I.2. Choix de la plante

A partir de l'analyse des résultats de la recherche de plusieurs travaux, le Fenugrec apparait comme un bon phyto-additif dans l'alimentation du poulet de chair (Fallah, 2013; Guardia, 2011; Gheisar, 2017; Kirubakaran, 2016; Mamoun, 2014; Meghwal et Goswami, 2012; Shah, 2016; Yesuf et Mersso, 2017).

I.3. Méthode d'extraction

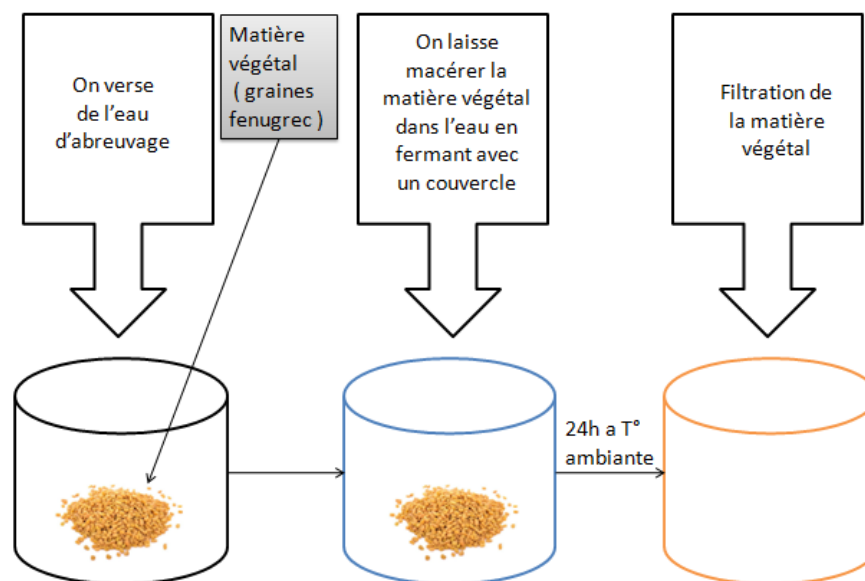


Figure 15 : Organigramme présentative des étapes d'extraction.

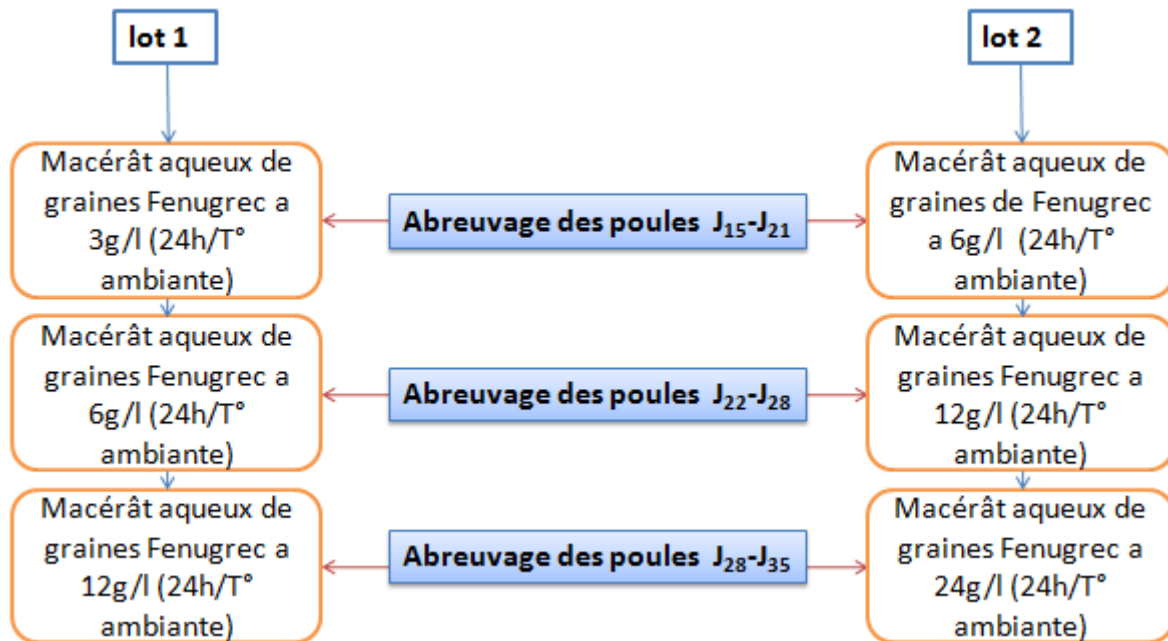


Figure 16 : Organigramme présentative de mode d'extraction durant la consommation de l'extrait aqueux de Fenugrec pour les deux lots (lot 1 et lot 2).

I.4. Animaux et régime

- 1- La serre d'élevage a été nettoyée et désinfectés avant de subir un vide sanitaire de deux semaines, nécessaire pour tout élevage de poulet de chair.
- 2- Pendant la phase de démarrage les animaux ont été regroupés (**Annexe 3**). Par contre à la phase de croissance et spécialement au 15ème jour les poules ont été divisées en trois unités, chaque unité contient dix poussins par 50 m. Puis s'agrandit progressivement jusqu'à 150 m à 45j (**Annexe 4**).
- 3- Deux mangeoires et un abreuvoir pour chaque 10 poule.
- 4- Nettoyage régulier des abreuvoirs et mangeoires.
- 5- Avant l'abreuvement, les graines de Fenugrec (3g/l, 6g/l, 12g/l et 24g/l) ont été mises macérées pendant 24 h. En fonction de l'âge et des besoins nutritionnels des poulettes (**Beghloul et al., 2017**), la dose était doublé progressivement tout comme l'aliment. Cela, Durant la période qui se situe entre le 15 ème jour et le 35 ème. Cette augmentation progressive est aussi effectuée en raison du gout amer de l'aliment.
- 6- Afin de mesurer la croissance des animaux durant la durée d'abreuvement (**Figure 17**) de l'extrait aqueux de Fenugrec (3,4 et 5eme semaine pour les deux lots 1 et 2), des pesées de poulet de chair ont été effectuées quotidiennement chaque fin de journée et cela durant la phase de croissance (lot 1, lot 2 et lot témoins) et la phase de finition (les trois lots reçoivent uniquement de l'eau pure).



Figure 17 : Pesé des poulets de chair durant l'élevage A(J₁₅) B (J₃₀).

I.4.1. Programme nutritionnelle et abreuverages

L'alimentation des trois élevages est assurée par le même fabricant d'aliment : société **Sendjasni F.A.B** pour l'aliment de volaille, Chlef, Algérie (**Annexes 1**). Les matières premières utilisées dans la fabrication des formules d'aliment des trois lots sont identiques, à savoir dans le tableau suivant (**Tableau 7**).

Tableau 7 : Programmes nutritionnelle trois lots (lot 1, lot 2 et lot témoins) durant l'élevage du poulet de chair

Age	Phase	Programme	Type	Abreuverages (extrait aqueux de graine de fenugrec)		
				lot1	lot2	lot Témoin
J ₁ -J ₁₅	Démarrage	Mais, Soja, Sel, Acide aminée, Résidus de blé, Anti oxydants, Calcaire, Phosphate	Fariné	lot1	lot2	lot Témoin
				0g/l	0g/l	0g/l
J ₁₅ -J ₂₁	Croissance	Mais, Soja, Sel, Acide aminée, Résidus de blé, Anti oxydants, Calcaire, Phosphate	Granulé	3g/l	6g/l	0g/l
J ₂₂ -J ₂₈				6g/l	12g/l	0g/l
J ₂₉ -J ₃₅				12g/l	24g/l	0g/l
J ₃₅ -J ₄₅	Finition	Mais, Soja, Sel, Acide aminée, Résidus de blé, Anti oxydants, Calcaire, Phosphate	Granulé	0g/l	0g/l	0g/l

I.4.2. Programme des antibiotiques / vitamine / vaccin

Le Programme pharmaceutique des trois lots a été identique (**Tableau 8**). Cela s'est fait par prescription vétérinaire qui suit le parcours d'élevage. Les produits ont été fournée par des

Laboratoire pharmaceutique vétérinaire internationale et nationale : les vaccin vivant contre les maladie (NEWCASTEL : souche la SOTA, Gambor) **Laboratoire HIPRA , SA**, les antibiotique contre les infection (*E.Colie*, bactérie gram négatif ,Coccidiose et les maladie respiratoire) **Laboratoire vétérinaire HOLLAND** .Les autres produit vétérinaires (mélange acides aminés et vitamine) (**Annexes 2**) **Laboratoire FATRO et VITROPHARM**.

I.4.2.1. Mode d'administration

1. S'assurer que tous les tuyaux, tubes, auges, abreuvoirs sont bien propres et exempts de toute trace de désinfectants et détergents.
2. S'assurer que l'eau de boisson est froide. propre et exempte de détergents et de désinfectants pour garantir la viabilité du vaccin. Utiliser uniquement de l'eau fraîche, de préférence non chlorée et sans ions métalliques. Cela doit être effectué 10 minutes avant la reconstitution du vaccin.
3. Les antibiotique et les vitamines doit être préalablement dilué dans une petite quantité d'eau pour obtenir une solution mère qui sera dilué dans le réservoir d'eau de boisson jusqu'à ce que tout la solution médicamenteuse soit consommée .Ce procédé de dilution permet d'obtenir une solution finale de meilleure homogénéité.
4. Administrer le vaccin pendant 2 heures (au maximum) en s'assurant que tous les oiseaux boivent durant cette période. Le comportement des oiseaux varie en ce qui concerne la prise de boisson. Il peut être nécessaire de retirer l'eau à certains endroits avant la vaccination pour être sûr que tous les oiseaux boiront durant la période de vaccination. L'objectif est de donner à chaque oiseau une dose.
5. Le vaccin reconstitué doit être protégé de la lumière directe du soleil et des températures supérieures à 25°C .Le contenu des flacons ouverts doit être utilisé en une seule fois .Il convient de préparer uniquement le volume de vaccin qui peut être administré en 2 heures.

I.4.2.2. Le temps d'attente

Le temps d'attente a été calculé à partir de la dernière administration du médicament. Il est rappelé que quel que soit le temps d'attente, aucune denrée d'origine animale ne peut être livrée à la consommation humaine pendant toute la durée du traitement.

I.4.2.3. Le délai d'immunité

La défense immunitaire reflète la durée de différenciation des lymphocytes B dans la rate et les ganglions. Cependant, le délai d'immunité pour le vaccin est de 3 semaines. Par contre, la durée de l'immunité après la seconde vaccination (rappelle) est de 14 semaines

Tableau 8 : Programmes pharmaceutique des trois lots (lot 1, lot 2 et lot témoins) durant l'élevage du poulet de chair.

Age	Programme	Dose (pour chaque lot)			Temps d'attente
J ₁ -J ₃	Antibiotique : Colistine (75000UI de colistine par kilogramme de poids vif par jour)	225000 UI dans l'eau de boisson			1 jour
J ₃ -J ₆	L'eau pure	-----			-----
J ₇	Vaccin HB1 (Newcastle)(1dose/oiseau pour 1 litre d'eau par jour d'âge pour 1000 poulets)	10dose/7cl			Zéro jour
J ₈ -J ₁₀	Mélange équilibré de vitamines et acides aminés (1ml pour 5 à 10l d'eau de boisson)	0.2ml/l			Zéro jour
J ₁₁ -J ₁₃	L'eau pure	-----			-----
J ₁₄	Vaccin Gambor (1dose/oiseau pour 1 litre d'eau par jour d'âge pour 1000 poulets)	10dose/14cl			Zéro jour
J ₁₅ -J ₁₆	Vitamine E	2ml/l			Zéro jour
J ₁₇ -J ₁₉	Anti-Coccidiose (1ml/l une seule dose)	1ml/l			18 jours
J ₂₀	L'eau seule	-----			-----
J ₂₁	Vaccin HB1(Newcastle) : rappelle 1dose/oiseau pour 1 litre d'eau par jour d'âge pour 1000 poulets	10dose/21cl			Zéro jour
J ₂₂ -J ₂₄	L'eau pure	-----			-----
J ₂₅	Antibiotique:Amoxicilline (20mg par kg de poids vif par jour)	Lot 1	Lot 2	Lot Témoin	6jours
		249.6g	257g	246.9g	
		267g	278g	265.8g	
		286.2g	294.7g	285g	
		318g	326.6g	300.2g	
J ₂₆	Antibiotique :Amoxicilline	267g	278g	265.8g	
J ₂₇	Antibiotique :Amoxicilline	286.2g	294.7g	285g	
J ₂₈	Antibiotique :Amoxicilline	318g	326.6g	300.2g	
J ₂₉	Antibiotique :Amoxicilline	320g	340g	314g	
J ₃₀ -J ₄₅	L'eau seule	-----			-----

I.5. Les Paramètres biochimiques étudiés

I.5.1. Prélèvement sanguin

Le prélèvement du sang a été effectué à jeun le matin avant la distribution matinale de l'aliment. Ceci évite la lipémie postprandiale. C'est-à-dire l'augmentation de la charge en lipides sur les triglycérides circulants après le repas, qui se traduit par une opalescence (voir une lactescence) du sang qui perturbe le dosage (Treut, 2001). Le sang a été prélevé dans un tube héparine, après avoir enlevé les plumes de la face interne de l'aile (Figure 18) et désinfecté la veine alaire de chaque poulet (se situe au niveau de l'articulation de l'aile). Ensuite, les échantillons ont été acheminés vers le laboratoire dans l'heure qui suit (Figure 18).

I.5.2. Les Paramètres biochimiques étudiés par des méthodes de colorimétries

Les paramètres biochimiques qui sont pris en considération durant cette expérience sont les suivants : Cholestérol total, HDL, LDL, Triglycérides et Protéines totales. Afin de confirmer l'effet stimulant de l'extrait aqueux des graines de fenugrec sur la prise de poids corporel.

Le Fenugrec permettrait l'augmentation de la masse musculaire tout en limitant, voire en diminuant l'excès de graisse.

I.5.3.1. Mode opératoire

Ces analyses sont effectuées dans un laboratoire d'analyse humaine privé (laboratoire d'analyse médicale Benhahmed) Massera, Wilaya de Mostaganem. Elles sont réalisées par un appareil automatique. Cet appareil permet le dosage du paramètre biochimique (Cholestérol total, HDL, LDL, Triglycérides, Protéines totales dans le sang).

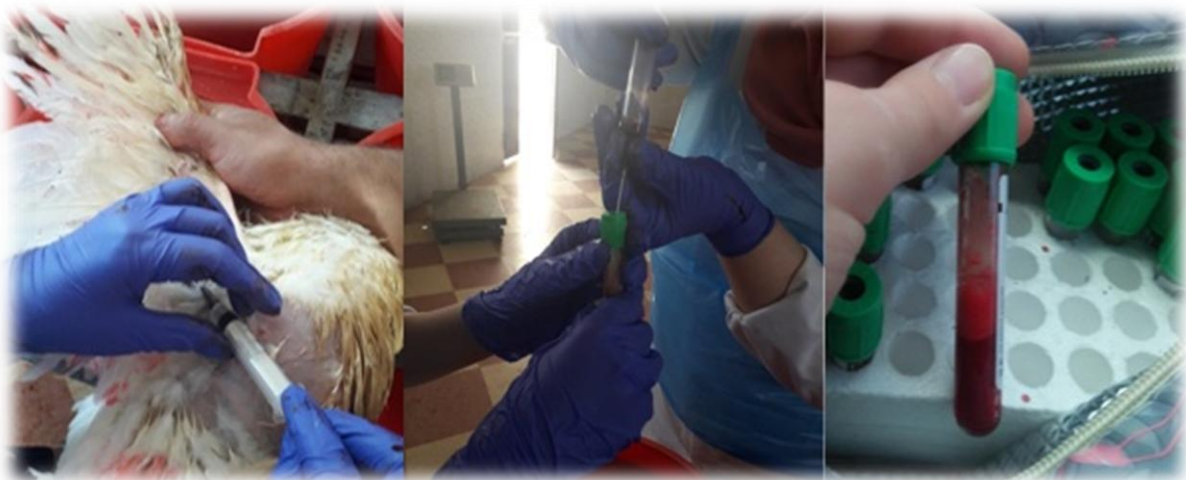


Figure 18 : Prélèvement sanguin au niveau de l'articulation de l'aile de poulet dans un tube héparine

I.6. Sacrifice

Un locale situé à Mazagran, Mostaganem bien séparé des autres services du laboratoire susceptible de lavage et désinfection aisées et efficaces, équipé d'un réseau hydrique avec une abondance et pression en eau. Les poulets de chair sont sacrifiés, et les organes sont prélevés. Ces organes sont : la rate, le foie, le cœur afin de mesuré leur poids puisque sont les plus demandée dans le marché (**Annexe 8**) .

I.7. Etude histologique

A la fin de l'expérimentation, l'étude histologique a été réalisée, L'étude histologique est réalisée sur les tissus rate et foie au niveau du laboratoire vétérinaire régional Mostaganem service histologie, méthode d'histologie de :**Manuel of veterinary investigation laboratory, histology technique 1984, volume 2 livre2, London** et les techniques de coloration cytologique de **GEMENZ** traduit et mise en application sur paillasse par le **Dr. Benmehdi** à partir du Manuel of standards for diagnostic tests and vaccines OIE 2000 pp 916. Of standards for diagnostic tests.

I.7.1. Echantillons

Les organes (foie, rate) seront immédiatement introduits dans un flacon en plastic à col large contenant le fixateur (10 % formol), le flacon doit être identifié et fermer hermétiquement.

I.7.2. Protocole

L'étude histologique a été réalisée selon le protocole suivant

I.7.2.1. Fixation

Les organes prélevés sont fixés avec du formol dilué à 10% (**Annexe 6**)

I.7.2.2. Recoupe des organes fixés

La recoupe est réalisée par un pathologiste. Il est aidé par les poste gradués stagiaires qui identifient les cassettes et remplit la fiche de paillasse. Les sections se font sur une planchette en liège. Elles doivent être fines et précises, correspondant à l'épaisseur des cassettes (fermeture) et surtout elles doivent être à la limite de la lésion avec le tissu sain.

A. Matériel

La recoupe est réalisée sur une table aspirante performante qui permet d'aspirer les vapeurs de formol. Les manipulations s'effectuent avec les gants, un masque, un bistouri et

des pinces. Les prélèvements d'organes fixés seront imbibés d'eau avant la recoupe afin d'éliminer l'odeur formolée.

B. Inclusion

Cette étape permet d'imprégner les tissus des organes prélevés par un matériel inerte qui durcit pour obtenir des blocs homogènes renfermant des organes ou des fragments d'organes. Les bains qui permettent la déshydratation, clarification et imprégnation sont réalisés manuellement.

I.7.2.3. Déshydrations

Un lavage rapide à l'eau du robinet éliminera l'excès d'acide picrique. Les tissus humides ne peuvent pas être directement infiltrés par la paraffine. En premier lieu, l'eau devra être retirée des tissus par la déshydratation. Cela est habituellement réalisé par passage dans une série de bains d'alcool (éthanol 100 %) aux gardiens ascendants : 70% – 95% -100% généralement deux suffisent 70% et 100% pour bien gérer le stock d'alcool (**Tableau 9**).

I.7.2.4. Clarification

Celle-ci consiste à extraire le déshydratant et le remplacer par une substance miscible avec la paraffine ce qui rend les organes plus transparents. Elle repose sur deux passages au chloroforme. L'agent clarifiant utilisé au niveau de notre labo d'histologie est le chloroforme. (Nocif et irritant). D'autres solvants clarifiants tels que le xylène et le toluène peuvent être également utilisés. On parle d'agents « éclaircissants ». Deux passages sont nécessaires :

- Le premier bain se compose de 50% chloroforme et 50% Alcool. Le second est réalisé par du chloroforme pur.

I.7.2.5. L'imprégnation

Elle consiste à imprégner le tissu à chaud par une paraffine de routine dont le point de fusion est de l'ordre de 54 – 56° C. A notre niveau, l'imprégnation s'effectue en plongeant directement les cassettes dans l'appareil thermal renfermant la paraffine.

Tableau 9 : Durée des étapes de préparation (Déshydratation, Clarification, Imprégnation).

Etapes	Alcool 70 %	Alcool 100%
Déshydratation	06h et plus	20h à 24h au maximum
Clarification	Chloroforme 50%, éthanol, 50%	Chloroforme pure
	04 h	06h
Imprégnation	Paraffine 20h au maximum 24 h	

I.7.2.6. Inclusion et enrobage

1. Faire chauffer les moules en acier inoxydable, pincés dans une poupinelle à 60°C.
2. Faire couler de la paraffine au quart dans les moules
3. Remettre les moules de nouveau dans la poupinelle, après retrait des cassettes du bain de paraffine.
4. Déposer la face choisie du tissu à couper dans le moule à l'aide de pincées chauffées.
5. Placer la face inférieure de la cassette sans le couvercle sur l'ensemble moulé/échantillon : cette manipulation se fait entièrement à l'intérieur de la poupinelle
6. Retirer l'ensemble de la poupinelle et l'immerger de paraffine et laisser le tout se solidifier sur la paille (Annexe 6).

I.7.2.6.1. Coupe

Des coupes de 5 μ sont réalisées à l'aide d'un microtome (Annexe 6). Le ruban fractionné est porté sur une lame de verre. La lame est mise sur une plaque chauffante pour permettre un bon étalement et éviter la formation des plis. Les lames sont marquées sur leur bord par un stylo à diamant. Ensuite elles sont mises dans un plateau et l'incubation est effectuée sous une température de (50°C-56°C) pendant toute la nuit.

I.7.2.6.2. Coloration

1. Déparaffiner d'avantage par passage dans deux bains de xylène de 15 min chacun.
2. Réhydrater graduellement, bains d'alcool absolu de 5 min chacun puis dans un bain d'alcool à 70°C pendant 5 min.
3. Colorer avec l'Hématoxyline pendant 25 min.
4. Foncer dans l'eau du robinet pendant 15 min.
5. Réduire la coloration du cytoplasme par un trempage rapide (1-2 seconde) dans 1% acide chlorhydrique pur / alcool absolu.
6. Lavage rapide à l'eau pour éliminer l'excès d'acide/ alcool.
7. Colorer à l'éosine pendant 15 min.
8. Lavage à l'eau pour éliminer l'excès de coloration.
9. Déshydrater graduellement dans l'alcool à 70°C pendant 10 min puis l'alcool absolu pendant 3 min.
10. Sécher les lames avec précaution dans du papier buvard.
11. Clarifier dans du xylène pendant 15 min.

12. Monter entre lamelle et lame en prenant le soin de dégager les bulles d'air du baume de canada à l'aide d'une seringue .

13. Laisser sécher les lames dans la poupinelle à 60°C pendant une nuit (**Annexe 6**) .

I.7.2.7. Montage

Une goutte d'une solution (EUKITT) est déposée permettant l'adhésion sur la lame. En présence d'une lame propre et sèche en inclinant progressivement, cette dernière de façon que la solution s'étende peu à peu et recouvre la coupe sans emprisonner les bulles d'air. La lamelle est adhérente et la préparation est prête pour l'observation microscopique.

I.7.2.8. Lecture microscopique

La lecture est réalisée par un photo-microscopique et chaque coupe est photographiée.

I.8. Analyse statistique

Les résultats des tests ont été exprimés en moyenne \pm SEM. Et analysés par le test t de Student. Les valeurs de $p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$ ont été considérés comme significatifs (*), très significatifs (**) et hautement significatifs (***) respectivement.

I.9. Calcul des critères technico-économiques

I.9.1. l'Indice de consommation (IC)

La consommation alimentaire journalière des animaux a été enregistrée grâce à la pesée des quantités d'aliments distribuées et refusées quotidiennement sur la fiche de suivi zootechnique. L'indice de consommation a été obtenu en divisant la consommation alimentaire totale de la semaine par le gain de poids total de la semaine (**Villemin, 1984**).

C'est l'un des facteurs de rentabilité qui se rapportent au rendement zootechnique le plus important. Dans les conditions normales de conduite, la valeur de l'indice de consommation est comprise entre 1,9 et 2,1 ; soit une valeur moyenne de 2. La valeur 2 signifie que le poulet a consommé 2Kg d'aliment pour produire 1Kg de poids vif.

L'indice de consommation se calcule à partir de la formule suivante :

$IC = \text{Quantité d'aliment consommé (Kg)} / \text{Poids vif total produit (Kg)}$

IC : indice de consommation

I.9.2. Calcule du Taux de mortalité

Le taux de mortalité est un facteur important de rentabilité puisqu'il influence aussi bien l'indice de consommation que le prix de revient.

Le taux de mortalité exprimé en pourcentage (%) est calculé à partir de la formule suivante :

$TM (\%) = \text{Nombre de sujets morts} / \text{Nombre de sujets mis en place. (Aviculture au Maroc)}$

Résultats et Discussion

I. Evolution du poids corporel et de la nourriture ingérée

I.1. Poids corporel

Après 28 jours de consommation de l'extrait aqueux de Fenugrec pour le lot 1 (3g, 6g, 12g), le lot 2 (6g, 12g, 24g) et de l'eau pure pour le lot T (témoin), on observe que le poids des poules de chair évolue de façon distincte entre les lots 1 et 2. Tandis que le poids du lot témoins évolue lentement.

Les résultats obtenus à la fin de l'étude montrent une prise de poids hautement significative par rapport au lot témoin pour le lot 1(3g, 6g, 12g), et très significative pour le lot 2 (6g, 12g, 24g) par rapport au lot témoin.

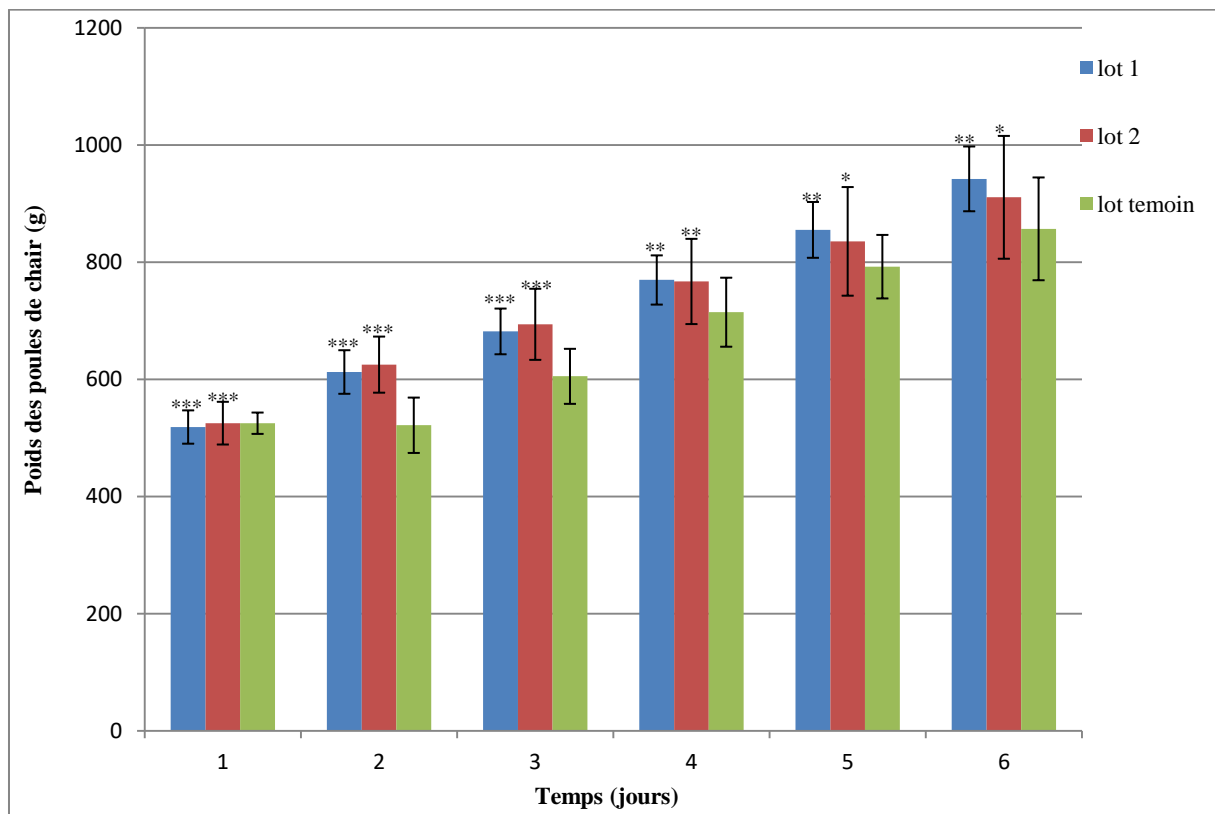


Figure 19 : Effet de *Trigonella foenum graecum* L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 1^{ère} semaine d'expérimentation, lot 1 (3g/l), lot 2 (6g/l), et lot témoin. Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).

Une prise de poids hautement significative a été observée lors des 1^{ers} et 3^{ème} jours de la 1^{ère} semaine d'expérimentation (3^{ème} semaine de vie des poules de chair) pour les deux lots pendant les 3 premiers jours de vie des poules de chair. Par contre, à partir du 4^{ème} jour (**Figure 19**), une différence significative a été notée entre les résultats des prises de poids des 2 lots (lot 1 et lot 2) (**Annexe 15, 19, 23**).

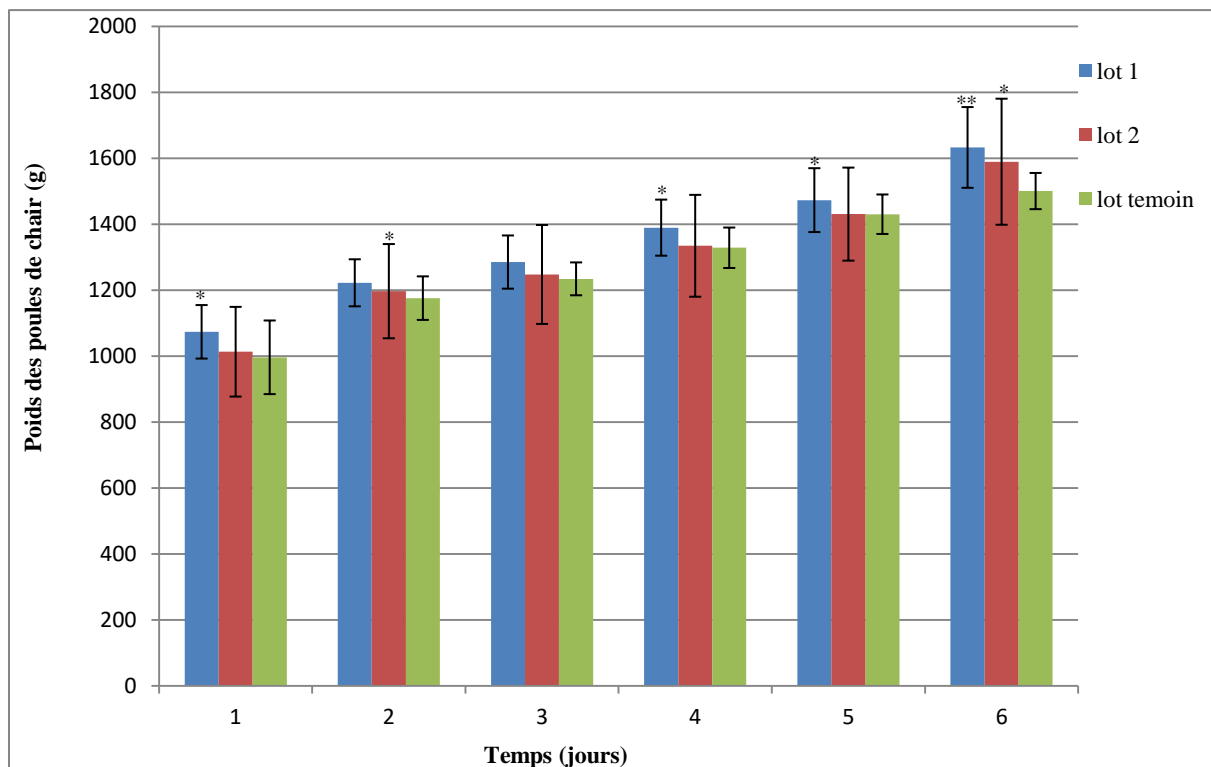


Figure 20 : Effet de *Trigonella foenum graecum* L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 2^{ème} semaine d'expérimentation, lot 1 (6g/l), lot 2 (12g/l), et le lot témoin (eau pure). Hautement significatif*** (p< 0.001), très significatif ** (p<0.01), significatif * (p<0.5).

Lors des 2^{ème} et 6^{ème} jours de la 2^{ème} semaine d'expérimentation (4^{ème} semaine de vie des poules de chair), une augmentation significative a été remarquée de la prise de poids pour le lot 1(6g/l) et le lot 2 (12g/l) comparativement au lot témoin (**Figure 20**) (**Annexe 16, 20, 24**).

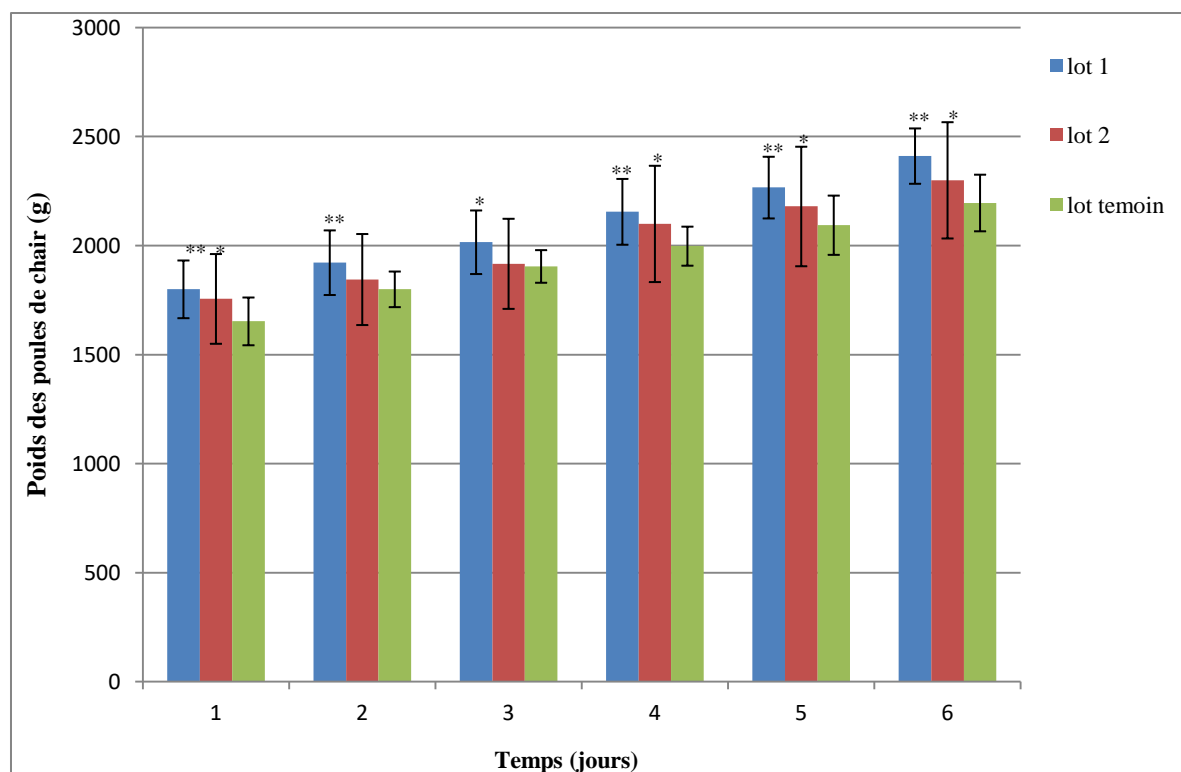


Figure 21 : Effet de *Trigonella foenum graecum* L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 3^{ème} semaine d'expérimentation, lot 1 (12g/l), lot 2 (24g/l), et lot témoin. Hautement significatif*** ($p < 0.001$), très significatif ** ($p < 0.01$), significatif * ($p < 0.5$).

De même, La prise de poids par l'extrait aqueux de Fenugrec lors des 3^{ème} et 6^{ème} jours de la 3^{ème} semaine d'expérimentation (5^{ème} semaine de vie des poules de chair) a été globalement très significative pour le lot 1 (12g/l) et significatifs pour le lot 2 (24g/l) par rapport au lot témoin (**Figure 21**) (**Annexe 17, 21, 25**).

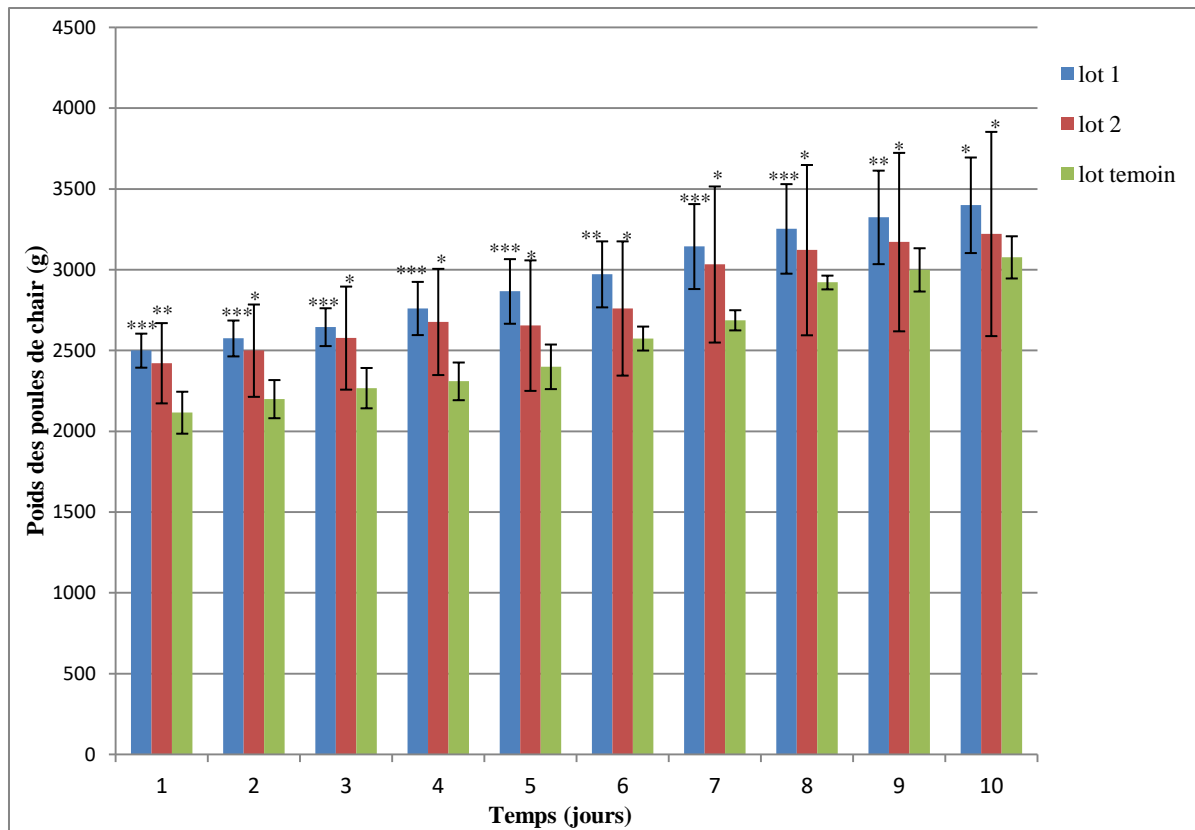


Figure 22 : Effet de *Trigonella foenum graecum* L sur la prise de poids chez les poules de chair de la 4^{ème} semaine d'expérimentation après l'arrêt de l'extrait de Fenugrec pour les lots 1 et 2. Hautement significatif*** ($p < 0.001$), très significatif ** ($p < 0.01$), significatif * ($p < 0.5$).

Après l'arrêt de l'abreuvement en extrait aqueux de Fenugrec durant la 4^{ème} semaine d'expérimentation (6^{ème} semaine de vie des poules de chair), une augmentation hautement significative a été notée pour le lot 1 et significative pour le lot 2 comparativement au lot témoin pendant les 8 jours qui ont suivis l'arrêt de l'extrait aqueux (**Figure 22**) (**Annexe 18, 22, 26**).

Les résultats des paramètres zootechniques obtenus en fin d'élevage ont montré une différence de poids très significative entre les sujets du lot témoin et les sujet du lot 1 et 2.

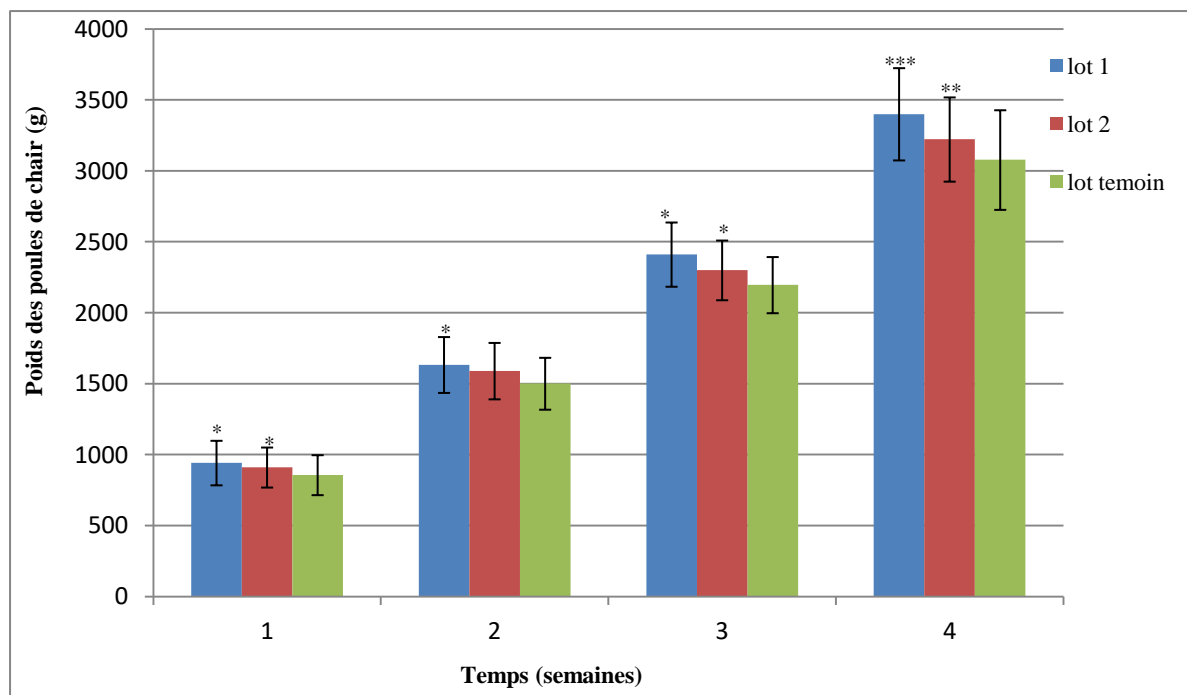


Figure 23 : Effet de *Trigonella foenum graecum* L sur la prise de poids chez les poules de chair des semaines 1, 2, 3, 4 d’expérimentation, pour le lot 1, lot 2 et lot témoin. Hautement significatif*** ($p < 0.001$), très significatif ** ($p < 0.01$), significatif * ($p < 0.5$).

Les résultats de l’administration des doses de 3g/l (lot 1) et 6g/l (lot 2) lors de la 1^{ère} semaine d’expérimentation ont montré une augmentation significative de la prise de poids des poules de chair (**Annexe 7**). Quant à la 2^{ème} semaine d’expérimentation, la prise de poids était significative pour le lot 1 (6g/l) et non significatif pour le lot 2 (12g/l) (**Annexe 8**). Par contre, les deux lots (lot 1(12g/l) et lot 2(24g/l)) ont été significatifs en comparaison au lot témoin dans la 3^{ème} semaine d’expérimentation (**Annexe 9**). Alors, la 4^{ème} semaine qui suit l’arrêt de la prise de l’extrait aqueux de Fenugrec c’est-à-dire la phase de finition (**Annexe 10,11**), a montré un accroissement hautement significatif pour le lot 1 (3g/l, 6g/l, 12g/l) et très significatif pour le lot 2 (6g/l, 12g/l, 24g/l) (**Figure 23**) avec un poids assez élevé lors du 45^{ème} jour (**Annexe 12**).

I.2. Calcul des critères technico-économiques

I.2.1. Calcul de l’indice de consommation (IC)

Le calcul de l’indice de consommation se fait selon le rapport suivant :

$$IC = \text{Quantité d'aliment consommé (Kg)} / \text{Poids vif total produit (Kg)}$$

Tableau 10 : Calcul de l’indice de consommation du lot 1, lot 2 et lot témoin.

	Quantité de l’aliment consommé (g)	Poids vif total des poules de chair (g)	Indice de consommation
lot 1	57168	27200	2,24
lot 2	56436	29900	2,03
lot témoin	33100	10500	3,15

L'indice de consommation obtenu chez le lot 2 a été meilleur que celui du lot 1 car il est inférieur à 2,1. Le lot 2 a donc une meilleure rentabilité (**Tableau 10**).

I.2.2. Calcul du taux de mortalité

TM (%) = Nombre de sujets morts / Nombre de sujets mis en place

Tableau 11: Calcul du taux de mortalité du lot 1, lot 2 et lot témoin

	Nombre de sujets morts	Nombre de sujets mis en place	Taux de mortalité
lot 1	2	10	20 %
lot 2	0	10	0 %
lot témoin	4	10	40 %

Les résultats du Calcul du taux de mortalité ont révélés un taux plus élevés dans le lot témoin comparativement aux poules de chair des lots 1 et 2, durant la période d'élevage. Cependant, le lot 1 a montré un taux de mortalité élevé que le lot 2. Tandis, le lot 2 a noté un taux de mortalité équivalent à 0(**Tableau 11**).

I.3. Poids des organes (rate, foie, cœur)

Les résultats obtenus dévoilent une différence de poids significative pour le lot 2 par rapport au lot témoin pour les 3 organes : foie, rate et cœur. Concernant, le poids de la rate et du cœur du lot 1 a enregistré un accroissement très significatif comparativement au lot témoin (**Figure 24**) (**Annexe 13**).

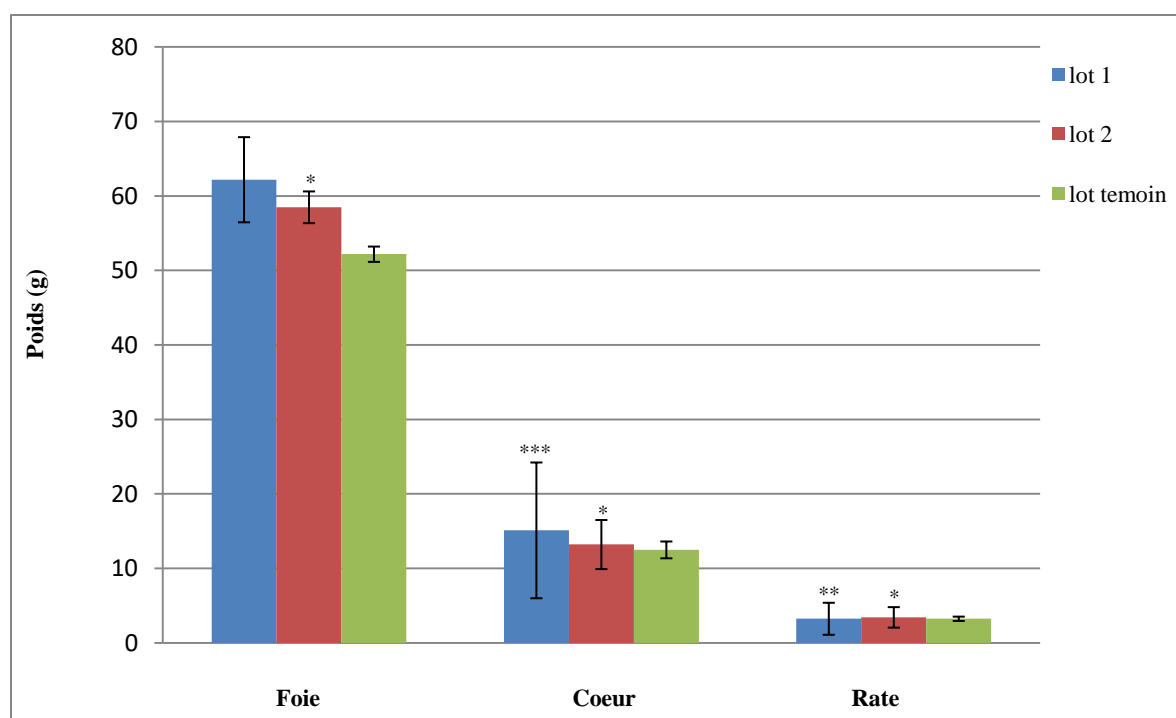


Figure 24 : Poids des organes (foie, cœur, rate) des poules de chair du lot 1, lot 2 et lot témoin. Hautement significatif*** ($p < 0.001$), très significatif ** ($p < 0.01$), significatif * ($p < 0.5$).

I.4. Bilan lipidique

Afin de mieux cerner l'effet de l'extrait aqueux de Fenugrec sur la prise de poids des poules de chair, un bilan lipidique a été réalisé. Les résultats à savoir le cholestérol total et le HDL ont été hautement significatifs élevés chez le lot 1 et le lot 2 par rapport au lot témoin (**Annexe 14**). Concernant le taux de triglycérides a été significativement très élevées par rapport au lot témoin pour le lot 1 et significativement élevé pour le lot 2. Quant aux protéines totales, ils ont exhibé des taux de $36,65 \pm 3,21$ et $36,6 \pm 7,15$ correspondant respectivement au lot 1 et lot 2 (**Tableau 12**). La moyenne du cholestérol total pour le lot 1 était de $1,45 \pm 0,07$ suivie par le lot 2 avec une valeur de $1,46 \pm 0,08$. Quant au HDL qui est de $1,03 \pm 1,29$ chez le lot 1 et $1,43 \pm 0,34$ chez le lot 2. Tandis que les Triglycérides et les protéines totales ont présentés des valeurs très proches de la norme.

Tableau 12 : Bilan lipidique des poules de chair ; cholestérol total, HDL, LDL, triglycérides, protéines totales des lots 1 et 2 et le lot témoin. Hautement significatif*** ($p < 0.001$), très significatif ** ($p < 0.01$), significatif * ($p < 0.5$).

	Cholestérol total (g/l)	HDL (g/l)	LDL (g/l)	Triglycérides (g/l)	Protéines totales (g/l)
Lot 1	$1,45 \pm 0,07$ ***	$1,03 \pm 1,29$ ***	$0,31 \pm 0,10$	$0,57 \pm 0,13$ **	$36,65 \pm 3,21$ ***
Lot 2	$1,46 \pm 0,08$ ***	$1,43 \pm 0,34$ ***	$0,32 \pm 0,07$	$0,46 \pm 0,03$ *	$36,6 \pm 7,15$ *
Lot T	$1,16 \pm 1,40$	$0,83 \pm 0,04$	$0,32 \pm 0,03$	$0,5 \pm 0,03$	$37,65 \pm 2,44$

I.5. Autopsie et coupes histologiques

I.5.1. Autopsie

Les résultats expérimentaux de l'autopsie effectués sur les poules de chair n'ont pas révélés des lésions macroscopiques évidentes sur les organes prélevés. Cependant, le cœur des poules de chair du lot témoin a été recouvert plus de gras que celui des autres lots (1 et 2). Par contre, le foie du lot 2 a été visuellement plus grand comparativement à ceux du lot 1 et témoin. Quant aux autres organes étaient normaux.

I.5.2. Histologie

I.5.2.1. Foie

L'histologie du foie du lot témoin qui a administrés de l'eau pure ont permis de déceler une grande quantité de mégalocytes, une hyperplasie des canicules biliaires et une présence de vacuoles de gras dans le cytoplasme.

Les tissus hépatiques du lot 1 abreuvé avec l'extrait aqueux de Fenugrec a des doses de 3g/l la 3^{ème} semaine, 6g/l la 4^{ème} semaine et 12g/l la 5^{ème} semaine n'a montré que quelques mégalocytes, une faible hyperplasie et peu de vacuoles de gras.

Les poules de chair du lot 2 abreuvés avec l'extrait aqueux de Fenugrec a des doses de 6g/l la 3^{ème} semaine, 12g/l lors de la 4^{ème} semaine et 24g/l la 5^{ème} semaine, on présentés beaucoup de vacuoles de gras. L'ensemble du lot 2 ne semble subir aucune autre lésion hépatique (**Figure 25**).

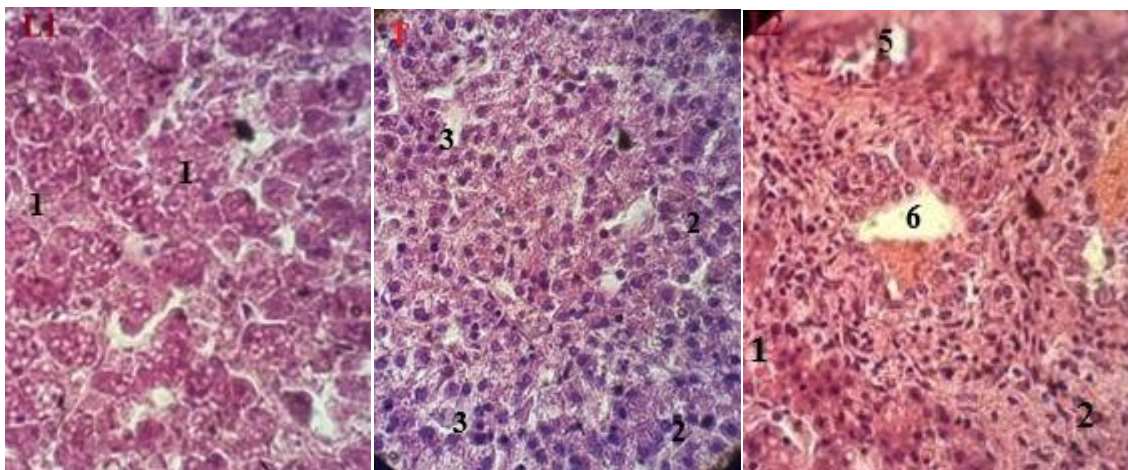


Figure 25 : Images représentatives de l'évaluation histologique de l'effet du Fenugrec sur le parenchyme hépatique des poules de chair (x40). (L1) lot 1, (L2) lot 2, (T) lot témoin, (1) vacuoles de gras, (2) mégalocytes, (3) vacuoles de gras cytoplasmique, (5) espace porte, (6) veine centro-lobulaire.

Le tableau ci-dessous montre tous les résultats de l'étude histologique des tissus hépatiques du lot 1, lot 2 et lot témoin (**Tableau 13**)

Tableau 13 : Présence ou absence de lésions microscopiques lors de l’histologie du foie du lot 1, lot 2 et lot témoin. (+) présence ; (-) absence ; (++) présence en grande quantité.

	Vacuoles de gras	Dégénérescence hépatique	mégaloocytes	hyperplasie	Hyperplasie des canicules biliaires	Autres
Lot 1	+	+	+	+	-	-
Lot 2	++	-	-	-	-	-
Lot T	-	-	++	-	+	Quelques vacuoles de gras dans le cytoplasme

I.5.2.2. Rate

Par le biais de cette approche, il était possible de dire qu’aucune, pré-nommé lésion n’a été vu dans les coupes histologiques des 3 lots, hormis une quantité très abondante de cellules lymphoïdes dans les coupes histologiques du lot 2. Celle-ci due à une stimulation immunologique très grande. L’abondance des cellules lymphoïdes a tout autant été retrouvée dans le lot 1. Cependant la quantité de cellules est inférieure à celle de du lot 2 (**Figure 26**).

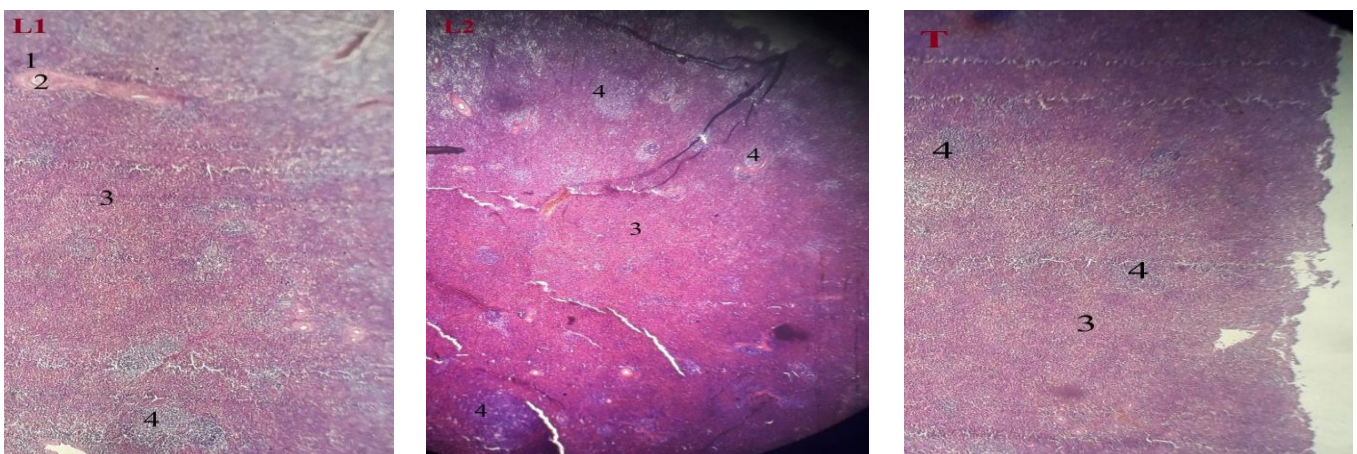


Figure 26 : Images représentatives de l’évaluation histologique de l’effet du fenugrec sur les tissus spléniques des poules de chair (x40). (L1) Lot 1; (L2) Lot 2; (T) Lot témoin. (1) gaine lymphoïde péri artériolaire ; (2) artériole folliculaire ; (3) zone marginale ; (4) nodule lymphoïde.

Le tableau ci-dessous montre tout les résultats de l’étude histologique des tissus spléniques du lot 1, lot 2 et lot témoin (**Tableau 14**) :

Tableau 14 : Présence ou absence de lésions microscopiques lors de l’histologie de la rate du lot 1, lot 2 et lot témoin. (+) présence, (++) présence en grande quantité, (+++) présence en très grande quantité.

	Cellules lymphoïdes	Stimulation	Autres
Lot 1	+++	+++	-
Lot 2	++	++	-
Lot T	+	+	-

Discussion générale

Discussion

Toutes les formes d'incorporation du fenugrec dans le régime du poulet de chair sont efficaces, que ce soit en poudre dans l'aliment, en infusion dans l'eau de boisson ou sous forme d'huile essentielle. Les doses expérimentées du Fenugrec ont été varié dans un intervalle de 0,01% à 4,0%. Des améliorations significatives des performances de production et de la réponse immunitaire ont été notées (**Anannd2016; Beghoul, 2017; Duru, 2013; Mamoun, 2014; Mollah, 2016; Safaei, 2013; Seyed 2014**).

Durant l'élevage, le poids corporel augmente chez les animaux des trois systèmes d'élevage (lot 1, lot 2, lot témoin) en fonction de l'âge. A la fin de 45 jours d'expérimentation les deux lots (lot 1 et lot 2) Consommée l'extrait aqueux de graines de fenugrec ont présenté de meilleures performances de production (poids corporel, poids des carcasses pleines, poids des carcasses éviscérées, poids des organes plus vendu dans le marché : foie, cœur et rate) que les autres animaux témoins consommée l'eau pure.

D'un point de vue pratique, nous avons pu mettre en évidence un rôle important d'orexigénique de régime prolongé par l'extrait de grains de Fenugrec sur la prise de poids corporel, qui agit comme un anabolisme naturel. Ces résultats concordent avec ceux obtenus chez les rats ayant reçu un régime de même extrait sur l'amélioration du la prise de poids (**Harchane et al.,2012**) et les travaux de(**Petit et al.,1993**) ou c'était la première fois que ces substances sont testé sur le comportement alimentaire sur des Rats Wistar mâles. Les donnée presque similaire à celle de (**Beghoul et al.,2017**)qui a proposé le Fenugrec comme substitut à l'antistress synthétique augmente les besoins en énergie et en protéines des oiseaux.

D'un point de vue cognitif, les résultats ont permis de mettre en évidence l'amélioration des performances de croissance observée chez les animaux ayant ingéré l'extrait aqueux de Fenugrec. Ceci pourrait être dû à certain molécules. D'un autre côté, l'extrait de graines de fenugrec enrichi en stéroïdes, renforce l'activité des enzymes digestives. Notamment l'augmentation des activités des lipases pancréatiques et intestinales. Donc, il à un effet bénéfique et significatif sur la digestion alimentaire, et sur les mouvements de l'intestin (**Oueslati, 2015**).La stimulation de l'appétit est obtenue chez des rats après traitement par des saponines stéroïdiennes extraites des graines de fenugrec. Ceci se passe en modifiant le rythme circadien du comportement alimentaire (**Petitetal.,1995**) . D'autres travaux ont mis en évidence un neuropeptide, le NPY, un puissant orexigène hypothalamique, essentiellement au niveau des noyaux arqués. Son niveau de production est soumis à un

rythme circadien et il est régulé notamment par des facteurs hormonaux. L'effet orexigène du fenugrec pourrait donc être médié par les neurones à NPY (**Gourcerol et al.,2006**). De même, d'autres travaux réalisés sur des saponines stéroïdes extraire à partir des graines de fenugrec. Ces composés ont été testés *in vivo* sur des rats et ont montré une augmentation de la consommation alimentaire et la motivation à manger (**Pierre et al.,1995**).

A la fin d'élevage du 45^{ème} jours. Le sang à jeun a été prélevé par voie intraveineuse avant le sacrifice des poulets et quelques paramètres biochimiques ont été mesurés (Cholestérol total, HDL, LDL, Triglycérides, Protéines totales dans le sang).

La moyenne du cholestérol total pour le lot 1 était de 1.45 ± 0.07 et celle du lot 2 de 1.46 ± 0.08 alors que le lot témoin a noté une valeur de 1.16 ± 1.40 . Ces valeurs sont dans les normes enregistrées par Fontaine, qui rapporte une valeur entre un intervalle de 1.3 et 3.8 (**Fontaine, 1995**). Quant au HDL qui est de 1.03 chez le lot 1 et 1.43 pour le lot 2. C'est deux valeurs restent elles aussi dans les normes rapportés par **Sahraoui et al. (2019)**. Le LDL et les Triglycérides, pour tous les lots sont très proches et peuvent être considérés dans les normes enregistrés par Fontaine. De même, les protéines totales des trois lots sont dans l'intervalle de référence internationale (**Fontaine, 1995 et Sahraoui et al., 2019**).

D'un point de vue analytique, les résultats ont permis de valider l'utilisation de Fenugrec pour augmenter la masse corporelle protéique sans l'accumulation du cholestérol dans le corps. Des travaux antérieurs ont rapporté que le cholestérol est beaucoup plus faible dans les muscles des poulets qui croissent lentement par rapport à ceux qui grandissent vite dans les conditions normales. Ces résultats sont similaires à celles d'Abbas (**2010**) et Abaza (**2007**) qui ont déterminé que l'incorporation de fenugrec n'influence pas de manière significative ($P > 0,05$) le poids de la graisse abdominale, du gésier et du foie. L'extrait aqueux de Fenugrec facilite la prise de poids chez les rats en permettant une augmentation de la masse musculaire, tout en limitant (voire en diminuant) l'excès de graisse. Le fenugrec stimule l'appétit et agit comme un anabolisant naturel en permettant une meilleure utilisation des apports nutritifs (**Harchane et al.,2012**).

Concernant l'analyse des résultats zootechniques (l'indice de consommation, Taux de mortalité, rendement carcasse), le système d'élevage avec l'incorporation de Fenugrec a montrée une influence sur les lots 1 et 2 que le lot témoin.

D'un point de vue méthodologique, les résultats valident l'utilisation de Fenugrec sur les performances zootechniques de poulet de chair. Les graines de fenugrec (3 g/kg) sont considérées comme un produit facteur de croissance. Elles permettent d'améliorer les performances de production (Gain de poids, Prise alimentaire, I.C, Rendement

carcasse) et de diminuer le taux de mortalité du poulet de chair (**Ben Aksa et Alloui, 2013; Beghoul et al., 2017**). En raison de ses effets médicinaux, de nombreux scientifiques considèrent le Fenugrec comme un nutraceutique potentiel (**Goyal et al., 2016**).

L'étude macroscopique et histologique, a été menée sur le foie, principe organe impliqués dans l'élimination des toxiques. Ainsi la rate, organe lymphoïde participe dans la défense immunitaire.

De façon générale, les structures des trois lots peuvent être interprétées comme une petite dégénérescence hépatique. Avec une stimulation immunitaire remarquable dans les deux lots 1 et 2. Cette dernière est absente dans le lot témoins.

D'un point de vue histologique, Des travaux de recherche affirment que l'administration de l'extrait de graine de Fenugrec à des doses de 450 et 900 mg/kg/jour ne montre aucun effet toxique. De plus, n'entraîne aucune modification de l'architecture tissulaire et ne révèle aucune lésion des hépatocytes (**Brog et al., 2016**). Ainsi les structures histologiques de **Harchane et al. (2012)** confirment que l'extrait aqueux des grains de Fenugrec ne présente aucun effet hépato-toxicité.

Vue les résultats obtenus, on peut aisément affirmer que la grande quantité de cellule lymphoïdes et par conséquent, la grande stimulation immunologique et probablement due à la dose élevée de Fenugrec. Ceci, peut expliquer le taux faible de mortalité du lot 6g, ainsi qu'une mortalité plus grande dans le reste des lots en particulier, le lot témoins. Selon **Binhafeez et al. (2003)**, le Fenugrec a un effet immunostimulant, Anti-Diabétogènes, Anticulminatives, Antinoceptifs et Antihypocholestérolémiques. De plus, ils ont montré que les saponines, les fibres et les flavonoïdes semblent être les candidats les plus probables à l'obtention d'un effet immun-stimulateur.

Conclusion

Conclusion

Cette étude a permis de constater avec certitude l'effet des graines de Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.) administré par extrait aqueux en abreuvement aux poulets de chair, sur la prise de poids et le système immunitaire.

L'expérimentation a commencé lors de la deuxième semaine de vie des poules de chair (phase de croissance) et a duré 4 semaines dans lesquelles 3 doses différentes de graines de Fenugrec ont été administrées à chacun des deux lots, 3g/l et 6g/l pour le lot 1 et le lot 2 respectivement durant la 1^{ère} semaine d'expérimentation. Puis 6g/l et 12g/l lors de la 2^{ème} semaine, et enfin 12g/l et 24g/l la 3^{ème} semaine. Durant la 4^{ème} semaine d'expérimentation (phase de finition) l'extrait aqueux de graines de Fenugrec a été remplacé par de l'eau pure pendant 10 jours. Les résultats de la prise de poids obtenus sont meilleurs chez le lot 1 (3g/l, 6g/l, 12g/l) et le lot 2 (6g/l, 12g/l, 24g/l) que chez le lot témoin. Néanmoins le lot 1 ($3400 \pm 325,13$) a un poids supérieur au lot 2 ($3322 \pm 269,73$).

Le sacrifice des poules de chair a été effectué lors du 45^{ème} jour, et des prélèvements sanguins ont été effectués dans le but de faire un bilan lipidique. Les résultats du bilan lipidiques étaient dans les normes internationales. L'autopsie effectuée n'a montré aucune lésion macroscopique. Les organes du lot 1 et 2 étaient visuellement plus grands que ceux du lot témoin.

La rate, le cœur et le foie ont été pesés, et le poids de ces organes était plus élevé chez le lot 1 par rapport aux lots 2 et témoin.

L'étude histologique du foie a démontré quelques lésions hépatiques, quelques vacuoles de gras, quelques mégaloctes et une petite hyperplasie a été remarquée chez le lot 1. Quant au lot 2 il a présenté une très grande quantité de vacuoles de gras. Le lot témoin a présenté beaucoup de mégaloctes et une hyperplasie des canicules biliaires en plus de quelques vacuoles de gras dans le cytoplasme. L'histologie du foie a montré une très grande stimulation immunologique chez le lot 2, moins grande chez le lot 1 et petite chez le lot témoin. On peut relier cette stimulation immunitaire au taux de mortalité assez élevé dans le lot témoin, plus faible dans le lot 1 et nul chez le lot 2.

Les résultats de ce protocole expérimental *in vivo* montrent clairement que le fenugrec a eu un effet sur la prise de poids des poules de chair. De plus, il a réduit le taux de mortalité

par rapport au lot témoin tout en procurant une stimulation immunologique aux poules de chair.

L'ensemble de ces résultats ne constitue qu'une première étape. Des essais complémentaires seront nécessaires et devront pouvoir confirmer les performances mises en évidence. Il serait souhaitable de compléter et approfondir ce travail par une étude qui détermine avec certitude l'effet des graines de Fenugrec sur les poules de chair. Car oui, l'aviculture moderne peut être améliorée grâce à l'utilisation des graines de Fenugrec comme complément alimentaire et certainement donner un meilleur rendement satisfaisant pour les éleveurs.

Références bibliographiques

- Abaza, I. M., (2007). Effects of using fenugreek, chamomile and radish as feed additives on reproductive performance and digestibility coefficients of laying hens.
- Abbas, K. (1996). Eléments de situations de productions animales et du secteur avicole en Algérie INRA. Algérie.15p.
- Abbas, R. J., (2010). Effect of using fenugreek, Parsley and Sweet Brasil seeds as feed additives on the performance of broiler chickens. International journal of poultry science. 9(3), 278-282p.
- Anonyme., (2012). www.anne.decoستر.free.fr
- Belaid, D., (2015). L'élevage avicole en Algérie.
- Bellakhdar, J., (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. Paris : Ibis Press.
- Bigot, K., Tesseraud, S., Taouis, M., Picard, M., (2001). Alimentation néonatale et développement précoce du poulet de chair. INRAProd. Anim. 14, 219-230pp.
- Bin-Hafeez , B. et al., (2003). Immunomodulatory effects of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L) extract in mice. International immunopharmacologie. 3(2), 257-265p. doi: 10.1016/S1567-5769(02)00292-8.
- *BioScience*. (1980). Volume 30, 8, 529–534p.
- Blank, I., Lin, J., Devaud, S., Fumeaux, R., Fay, L.B., (1997). The principal flavor components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L). ACS Symposium Series: ACS Publications. 3, 12-28p. DOI: 10.1021/bk-1997-0660.ch003.
- Brah, N., HOUNDONUGBO, M. F., Issa, S., (2015). Etapes et méthodes de formulation d'aliment de volaille : Une synthèse bibliographique. International journal of biological and chemical sciences. 9(6): 2924-2931p. ISSN 1997-342X.
- Brogi, H., El Amrani, N., Amsaguine, S., Radallah, D., (2016). Evaluation of tetrigenic effect of orally administered fenugreek aqueous extracts in pregnant rats. The journal of ethnobiology and traditional medicine. 1210-1218p.
- Brummer, Y., Cui, W., Wang, Q., (2003). Extraction, purification and physicochemical characterization of fenugreek gum. Food Hydrocolloids. 17 (3), 229-236p.
- Bruneton, J., (2016). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (5e ed.). Paris : Lavoisier.
- Castaing, D., Veilhan, L.A., (2000). Anatomie du foie et des voies biliaires. (E. SAS, Éd.) Paris.

- *Chatenoud, Bach., (2012). Lavoisier. 488 p.*
- *Chevallier, L., (2009). Les lipides. Nutrition principes et conseils (3).*
- *Chibah, A., (2014-2015). Métabolisme des lipides. Cours de 4ème année pharmacie. Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri- Faculté de Médecine.*
- *Dusser, D. N., (2017). Etudes de plantes médicinales du maghreb : usages traditionnels et études phytochimiques. These pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. 112p.*
- *El Nasri, N.A. et El Tinay, A.H., (2007). Functional properties of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) protein concentrates. Food Chem.582-589p.*
- *Eman, M. et al. (2020). Modulatory effects of fenugreek seeds powder on the histopathologie, oxydative status, and immune related gene expression in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) infected with *Aeromonas hydrophyla*. Aquaculture.*
- *Esterbauer, H., Gebicki, J., Puhl, H., Jurgens, G., (1992). The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL. Free radical in biology & medicine. (13), 341-390p.*
- *Fæste, C. K., Namork, E., Lindvik, H., (2009). Allergenicity and antigenicity of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) proteins in foods. 123(1),187-94p.*
- *Fontaine, M., (1995). Vade Mecum du vétérinaire, XVI édition. 1672p.*
- *G Amand Valancony Amand, G., Valancony, H., (1996). Sci. Tech. Av. (15), 3-31p.*
- *Gardinier, P. A., Rees, R. J., Robson, J. M. (1949). Intracorneal infection as a method for testing antituberculous substances. British Journal of Pharmacology and Chemotherapy, 4(2), 209-215p. DOI: 10.1111/j.1476-5381.1949.tb00538.x*
- *Ghedira, K., Goetz, P., et Le Jeune, R., (2010). Fenugrec: *Trigonella foenum-graecum* L.(Fabaceae ex. Leguminosae). Phytothérapie. (8), 180-184p.*
- *Girardon, P., Bessiere, J., Baccou, J., Sauvaire, Y., (1985). Volatile constituents of fenugreek seeds. Planta medica. 51(6), 533-4p.*
- *Grundy, S.M. et al., (2005). Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute scientific statement Circulation. 112,2735–2752p.*

- Guérin, J.L., Balloy, D. et Villate, D., (2011). Maladies des volailles. 3e Ed. France Agricole. 557, 73-88p.
- Harchane H et *al.*, (2012). Effets de l'extrait aqueux des graines du fenugrec (*Trigonella foenum graecum*) sur l'amélioration du profil lipidique et la prise de poids chez le rat. *Phytothérapie*. (10), p 357–362.
- Holewijn, S., Den Heijer, M., Swinkels, D.W., Stalenhoef, A.F., De Graaf, J., (2010). Apolipoprotein B, non-HDL cholesterol and LDL cholesterol for identifying individuals at increased cardiovascular risk. *J Intern Med*. 268(6), 567-77p.
- ITAVI. (2009). EDITIONS ITAVI - 28 rue du Rocher - 75008 PARIS 1er trimestre. 1ère édition.
- ITELV : INSTITU TECHNIQUE DES ELEVAGES. (2015). <http://www.itelv.dz/>
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport, M. & Shalomchik, M. J., (2003). Immunobiologie. 2ème édition. De Boeck. Paris. 1137p.
- Eric, Bruckert., (2013). Les hypertriglycémies : 10 questions pratiques. *Médecine Clinique endocrinologie & diabète*. (62), 45- 50.
- Kaliyaperumal, V., (2005). LES TRAUMATISMES DE LA RATE.
- Khorshidian, N. et *al.*, (2015). Fenugreek: potential applications as a functional food and nutraceutical. *Nutrition and Food Sciences Research*. 3 (1), 5-16p.
- Kindt, T.J., Goldsby, R.A., Osborne, B.A. et Fridman, K., (2008). Immunologie le cours de Janis Cuby. Paris. 6, 684p
- Klotz, F., et *al.*, (2000). Kystes hydatiques du foie. 7(23), 16p.
- Kumar, G. P., Anand, T., Singsit, D., Khanum, F. et Anilakumar K. R., (2013). Evaluation of antioxidant and anti-fatigue properties of *Trigonella foenum-graecum* L. in rats subjected to weight loaded forced swim test. *Pharmacognosy Journal*. 5, 66-71p.
- Levy, E., Spahis, S., Sinnott, D., Peretti, N., Maupas-Schwalm, F., Delvin, E., Lambert, M., Lavoie, M.A., (2007). Intestinal cholesterol transport proteins: an update and beyond. *Curr Opin Lipidol*. 18(3), 310-8p.
- Lukas, H., (2013). La santé du foie. (Québec, Éd.)

- Madhava-Naidu, M., Shyamala, B., Pura, J., Sulochanamma, G., et Srinivas, P., (2011). Chemical composition and antioxidant activity of the husk and endosperm of fenugreek seeds. *LWT-Food Science and technology*, 44, 451-456p.
- Mal, D., (2005). *Immunologie aide mémoire*. De Boeck. Angleterre.141p.
- *Manuel of standards for diagnostic tests and vaccines*. (2000). standards for diagnostic tests. 916 p.
- *Manuel of veterinary investigation laboratory, histology technique*. (1984), volume 2 livre2, London.
- Mc Lean, K.J., Hans, M., Munro, A.W., (2012). Cholesterol, an essential molecule: diverse roles involving cytochrome P450 enzymes. *Biochem Soc Trans*. 40: 587-593p.
- Messaoudi, D., (2017). *Immunologie approfondie*. Université ferhat abes, setif.
- Moestus, A. M., (2019). *EFFET DU STRESS SUR LE SYSTÈME IMMUNITAIRE DES CHIENS D'UTILITÉ*. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de creuteil. 92p.
- North, M. O., et Bell, D., (1990). *Commercial Chicken Production Manual*. Van Nostrand Reinhold , New York, NY.
- Petit, P., et al., (1993). Effects of fenugreek seed extraction on feeding behaviour in the rat Metabolic-endocrine correlates. *Pharmacologie Biochemistry and behavior*. 369-374p.
- Revillard. (2001). *Immunologies 4ème édition*. De Boeck. Espagne.595p.
- Rouibi, A., et al., (2018). Propriétés pharmacologiques de l'extrait aqueux et des huiles essentielles des graines de fenugrec (*trigonella foenum-graecum*. L.). *Agrobiologia*. 8 (1), 913- 919p.
- Sahraoui, N., Djeddar, R., Khoubei, A., Guetarni , D., Hornick, J. L., et Mourot ,J., (2018). Effect of *Yucca schidigera* and *Trigonella graecum* natural extract on fatty acid profile of turkey meat. *Journal of Applied Biosciences*. 127, 12804-12808p.
- Song, B.K., Winter, W.T., Tavel, F.R., (1989). Crystallography of highly substituted galactomannans: fenugreek and lucerne gums. *Macromolecules*, ACS Publications. 6, 2641–2644p.
- Srinivasan, K., (2006). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A Review of Health Beneficial Physiological Effects. *Food reviews international*, 22 (2), 204-224p.

- Stryer, L., Berg, J.M., John, L. et Tymoczko, (2003). (trad. Serge Weinman), Biochimie. Flammarion. « Médecine-Sciences », 5e éd. Paris. (ISBN 2-257-17116-0).
- Tekkouk-Zemmouchi, F., (2018). ANATOMIE DES VOLAILLES.
- Thomas, J., S. Basu, et Acharya, S., (2006). Identification of Trigonella accessions which lack antimicrobial activity and are suitable for forage development. Canadian journal of plant science. 86, 727-732p.
- Villemin, M., (1984). Dictionnaire des Termes Vétérinaires et Zootechniques. Vol 470, Edition Vigot, France.
- Volpé, J-S., Sergeant, P., Fakler, A., Kanny, G. (2009). Fenugrec: Aliment.
- Weinman, S. et Méhul, P., (2000). Biochimie : structure et fonction des protéines. Dunod, Paris, 1 e éd, 245 p.
- Wichtl, M., Anton, R., (2003). Plantes thérapeutiques. EMI/Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- Yebka. (2019). Anatomie de la rate. Laboratoire d'Anatomie Blida, 13p.
- Zulkifi, I. M. T., Norma, D., Israf, A., Omar, A.R., (2000). The effect of early age feed restriction on subsequent response to high environmental temperatures in female broiler chickens. Poult. Sci. 79, 1401–1407p.

Annexes

Annexe 1 : Aliment de la volaille pendant l'élevage



Annexe 2 : Artimix, Mélange liquide équilibré de vitamines et d'acides aminés



ARTIMIX Composition

Vitamine A : 15000000 UI , Vitamine D3 : 3750000 UI, Vitamine E : 7500 mg, Vitamine B1 : 1000 mg, Vitamine B2 : 1000 mg ? Vitamine B5 : 1500 mg , Vitamine B6 : 1500 mg, Vitamine B12 : 15 mg, Vitamine K3 : 2250mg , Vitamine B3-PP : 15000 mg, Lysine : 1350 mg, Cystine : 150 mg, Thréonine : 700 mg, Arginine : 850 mg , Serine : 750 mg, Isoleucine : 905 mg, Phénylalanine : 600 mg, Valine : 1000 mg, A .glutamique : 2800mg, Méthionine : 230 mg, Tryptophane : 200 mg, Alanine : 1500 mg, Glycine : 800 mg, Histidine : 350 mg, Leucine : 1300 mg, Tyrosine : 400 mg, Excipient qsp : 1000ml

Annexe 3 : Poulailier plein de poussins de 5 jours



Annexe 4 : Lot 1 pendant l'élevage



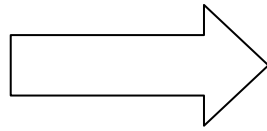
Annexe 5 : Produits chimiques utilisées



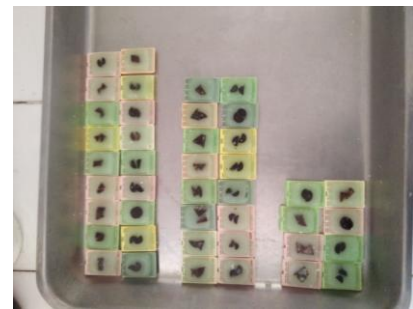
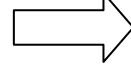
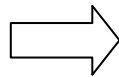
Annexe 6 : Etapes de l'étude histologique



Fixation



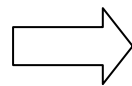
Recoupe



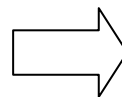
Inclusion sur paraffine



Congélation



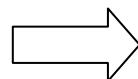
Microtomie



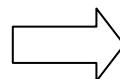
Préparation des lames



Coloration



Coupes après montage



Lecture microscopique

Annexe 7 : Suivi de la croissance en fonction de l'âge pendant la 1^{ère} semaine d'expérimentation

Jour	16	17	18	19	20	21
lot 1	518,5 ± 28,4	612,4 ± 37,1	681,7 ± 38,9	769,5 ± 42,0	855 ± 47,6	942,1 ± 55,2
lot 2	525,1 ± 36,4	625 ± 47,8	693,8 ± 60,6	767 ± 72,7	835,4 ± 92,7	910,6 ± 104,8
lot témoin	525 ± 18,2	521,5 ± 47,26	605 ± 46,96	714,5 ± 58,89	792,2 ± 54,2	856,8 ± 87,7

Annexe 8 : Suivi de la croissance en fonction de l'âge pendant la 2^{ème} semaine d'expérimentation

Jour	23	24	25	26	27	28
lot 1	1074 ± 81,1	1222,7 ± 71,3	1285,6 ± 80,6	1390 ± 85,0	1473,5 ± 96,8	1633,3 ± 122,4
lot 2	1013,6 ± 136,0	1197,3 ± 142,8	1248 ± 150,0	1335 ± 154,4	1431 ± 141,1	1590 ± 191,1
lot témoin	996,7 ± 111,6	1176,2 ± 66,0	1234,7 ± 49,8	1329 ± 61,3	1430,75 ± 59,9	1501 ± 54,8

Annexe 9 : Suivi de la croissance en fonction de l'âge pendant la 3^{ème} semaine d'expérimentation

Jour	30	31	32	33	34	35
lot 1	1800 ± 132,2	1922,2 ± 148,1	2016 ± 145,7	2155,5 ± 150,9	2266,6 ± 141,4	2411,1 ± 126,9
lot 2	1756 ± 205,8	1845 ± 208,7	1917 ± 206,5	2100 ± 266,6	2180 ± 274,0	2300 ± 266,6
lot témoin	1653 ± 109,5	1800 ± 81,6	1905 ± 74,7	1998 ± 89,5	2094 ± 135,8	2196 ± 129,8

Annexe 10: Suivi de la croissance en fonction de l'âge pendant la 4^{ème} semaine d'expérimentation

Jour	36	37	38	39	40	41
lot 1	2500 ± 105,4	2575,5 ± 111,0	2645,5 ± 117,1	2761,1 ± 164,6	2866,6 ± 200	2972,2 ± 204,2
lot 2	2422,2 ± 248,4	2500 ± 285,7	2577,7 ± 318,9	2677,7 ± 328,6	2655 ± 403,9	2761,1 ± 415,5
lot témoin	2116 ± 129,8	2200 ± 118,0	2268 ± 124,8	2310 ± 116,6	2400 ± 138,0	2575 ± 74,16

Annexe 11: Suivi de la croissance en fonction de l'âge pendant la 5^{ème} semaine d'expérimentation

Jour	42	43	44	45
lot 1	3144,4 ± 262,9	3253,75 ± 277,2	3325 ± 289,3	3400 ± 295,8
lot 2	3033,33 ± 483,0	3122,22 ± 527,1	3172 ± 552,3	3222,22 ± 632,0
lot témoin	2688 ± 62,4	2922 ± 42,6	3000 ± 133,9	3077,5 ± 130,5

Annexe 12 : Suivi de la croissance en fonction de l'âge pendant toutes les semaines d'expérimentation

Semaine	1	2	3	4
lot 1	942,1 ± 156,8	1633,3 ± 196,7	2411,1 ± 226,3	3400 ± 325,1
lot 2	910,6 ± 140,9	1590 ± 198,8	2300 ± 210,3	3222,22 ± 295,7
lot témoin	856,8 ± 140,7	1501 ± 182,7	2196 ± 197,8	3077,5 ± 351,0

Annexe 13 : Moyenne des poids des organes (foie, cœur et rate)

Organe	Foie	Cœur	Rate
lot 1	62,2±6,6	15,12±9,1	3,25±2,8
lot 2	58,5±2,4	13,16±3,5	3,5±1,8
lot témoin	52,5±1,1	12,5±1,0	3,25±0,3

Annexe 14 : moyenne des taux de HDL, LDL, triglycérides, protéines totales

Paramètre	cholestérol (g/l)	LDL (g/l)	HDL (g/l)	triglycérides (g/l)	Protéines totales (g/l)
lot 1	1,45±0,07	1,03±0,12	0,31±0,1	0,57±0,13	36,65±3,21
lot 2	1,46±0,07	1,43±0,34	0,32±0,07	0,46±0,03	47,18±7,13
lot témoin	1,16±0,14	0,83±0,03	0,32±0,03	0,5±0,03	37,65±2,44

Annexe 15 : Suivi de la croissance des poules de chair individuellement lot 1 (3g/l)

Jour	16	17	18	19	20	21
1	530	653	720	815	910	1000
2	517	600	666	760	847	953
3	550	620	687	772	868	955
4	520	616	680	760	840	923
5	470	570	636	720	807	902
6	483	580	650	725	798	875
7	576	690	768	886	955	1038
8	570	670	760	854	965	1070
9	494	570	630	710	800	875
10	475	555	620	693	760	830

Annexe 16 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot 1 (6g/l)

Jour	23	24	25	26	27	28
1	1140	1312	1410	1493	1610	1800
2	1093	1248	1300	1394	1490	1600
3	1080	1210	1296	1389	1460	1700
4	1036	1187	1210	1336	1370	1500
5	1042	1186	1200	1350	1490	1600
6	1014	1140	1205	1274	1350	1500
7	1170					
8	1210	1360	1410	1553	1629	1800
9	1010	1172	1250	1339	1400	1700
10	945	1190	1290	1382	1463	1500

Annexe 17 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot 1 (12g/l)

Jour	30	31	32	33	34	35
1	2000	2000	2050	2100	2200	2400
2	1800	2000	2100	2300	2400	2500

3	1800	2000	2100	2300	2400	2500
4	1700	1800	1900	2000	2100	2300
5	1800	1900	2000	2200	2300	2500
6	1700	1800	1900	2000	2200	2400
7	2000	2200	2300	2400	2500	2600
8	1800	1900	2000	2100	2200	2300
9	1600	1700	1800	2000	2100	2200

Annexe 18 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement après l'arrêt de Fenugrec lot 1

Jour	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3500	3600	3700	3800
2	2600	2700	2800	3100	3300	3400	3600	3680	3750	3800
3	2600	2650	2700	2750	2800	2900	3000	3300	3400	3500
4	2400	2450	2500	2550	2600	2700	2800	2900	2950	3000
5	2600	2650	2700	2850	2900	3000	3100	3150	3200	3200
6	2500	2600	2700	2800	3000	3150	3300	3350	3400	3500
7	2600	2680	2710	2800	2900	3000	3100			
8	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3100	3200	3300	3400
9	2300	2350	2400	2500	2600	2700	2800	2850	2900	3000

Annexe 19 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot 2 (6g/l)

Jour	16	17	18	19	20	21
1	572	695	787	870	942	1052
2	505	600	620	645	669	737
3	522	602	682	760	810	851
4	528	616	706	768	858	933
5	522	620	686	780	845	940
6	522	625	684	790	863	931
7	585	700	782	870	972	1065
8	484	570	628	707	757	839
9	546	665	737	800	893	958
10	465	560	626	689	745	800

Annexe 20 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot 2 (12g/l)

Jour	23	24	25	26	27	28
1	1195	1387	1455	1563	1660	1900
2	810	950	1010	1082	1290	1400
3	875	1074	1130	1260	1350	1400
4	1030	1176	1245	1316	1420	1600
5	1055	1210	1296	1338	1400	1700

6	1050	1203	1298	1369	1510	1600
7	1210	1360	1410	1506	1640	1900
8	955	1174	1210	1363	1410	1500
9	1090	1267	1380	1444	1420	1500
10	866	992	1050	1112	1210	1400

Annexe 21 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot 2 (24g/l)

Jour	30	31	32	33	34	35
1	2100	2100	2200	2500	2600	2700
2	1550	1600	1770	1900	2000	2300
3	1750	1800	1900	2000	2100	2100
4	1700	1900	1900	2100	2200	2200
5	1700	1900	1900	2100	2000	2300
6	1700	1800	1800	1900	2000	2100
7	2100	2200	2300	2600	2700	2800
8	1700	1750	1800	1900	2000	2100
9	1800	1900	2000	2200	2300	2400
10	1460	1500	1600	1800	1900	2000

Annexe 22 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement après l'arrêt de Fenugrec lot 2

	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	2800	2900	3100	3200	3500	3600	3700	3900	4000	4200
2	2300	2350	2400	2450	2500	2550	2600	2700	2800	2800
3	2200	2250	2300	2350	2400	2500	2500	2500	2500	2500
4	2300	2350	2400	2500	2600	2700	2800	2900	2900	3000
5	2400	2450	2500	2550	2600	2650	2700	2800	2850	2900
6	2900	3100	3200	3300	3500	3600	3800	3900	4000	4100
7	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2900
8	2200	2250	2300	2400	2450	2500	3600	3750	3800	3800
9	2500	2550	2600	2650	2700	2750	2800	2800	2800	2800
10	2422	2500	2577	2655	2761	2838	3033	3122	3172	2322

Annexe 23 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot témoin

Jour	16	17	18	19	20	21
1	520	480	540	615	750	775
2	470	500	620	700	740	777
3	500	560	620	720	680	700
4	520	590	680	760	800	840
5	510	600	580	780	805	920
6	488	520	610	710	830	910
7	480	490	520	610	795	830
8	488	510	620	750	820	910
9	510	560	640	750	852	918
10	520	605	620	750	850	988

Annexe 24 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot témoin

Jour	23	24	25	26	27	28
1	920	1140	1240	1200	1450	1500
2	827					
3	920	1173	1285	1313	1400	1400
4	1140	1297	1360	1340	1480	1500
5	1115	1200	1305	1310	1490	1500
6	987	1107	1223	1343	1400	1500
7	1128	1189	1278	1389	1320	1510
8	1020	1089	1207	1340	1496	1500
9	1100	1215	1300	1400	1410	1605

Annexe 25 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot témoin

Jour	30	31	32	33	34	35
1	1500					
2	1500	1800	1905	1998	2094	2196
3	1700	1800	1900	1990	2050	2100
4	1680	1700	1840	1900	1940	2100
5	1710	1800	1890			
6	1600	1700	1800	1900	1980	2080
7	1734	1900	2000	2100	2300	2400
8	1800	1900	2000	2100	2200	2300

Annexe 26 : Suivi de la croissance des poulet de chair individuellement lot témoin

Jour	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	2196	2278	2370	2479,8	2494	2675	2766	2862,5	3017,4	3077,5
2	2100	2200	2300	2400	2468	2600	2700	2790	2800	2880
3	2100	2200	2300	2450	2352	2600	2700	2850	3100	3180
4	2080	2190	2250	2369	2400	2675	2766	2862,5	3017	3077,5
5	2400	2500	2600	2700	2750	2800	2864	2910	2970	3000
6	2300	2300	2400	2480	2500	2700	2800	2900	3200	3250

Annexe 26 : profil lipidique individuel, cholestérol total, HDL, LDL, triglycérides, protéines totales du lot 1

	Cholestérol total	HDL	LDL	Triglycérides	Protéines totales
1	1.35	1.02	0.262	0.34	34.19
2	1.53	0.90	0.474	0.78	41.53
3	1.53	1.19	0.22	0.60	33.67
4	1.50	0.98	0.35	0.52	36.7
5	1.40	1.02	0.339	0.54	38.4
6	1.52	1.12	0.2	0.6	39.34
7	1.42	0.84	0.21	0.55	35.4
8	1.38	1.2	0.45	0.7	32.33
P	0.000	0.001	0.81	0.06	0.008

Annexe 27 : profil lipidique individuel, cholestérol total, HDL, LDL, triglycérides, protéines totales du lot 2

	Cholestérol total	HDL	LDL	Triglycérides	Protéines totales
1	1.30	1.98	0.232	0.44	57.09
2	1.48	1.03	0.356	0.47	43.73
3	1.57	1.06	0.41	0.50	37.03
4	1.4	1.3	0.398	0.42	56,23
5	1.5	1.63	0.332	0.49	41,65
6	1.53	1.76	0.23	0.48	39,9
7	1.42	1.44	0.31	0.51	47,34
8	1.49	1.02	0.244	0.47	51,38
9	1.46	1.62	0.38	0.43	50,4
p	0.000	0.003	0.70	0.19	0.5

Annexe 28 : profil lipidique individuel, cholestérol total, HDL, LDL, triglycérides, protéines totales du lot témoin

	Cholestérol total	HDL	LDL	Triglycérides	Protéines totales
1	1.31	0.81	0.392	0.54	41.29
2	1.28	0.90	0.276	0.52	38.05
3	0.91	0.79	0.320	0.44	33.6
4	1,16	0,83	0.330	0.51	37.64
p	0.140	0.037	0.037	0.033	2.44

Annexe 29 : poids individuels des foies, lot 1, lot 2, lot témoin

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lot 1	66	59.9	60		56	71	52	65	66	
lot 2	68	70	67	61	49	47	44	62	57	60

lot témoin	51	56	55	48	52,5	52,5				
-------------------	----	----	----	----	------	------	--	--	--	--

Annexe 30 : poids individuels des cœurs, lot 1, lot 2, lot témoin

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lot 1	17	14	16		15	15	10	18		16
lot 1	19	12	16	17	9	10	14	17	10	12
lot témoin	14	13	14	9	12,5	12,5				

Annexe 31 : poids individuels des rates, lot 1, lot 2, lot témoin

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lot 1	2	4	5		2	4	3	4		2
lot 2	5	4	4	5	2	3	3	4	3	2
Lot témoin	3	3	4	3	3,25	3,25				

Résumé

L'étude a été menée dans le but d'évaluer l'effet des graines de Fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L) sur la prise de poids ainsi que pour réduire le taux de mortalité chez les poules de chair en un court laps de temps. 3 lots de 10 poules de chair ont été pris pour la réalisation de ce travail (lot 1, lot 2 et lot témoin). Les graines de Fenugrec ont été administrées sous forme d'extrait aqueux à des doses variées selon les lots et les semaines. 3g/l, 6g/l et 12g/l pour le lot 1 et 6g/l, 12g/l et 24g/l pour le lot 2. Quant au lot témoin, n'a reçu que de l'eau pure pendant toute la durée de l'expérience. La pesée des poulets a été effectuée chaque jour jusqu'au 45^{ème} jour ou le sacrifice a été fait. Les résultats de la prise de poids des poules de chair à la fin de l'expérimentation ont montrés une augmentation très significative pour le lot 1 ($p<0.01$) ainsi que le lot 2 par rapport au lot témoin. L'indice de consommation obtenu chez le lot 2 a une meilleur rentabilité (IC=2.03) que le lot 1. Il en est de même pour le taux de mortalité qui est assez élevé chez le lot 1 (20%) et nul chez le lot 2. De ce fait, on peut déduire l'effet du fenugrec sur le taux de mortalité en se penchant sur l'étude histologique du tissu splénique qui a montré une très grande stimulation immunologique chez le lot 1. Cependant, l'histologie du foie de ce dernier a montré des séquelles plus importante que le lot 2 et encore plus, que chez le lot témoin. Le bilan lipidique a démontré une élévation des taux de cholestérol total et de HDL hautement significative chez les lots 1 et 2 par rapport au lot témoin. Cette étude confirme nettement l'amélioration de la prise de poids chez les poules de chair, en permettant une meilleure utilisation des apports nutritifs ainsi que la réduction de taux de mortalité et en un laps de temps très court.

Abstract

The study was conducted to assess the effect of Fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecum* L) on weight gain and to reduce mortality in broilers in a short period of time. 3 batch of 10 broilers were taken for this work (batch 1, batch 2 and control batch). Fenugreek seeds were administered as an aqueous extract at varying doses depending on the batch and week. 3g/L, 6g/L and 12g/L for batch 1 and 6g/L, 12g/L and 24g/L for batch 2. As for the control batch, only pure water was administrated for the duration of the experiment. The broilers were weighed every day until the 45th day in which the sacrifice was made. The results of the weight gain of the broilers at the end of the experiment showed a very significant increase for batch 1 ($p<0.01$) and batch 2 compared to the control batch. The consumption index obtained in batch 2 has a better profitability (IC=2.03) than batch 1. As for the mortality rate which is quite high in batch 1 (20%) and zero in batch 2. As a result, the effect of Fenugreek on mortality can be inferred from the histological study of splenic tissue, which showed a high immunological stimulation in batch 1. However, the histology of the latter's liver showed more significant sequelae than batch 2 and even more so, than in the control batch. The lipid balance showed a highly significant increase in total cholesterol and HDL levels in batches 1 and 2 compared to the control batch. This study clearly confirms the improvement of weight gain in broilers, allowing better use of nutrient inputs and reducing mortality rates in a very short period of time.

الخلاصة

أجريت الدراسة لتقييم تأثير بذور الحلبة (*Trigonella foenum graecum* L) على زيادة الوزن و تقليص معدل الوفيات في دجاج اللحم في فترة زمنية قصيرة. بصدد هذا، تم استخدام 3 مجموعات متكونة كل منها من 10 فروج (المجموعة 1، المجموعة 2 و المجموعة الشاهد). تم معاملتهم بمستخلص مائي نقع فيها بذور الحلبة بجرعات متفاوتة حسب المجموعة والأسابيع. 3 جم / لتر و 6 جم / لتر و 12 جم / لتر للمجموعة 1 و 6 جم / لتر و 12 جم / لتر و 24 جم / لتر للمجموعة 2. أما بالنسبة لمجموعة الشاهد، فقد تم معاملتها بالماء النقي فقط خلال كامل فترة التجربة. ثم وزن الدجاج كل يوم إلى غاية اليوم الخامس والأربعين يوم الذبيحة. أظهرت نتائج هذه الدراسة في نهاية التجربة زيادة في وزن الفروج. إذ تزايدت للغاية المجموعة 1 معنويًا ($p < 0.01$) وكذلك المجموعة 2 مقارنةً بالمجموعة الشاهد. مؤشر الاستهلاك الذي تم الحصول عليه في المجموعة 2 له تفوق ربحي أفضل (CI = 2.03) من المجموعة 1. كما يعكس ذلك أيضا على معدل الوفيات المرتفع جدًا في المجموعة 1 (20%) ومنعدم في المجموعة 1. نتيجة لذلك، يمكننا استنتاج تأثير مستخلص الحلبة على معدل الوفيات من خلال ملاحظة الدراسة النسيجية لنسيج الطحال التي أوضحت استجابة و تحفيزًا مناعيًا كبيرًا جدًا في المجموعة 1. رغم ذلك، فإن النسيج الكبدي ظهر أكثر أهمية من المجموعة 2 وحتى أكثر من المجموعة الشاهد كانت الدهون عالية معنويًا في مستويات الكوليسترول الكلي و HDL في المجموعة 1 و 2 مقارنةً بمجموعة الشاهد. هذه الدراسة تؤكد تحسن زيادة الوزن في دجاج اللحم، سماحا باستخدام المغذيات بشكل أفضل، إضافة إلى انخفاض معدلات الوفيات في فترة زمنية وجيزة.